

**OPTIMASI PENGGUNAAN *FLY ASH* TIPE C SEBAGAI SUBSTITUSI  
SEMEN PCC PADA CAMPURAN BETON NORMAL MUTU F'C 25  
MPA**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**Oleh :**

**JONATHAN**

**NIM. 1621107**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG**

**2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**“OPTIMASI PENGGUNAAN FLY ASH TIPE C SEBAGAI SUBSTITUSI  
SEMEN PCC PADA CAMPURAN BETON NORMAL MUTU F’C 25  
MPA”**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang*

**Disusun Oleh :**


**JONATHAN**

**16.21.107**

**Disetujui Oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

  
**Mohammad Erfan, ST., MT**  
**NIP.Y 1031500508**

  
**Vega Aditama, ST, MT**  
**NIP.Y/1031900559**

Malang, Agustus 2023

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S1  
Institut Teknologi Nasional Malang**

  
**Dr. Yosimson F. Manaha, ST, MT**  
**NIP.Y. 1030300383**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**“OPTIMASI PENGGUNAAN FLY ASH TIPE C SEBAGAI SUBSTITUSI  
SEMEN PCC PADA CAMPURAN BETON NORMAL F'C 25 MPA”**

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi*

*Jenjang Strata Satu (S-1)*

*Pada Hari : Rabu*

*Tanggal : 9 Agustus 2023*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan*

*Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

**Disusun Oleh :**

**JONATHAN**

**16.21.107**

**Disahkan Oleh :**

**Ketua Jurusan**  
  
**Dr. Yosman P. Manaha, ST, MT**  
**NIP. Y. 1030300383**

**Sekretaris Jurusan**



**Nenny Roostrianawaty, ST., MT**  
**NIP. Y 1031700533**

**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**



**Ir. Bambang Wedyantadji, MT.**  
**NIP. Y. 1018500093**

**Dosen Penguji II**



**Ir. Ester Priskasari, MT.**  
**NIP. Y. 1039400265**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jonathan  
NIM : 16.21.107  
Program Studi : Teknik Sipil S1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul :

**“OPTIMASI PENGGUNAAN FLY ASH TIPE C SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PCC PADA CAMPURAN BETON NORMAL MUTU F' C 25 MPA”**

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan



**Jonathan**

NIM : 16.21.107

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Dengan segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan atas dukungan dari orang tercinta, akhirnya Skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena sudah memberikan kesehatan dan kekuatan untuk saya menyelesaikan masa studi ini.
2. Papa dan Mama yang selalu menguatkan, memberikan dukungan, doa dan semangat sehingga saya bisa menyelesaikan masa studi.
3. Teman – teman yang telah menemani dan membantu selama masa studi.
4. Kakak – kakak Laboratorium Beton Institut Teknologi Nasional Malang yang sudah membantu saya dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Para Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji yang telah memberi semangat dan membimbing dalam penyelesaian tugas akhir.
6. Para Dosen Institut Teknologi Nasional Malang yang tak kenal lelah dalam mendidik dan memberi semangat kepada saya untuk menyelesaikan masa studi.

## ABSTRAKSI

### OPTIMASI PENGGUNAAN *FLY ASH* TIPE C SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PCC PADA CAMPURAN BETON NORMAL MUTU F'C 25 MPA

**Jonathan (1621107)**

**Dosen Pembimbing :**

Mohammad Erfan, ST., MT

Vega Aditama, ST., MT

---

Beton merupakan salah satu material yang sangat berpengaruh terhadap struktur bangunan dalam dunia konstruksi. Bangunan seperti bangunan gedung, bangunan air dan bangunan – bangunan lainnya menggunakan beton sebagai bahan konstruksi utama.. Di era modern saat ini, berbagai bahan campuran pada beton sudah cukup banyak ditemukan guna untuk mencapai berbagai sifat beton yang diinginkan.

Indonesia adalah salah satu negara terbesar penghasil batu bara di dunia. Pada proses pembakaran batu bara yang dilaksanakan menghasilkan produk sebagai sisa dari pembakaran yaitu berupa *fly ash* atau abu terbang. Banyak di negara berkembang, *fly ash* sendiri sudah diteliti untuk menggantikan peran semen. Salah satu tipe *fly ash* yang dapat digunakan menurut (ASTM C 618,2014) adalah *fly ash* tipe C. Dalam penelitian ini, kadar *fly ash* tipe C yang digunakan sebanyak 0%, 15%, 30%, 45%, 60% dan 75% dari berat total semen.

Dari hasil penelitian yang diperoleh, presentase kadar optimum yang didapatkan dengan penggunaan *fly ash* adalah sebesar 0%. Hasil ini dapat dibuktikan dengan grafik hasil pengujian analisa regresi kuat tekan dan kuat lentur beton 28 hari. Kuat tekan yang didapatkan dengan kadar *fly ash* optimum 0% pada kuat tekan umur 7 hari sebesar 31,71 MPa dan umur 28 hari sebesar 28,70 Mpa. Sedangkan untuk nilai kuat lentur dengan kadar *fly ash* optimum 0% yaitu sebesar 5,17 MPa.

***Kata Kunci*** : Beton, Fly Ash tipe C, Semen PCC

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Berkat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan benar.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar strata satu (S-1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1) Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- 2) Ibu Dr. Debby Budi Susanti., ST., MT., Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- 3) Bapak Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1.
- 4) Bapak Mohammad Erfan, ST., MT Selaku Dosen Pembimbing I.
- 5) Bapak Vega Aditama, ST., MT Selaku Dosen Pembimbing II.
- 6) Ibu Nenny Roostrianawaty., ST., MT Selaku Dosen Wali.

Penulis menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahan dalam hal isi maupun sistematika penulisannya. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun, demi menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Malang, Agustus 2023

Jonathan  
NIM. 1621107

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>.....</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI .....</b>	<b>.....</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>.....</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Material Penyusun Beton.....	8
2.2.2.1 Semen.....	9
2.2.2.2 Agregat.....	9
2.2.2.3 Air .....	10
2.2.2.4 Fly Ash.....	11



2.2.3 Portland Cement Composite (PCC).....	13
2.2.4 Kelacakan (Workability).....	14
2.2.5 Pemisahan (Segregasi).....	14
2.2.6 Pendarahan (Bleeding).....	14
2.2.7 Slump Test .....	15
2.2.8 Kuat Tekan Beton.....	16
2.2.9 Kuat Tarik Lentur Beton.....	17
2.2.10 Pengujian Interval Kepercayaan.....	19
2.2.11 Analisa Regresi.....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Tujuan Penelitian Secara Operasional.....	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.3 Metode Penelitian.....	22
3.4 Populasi dan Sampel .....	23
3.5 Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.5.1 Alat yang Digunakan dalam Penelitian .....	24
3.5.2 Bahan yang Digunakan dalam Penelitian .....	25
3.6 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.6.1 Pengujian Slump.....	26
3.6.2 Pengujian Kuat Tekan .....	27
3.6.3 Pengujian Kuat Lentur .....	27
3.7 Bagan Alir.....	29
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Material Campuran Beton .....	30
4.1.1 Hasil Pengujian Berat Isi .....	30

4.1.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan .....	32
4.1.3 Hasil Pengujian Bahan Lewat Saringan No. 200 .....	35
4.1.4 Hasil Pengujian Berat Isi .....	36
4.1.5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat.....	37
4.1.6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	38
4.1.7 Pembahasan Hasil Pengujian Material Campuran Beton .....	41
4.2 Perencanaan Campuran (Mix Design) .....	43
4.2.1 Perencanaan Campuran Beton Normal Mutu $F'c = 25$ MPa .....	43
4.2.2 Perhitungan Kebutuhan Fly Ash dalam Campuran Beton.....	50
4.2.3 Pengujian Slump.....	52
4.3 Analisa Data.....	52
4.3.1 Kuat Tekan Beton.....	52
4.3.2 Kuat Lentur Beton .....	55
4.4 Pengujian Interval Kepercayaan .....	56
4.5 Analisa Regresi .....	61
4.5.1 Analisa Regresi Pengaruh Fly Ash Tipe C Terhadap Kuat Tekan Beton .....	61
4.5.2 Analisa Regresi Pengaruh Fly Ash Tipe C Terhadap Kuat Lentur Beton .....	65
4.6 Pengaruh Hipotesis.....	69
4.6.1 Uji T.....	69
4.7 Pembahasan .....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>72</b>
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran.....	73

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	74
<b>LAMPIRAN</b> .....	

## DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2.1 Skema Uji Slump</u> .....	15
<u>Gambar 2.2 Skema Uji Kuat Tekan Beton</u> .....	16
<u>Gambar 2.3 Skema Uji Kuat Tarik Lentur</u> .....	17
<u>Gambar 2.4 Patah diluar 1/3 Bentang Tengah</u> .....	18
<u>Gambar 2.5 Patah diluar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada &lt;5% dari Bentang</u> .....	19
<u>Gambar 3.1 Pengujian Slump Beton</u> .....	26
<u>Gambar 3.2 Pengujian Kuat Tekan</u> .....	27
<u>Gambar 3.3 Pengujian Kuat Lentur</u> .....	28
<u>Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian</u> .....	29
<u>Gambar 4.1 Pengujian Kadar Lumpur</u> .....	36

## DAFTAR TABEL

<u>Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu</u> .....	7
<u>Tabel 2.2 Persyaratan Kimia Fly Ash</u> .....	12
<u>Tabel 2.3 Persyaratan Fisik Fly Ash</u> .....	12
<u>Tabel 3.1 Variasi Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton</u> .....	24
<u>Tabel 4.1 Analisa Saringan Agregat Kasar</u> .....	33
<u>Tabel 4.2 Analisa Saringan Agregat Halus</u> .....	34
<u>Tabel 4.3 Pengujian Bahan Lewat Saringan No. 200 Agregat Kasar</u> .....	35
<u>Tabel 4.4 Pengujian Bahan Lewat Saringan No. 200 Agregat Halus</u> .....	35
<u>Tabel 4.5 Kadar Air Agregat Kasar</u> .....	37
<u>Tabel 4.6 Kadar Air Agregat Halus</u> .....	38
<u>Tabel 4.7 Kadar Air Fly Ash</u> .....	38
<u>Tabel 4.8 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar</u> .....	39
<u>Tabel 4.9 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus</u> .....	40
<u>Tabel 4.10 Berat Jenis dan Penyerapan Semen</u> .....	40
<u>Tabel 4.11 Berat Jenis dan Penyerapan Fly Ash</u> .....	41
<u>Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Pengujian Material</u> .....	42
<u>Tabel 4.13 Standart Deviasi Berdasarkan Isi Pekerjaan</u> .....	43
<u>Tabel 4.14 Perkiraan Kekuatan Tekan Beton dengan Faktor Air Semen (W/C) = 0,5</u> .....	44
<u>Tabel 4.15 Perkiraan Jumlah Air Bebas dan Slump</u> .....	46
<u>Tabel 4.16 Komposisi Akhir Campuran Beton</u> .....	51
<u>Tabel 4.17 Hasil Pengujian Slump</u> .....	52
<u>Tabel 4.18 Nilai Kuat Tekan Beton Silinder Umur 7 Hari</u> .....	53

<u>Tabel 4.19 Nilai Kuat Tekan Beton Silinder Umur 28 Hari</u> .....	54
<u>Tabel 4.20 Nilai Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari</u> .....	56
<u>Tabel 4.21 Data Pengujian Kuat Tekan Beton Presentase 30% Fly Ash</u> .....	57
<u>Tabel 4.22 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari</u> .....	58
<u>Tabel 4.23 Data Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan</u> .....	58
<u>Tabel 4.24 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari</u> .....	59
<u>Tabel 4.25 Data Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan</u> .....	60
<u>Tabel 4.26 Interval Kepercayaan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari</u> .....	60
<u>Tabel 4.27 Data Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan</u> .....	61
<u>Tabel 4.28 Data Variasi Kadar Fly Ash dan Kuat Tekan Beton Rata – Rata Umur 28 Hari</u> .....	62
<u>Tabel 4.29 Data Untuk Mnenentukan Regresi Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari</u> .....	62
<u>Tabel 4.30 Pedoman Untuk Memberikan Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi</u> .....	65
<u>Tabel 4.31 Data Variasi Kadar Fly Ash Tipe C dan Kuat Lentur Beton Rata - Rata</u> .....	66
<u>Tabel 4.32 Data Untuk Menentukan Regresi Kuat Lentur Beton</u> .....	66
<u>Tabel 4.33 Pedoman Untuk Memberikan Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi</u> .....	69
<u>Tabel 4.34 Nilai Hasil Uji T</u> .....	70

## DAFTAR GRAFIK

<u>Grafik 4.1 Ukuran Agregat Maksimum .....</u>	33
<u>Grafik 4.2 Zone 2 Agregat Halus.....</u>	34
<u>Grafik 4.3 Kurva Hubungan Kekuatan Tekan Beton dengan W/C .....</u>	45
<u>Grafik 4.4 Presentase Agregat Halus dan Agregat Kasar .....</u>	47
<u>Grafik 4.5 Berat Jenis Beton .....</u>	48
<u>Grafik 4.6 Analisa Regresi Hubungan Penggunaan Fly Ash Tipe C Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....</u>	64
<u>Grafik 4.7 Analisa Regresi Hubungan Penggunaan Fly Ash Tipe C Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....</u>	64
<u>Grafik 4.7 Analisa Regresi Hubungan Penggunaan Fly Ash Tipe C Terhadap Kuat Tekan Lentur Beton Umur 28 Hari .....</u>	68