

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU AMPAS
TEBU TERHADAP SIFAT MEKANIK MORTAR
GEOPOLIMER**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut
Teknologi Nasional Malang



Disusun Oleh :

INDITYO WIBOWO AJI

1921178

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

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU AMPAS
TEBU TERHADAP SIFAT MEKANIK MORTAR
GEOPOLIMER**

Disusun Oleh:

INDITYO WIBOWO AJI

1921178

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk di ujikan

Pada Tanggal 26 Juni 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, M.T.

NIP. Y. 1033900265

Vega Aditama, S.T., M.T.

NIP. P. 1031900559

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU AMPAS
TEBU TERHADAP SIFAT MEKANIK MORTAR
GEOPOLIMER**

*Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan di Hadapan Dosen Pembahas Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 6 Juli 2023 Dan Diterima Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S-1) Teknik Sipil*

Disusun Oleh:

INDITYO WIBOWO AJI

1921178

Dosen Pembahas:

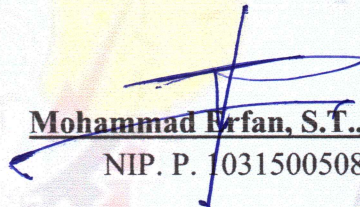
Dosen Pembahas I



Ir. Bambang Wedyantadji, M.T.

NIP. Y. 1018500093

Dosen Pembahas II

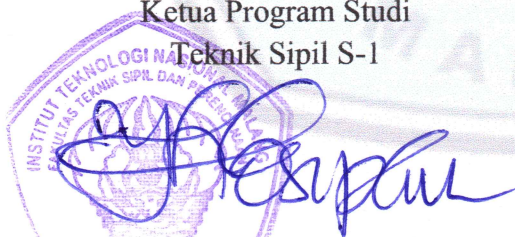


Mohammad Erfan, S.T., M.T.

NIP. P. 1031500508

Disahkan Oleh:

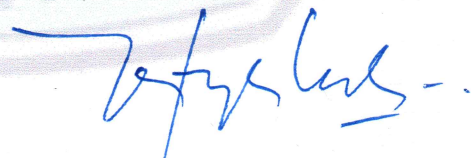
Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1



Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T.

NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indityo Wibowo Aji

NIM : 1921178

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP SIFAT MEKANIK MORTAR GEOPOLIMER

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepengetahuan 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, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi apapun yang diberikan oleh Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, 12 Juli 2023
Yang membuat pernyataan,



INDITYO WIBOWO AJI
1921178

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP SIFAT MEKANIK MORTAR GEOPOLIMER

Indityo Wibowo Aji; Dibimbing oleh Ir. Ester Priskasari, M.T. dan Vega Aditama, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Mortar geopolimer merupakan material yang terdiri dari campuran antara bahan pengikat berupa pasta geopolimer dengan bahan pengisi pada umumnya yaitu agregat halus. Pasta geopolimer tersebut adalah gabungan dari bahan pozzolan yaitu bahan yang memiliki kadar silika (SiO_2) serta alumina (Al_2O_3) yang tinggi sebagai prekursor dan larutan alkali aktivator sebagai pelarut pada proses polimerisasi. Geopolimer merupakan pengembangan baru dalam dunia beton karena bahan yang digunakan dapat menjadi alternatif nyata untuk Semen Portland (PC) tradisional dalam produksi beton dan mortar. Penelitian ini merupakan salah satu dari berbagai jenis variasi yang akan diteliti terhadap mortar geopolimer dengan tinjauan yaitu pengaruh dari prekursor berupa abu ampas tebu dan *fly ash* sebagai pengganti semen dengan alkali aktivator berupa Na_2SiO_3 serta NaOH. Selain itu, berdasarkan berbagai jurnal yang terkait ditetapkan bahwa nilai konsentrasi NaOH yang digunakan pada penelitian ini sebesar 10 M. Perawatan benda uji dilakukan dengan *dry curing* pada temperatur 60°C dengan lama pemanasan 24 jam dan dilakukan uji kuat tekan mortar umur 7 dan 28 hari. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan yang sebelumnya telah dilakukan pengujian *flow table test*. Hasil pengujian *flow table test*, diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar penambahan abu ampas tebu terhadap *fly ash* yang digunakan maka akan menyebabkan menurunnya nilai *slump flow* yang terjadi. Hasil penelitian untuk uji sifat mekanik mortar geopolimer menunjukkan komposisi optimum didapatkan nilai kuat tekan tertinggi adalah 28,94 MPa dengan penambahan abu ampas tebu 9,20% pada umur pengujian 28 hari.

Kata kunci: Abu terbang, Alkali aktivator, Geopolimer, Mortar, Pozzolan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas berkat rahmat, kasih sayang, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* dan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Mekanik Mortar Geopolimer”. Pada proses penyelesaian Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih dan permohonan maaf yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Dr. Ir. Hery Setyo Budiarmo, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Vega Aditama, ST., MT., selaku Kepala Studio Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Ester Priskasari, MT., selaku Dosen Pembimbing I penulis yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan proposal tugas akhir ini.
5. Vega Aditama, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan proposal tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya serta mendidik penulis selama masa kuliah.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Malang, 9 Juni 2023

Penulis



INDITYO WIBOWO AJI

1921178

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
1.7 Hipotesis Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Mortar Geopolimer.....	10
2.3 Material Penyusun Mortar Geopolimer Berbasis Fly Ash Dan Abu Ampas Tebu.....	12
2.3.1 Fly ash	12
2.3.2 Abu Ampas Tebu	14
2.3.3 Alkali Aktivator	15

2.3.4	Agregat Halus.....	16
2.3.5	Air	17
2.4	Pengujian Karakteristik Fly Ash dan Abu Ampas Tebu dengan X-Ray Fluorescence (XRF)	18
2.5	Faktor yang Mempengaruhi Campuran Mortar Geopolimer	20
2.5.1	Prekursor	20
2.5.2	Konsentrasi NaOH	20
2.5.3	Rasio antara Na_2SiO_3 dan NaOH.....	21
2.5.4	Rasio antara Alkali Aktivator dengan Prekursor	22
2.5.5	Rasio antara Agregat dengan Prekursor.....	23
2.5.6	Curing.....	24
2.6	Pengujian Sifat Mekanik Pada Mortar Geopolimer	25
2.6.1	Kuat Tekan	25
2.6.2	Kuat Tarik Aksial.....	26
2.6.3	Kuat Lentur	27
2.7	Teknik Pengolahan Data	28
2.7.1	Interval Kepercayaan	28
2.7.2	Analisa Regresi	29
2.7.3	Definisi Hipotesis.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		32
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.1.1	Tempat Penelitian.....	32
3.1.2	Waktu Penelitian	32
3.2	Metode Penelitian.....	33
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian	35
3.4	Alat dan Bahan	35

3.4.1	Alat Penelitian.....	35
3.4.2	Bahan Penelitian.....	36
3.5	Metode Pengumpulan Data	36
3.5.1	Pengujian Workability	36
3.5.2	Pengujian Kuat Tekan.....	37
3.5.3	Pengujian Kuat Tarik Aksial.....	38
3.5.4	Pengujian Kuat Lentur	38
3.6	Diagram Alir Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Hasil dan Pembahasan Pengujian Material Campuran Mortar	42
4.2	Pengujian Agregat Halus.....	42
4.2.1	Kadar Lumpur	43
4.2.2	Kadar Air.....	43
4.2.3	Kadar Zat Organik.....	44
4.2.4	Berat Isi	44
4.2.5	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	45
4.2.6	Analisa Saringan	47
4.3	Pengujian Fly Ash	48
4.4	Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	49
4.5	Komposisi Unsur Kimia Pada Prekursor	53
4.6	Analisa Harga Bahan Produksi Mortar Geopolimer	54
4.7	Analisa Data Hasil Pengujian Sifat Mekanik Mortar Geopolimer.....	55
4.7.1	Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer.....	56
4.7.2	Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Geopolimer.....	57
4.7.3	Pengujian Kuat Lentur Mortar Geopolimer	59
4.8	Pengolahan Data.....	61

4.8.1	Pengujian Interval Kepercayaan	61
4.8.2	Analisa Regresi	65
4.8.3	Pengujian Hipotesis.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN.....		76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 2.2 Sifat Fisik Fly Ash.....	13
Tabel 2.3 Sifat Kandungan Kimia Fly Ash	13
Tabel 2.4 Hasil Kuat Tekan Dengan Perbedaan Metode Pembuatan.....	16
Tabel 2.5 Persyaratan Gradasi Agregat Halus.....	17
Tabel 2.6 Hasil Analisa Kimia Abu Ampas Tebu PG. Kebonagung	18
Tabel 2.7 Hasil Analisa Kimia Fly Ash PLTU Paiton	19
Tabel 2.8 Variasi Molaritas Mortar Geopolimer	21
Tabel 2.9 Komposisi Campuran Dengan Rasio Alkali Aktivator/Fly Ash	23
Tabel 2.10 Hasil Kuat Tekan dengan Variasi Rasio Agregat dan Prekursor	23
Tabel 2.11 Kuat Tekan Mortar 12 M pada Temperatur 60°C	24
Tabel 3.1 Variasi Benda Uji Mortar Geopolimer	35
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	42
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	43
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	43
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.....	44
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	45
Tabel 4.6 Analisa Saringan Agregat Halus	47
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kadar Air Fly Ash.....	48
Tabel 4.8 Perhitungan Komposisi Campuran Mortar per m ³	51
Tabel 4.9 Rekapitulasi Mortar Geopolimer Benda Uji Kubus	52
Tabel 4.10 Rekapitulasi Mortar Geopolimer Benda Uji Balok dan <i>Briquet</i>	52
Tabel 4.11 Komposisi Kimia Pada Tiap Variasi Mortar Geopolimer.....	53
Tabel 4.12 Analisa Harga Bahan Produksi Mortar Geopolimer	54
Tabel 4.13 Analisa Harga Bahan Produksi Mortar Semen Portland.....	54
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Flow Table Test Pada Tiap Variasi.....	55
Tabel 4.15 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Umur 7 dan 28 Hari.....	57
Tabel 4.16 Kuat Tarik Aksial Mortar Geopolimer Umur 7 Hari	59
Tabel 4.17 Kuat Lentur Mortar Geopolimer Umur 7 Hari	60
Tabel 4.18 Data Hasil Pengujian Pada Umur 7 Hari.....	61
Tabel 4.19 Interval Kepercayaan Mortar Geopolimer Umur 7 Hari.....	61

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Interval Kepercayaan Pada Mortar Geopolimer Umur 7 Hari.....	62
Tabel 4.21 Data Hasil Pengujian Pada Umur 28 Hari.....	63
Tabel 4.22 Interval Kepercayaan Mortar Geopolimer Umur 28 Hari.....	63
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Interval Kepercayaan Pada Mortar Geopolimer Umur 28 Hari.....	64
Tabel 4.24 Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-Rata Umur 7 dan 28 Hari.....	65
Tabel 4.25 Kriteria Penginterpretasian Hubungan Korelasi	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 ST. Ketel PG. KebonAgung	2
Gambar 2.1 Persamaan Reaksi Kimia Proses Geopolimerisasi	11
Gambar 2.2 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi Molaritas NaOH.....	21
Gambar 2.3 Hubungan antara Alkali Aktivator dengan Kuat Tekan	22
Gambar 2.4 Bentuk Benda Uji Kubus	25
Gambar 2.5 Bentuk Benda Uji Briquet	26
Gambar 2.6 Skema Luas Penampang Patah	27
Gambar 2.7 Bentuk Benda Uji Balok.....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 4.1 Batas Gradasi Agregat Halus Zona 2.....	47
Gambar 4.2 Rancangan Komposisi Mortar Geopolimer	49
Gambar 4.3 Pengaruh Variasi Prekursor terhadap Flow Table Test	55
Gambar 4.4 Skema Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	56
Gambar 4.5 Pengaruh Variasi Prekursor terhadap Kuat Tekan.....	57
Gambar 4.6 Skema Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar	58
Gambar 4.7 Penampang Patah Briquet Mortar Sampel Pertama	58
Gambar 4.8 Skema Pengujian Kuat Lentur Mortar.....	59
Gambar 4.9 Hasil Analisa Regresi umur 7 hari.....	66
Gambar 4.10 Hasil Analisa Regresi umur 28 hari.....	66
Gambar 4.11 Analisa Regresi Hubungan Penggunaan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Umur 7 Hari.....	67
Gambar 4.12 Analisa Regresi Hubungan Penggunaan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Umur 28 Hari.....	68

DAFTAR NOTASI

α	= Koefisien korelasi
μ	= Nilai rata-rata populasi
\bar{x}	= Nilai rata-rata dari data yang di uji
A	= Luas permukaan benda uji (mm ²)
b	= Lebar benda uji (mm)
CI	= Selang kepercayaan
d	= Tinggi benda uji (mm)
$f'c$	= Kuat tekan mortar (N/mm ²)
fr	= Kuat lentur mortar (N/mm ²)
k	= Jumlah variabel (bebas dan terikat)
L	= Panjang bentang (mm)
M _x	= Momen maksimum (N.mm)
n	= Jumlah data
P	= Beban maksimum (N)
R	= Koefisien korelasi
R ²	= Koefisien determinasi
sd	= Standar deviasi
S	= Kuat tarik mortar (N/mm ²)
tp	= Nilai t pada persentil P yang dipilih
w _x	= Momen tahanan (mm ³)
X	= Variabel bebas
Y	= Data hasil pengujian