

PENGARUH KEHALUSAN *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN *SUBSTITUSI SEMEN* TERHADAP KUAT TEKAN DAN DURABILITAS BETON *HIGH VOLUME FLY ASH* MUTU TINGGI

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



disusun oleh:

SINGGIH PRAYOGI

D100 140 227

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KEHALUSAN *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN DURABILITAS BETON HIGH *VOLUME FLY ASH* MUTU TINGGI

Tugas Akhir

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran di hadapan Dewan Pengaji
Pada tanggal : 2 September 2021

diajukan oleh:

Singih Prayogi
NIM : D100 140 227

Susunan Dewan Pengaji

Dosen Pembimbing

Mochamad Solikin, ST., MT., PhD.
NIK/NIDN. 792/0617127201

Dosen Pengaji I

Budi Setiawan, ST., MT.
NIK/NIDN. 785/0622056901

Dosen Pengaji II

02.09.21

Ir. Yenny Nurchasanah, ST., MT.
NIK/NIDN. 921/0631037701

Tugas Akhir ini diterima salah satunya persyaratan
untuk mencapai derajat S-1 Teknik Sipil

Surakarta,

Dekan Fakultas Teknik



Rois Fatoni, ST., MSc., PhD.
NIK/NIDN. 892/0603027401

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Anto Budi Listyawan, ST.,MSc.
NIK/NIDN. 913/0622036101

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul "**PENGARUH KEHALUSAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN *SUBSTITUSI* SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN DURABILITAS BETON HIGH VOLUME FLY ASH MUTU TINGGI**" telah disetujui oleh pembimbing Tugas Akhir dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

dipersiapkan oleh :

Nama : Singgih Prayogi

NIM : D 100 140 227

Disetujui pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 2 September 2021

Pembimbing Utama



Mochamad Solikin, S.T., M.T., PhD.

NIK/NIDN. 792/0617127201

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Singgih Prayogi
NIM : D 100 140 227
Fakultas/Progdi : Teknik/Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Kehalusan *Fly Ash* Sebagai Bahan *Substitusi* Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Durabilitas Beton *High Volume Fly Ash* Mutu Tinggi.

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul di atas adalah hasil penelitian kolaborasi antara chosen pembimbing (Mochamad Solikin.,Ph.D) sebagai peneliti utama dengan penulis (Singgih Prayogi) sebagai peneliti pendamping, dan dalam naskah ini bukan karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain sebagian atau keseluruhan, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan diterbitkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.
2. Skripsi ini dapat dijadikan sumber pustaka yang merupakan hak bebas *royalty* non ekslusif.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

yang menyatakan,

Pembimbing Utama



Mochamad Solikin, S.T., M.T., PhD.
NIK/NIDN. 792/0617127201

Mahasiswa

Singgih Prayogi
NIM : D100 140 227

MOTTO

”Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(~ *Surah Al-Insyirah* ~)

“Dan setiap orang akan memperoleh apapun dia niatkan”

(~ *HR. Bukhari & Muslim* ~)

“Lakukan apa yang kamu bisa dan lakukan yang terbaik”

(~ *Colonel Sanders* ~)

“Ingatlah, sesungguhnya pertolongan Allah itu amat dekat.”

(~ *QS. Al-Baqoroh Ayat 214* ~)

“Sebaik-baik manusia adalah orang yang bermanfaat bagi manusia lain”

(~ *HR. Bukhari Muslim* ~)

“Seorang teman tidak bisa dianggap teman, sampai ia diuji dalam tiga kesempatan. Pada waktu dibutuhkan, dibelakang kamu, dan setelah kematian kamu.”

(~ *Ali bin Abi Thalib* ~)

PERSEMBAHAN

Atas segala rahmat dan karunia yang telah Allah Ta'ala berikan kepada hambanya, sehingga saya dapat melewati proses dalam menyelesaikan studi Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini ku persembahkan untuk :

1. Allah Ta'ala berserta nabi Muhammad SAW.
2. Kedua orang tua yakni Bapak Purwanto dan Ibu Srimunawaroh. Terima kasih atas segala doanya dan kesabaran dalam mendidik dan membesarkan saya sehingga saya bisa sampai saat ini.
3. Adikku tercinta Desy Rahmadhani dan Fitri Nur Laili yang telah mendukung dalam mengerjakan tugas akhir ini.
4. Untuk teman seperjuangan saya dalam tugas akhir ini Ibnu Nur Ihsan yang telah bekerja sama dalam mengerjakan tugas akhir ini.
5. Teman-teman Rendra, Indra, Wakhid dan Jenggo yang telah susah payah membantu dalam pembuatan benda uji di laboratorium Teknik Sipil UMS.
6. Serta teman-teman seangkatan Teknik Sipil 2014 yang telah memberikan semangat dan dukungannya.

KATA PENGANTAR

Assaalamualaikum Warahamtullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji syukur dipanjangkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusunan dapat menyelesaikan dan menyusun laporan Tugas Akhir berupa eksperimen laboratorium yang berjudul “**Pengaruh Kehalusan Fly Ash Sebagai Bahan Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Durabilitas Beton High Volume Fly Ash Mutu Tinggi**”.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan menyelesaikan program studi S-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bersama ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kemudian dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

- 1). Bapak Rois Fatoni, ST., M.Sc., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2). Bapak Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc, Selaku kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Mochamad Solikin, ST., MT., PhD, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 4). Bapak Budi Setiawan, ST., MT, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 5). Ibu Yenny Nurchasanah, ST., MT, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 6). Bapak Budi Priyanto, ST., M.T, selaku Dosen Pembimbing akademik.
- 7). Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.

- 8). Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T., selaku Kepala Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 9). Bapak Joko Setiawan, S.T., Selaku laboran Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 10). Bapak Heri yang telah membantu berjalannya penelitian di Laboratorium Teknik Sipil.
- 11). Jajaran staf Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 12). Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 terutama Ibnu, Greg, Iqbal, Izzah, Slamet dan Jenggo yang telah membantu penelitian.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, maka dengan segala kerendahan, keritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan guna penyempurnaan laporan di masa yang akan datang, dan semoga laporan Tugas Akhir Ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Surakarta, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan penelitian.....	4
D. Manfaat penelitian.....	4
E. Batasan Masalah.....	4
F. Keaslian Tugas Akhir.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Beton Mutu Tinggi.....	7
B. High Volume Fly Ash (HVFA).....	7
C. Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>).....	8
BAB III LANDASAN TEORI	9
A. Beton Mutu Tinggi.....	9
B. Bahan Penyusun Beton	11
1. Semen <i>portland</i>	11
2. Agregat	12
3. Air.....	14
4. <i>Fly Ash</i> (Abu Terbang)	15
C. Tingkat Kehalusan Fly Ash.....	16
D. Pengujian <i>Slump</i>	17

E. Kuat Tekan Beton	18
BAB IV METODE PENELITIAN	20
A. Bahan penelitian.....	20
1. Semen portland	20
2. Agregat halus.....	20
3. Agregat kasar.....	21
4. <i>Fly ash</i> limbah batu bara	21
5. Air.....	22
6. Superplastizier	22
B. Peralatan Penelitian.....	23
1. Timbangan	23
2. Gelas ukur.....	23
3. Kerucut <i>Abram's</i>	24
4. Concrete mixer	24
5. Ayakan.....	25
6. Mesin penggetar ayakan	25
7. Cetakan silinder.....	26
8. Alat uji kuat tekan	27
9. Alat Uji Rapid Chloride Penetration Test (RCPT).....	27
10. Peralatan penunjang lain	28
C. Benda Uji	28
1. Silinder beton kuat tekan	28
2. Silinder beton Durabilitas.....	28
D. Tahap Penelitian.....	29
1. Tahap I : Persiapan	29
2. Tahap II : Pengujian material	29
3. Tahap III : Pembuatan benda uji	29
4. Tahap IV : Pengujian benda uji	30
5. Tahap V : Analisis data dan kesimpulan	30
E. Pelaksanaan Penelitian	31
1. Pemeriksaan bahan	31
2. Perencanaan campuran beton	35

3. Pembuatan benda uji	35
4. Perawatan benda uji.....	38
5. Pemeriksaan berat volume beton.....	39
6. Pengujian kuat tekan beton.....	39
7. Pengujian durabilitas beton	40
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	42
A. Pemeriksaan Bahan Penyusunan Silinder Beton.....	42
1. Pengujian Agregat Halus.....	42
2. Pengujian agregat kasar.....	45
B. Pengujian <i>Slump</i>	47
C. Pengujian Kuat Tekan Beton	48
D. Pengujian Durabilitas Beton	50
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	54
A. Kesimpulan	54
B. SARAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Sifat kekuatan berbagai beton mutu tinggi	9
Tabel III. 2 Jenis- jenis beton berdasarkan berat jenis dan pemakaianya	11
Tabel III. 3 Batas gradasi agregat halus (SK SNI T-15-1990-03).	13
Tabel III. 4 Batas gradasi agregat kasar (SK SNI T-15-1990-03).	14
Tabel III. 5 Tabel Nilai slump.....	17
Tabel IV. 1 Jumlah benda uji kuat tekan dan durabilitas.....	29
Tabel IV. 2 Kebutuhan dan proporsi campuran per m ³	35
Tabel V. 1 Hasil pengujian kandungan zat organik	42
Tabel V. 2 Standar Warna Hellige Tester	42
Tabel V. 3 Hasil pengujian SSD agregat halus	43
Tabel V. 4 Hasil pengujian kandungan lumpur agregat halus	43
Tabel V. 5 Hasil pengujian gradasi agregat halus.....	44
Tabel V. 6 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	45
Tabel V. 7 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar ...	45
Tabel V. 8 Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	46
Tabel V. 9 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar	46
Tabel V. 10 Hasil pengujian slump.....	47
Tabel V. 11 Hasil pengujian kuat tekan silinder beton	48
Tabel V. 12 Hasil pengujian durabilitas beton.....	51
Tabel V. 13 Kriteria hasil RCPT	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Pengujian kuat tekan silinder beton	18
Gambar III. 2 Pengujian Rapid Chloride Penetration Test (RCPT).....	19
Gambar IV. 1 Semen Portland	20
Gambar IV. 2 Agregat halus	20
Gambar IV. 3 Agregat kasar	21
Gambar IV. 4 Fly Ash.....	21
Gambar IV. 5 Air	22
Gambar IV. 6 Superplasticizer.....	22
Gambar IV. 7. Timbangan CAMRY ACS-30-JC33	23
Gambar IV. 8. Gelas ukur HERMA 1000ml.....	24
Gambar IV. 9. Kerucut Abram's.....	24
Gambar IV. 10. Concrete mixer Good Will.....	25
Gambar IV. 11. Ayakan	25
Gambar IV. 12. Mesin penggetar ayakan.....	26
Gambar IV. 13. Cetakan silinder.....	26
Gambar IV. 14. Alat uji kuat tekan	27
Gambar IV. 15. Alat uji RCPT.....	27
Gambar IV. 16. Peralatan penunjang lain	28
Gambar IV. 17. Bagan alir penelitian	30
Gambar IV. 18. Benda uji silinder beton	37
Gambar IV. 19. Benda uji durabilitas	38
Gambar IV. 20. Perawatan benda uji	39
Gambar IV. 21. Pengujian kuat tekan beton	40
Gambar IV. 22. Pengujian Durabilitas beton	41
Gambar V. 1. Gradasi Agregat Halus	44
Gambar V. 2. Pengujian Slump.....	48
Gambar V. 3. Grafik hasil pengujian kuat tekan.....	49
Gambar V. 4. Grafik hasil pengujian durabilitas beton	52
Gambar V. 5. Tahap Vacum Beton.....	53
Gambar V. 6. Pengujian Durabilitas Beton.....	53

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

NOTASI :

A	= Luas benda uji (mm^2)
f'_c	= Kuat tekan beton (MPa)
P	= Beban tekan maksimum (N)
Q	= Aliran muatan listrik (Coulombs)

SINGKATAN :

ASTM	= <i>American Standart for Testing Material</i>
CTM	= <i>Compressing Testing Machine</i>
FA	= <i>Fly Ash</i>
MHB	= Modulus Halus Butir
HVFAC	= <i>High Volume Fly Ash Concrete</i>
RCPT	= <i>Rapid Cloride Penetration Test</i>
SCC	= <i>Self Compacting Concrete</i>
SSD	= <i>Saturated Surface Dry</i>