

**STUDI EKSPERIMEN PERAWATAN BETON GEOPOLIMER KUAT
35 MPa TERHADAP KUAT TEKAN BETON
(Studi Kasus : Pemakaian Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan
Substitusi Fly Ash Pada Beton Geopolimer)**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Angely Natazha Gannezha Grand Erhiz Koelima

(19.21.077)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2023

**STUDI EKSPERIMEN PERAWATAN BETON GEOPOLIMER MUTU f_c
35 MPa TERHADAP KUAT TEKAN BETON
(Studi Kasus : Pemakaian Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan
Substitusi *Fly Ash* Pada Beton Geopolimer)**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :
Angely Natazha Gannezha Grand Erfhiz Koelima
(19.21.077)

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

2023

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMEN PERAWATAN BETON GEOPOLIMER MUTU f_c
35 MPa TERHADAP KUAT TEKAN BETON
(Studi Kasus : Pemakaian Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan
Substitusi *Fly Ash* Pada Beton Geopolimer)

Disusun oleh :

Angely Natazha Gannezha Grand Erhiz Koelima
1921077

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan
Pada Tanggal 05 September 2023

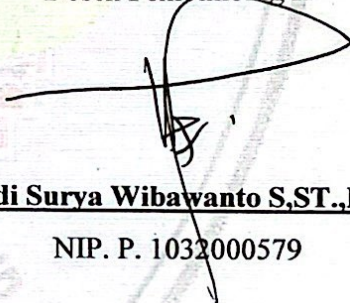
Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Mohammad Erfan, ST., MT.


NIP. P. 1031500508


Hadi Surya Wibawanto S, ST., MT.

NIP. P. 1032000579

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1


Dr. Yosimson. P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Angely Natazha Gannezha Grand Erfhiz Koelima

Nim : 1921077

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“STUDI EKSPERIMEN PERAWATAN BETON GEOPOLIMER MUTU $f'c$
35 MPa TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**

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 terdapat di dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan 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



membuat pernyataan

Angely Natazha Koelima

1921077

ABSTRAK

“STUDI EKSPERIMEN PERAWATAN BETON GEOPOLIMER MUTU f_c 35 MPa TERHADAP KUAT TEKAN BETON“ , Oleh : Angely Natazha Gannezha Grand Erfhiz Koelima (Nim : 1921077). Pembimbing 1 : Mohammad Erfan,ST.,MT. Pembimbing 2 : Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi,ST.,MT. Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Beton pada umumnya terdiri dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, air, serta dapat pula diberikan bahan tambah (admixture). Seiring dengan adanya kemajuan dan perkembangan teknologi dunia konstruksi, fly ash dan abu cangkang sawit adalah salah bahan pengganti semen sebagai bahan pengikat beton geopolimer. Beton geopolimer sendiri memiliki keunggulan yang ramah lingkungan. Selain itu beton geopolimer juga mempunyai kelemahan dalam pembuatan beton yang membutuhkan perawatan temperature tinggi untuk mencapai kekuatan optimum yang sulit digunakan di lapangan. Pada penelitian kali ini metode perawatan yang diterapkan adalah perawatan beton suhu ruang serta kombinasi suhu tinggi berupa oven dengan tiga perlakuan yakni perawatan didiamkan terbuka (luar ruangan), dibungkus plastik, dan didiamkan terbuka (dalam ruangan). Hasil penelitian menunjukkan perawatan beton sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Dimana penelitian ini menggunakan perbandingan hipotesis uji t dan juga F yang menunjukkan adanya berbeda nilai kuat tekan. Hasil uji t pada metode didiamkan terbuka (luar ruangan) didapatkan sebesar 37,15 MPa, dibungkus plastik 29,76 MPa dan didiamkan terbuka (dalam ruangan) 27,53 MPa. Sedangkan nilai uji F pada metode didiamkan terbuka (luar ruangan) sebesar 35,45 MPa, dibungkus plastik 31,40 MPa dan didiamkan terbuka (dalam ruangan) 28,67 MPa. Jadi dari ketiga metode perlakuan perawatan yang paling bagus yakni pada perlakuan perawatan didiamkan terbuka (luar ruangan).

Kata Kunci: Perawatan Beton Geopolimer, Temperatur Suhu Ruang, Kuat Tekan Beton, Abu Cangkang Sawit, dan *Fly Ash*.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas Berkat dan Rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“STUDI EKSPERIMEN PERAWATAN BETON GEOPOLIMER MUTU f_c 35 MPa TERHADAP KUAT TEKAN BETON“** dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar S1 di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Awan Uji Krismanto,ST.,MT.,Ph.D**, Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak **Dr.Ir. Hery Setyo Budiarmo,M.Sc**, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak **Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT** Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Bapak **Mohammad Erfan,ST.,MT**, Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak **Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi,ST.,MT**, Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Orang Tua, Kaka Tuty, Adik-Adikku, Ichiro dan Keluarga Tercinta Yang Selalu Memberikan Dukungan dan Doa.
7. Bestie-Bestieku dan Mor Cabral Yang Setia Membantu, Memberi Dukungan dan Doa.
8. Rekan-Rekan Rakat Sipil 2019 Yang Setia Membantu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, baik dari segi materi maupun penyajian. Oleh karena itu saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Malang, Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Batasan Masalah Penelitian.....	3
1.7. Hipotesis Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Uraian Umum	9
2.3. Material Dasar Pembentukan Beton Geopolimer.....	10
2.3.1. Agregat Kasar.....	10
2.3.2. Agregat Halus.....	11

2.3.3. Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>).....	11
2.3.4. Abu Cangkang Kelapa Sawit	13
2.3.5. Air	15
2.3.6. Alkali Aktivator	15
2.4. Pembentukan Geopolimer	16
2.5. Perawatan Beton Geopolimer (Curing).....	16
2.6. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	18
2.7. Defenisi Hipotesis	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	20
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3. Metode Penelitian.....	20
3.4. Waktu Ikut (<i>Setting Time</i>)	21
3.5. Populasi dan Sampel	22
3.6. Alat Dan Bahan Penelitian	23
3.6.1. Alat.....	23
3.6.2. Bahan.....	24
3.7. Metode Perawatan Beton Geopolimer	25
3.7.1. Didiamkan Terbuka (Luar Ruangan)	25
3.7.2. Dibungkus Plastik	25
3.7.3. Didiamkan Terbuka (Dalam Ruangan)	26
3.8. Pengujian Kuat Tekan	27
3.9. Bagan Alir Penelitian	29
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil dan Pembahasan Pemeriksaan Material Campuran Beton.....	32

4.1.1. Hasil Pemeriksaan Berat Isi	32
4.1.2. Hasil Pemeriksaan Berat Analisa Saringan.....	35
4.1.3. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur	37
4.1.4. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat.....	38
4.1.5. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat	39
4.1.6. Hasil Pemeriksaan Konsistensi Normal dan Waktu IKat	40
4.1.7. Hasil Pemeriksaan Material	44
4.2. Perancangan Campuran (Mix Design)	47
4.2.1. Perancangan Campuran Beton	47
4.2.2. Perhitungan Kebutuhan Larutan Alkali Aktivator	54
4.2.3. Perhitungan Kebutuhan Abu Cangkang Sawit dan <i>Fly Ash</i>	56
4.3. Pengujian Slump Beton Geopolimer	56
4.4. Perawatan Beton Geopolimer.....	57
4.5. Analisa Data Kuat Tekan Beton Normal Pada Umur 7 Hari	63
4.6. Pengujian Hipotesis	67
4.6.1. Analisis Uji F	68
4.6.2. Analisis Uji t	70
4.7. Pengujian Interval Kepercayaan.....	71
4.7.1. Perhitungan Interval Kepercayaan Terhadap Uji t.....	72
4.7.2. Perhitungan Interval Kepercayaan Terhadap Uji F.....	76
4.8. Pembahasan	81
BAB V PENUTUP.....	87
5.1. Kesimpulan.....	87
5.2. Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	89

LAMPIRAN.....	93
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2. Tabel Klasifikasi Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i>	12
Tabel 2.3. Tabel Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> Tipe C (PLTU Paiton).....	12
Tabel 2.4. Tabel Komposisi Kimia Abu Cangkang Sawit.....	14
Tabel 3.1. Variasi Metode Perawatan Pengujian Kuat Tekan Beton.....	22
Tabel 4.1. Berat Isi Lepas Agregat Kasar	32
Tabel 4.2. Berat Isi Padat Agregat Kasar.....	32
Tabel 4.3. Berat Isi Lepas Agregat Halus	33
Tabel 4.4. Berat Isi Padat Agregat Halus.....	33
Tabel 4.5. Berat Isi Lepas Abu Cangkang Sawit	33
Tabel 4.6. Berat Isi Padat Abu Cangkang Sawit.....	34
Tabel 4.7. Berat Isi Lepas <i>Fly Ash</i> Tipe C	34
Tabel 4.8. Berat Isi Padat <i>Fly Ash</i> Tipe C.....	34
Tabel 4.9. Data Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	35
Tabel 4.10. Data Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	36
Tabel 4.11. Kadar Air Agregat Kasar	38
Tabel 4.12. Kadar Air Agregat Halus	38
Tabel 4.13. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	39
Tabel 4.14. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	40
Tabel 4.15. Konsistensi Normal Pasta Geopolimer	42
Tabel 4.16. Waktu Ikat Pasta Geopolimer	43
Tabel 4.17. Rangkuman hasil Pemeriksaan Material.....	44

Tabel 4.18. Standar Deviasi Berdasarkan Konten Pekerjaan.....	48
Tabel 4.19. Estimasi Kuat Tekan Beton, Faktor Air Semen W/C) = 0,5.....	49
Tabel 4.20. Perkiraan Kadar Air Bebas	50
Tabel 4.21. Perhitungan Komposisi Campuran per m ³	56
Tabel 4.22. Komposisi Campuran Benda Uji Silinder 10cm x 20cm	56
Tabel 4.23. Slump Campuran Beton Geopolimer	56
Tabel 4.24. Nilai Kuat Tekan Beton Pada Metode Perawatan Didiamkan Terbuka (Luar Ruangan)	65
Tabel 4.25. Nilai Kuat Tekan Beton Pada Metode Perawatan Dibungkus Plastik	66
Tabel 4.26. Nilai Kuat Tekan Beton Pada Metode Perawatan Didiamkan Terbuka (Dalam Ruangan)	67
Tabel 4.27. Data Kuat Tekan Uji F Pada Umur 7 Hari.....	68
Tabel 4.28. Analisa Nilai Uji F Kuat Tekan	70
Tabel 4.29. Data Kuat Tekan Uji t Pada Umur 7 Hari.....	70
Tabel 4.30. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari Pada Metode Perawatan Didiamkan Terbuka (Luar Ruangan)	72
Tabel 4.31. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari Pada Metode Perawatan Dibungkus Plastik	73
Tabel 4.32. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari Pada Perawatan Didiamkan Terbuka (Dalam Ruangan)	74
Tabel 4.33. Hasil Analisis Uji t Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton Geopolimer	76
Tabel 4.34. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari Pada Metode Perawatan Didiamkan Terbuka (Luar Ruangan)	77
Tabel 4.35. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari Pada Metode Perawatan Dibungkus Plastik	78

Tabel 4.36. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari Pada Perawatan Didiamkan Terbuka (Dalam Ruangan)	79
Tabel 4.37. Hasil Analisa Uji F Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton Geopolimer	81
Tabel 4.38. Perbandingan Hipotesis Nilai Uji t dan Uji F Kuat Tekan	82
Tabel 4.39. Perbandingan Nilai Interval Kepercayaan Kuat Tekan Antara Uji T dan Uji F.....	82
Tabel 4.40. Hasil Analisa Uji F Kuat Tekan Beton Geopolimer Setelah Disotir	83
Tabel 4.41. Hasil Analisa Uji T Kuat Tekan Beton Geopolimer Setelah Disotir .	85
Tabel 4.42 Perbandingan Nilai Rata-rata Kuat Tekan Beton Geopolimer.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Uji Kuat Tekan Beton	19
Gambar 3.1. Beton Didiamkan Terbuka (Luar Ruangan).....	25
Gambar 3.2. Beton Dibungkus Plastik.....	26
Gambar 3.3. Beton Didiamkan Terbuka (Dalam Ruangan).....	26
Gambar 3.4. Alat Uji Kuat Tekan	27
Gambar 3.5. Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 3.6. Lanjutan Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 3.7. Lanjutan Bagan Alir Penelitian	31
Gambar 4.1. Pencampuran Bahan Penelitian	57
Gambar 4.2. Pengecekan Suhu Beton	58
Gambar 4.3. Proses Pencetakan Beton.....	58
Gambar 4.4. Proses Oven Benda Uji	59
Gambar 4.5. Pelepasan Bekisting	59
Gambar 4.6. Benda Uji Didiamkan Pada Suhu Normal.....	60
Gambar 4.7. Proses Metode Perlakuan Perawatan.....	60
Gambar 4.8. Pengecekan Suhu Didiamkan Terbuka (Luar Ruangan).....	61
Gambar 4.9. Pengecekan Suhu Dibungkus Plastik Sebelum Dibuka	61
Gambar 4.10. Pengecekan Suhu Dibungkus Plastik Sesudah Dibuka	62
Gambar 4.11. Pengecekan Suhu Didiamkan Terbuka (Dalam Ruangan).....	62
Gambar 4.12. Pengujian Benda Uji dan Analisa Data	63
Gambar 4.13. Pengujian Metode Perawatan Didiamkan Terbuka (Luar Ruangan)	65
Gambar 4.14. Pengujian Metode Perawatan Dibungkus Plastik.....	66

Gambar 4.15. Pengujian Metode Perawatan Didiamkan Terbuka (Dalam Ruangan) 67

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Gradasi Agregat Kasar.....	36
Grafik 4.2. Gradasi Agregat Halus.....	37
Grafik 4.3. Konsistensi Normal Pasta Geopolimer.....	42
Grafik 4.4. Kurva Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen	49
Grafik 4.5 Persentase Agregat Halus	51
Grafik 4.6. Hubungan Berat Jenis Beton Segar Dan Kadar Air Bebas.....	52
Grafik 4.7. Hubungan Metode Perawatan Dan Uji F Kuat Tekan Beton	84

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang (mm^2)
B	= Titik-titik perletakan
b	= Lebar tampak lintang benda uji (cm)
C	= Titik-titik pembebanan
D	= Diameter (mm)
Dk	= Derajat Kebebasan
f _{ct}	= Kekuatan tarik belah (MPa)
f' _{ci}	= Kuat tekan beton (MPa)
h	= Tinggi tampak lintang benda uji (cm)
J	= Jumlah dari data-data pengamatan
K	= Variasi perlakuan
L	= Jarak (bentang) antara tumpuan satu dengan yang lain (mm)
M	= Molaritas
n	= Massa relative molekul / Banyak Pengamatan
P	= Beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kN)
P	= Persemtil
Ss/ S	= Standar Deviasi
T	= Kekuatan tarik belah (MPa)
v	= Volume larutan
W _f	= Perkiraan jumlah air agregat halus (tidak pecah)
W _c	= Perkiraan jumlah air agregat kasar (dipecah)
Y	= Data-data pengamatan
\bar{x}	= Nilai Rata-Rata
π	= Phi (22/7)
σ_1	= Kuat tarik lentur benda uji (MPa)