

No.27/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

SKRIPSI

**PENGARUH SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN HIDRAULIS
MENGUNAKAN *FLY ASH* DENGAN PENAMBAHAN *PLASTICIZER*
0,8% PADA BETON NORMAL**



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

Disusun Oleh :

Muhammad Daffa Zahran Farid

NIM 2201421075

Dosen Pembimbing :

Sukarman, S.Pd.,M.Eng

NIP 199306052020121013

**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 PARSIAL SEMEN HIDRAULIS
MENGUNAKAN *FLY ASH* DENGAN PENAMBAHAN *PLASTICIZER* 0,8%
PADA BETON NORMAL**

Yang disusun oleh **Muhammad Daffa Zahran Farid (2201421075)** telah disetujui
dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 2**

Pembimbing 1

Sukarman, S.Pd., M.Eng.
NIP 199306052020121013



Hak Cipta :

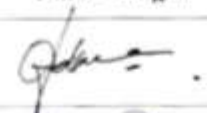
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 SEMEN HIDRAULIS
MENGUNAKAN FLY ASH DENGAN PENAMBAHAN PLASTICIZER 0,8%
PADA BETON NORMAL**

Yang disusun oleh **Muhammad Daffa Zahran Farid (NIM 2201421075)**
telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 2** di depan Tim Penguji pada hari
Selasa tanggal 23 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Mitsaq Addina Nisa, S.T., M. Eng NIP 199412262022032010	
Anggota	Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. NIP 198012042020121001	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta


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



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Muhammad Daffa Zahran Farid
NIM : 22014201075
Program Studi : D4 – Teknik Konstruksi Gedung
Alamat Email : muhammad.daffa.zahran.farid.ts22@mhs.wpnj.ac.id
Judul Naskah : Pengaruh Substitusi Parsial Semen Hidraulis Menggunakan *Fly ash* Dengan Penambahan *Plasticizer* 0,8% Pada Beton Normal.

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar benar belum pernah dilakukan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan persyaratan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 23 Juli 2026

Yang Menyatakan,

Muhammad Daffa Zahran Farid



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Pengaruh Substitusi Parsial Semen Hidraulis Menggunakan *Fly ash* Dengan Penambahan *Plasticizer* 0,8% Pada Beton Normal" dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua atas doa, pengorbanan, kerja keras, nasihat, serta dukungan yang tiada henti sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.
2. Bapak Sukarman, S.Pd., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, ilmu, serta masukan yang konstruktif dengan penuh kesabaran dan ketelitian selama proses penyusunan skripsi.
3. Ibu Nunung Martina, S.T., M.Si. selaku dosen yang senantiasa memberikan bimbingan, saran, dan perhatian secara cermat sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan optimal.
4. Mas Senditia Dilang R., A.Md., S.T. selaku dosen industri yang telah menyediakan material penelitian serta memberikan arahan yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Mas Kusno Wijayanto selaku tenaga kependidikan PLP Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil PNJ atas bantuan teknis dan pendampingan selama proses pengujian berlangsung.
6. Rekan - rekan kelompok penelitian: Daffa, Naufal, Rafly, Raka, Hussein, Andersonn, Bayu, Sultan, Rayhan, Nila, dan Adel atas kebersamaan, dukungan, serta diskusi yang membangun selama penelitian dilaksanakan.
7. Kerabat – kerabat penulis: Raihana, Raffa, Rayhandika, Ghifari, Kendzo, Maul, Tania, Fadli, dan Ariqah yang telah menemani selama bertahun-tahun serta senantiasa memberikan dukungan, semangat, doa, dan kebersamaan dalam setiap proses hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Teman - teman Teknik Konstruksi Gedung yang turut membantu dalam pelaksanaan penelitian.



© 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. Terakhir, penulis menyampaikan apresiasi kepada diri sendiri atas komitmen, ketekunan, dan tanggung jawab dalam menyelesaikan apa yang telah dimulai, serta atas semangat untuk terus bertahan dan berkembang melalui setiap proses yang dijalani.

Depok, 23 Juli 2026

Yang Menyatakan,

Muhammad Daffa Zahran Farid





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat & Signifikasi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton	5
2.2 Beton Normal.....	5
2.3 Beton Ramah Lingkungan.....	5
2.4 Bahan Penyusun Beton	6
2.4.1 Agregat Kasar.....	6
2.4.2 Agregat Halus.....	7
2.4.3 Semen Hidraulis	8
2.4.4 Air	9
2.4.5 <i>Fly ash</i>	10
2.4.6 <i>Plasticizer</i>	11
2.5 Perencanaan <i>Mix Design</i>	13
2.6 Karakteristik Beton	13
2.6.1 Sifat Mekanis Beton.....	13
2.6.2 Sifat Fisis Beton	15
2.7 <i>State of The Art</i>	17
2.8 Keterbaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	19
2.9 Hipotesis.....	20



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 III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Lokasi dan Waktu	21
3.2 Bagan Alir Penelitian	22
3.3 Alat Penelitian.....	22
3.4 Bahan Penelitian.....	24
3.5 Objek Penelitian	25
3.6 Teknik Pengumpulan Data	25
3.7 Metode Analisis Data	38
3.8 Luaran	38
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Data Pengujian Bahan Penyusun Beton.....	39
4.1.1 Agregat Kasar.....	39
4.1.2 Agregat Halus.....	45
4.1.3 Semen Hidraulis	50
4.1.4 <i>Fly ash</i>	51
4.2 Data Rancangan Campuran (<i>Mix Design</i>).....	52
4.2.1 Rancangan Campuran 1 m ³ Beton Normal	52
4.2.2 Langkah Perhitungan	52
4.3 Pengujian Beton Segar	56
4.3.1 Pengujian <i>Slump</i>	56
4.3.2 Berat Isi Beton Segar	59
4.4 Pengujian Beton Keras.....	61
4.4.1 Kuat Tekan	61
4.4.2 Kuat Tarik Belah	64
4.4.3 Kuat Lentur	67
BAB V PENUTUP.....	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	76



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. 1 Gradasi Agregat Kasar	6
Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus (British Standard)	7
Tabel 2. 3 Bahan Penyusun Semen Hidraulis	9
Tabel 2. 4 Persyaratan Kimia <i>Fly ash</i>	11
Tabel 2. 5 Karakteristik Fisik <i>Fly ash</i>	11
Tabel 2. 6 Data Teknis <i>Plasticizer</i> Devcon 870N	12
Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3. 1 Peralatan Pengujian Material	23
Tabel 3. 2 Peralatan Pembuatan & Pengujian Benda Uji	24
Tabel 3. 3 Rancangan Penelitian	25
Tabel 4. 1 Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar	39
Tabel 4. 2 Berat Isi & Rongga Agregat Kasar	41
Tabel 4. 3 Analisis Ayak Agregat Kasar	41
Tabel 4. 4 Kadar Air Agregat Kasar	44
Tabel 4. 5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	44
Tabel 4. 6 Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus	45
Tabel 4. 7 Berat Isi & Rongga Agregat Halus	47
Tabel 4. 8 Analisis Ayak Agregat Halus	48
Tabel 4. 9 Kadar Air Agregat Halus	49
Tabel 4. 10 Kadar Lumpur Agregat Halus	50
Tabel 4. 11 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai <i>slump</i> dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah	52
Tabel 4. 12 Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air bahan bersifat semen {w/(c+p)} dan kekuatan beton	53
Tabel 4. 13 Perkiraan Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton	54
Tabel 4. 14 Perkiraan Awal Berat Beton Segar	54
Tabel 4. 15 Proporsi Campuran Beton Sebelum Koreksi Kadar Air	55
Tabel 4. 16 Proporsi Campuran Beton Setelah Koreksi Kadar Air	56
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian <i>Slump</i>	56
Tabel 4. 18 Berat Isi Beton Segar	59
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kuat Tekan	61
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	64



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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Agregat Kasar.....	6
Gambar 2. 1 Agregat Halus.....	7
Gambar 2. 3 <i>Fly ash</i>	11
Gambar 2. 4 <i>Plasticizer</i>	12
Gambar 2. 5 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	13
Gambar 2. 6 Ilustrasi Uji Tarik Belah.....	14
Gambar 2. 7 Pengujian Kuat Lentur	15
Gambar 2. 8 Ilustrasi Uji <i>Slump</i>	17
Gambar 3. 1 Lokasi PT Devian Chemical Construction.....	21
Gambar 3. 2 Workshop Teknik Sipil PNJ.....	21
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 4. 1 Gradasi Agregat Kasar	43
Gambar 4. 2 Gradasi Agregat Halus	48
Gambar 4. 3 Diagram Hasil Pengujian <i>Slump</i> Tanpa Bahan Tambah	57
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian <i>Slump</i> Dengan Bahan Tambah.....	57
Gambar 4. 5 Hasil Analisis SPSS <i>Coefficients Uji Slump</i>	58
Gambar 4. 6 Hasil Analisis SPSS <i>Model Summary Uji Slump</i>	59

**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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian Material	77
Lampiran 2 Dokumentasi Pengadukan Beton.....	78
Lampiran 3 Dokumentasi Pengujian Benda Uji.....	79
Lampiran 4 Formulir SI-1 : Pernyataan Calon Pembimbing	80
Lampiran 5 Formulir SI-2 : Lembar Pengesahan.....	81
Lampiran 6 Formulir SI-3 : Lembar Asistensi Pembimbing	82
Lampiran 7 Formulir SI-3 : Lembar Asistensi Penguji.....	83
Lampiran 8 Formulir SI-4 : Persetujuan Pembimbing.....	85
Lampiran 9 Formulir SI-5 : Persetujuan Penguji	86
Lampiran 10 Formulir SI-7 : Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi.....	87





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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan karena memiliki kuat tekan tinggi, mudah dibentuk, dan bahan penyusunnya mudah diperoleh. Namun, meningkatnya kebutuhan konstruksi menyebabkan konsumsi semen terus bertambah dan berdampak pada peningkatan emisi karbon. Hawileh et al. (2024) menyatakan bahwa penggunaan semen hidraulis yang lebih berkelanjutan mampu mempertahankan bahkan meningkatkan sifat mekanik beton dibandingkan beton konvensional. Oleh karena itu, diperlukan inovasi material untuk menghasilkan beton yang kuat, mudah dikerjakan, dan lebih ramah lingkungan.

Salah satu inovasi yang banyak diteliti adalah penggunaan *fly ash* sebagai substitusi parsial semen. Selain mengurangi penggunaan semen, *fly ash* memiliki sifat pozzolanik yang dapat meningkatkan kualitas beton. Patil dan Jayale (2024) melaporkan bahwa substitusi *fly ash* sebesar 15% mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 7,41%. Sementara itu, Reddy dan Jyothy (2023) menemukan bahwa penggunaan *fly ash* 10% menghasilkan peningkatan kuat tekan hingga 32%, kuat tarik belah sekitar 18%, dan kuat lentur sekitar 15%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *fly ash* berpotensi meningkatkan performa beton sekaligus mendukung konstruksi berkelanjutan.

Selain *fly ash*, peningkatan kinerja beton dapat dilakukan melalui penambahan *plasticizer* yang berfungsi meningkatkan *workability* tanpa menambah kebutuhan air. Garzón et al. (2024) melaporkan bahwa dosis optimum 0,75% mampu meningkatkan kuat tekan hingga 18%, kuat tarik belah 13%, dan kuat lentur 11%. Sejalan dengan itu, Sylviana (2015) menemukan bahwa penggunaan *plasticizer* menghasilkan kuat tekan maksimum 489,83 kg/cm² atau meningkat sekitar 14,3% dibandingkan beton normal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *plasticizer* dapat meningkatkan kemudahan pengerjaan sekaligus memperbaiki sifat mekanik beton.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, diketahui bahwa *fly ash* dan *plasticizer* secara terpisah mampu meningkatkan sifat mekanik beton. Namun, penelitian yang mengkaji kombinasi substitusi parsial semen hidraulis menggunakan *fly ash* dengan penambahan *plasticizer* 0,8% terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

beton normal masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh kombinasi kedua material tersebut guna memperoleh campuran beton yang memiliki kinerja mekanik lebih baik sekaligus mendukung pemanfaatan material yang lebih berkelanjutan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, perumusan masalah diperlukan agar penelitian ini dapat dilaksanakan secara terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Rumusan masalah dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut:

- a. Bagaimana karakteristik beton normal dengan semen hidraulis.
- b. Bagaimana pengaruh semen hidraulis dengan substitusi variasi *fly ash* 5%, 10%, dan 15% pada beton normal.
- c. Bagaimana pengaruh semen hidraulis dengan substitusi variasi *fly ash* 5%, 10%, dan 15%, serta bahan tambah *plasticizer* 0,8% pada beton normal.
- d. Bagaimana perbandingan nilai karakteristik beton normal berbasis semen hidraulis antara kondisi tanpa substitusi dan penambahan, dengan substitusi *fly ash* tanpa penambahan, serta dengan substitusi *fly ash* dan penambahan *plasticizer*.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini disusun untuk memperjelas arah dan cakupan kajian, sehingga pembahasan tetap terfokus dan tidak berkembang di luar konteks penelitian. Adapun batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Semen yang digunakan untuk penelitian ini berupa semen hidraulis
- b. Penelitian ini menggunakan mutu beton normal;
- c. Bentuk benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan tarik belah;
- d. Bentuk benda uji balok berukuran 15 x 15 x 60 cm untuk pengujian kuat lentur;
- e. Produk *plasticizer* yang digunakan Devcon 870N produksi PT *Devian Chemical Construction* sebesar 0,8% dari berat semen;
- f. Perhitungan *mix design* menggunakan peraturan SNI 7656:2012 tentang Pedoman Tata Cara Penentuan Campuran Beton Normal.
- g. Pengujian benda uji dilakukan ketika beton berumur 7 dan 28 hari;



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

- h. Nilai *slump* yang direncanakan sebesar 75 – 100 mm;
- i. Ukuran agregat kasar maksimum sebesar 19 mm.
- j. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian semen & *fly ash*

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Menganalisis karakteristik beton normal menggunakan semen hidraulis.
- b. Menganalisis pengaruh substitusi *fly ash* sebesar 5%, 10%, dan 15% terhadap beton normal.
- c. Menganalisis pengaruh kombinasi substitusi *fly ash* sebesar 5%, 10%, dan 15% dengan penambahan *plasticizer* 0,8% terhadap beton normal.
- d. Membandingkan nilai karakteristik beton normal berbasis semen hidraulis pada kondisi tanpa substitusi dan penambahan, dengan substitusi *fly ash* tanpa penambahan, serta dengan substitusi *fly ash* dan penambahan *plasticizer* untuk menentukan komposisi campuran yang paling optimal.

1.5 Manfaat & Signifikansi Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai berikut:

- a. Untuk Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil
Penelitian ini dapat menjadi referensi untuk studi selanjutnya bagi para mahasiswa yang ingin mengeksplorasi lebih lanjut mengenai pengaruh substitusi parsial semen hidraulis dengan menggunakan *fly ash* dalam beton normal. Penelitian ini juga dapat memberikan wawasan terkait efek penambahan *plasticizer* 0,8% terhadap karakteristik beton.
- b. Untuk Industri Konstruksi
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang relevan bagi industri konstruksi dengan memberikan pemahaman tentang penggunaan *fly ash* sebagai substitusi semen. Informasi ini dapat menjadi masukan dalam upaya mengembangkan material beton yang lebih efisien dan ramah lingkungan.
- c. Untuk Pengembangan Ilmu Pengetahuan
Melalui penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dalam bidang material teknik sipil, serta mendorong inovasi dan penelitian lebih



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

lanjut mengenai penggunaan bahan baku alternatif dalam pembuatan beton yang berkualitas dan berkelanjutan.

1.6 Sistematika Penulisan

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan dasar pelaksanaan penelitian yang meliputi uraian latar belakang permasalahan, identifikasi dan perumusan masalah, batasan ruang lingkup penelitian, tujuan yang ingin dicapai, serta sistematika penulisan skripsi secara keseluruhan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan landasan teori dan kajian literatur yang relevan dengan penelitian, mencakup konsep dasar beton, material penyusun beton, metode pengujian bahan, karakteristik dan sifat mekanis beton, serta hasil penelitian terdahulu yang menjadi acuan dan pembanding dalam penelitian ini.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan pendekatan dan metode yang diterapkan dalam penelitian, termasuk desain penelitian, tahapan pelaksanaan, prosedur pengujian, serta alur kerja yang dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan.

d. BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil pengujian yang diperoleh, meliputi data pengujian material, perencanaan campuran (*mix design*), serta hasil pengujian beton yang telah dibuat, disertai analisis dan pembahasan terhadap temuan penelitian.

e. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi simpulan yang dirumuskan berdasarkan hasil analisis penelitian serta rekomendasi atau saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun penerapan praktis di bidang teknik sipil.



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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Beton normal menggunakan semen hidraulis (HC 100) diperoleh nilai *slump* 85 mm yang memenuhi syarat rencana 75–100 mm, berat isi beton segar 2176,01 kg/m³, kuat tekan rata-rata 19,64 MPa pada umur 7 hari dan 27,82 MPa pada umur 28 hari, kuat tarik belah 2,30 MPa, serta kuat lentur 3,26 MPa. Nilai-nilai tersebut menjadi acuan pembandingan terhadap seluruh variasi campuran *fly ash* dan *plasticizer*.
- Analisis pengaruh substitusi *fly ash* menunjukkan bahwa pada variasi 5%, karakteristik beton mengalami penurunan, dengan kuat tekan menurun sebesar 2,80%, kuat tarik belah 2,61%, dan kuat lentur 2,76%. Pada variasi 10%, karakteristik beton mengalami peningkatan, di mana kuat tekan meningkat sebesar 4,32%, kuat tarik belah sebesar 4,35%, dan kuat lentur sebesar 4,29%. Sementara itu, pada variasi 15%, karakteristik beton kembali menurun dengan penurunan kuat tekan sebesar 3,13%, kuat tarik belah 3,04%, dan kuat lentur 3,07%. Hal tersebut diperkuat oleh analisis regresi linear pada Bab IV yang menunjukkan bahwa variasi kadar substitusi *fly ash* memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan sifat mekanik beton.
- Kombinasi *fly ash* dan *plasticizer* 0,8% terbukti meningkatkan karakteristik beton secara signifikan. Pada variasi 5% *fly ash* + *plasticizer* 0,8%, kuat tekan meningkat sebesar 9,49%, kuat tarik belah 9,57%, dan kuat lentur 6,75%. Pada variasi 10% *fly ash* + *plasticizer* 0,8%, peningkatan karakteristik beton semakin besar, dengan kuat tekan meningkat sebesar 22,93%, kuat tarik belah 23,04%, dan kuat lentur 51,23%. Sementara itu, pada variasi 15% *fly ash* + *plasticizer* 0,8%, karakteristik beton masih mengalami peningkatan dibanding beton normal, yaitu kuat tekan sebesar 18,94%, kuat tarik belah 19,13%, dan kuat lentur 19,02%, namun nilainya lebih rendah dibanding variasi 10%. Hasil tersebut juga diperkuat oleh analisis regresi linear pada Bab IV yang menunjukkan bahwa kombinasi kadar *fly ash* dan penambahan *plasticizer* 0,8% memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan sifat mekanik



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.

- d. Perbandingan karakteristik beton menunjukkan bahwa beton dengan substitusi *fly ash* tanpa *plasticizer* masih memberikan peningkatan optimum pada kadar 10% *fly ash*, dengan kenaikan kuat tekan sebesar 4,32%, kuat tarik belah sebesar 4,35%, dan kuat lentur sebesar 4,29% dibanding beton normal. Sementara itu, beton dengan kombinasi 10% *fly ash* dan *plasticizer* 0,8% menghasilkan performa paling baik dibanding beton normal maupun beton dengan substitusi *fly ash* tanpa *plasticizer*, dengan peningkatan kuat tekan sebesar 22,93%, kuat tarik belah sebesar 23,04%, dan kuat lentur sebesar 51,23%. Dengan demikian, komposisi tersebut dinyatakan sebagai campuran paling optimum dalam meningkatkan karakteristik beton normal.

5.2 Saran

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

- A. Penelitian selanjutnya disarankan menambah variasi kadar *fly ash* pada rentang yang lebih sempit di sekitar 10%, misalnya 9,5%, 10%, dan 10,5%, untuk memperoleh komposisi optimum yang lebih presisi mengingat kadar 10% menunjukkan kinerja mekanik terbaik pada penelitian ini.
- B. Variasi dosis *plasticizer* perlu dikaji lebih lanjut, misalnya pada rentang 0,8–1% dari berat semen, untuk menentukan dosis optimum yang memberikan peningkatan *workability* dan kekuatan mekanik secara maksimal tanpa menimbulkan efek samping seperti bleeding atau segregasi.
- C. Pengujian disarankan dilakukan pada umur beton yang lebih panjang, seperti 56 dan 90 hari, untuk mengevaluasi perkembangan reaksi pozzolanik *fly ash* secara lebih menyeluruh terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur 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

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 213. (2014). Guide for structural lightweight aggregate concrete. American Concrete Institute.
- Afni, N., Dewi, H., Gunasti, A., Sipil, T., Teknik, F., & Jember, U. M. (2025). *ANALISIS PENGARUH PROPORSI FLY ASH BATU BARA SEBAGAI BAHAN*. 12(01), 10299–10305.
- Agbonaye, A. I. (2023). *The Effect of Fly ash as Partial Replacement of Cement on the Compressive Strength of Concrete*. 5(4), 71–76.
- Ahmed, M., Mim, N. J., Biswas, W., Shaikh, F., & Zhang, X. (2025). *Effects of Partial Replacement of Cement with Fly ash on the Mechanical Properties of Fiber-Reinforced Rubberized Concrete Containing Waste Tyre Rubber and Macro-Synthetic Fibers*. 1, 1–26.
- Alfaroji, M. I., Medriosa, H., Arman, A., Nugroho, F., & Honesti, L. (2025). *The Effect of Using Coal Fly ash as a Fine Aggregate Substitute on the Compressive Strength of Concrete*. 2(2), 43–47.
- ASTM International. (2012). ASTM C136/C136M-12: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates. ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). SNI 4142:1996: Metode pengujian kadar lumpur agregat. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). SNI 03-4804-1998: Metode pengujian bobot isi dan rongga udara agregat. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2834-2002: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008a). SNI 1969:2008: Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008b). SNI 1970:2008: Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008c). SNI 1972:2008: Cara uji *slump* beton. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011a). SNI 1971:2011: Cara uji kadar air agregat. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011b). SNI 1974:2011: Cara uji kuat tekan beton. BSN.



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

- Badan Standardisasi Nasional. (2011c). SNI 4431:2011: Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 7656:2012: Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat, dan beton massa. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). SNI 2491:2014: Metode pengujian kuat tarik belah spesimen beton silinder. BSN.
- Cañabate, D., Bubnys, R., Mart, L., & Nieva, C. (2021). *Cooperative Learning to Reduce Inequalities : Instructional Approaches and Dimensions*. 1–17.
- Concrete, C. (2022). *Workability, Strength, Modulus of Elasticity, and Permeability Feature of Wheat Straw Ash-Incorporated Hydraulic Cement Concrete*.
- Garzón-Agudelo, P. A., et al. (2021). Impact of *plasticizers* on the physical and structural properties of concrete used in constructions. *Journal of Physics: Conference Series*, 2046(1), 012069. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2046/1/012069>
- Hawileh, R. A., Shaw, S. K., Assad, M., Dey, A., Abdalla, J. A., & Kim, J. H. (2025). Influence of *Fly ash* on the Compressive Strength of Ultrahigh - Performance Concrete : A State - of - the - art Review Towards Sustainability. *International Journal of Concrete Structures and Materials*. <https://doi.org/10.1186/s40069-024-00757-x>
- Katman, H. Y. B., et al. (2022). *Workability*, strength, modulus of elasticity, and permeability feature of wheat straw ash-incorporated hydraulic cement concrete. *Materials*, 15(14), 4920. <https://doi.org/10.3390/ma15144920>
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Muharram, M. F., Walujodjati, E., & Ash, F. (2012). *Pengaruh Penggunaan FLY ASH sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. 410–417.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson.
- Olii, M. R., Wahab, A. A., Ichsan, I., Djau, R. A., & Nento, S. (2023). *Beton Hijau Menggunakan Fly ash Sebagai Substitusi Parsial Semen*. 9(1), 11–20.
- Patil, A., Jayale, V., Arunachalam, K. P., Ansari, K., Avudaiappan, S., & Roco-videla, Á. (2024). *Performance Analysis of Self-Compacting Concrete with Use*



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

of Artificial Aggregate and Partial Replacement of Cement by.

Series, C. (n.d.). *Impact of plasticizers on the physical and structural properties of concrete used in constructions Impact of plasticizers on the physical and structural properties of concrete used in constructions.*

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2046/1/012069>

Sipil, T., Islam, U., Jl, B., No, C. M., Telp, B., Kemajuan, A., & Liquid, T. B. V. (2015). *PENGARUH BAHAN TAMBAHAN PLASTICIZER TERHADAP SLUMP DAN KUAT TEKAN BETON* Rika Sylviana. 3(2), 15–24.

PT Devian Chemical Construction. (2025). Technical data sheet Devcon 870N *plasticizer*. PT Devian Chemical Construction.

Scrivener, K. L., John, V. M., & Gartner, E. M. (2018). Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*, 114, 2–26.

<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.03.015>

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**