

**STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER MUTU TINGGI DENGAN
MEMANFAATKAN FLY ASH DAN ABU CANGKANG SAWIT**

**(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 :

YAKOBUS MANAGI RADAR

1921187

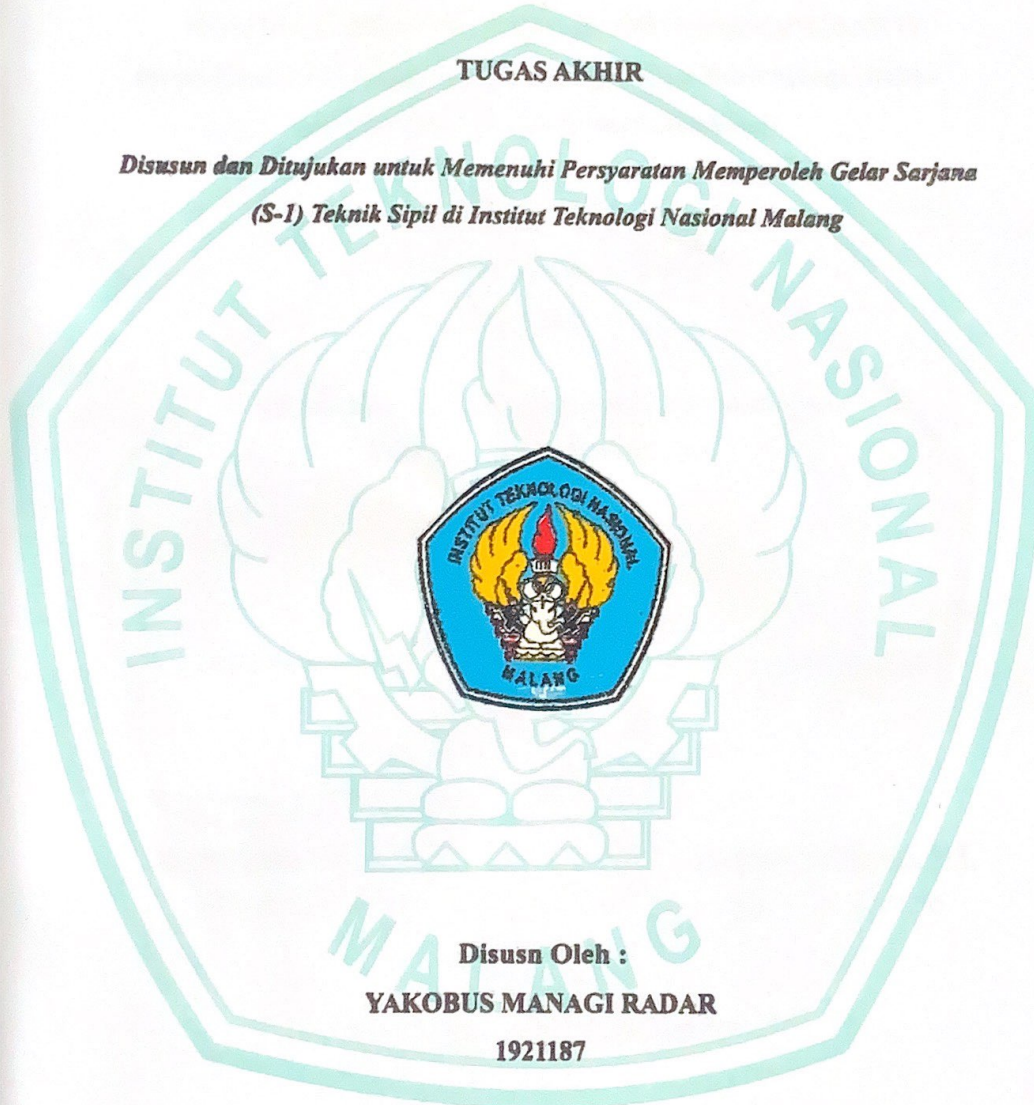
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

**STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER MUTU TINGGI DENGAN
MEMANFAATKAN FLY ASH DAN ABU CANGKANG SAWIT
(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 :
YAKOBUS MANAGI RADAR
1921187**

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

2023

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER MUTU TINGGI DENGAN
MEMANFAATKAN *FLY ASH* DAN ABU CANGKANG SAWIT
(Studi Kasus : Pemakaian Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan
Subtitusi *Fly Ash* Pada Beton Geopolimer)

Disusun oleh :

Yakobus Managi Radar

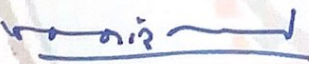
1921187

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan
Pada Tanggal 08 Agustus 2023

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Sudirman Indra, M.Sc.

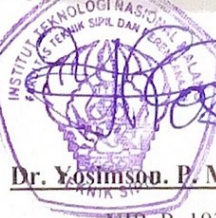
NIP. P. 1018300054


Ir. Ester Priskasari, MT.

NIP. Y. 1033900265

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimsou. P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER MUTU TINGGI DENGAN
MEMANFAATKAN *FLY ASH* DAN ABU CANGKANG SAWIT
(Studi Kasus : Pemakaian Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan
Substitusi *Fly Ash* Pada Beton Geopolimer)

Tugas Akhir ini telah dipertahankan didepan Dosen Penguji Tugas Akhir Jenjang
S-1 dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat untuk menulis
Tugas Akhir

Disusun Oleh :

Yakobus Managi Radar

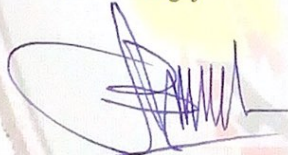
1921187

Malang, Oktober 2023

Menyetujui

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Ir. Bambang Wedyantadji, MT.

NIP. Y. 1018500093



Vega Aditama, ST., MT.

NIP. P. 1031900559

Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi

Sekretaris Program Studi

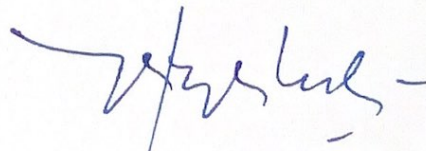
Teknik Sipil S-1

Teknik Sipil S-1



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

NIP. P. 1030300383



Nenny Roostrianawaty, ST., MT.

NIP. P. 1031700533

LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yakobus Managi Radar
NIM : 19.21.187
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul:

STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER MUTU TINGGI DENGAN MEMANFAATKAN FLY ASH DAN ABU CANGKANG SAWIT

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat 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, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam 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 10).

Malang, 6 November 2023

Yang membuat pernyataan



Yakobus Managi Radar
NIM 1921187

ABSTRAK

“STUDI EKSPERIMEN BETON GEOPOLIMER MUTU TINGGI DENGAN MEMANFAATKAN *FLY ASH* DAN ABU CANGKANG SAWIT” Oleh : Yakobus Managi Radar (Nim : 1921187). Pembimbing 1 : Ir. Sudirman Indra, M.Sc. Pembimbing 2 : Ir. Ester Priskasari, MT. Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (admixture) dapat ditambah untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton agar berfungsi lebih baik dan lebih ekonomis. Semen digunakan sebagai material utama beton yang berfungsi untuk mengikat agregat, namun disisi lain produksi semen juga menghasilkan gas CO₂ yang mengakibatkan pemanasan global. Beton geopolimer hadir sebagai alternatif pengganti semen. Beton geopolimer tersusun dari fly ash yang mengandung silika (SiO₄) dan alumina (AlO₄) yang direaksikan dengan alkali aktifator (NaOH dan Na₂SiO₃), selain fly ash dapat digunakan material lain seperti pemanfaatan limbah buang serat ijuk, sabut kelapa, serat nilon, abu sekam padi, ampas tebu, sisa kayu, limbah gergaji, abu cangkang sawit, abu terbang (fly ash), mikrosilika (silica fume), cangkang kemiri dan lain-lain. Abu cangkang sawit merupakan sisa pembakaran dari ketel uap pabrik minyak pada suhu > 800°C, melalui pembakaran tersebut dihasilkan unsur silika yang tinggi. Pada penelitian ini digunakan abu cangkang sawit dengan kadar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Dari variasi tersebut didapatkan nilai kuat tekan beton geopolimer pada umur 7 hari berturut-turut sebesar 18,09 MPa, 36,82 MPa, 49,68 MPa, 44,44 MPa, 30,14 MPa. Serta pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton geopolimer berturut-turut sebesar 25,65 MPa, 39,40 MPa, 51,17 MPa, 48,29 MPa, 33,58 MPa. Hasil analisa regresi menunjukkan nilai prosentase optimum penggunaan abu cangkang sawit pada beton geopolimer umur 7 hari adalah 11,32% dan untuk umur 28 hari adalah 11,21%. Uji hipotesis membuktikan bahwa terdapat pengaruh dari penggunaan abu cangkang sawit pada beton geopolimer.

Kata Kunci: Abu Cangkang Sawit; Beton Geopolymer; *Fly Ash*; Kekuatan Beton.

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 EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER MUTU TINGGI DENGAN MEMANFAATKAN *FLY ASH* DAN ABU CANGKANG SAWIT” 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 **Ir. Sudirman Indra, M.Sc**, Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu **Ir. Ester Priskasari, MT**, Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Orang Tua, Kaka, Adik, Inuk dan Keluarga Tercinta Yang Selalu Memberikan Dukungan dan Doa.
7. 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

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR GRAFIK	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
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
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Terdahulu	4
2.2. Landasan Teori	7
2.3. Material Dasar Pembentukan Beton Geopolimer	7
2.3.1. Agregat Kasar.....	7
2.3.2. Agregat Halus.....	8

2.3.3. Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>).....	9
2.3.4. Abu Cangkang Kelapa Sawit	10
2.3.5. Air.....	12
2.3.6. Alkali Aktivator.....	12
2.4. Pembentukan Geopolimer.....	14
2.5. Perawatan Beton Geopolimer (Curing)	15
2.6. Pengujian Kuat Tekan Beton	15
2.7. Defenisi Hipotesis.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Oprasional Penelitian	18
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.3. Metode Penelitian	18
3.4. Populasi dan Sampel.....	20
3.5. Alat Dan Bahan Penelitian.....	22
3.5.1. Alat	22
3.5.2. Bahan.....	23
3.5.3. Uji Kuat Tekan	23
3.6. Bagan Alir Penelitian.....	25
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Perencanaan Mix Design.....	27
4.1.1. Perencanaan campuran Beton	27
4.1.2. Kebutuhan Larutan Alkali Aktivator	34
4.1.3. Kebutuhan Abu Cangkang Sawit dan Fly Ash	35
4.1.4. Hasil Tes Slump Beton Geopolimer	36
4.2. Analisa Data Kuat Tekan Silinder Beton Geopolimer	37

4.3. Pengujian Interval Kepercayaan.....	40
4.4. Analisa Regresi.....	44
4.5. Hipotesis.....	49
4.6. Pembahasan.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	