

## **TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI PENGGUNAAN FLY ASH KELAS C DENGAN  
VARIASI KADAR 45%, 60%, 75% DAN SEMEN PCC PADA  
BETON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)**

*Disusun dan Dijukan untuk Memenuhi Persyaratan Gelar Sarjana (S-1)  
Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh :**  
**ALEXANDER ROY DEORNAY**  
**16.21.100**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2023**

# **TUGAS AKHIR**

## **OPTIMASI PENGGUNAAN FLY ASH KELAS C DENGAN VARIASI KADAR 45%, 60%, 75% DAN SEMEN PCC PADA BETON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)**

*Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Gelar Sarjana (S-1)  
Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh :**  
**ALEXANDER ROY DEORNAY**  
**16.21.100**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI PENGGUNAAN *FLY ASH* KELAS C DENGAN VARIASI  
KADAR 45%, 60%, 75% DAN SEMEN PCC PADA BETON *SELF  
COMPACTING CONCRETE* (SCC)**

**Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Untuk Diujikan**

**Pada Tanggal 14 September 2023**

**Disusun Oleh :**

**Alexander Roy Deornay  
16.21.100**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

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

**Vega Aditama, ST., MT.  
NIP.P.1031900559**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**



**Dr. Raymond P. Manaha, ST., MT.  
NIP.Y.1030300383**

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### OPTIMASI PENGGUNAAN *FLY ASH* KELAS C DENGAN VARIASI KADAR 45%, 60%, 75% DAN SEMEN PCC PADA BETON *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)*

*Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Didepan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir  
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 14 September 2023 Dan Diterima Untuk  
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*


Disusun Oleh :


Alexander Roy Deornay  
16.21.100

Anggota Pembahas,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

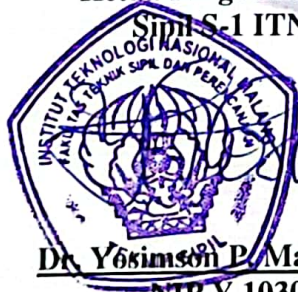
  
Ir. Bambang Wedyantadji, MT.  
NIP.Y.1018300054

  
Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.  
NIP.Y.1030300383


Disahkan Oleh,

Ketua Program Studi Teknik  
Sipil S-1 ITN Malang

Sekretaris Program Studi Teknik  
Sipil S-1 ITN Malang



  
Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.  
NIP.Y.1030300383

  
Nenny Roostrianawaty, ST., MT.  
NIP.P.1031700533

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alexander Roy Deornay

Nim : 16.21.100

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

**OPTIMASI PENGGUNAAN *FLY ASH* KELAS C DENGAN VARIASI KADAR 45%, 60%, 75% DAN SEMEN PCC PADA BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC)**

Adalah sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digururkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, ..... Oktober 2023

buat pernyataan



Alexander Roy Deornay

## LEMBAR PERSEMBAHAN

**Pertama**, tentunya saya panjatkan puji syukur yang tak terhingga kepada **Tuhan Allah Yang Maha Kuasa, Tuhan Yesus dan Bunda Maria** atas segala rahmat dan nikmat – Nya sehingga mampu menyelesaikan kewajiban saya sebagai mahasiswa. Tulisan ini saya persembahkan untuk semua pihak yang terlibat dalam proses awal perkuliahan sampai dengan selesainya pengerjaan Tugas Akhir ini:

**Kedua orang tua**, saya hanya bisa mengucapkan maaf dan terima kasih yang sebesar – besarnya. Maaf telah mengecewakan dengan keterlambatan waktu sehingga menimbulkan masalah dalam beberapa aspek. Juga terima kasih karena masih percaya dan tetap mendukung penuh dengan usaha dan doa – doa yang tak terbayang besarnya.

**Keluarga besar**, terima kasih atas dukungan materi dan moral yang sangat berarti bagi saya sehingga menjadi salah satu faktor saya tak jadi menyerah dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

**Untuk diriku**, terima kasih karena masih belum menyerah.

**Teman kontrakan** yang sudah saya anggap sebagai keluarga sendiri, terima kasih karena tidak bosan – bosannya saling mendukung dan saling mengingatkan untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini. Kalian terbaik.

**Tidak lupa juga teman – teman perkuliahan seperjuangan** yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih banyak atas semua bantuan.

**Pacar saya** yang selalu mensupport, terima kasih banyak.

## ABSTRAK

### OPTIMASI PENGGUNAAN FLY ASH KELAS C DENGAN VARIASI KADAR 45%, 60%, 75% DAN SEMEN PCC PADA BETON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)

Alexander Roy Deornay<sup>1</sup>, Ir. Ester Priskari, MT.<sup>2</sup>, Vega Aditama, ST., MT.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: allan26021997@gmail.com

Beton *self compacting concrete* (SCC) merupakan beton yang dapat memadat sendiri dan memiliki sebaran efektif yang pengaplikasiannya akan lebih mendukung konstruksi beton. Campuran beton *self compacting concrete* (SCC) ini lebih cair dari pada campuran beton konvensional, dimana beton segar dapat mengalir dan memadat ke setiap sudut struktur bangunan yang sulit dijangkau oleh pekerja dan mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self-leveling*) tanpa mengalami *bleeding*. Selain itu *self compacting concrete* (SCC) juga mendukung pelaksanaan *green building* karena mengurangi pemakaian energi (listrik) dengan tidak digunakannya vibrator untuk pemadatan. Penggunaan semen dalam jumlah besar sering diterapkan pada proses pengerjaan beton *self compacting concrete* (SCC) mutu tinggi. Oleh karena itu, untuk dapat menghasilkan suatu beton *self compacting concrete* (SCC) dengan mutu tinggi tanpa harus menggunakan semen dalam jumlah besar, maka perlu merencanakan suatu campuran beton mutu tinggi dengan menggunakan semen semimumum mungkin dan menggunakan *fly ash* kelas c. Pada penelitian ini digunakan prosentase penambahan *fly ash* kelas c dengan kadar 44%, 60%, 75% dari berat total kadar semen *portland composite cement* (PCC) yang bertujuan untuk mengetahui kadar optimum *fly ash* kelas c sehingga dapat diketahui pengaruh penggunaan *fly ash* kelas c dan semen PCC pada beton *self compacting concrete* (SCC) mutu tinggi, dengan parameter pengujian meliputi uji kuat tekan dan uji kuat lentur.

Kata kunci: Beton *self compacting concrete* ; *fly ash* kelas c ; *Portland composite cement*.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan tepat waktu.

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) Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. selaku Rektor ITN Malang
- 2) Dr. Debby Budi Susanti, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
- 3) Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
- 4) Nenny Roostrianawaty, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil
- 5) Ir. Ester Priskasari, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
- 6) Vega Aditama, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
- 7) Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir
- 8) Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir
- 9) Kedua Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan support baik moril maupun materil.
- 10) Teman-teman kos poharin blok c no.334 yang telah memberi semangat, dukungan dan doa untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Dengan segala kerendahan hati, penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penyusun harapkan. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun pembaca.

Malang, ..... Oktober 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR GRAFIK .....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Studi Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Landasan Teori .....	9
2.2.1 Definisi <i>Self Compacting Concrete</i> .....	9
2.2.2 Sifat Beton Segar <i>Self Compacting Concrete</i> .....	11
2.2.3 Sifat Beton Keras <i>Self Compacting Concrete</i> .....	13
2.2.4 Kuat Tekan .....	13
2.2.5 Kuat Lentur .....	13

2.3	Material .....	14
2.3.1	Agregat Halus.....	14
2.3.2	Agregat Kasar.....	14
2.3.3	Semen <i>Portland</i> .....	15
2.3.4	Air .....	16
2.3.5	Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	16
2.3.6	<i>Superplasticizer</i> .....	18
2.4	Metode Pengujian <i>Self Compacting Concrete</i> .....	19
2.4.1	<i>Slump-Flow Test</i> (EFNARC 2005) .....	19
2.4.2	<i>L-Box Test</i> (EFNARC 2005).....	21
2.4.3	<i>V-funnel Test</i> (EFNARC 2005).....	23
2.4.4	Pengujian Kuat Tekan (SNI 1974 : 2011).....	24
2.4.5	Pengujian Kuat Lentur (SNI 03-4431-2011).....	24
2.4.6	Pengujian Modulus Elastisitas (A.M. Neville, 1995) .....	25
2.4.7	Pengujian Porositas (ASTM C 642-90) .....	25
2.5	Kontrol Kualitas Pekerjaan.....	25
BAB III METODE PENELITIAN .....		27
3.1	Tujuan Penelitian Secara Operasional.....	27
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.3	Metode Penelitian.....	27
3.4	Populasi dan Sampel .....	28
3.5	Alat dan Bahan Penelitian .....	29
3.5.1	Peralatan.....	29
3.5.2	Bahan.....	29
3.6	Metode Pengumpulan Data .....	30
3.6.1	Pengujian <i>Slump Flow Test</i> dan <i>Flow T 500</i> .....	30
3.6.2	Pengujian <i>L-Box Test</i> .....	31
3.6.3	Pengujian <i>V-Funnel Test</i> .....	31
3.6.4	Pengujian Kuat Tekan .....	32
3.6.5	Pengujian Kuat Lentur .....	33
3.7	Bagan Alir Penelitian .....	35

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	36
4.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Material Campuran Beton <i>Self Compacting Concrete</i> (SCC) .....	36
4.1.1 Hasil Pengujian Berat Isi .....	36
4.1.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan .....	42
4.1.3 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	45
4.1.4 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat .....	46
4.1.5 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat .....	47
4.1.6 Pembahasan Hasil Pengujian Material Campuran Beton <i>Self Compacting Concrete</i> .....	48
4.2 Perancangan Campuran ( <i>mix design</i> ) Beton <i>Self Compacting Concrete</i> (SCC) .....	49
4.2.1 Perancangan Campuran Beton <i>Self Compacting Concrete</i> Mutu $F'c = 40$ MPa .....	49
4.2.2 Perhitungan Kebutuhan <i>Fly Ash</i> dan <i>Superplasticizer</i> .....	57
4.3 Hasil Pengujian Beton Segar .....	59
4.4 Hasil Pengujian Beton Kondisi Keras .....	60
4.4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	60
4.4.2 Hasil Pengujian Kuat Lentur .....	63
4.5 Pengujian <i>Interval Kepercayaan</i> .....	64
4.6 Analisa <i>Regresi</i> .....	68
4.7 Pembahasan .....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	74
5.1 Kesimpulan .....	74
5.2 Saran .....	75
DAFTAR PUSTAKA .....	xvi
LAMPIRAN FOTO PENELITIAN .....	xviii

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu .....	8
Tabel 2. 2. Sifat struktural beton self compacting concrete (SCC).....	13
Tabel 2. 3. Karakteristik Fisik dari Material Pozzolan .....	17
Tabel 2. 4. Persyaratan Kimia Abu Terbang (Fly Ash) .....	18
Tabel 2. 5. Metode Pengujian Self Compacting Concrete .....	19
Tabel 2. 6. Syarat Hasil Pengujian Slump-Flow .....	19
Tabel 2. 7. Visual stability Index Ratting .....	20
Tabel 2. 8. Syarat hasil pengujian L-box .....	22
Tabel 2. 9. Syarat hasil pengujian V-funnel.....	23
Tabel 2. 10. Nilai Koreksi Standar Deviasi.....	26
Tabel 3. 1. Variasi Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton .....	28
Tabel 4. 1 Analisa Saringan Agregat Halus .....	43
Tabel 4. 2Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran Maksimum 20 mm.....	44
Tabel 4. 3 Kadar Air Agregat Kasar Ukuran Maksimum 20 mm.....	46
Tabel 4. 4 Kadar Air Agregat Halus .....	46
Tabel 4. 5 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Ukuran Maksimum 20 mm .....	47
Tabel 4. 6 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	47
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Pengujian Material.....	48
Tabel 4. 8 Mutu Pelaksanaan Diukur Dengan Deviasi Standar .....	50
Tabel 4. 9 Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (W/C) = 0,5.....	50
Tabel 4. 10 Perkiraan Kadar Air Bebas dan Slump .....	52
Tabel 4. 11 Perhitungan Komposisi Campuran Per m <sup>3</sup> .....	58
Tabel 4. 12 Perhitungan Komposisi Campuran Benda Uji .....	58
Tabel 4. 13 Pengujian Beton Segar .....	59
Tabel 4. 14 Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari .....	61
Tabel 4. 15 Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari .....	62

Tabel 4. 16 Pengujian Kuat Lentur Umur 28 Hari.....	63
Tabel 4. 17 Data Pengujian Kuat Tekan Beton Prosentase Kadar 45% fly ash....	64
Tabel 4. 18 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	66
Tabel 4. 19 Data Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	66
Tabel 4. 20 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	67
Tabel 4. 21 Data Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	67
Tabel 4. 22 Interval Kepercayaan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari.....	68
Tabel 4. 23 Data Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	68
Tabel 4. 24 Data Variasi Kadar Fly Ash dan Kuat Tekan Beton Rata-Rata Umur 28 Hari.....	69
Tabel 4. 25 Data Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .	69
Tabel 4. 26 Pedoman Untuk Memberikan Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi .....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Model viscoplastic Bingham dan Newton .....	12
Gambar 2. 2. Slump-flow Test.....	20
Gambar 2. 3. Tampak perspektif L-box .....	21
Gambar 2. 4. Tampak samping L-box .....	22
Gambar 2. 5. Tampak atas L-box.....	22
Gambar 2. 6. Desain V-funnel .....	23
Gambar 2. 7. Skema Uji Kuat Tekan Beton.....	24
Gambar 3. 1 Pengujian Slump flow test dan slump flow T500 .....	30
Gambar 3. 2 Pengujian L-box test.....	31
Gambar 3. 3 Pengujian V-Funnel test .....	31
Gambar 3. 4 Pengujian Kuat Tekan .....	32
Gambar 3. 5 Pengujian Kuat Lentur .....	33
Gambar 3. 6 Bagan Alir Penelitian .....	35
Gambar 4. 1 Pengujian Kadar Lumpur .....	45

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Zona 2 Agregat Halus .....	43
Grafik 4. 2 Agregat Kasar Ukuran Maksimum 20 mm.....	44
Grafik 4. 3 Kurva Hubungan Kekuatan Tekan Beton Dengan W/C.....	51
Grafik 4. 4 Analisa Regresi Hubungan Penggunaan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	70
Grafik 4. 5 Analisa Regresi Hubungan Penggunaan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	71
Grafik 4. 6 Grafik Analisa Regresi Hubungan Penggunaan Fly Ash Terhadap Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari .....	71

## DAFTAR NOTASI

A	= Berat kering oven benda uji (kg)
A	= Luas penampang benda uji (mm <sup>2</sup> )
C	= Berat beton jenuh air setelah pendidihan (kg)
D	= Berat beton dalam air (kg)
E <sub>c</sub>	= Modulus elastisitas beton (GPa)
f <sub>c</sub> '	= Kuat tekan beton (MPa)
f <sub>c</sub> '	= Kuat tekan (kg/cm)
f <sub>c</sub> ' <sub>m</sub>	= Kuat tekan rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
H <sub>1</sub>	= Tinggi permukaan beton pada bagian hulu alat.
H <sub>2</sub>	= Tinggi permukaan beton pada bagian hilir alat.
n	= Porositas benda uji (%)
n	= Jumlah benda uji
P	= Beban aksial tekan maksimal (N)
PA	= <i>Passing ability</i>
S <sub>d</sub>	= <i>Standar deviasi</i> (kg/cm <sup>2</sup> )
V	= Variasi
P	= Beban maksimum yang terjadi (N)
L	= Panjang bentang (mm)
b	= Lebar spesimen (mm)
d	= Tinggi specimen (mm)
a	= Jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik spesimen
$\bar{X}$	= Nilai rata-rata
S	= Standar deviasi
P	= Persentil
t <sub>0,975</sub>	= nilai t pada persentil 0,975



- $f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan
- $f'_c$  = Kuat tekan rencana
- 2,33 = Ketetapan statistik yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%
- 3,35 = Ketetapan statistik yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%