

TUGAS AKHIR

SIFAT MEKANIK MORTAR GEOPOLIMER ABU SEKAM PADI (*RICE HUSK ASH*) DENGAN ALKALI AKTIVATOR 40%, 45%, 50%

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

MUHAMMAD SAKTI ISNAINI

20190110065

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Sakti Isnaini
NIM : 20190110065
Judul : Sifat Mekanik Mortar Geopolimer Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*)
Dengan Alkali Aktivator 40%, 45%, 50%.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara benar dan jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 13 Juni 2023

Yang membuat pernyataan



Muhammad Sakti Isnaini

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Sakti Isnaini

NIM : 20190110065

Judul : Sifat Mekanik Mortar Geopolimer Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*) Dengan Alkali Aktivator 40%, 45%, 50%.

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "*Mechanical Properties of Geopolymer-Based Mortar As A Patch Repair Material*"

Yogyakarta , 13 Juni 2023

Penulis,



Muhammad Sakti Isnaini

Dosen Peneliti



Dr. Eng. Ir. Pirita Astuti, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada kita sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang bernama Bapak Saryana, Ibu Kusrini Pudyastuti, Kakak Singgih Musthofa dan Adik Rizqy Rahmad Maulana, keluarga saya, serta seluruh keluarga besar saya yang telah memberi dukungan dan penyemangat saya selama ini. Selain itu terima kasih kepada teman seperjuangan dan sahabat – sahabat saya yang selalu memberi dukungan moral dan mental kepada saya.

PRAKATA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai sesuatu, Sholawat dan salam selalu kita curahkan kepada Nabi besar kita Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat – sahabatnya. Tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan sebagai inovasi pembuatan mortar geopolimer berbasis abu sekam padi sebagai pengganti semen dengan curing yang nantinya dapat diterapkan sebagai inovasi baru dalam dunia konstruksi yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Selama penyusunan Tugas Akhir mendapatkan bimbingan, bantuan, petunjuk, saran, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yaitu kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
2. Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, ST, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing dan mendampingi saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Ir. Fanny Monika, S.T., M. Eng. sebagai dosen penguji Tugas Akhir dari awal hingga akhir.
4. Kedua Orang Tua saya yang selalu memberi dukungan selama belajar dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Rekan – rekan perjuangan dan para sahabat saya yang telah ikut membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wassalamu,alaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Yogyakarta, 13 Juni 2023



Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Tinjauan Pustaka	5
2.2.1 Penelitian Terdahulu (<i>State of The Art</i>).....	5
2.3 Dasat Teori	25
2.3.1 Mortar Geopolimer	25
2.3.2 Material Penyusun	26
2.3.3 Pengujian Material <i>Pozzolan</i>	28
2.3.4 Pemeriksaan Agregat.....	29
2.3.5 Kuat Tarik Baja.....	31
2.3.6 <i>Mix Design Mortar</i>	32
2.3.7 <i>Fresh Properties</i>	32
2.3.8 Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	33

2.3.9 <i>Hardened Properties</i>	34
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Materi	37
3.2 Bahan Penelitian	38
3.3 Peralatan Pengujian	41
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	47
3.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	47
3.5.1 Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material	47
3.5.2 <i>Rice Husk Ash</i> (Abu Sekam Padi)	52
3.5.3 <i>Mix Design</i>	52
3.5.4 Prosedur Pencampuran Bahan	54
3.5.5 Uji Tarik Baja	54
3.5.6 Pengujian Beton Segar	55
3.5.7 <i>Hardened Properties</i>	58
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	62
4.1 Hasil Pengujian pada Material	62
4.1.1 Hasil Pengujian Material Agregat Halus	62
4.1.2 Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	64
4.1.3 Hasil Pengujian Tarik Baja	65
4.2 <i>Mix Design</i> Mortar Geopolimer	66
4.3 Hasil Pengujian <i>Fresh Properties</i>	67
4.3.1 Hasil Pengujian <i>Flowability</i>	67
4.3.2 Hasil Pengujian Densitas	67
4.4 Hasil Pengujian <i>Hardened Properties</i>	68
4.4.1 Pengujian Susut	68
4.4.2 Pengujian Kuat Tekan.....	70
4.4.3 Pengujian Kuat Tarik Belah.....	71
4.4.4 Pengujian Kuat Lentur.....	72
4.4.5 Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM EDX)	73
4.4.6 Perbandingan Mortar Geopolimer dan Mortar Normal	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	xxi
LAMPIRAN.....	xxvi

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan kimia abu terbang (Elysandi & Meykan, 2018)	7
Tabel 2.2 Kandungan kimia RHA (Elysandi & Meykan, 2018).....	7
Tabel 2.3 Campuran proporsi sampel (Kaur dkk., 2018).....	9
Tabel 2.4 Rata – rata berat volume beton tanpa ASP (Lalo dkk., 2021)	15
Tabel 2.5 Rata – rata berat volume beton dengan ASP (Lalo dkk., 2021).....	15
Tabel 2.6 Hasil kuat tekan rata – rata tanpa ASP (Lalo dkk., 2021).....	15
Tabel 2.7 Hasil kuat tekan rata – rata dengan ASP (Lalo dkk., 2021).....	16
Tabel 2.8 Spesifikasi Mortar ((Wijaya dkk., 2019)	20
Tabel 2.9 Perbandingan jurnal terdahulu dan sekarang	23
Tabel 2.10 Komposisi yang didapat dari penelitian terdahulu.....	32
Tabel 3.1 Mix design setiap variasi (a) 60%:40% (b) 55%:45% (c) 50%:50%.....	53
Tabel 4.1 Grafik analisis gradasi agregat halus daerah 2.....	62
Tabel 4.2 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	64
Tabel 4.3 Hasil pemeriksaan agregat halus	64
Tabel 4.4 Hasil uji <i>x-ray fluorescence</i> (XRF) abu sekan padi	65
Tabel 4.5 Hasil uji kuat tarik baja tulangan polos berdiameter 10 mm.	65
Tabel 4.6 Proporsi mix design per 1 m ³	66
Tabel 4.7 Hasil pengujian flowability geopolimer.....	67
Tabel 4.8 Hasil perhitungan pengujian densitas pervarian aktivator	68
Tabel 4.9 Hasil pengujian susut benda uji mortar berbentuk (a) kubus, (b) silinder, dan (c) balok	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik uji kuat tekan beton normal (Sulianti, dkk. 2021)	6
Gambar 2.2	Grafik uji kuat tekan beton di setiap variasi benda uji (Sulianti, dkk. 2021)	6
Gambar 2.3	Grafik uji kuat tekan beton di setiap variasi.....	8
Gambar 2.4	Kuat tekan spesimen geopolimer (Kaur dkk., 2018).....	10
Gambar 2.5	Pengaruh rasio AAB terhadap kuat tekan (Kaur dkk., 2018).....	10
Gambar 2.6	Pengaruh molaritas terhadap kuat tekan (Kaur dkk., 2018).....	11
Gambar 2.7	Grafik perbandingan hasil nilai kuat tekan beton ringan (Riza, dkk. 2018)	12
Gambar 2.8	Grafik rata – rata hasil nilai kuat tekan beton ringan (Riza, dkk. 2018) ..	12
Gambar 2.9	Grafik perbandingan hasil nilai kuat lentur beton ringan (Riza, dkk. 2018)	13
Gambar 2.10	Grafik rata – rata lentur beton ringan (Riza, dkk. 2018).....	13
Gambar 2.11	Grafik perbandingan nilai kuat tarik beton (Riza, dkk. 2018)	13
Gambar 2.12	Grafik rata – rata kuat tarik beton ringan (Riza, dkk. 2018).....	14
Gambar 2.13	Grafik hasil kuat tekan rata – rata beton tanpa ASP (Lalo dkk., 2021). ..	16
Gambar 2.14	Grafik hasil kuat tekan rata – rata beton dengan ASP (Lalo dkk., 2021). ..	17
Gambar 2.15	Perbandingan <i>setting time</i> antara rasio (Darmawan dkk., 2020).....	18
Gambar 2.16	Hubungan antara umur pengujian dan kuat tekan rata – rata <i>fly ash</i> geopolimer mortar dengan variasi alkali (<i>Oven</i>) (Darmawan dkk., 2020).	19
Gambar 2.17	Hubungan antara umur pengujian dan kuat tekan rata – rata <i>fly ash</i> geopolimer mortar dengan variasi alkali (Suhu Ruang) (Darmawan dkk., 2020).....	19
Gambar 2.18	Hasil pengujian kuat tekan mortar berdasarkan persentase semen dan NaOH 10M dan Ms 1,5	21
Gambar 2.19	Hasil pengujian kuat tekan mortar berdasarkan persentase semen dan NaOH 12M dan Ms 1,5	21
Gambar 2.20	Hasil pengujian kuat tekan mortar berdasarkan persentase semen dan NaOH 12M dan Ms 1,5	22
Gambar 2.22	Senyawa kimia polysialate (Davidovits, 1994).....	25
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	38
Gambar 3.2	Agregat halus pasir.....	38
Gambar 3.3	Abu sekam padi.....	39
Gambar 3.4	Air.....	39
Gambar 3.5	Alkali Aktivator yaitu (a) Na_2SiO_3 dan (b) NaOH.....	40
Gambar 3.6	Oli.....	40
Gambar 3.7	<i>Superplasticizer</i>	40
Gambar 3.8	<i>Aluminium Oil</i>	41
Gambar 3.9	Plastik <i>wrap</i>	41
Gambar 3.10	Baja tulangan polos D10	41
Gambar 3.11	Timbangan Digital	42
Gambar 3.12	Satu set saringan agregat halus.....	42
Gambar 3.13	<i>Sieve shaker</i> RA 515	42

Gambar 3.14	Nampan	43
Gambar 3.15	Gelas ukur 1000 ml	43
Gambar 3.16	Meja getar.....	43
Gambar 3.17	<i>Mixer concrete</i>	44
Gambar 3.18	<i>Compression Testing Machine</i>	44
Gambar 3.19	<i>Micro-Computer Universal Testing Machines</i>	44
Gambar 3.20	Oven	45
Gambar 3.21	Bekisting (a) kubus 5 cm x 5 cm x 5cm, (b) tabung diameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm, dan (c) balok 12 cm x 12 cm x 34 cm.....	45
Gambar 3.22	Sekop.....	46
Gambar 3.23	Batang baja penusuk	46
Gambar 3.24	Jangka sorong (kaliper)	46
Gambar 3.25	Pengujian agregat halus.....	48
Gambar 3.26	Pengujian agregat Halus.....	49
Gambar 3.27	Pengujian kadar lumpur	50
Gambar 3.28	Pengujian kadar air agregat halus.....	50
Gambar 3.29	Alat Uji XRF (Sumber : central-laboratory.um.ac.id)	51
Gambar 3.30	Alat Uji SEM EXD (Sumber : central-laboratory.um.ac.id).....	52
Gambar 3.31	<i>Rice hush ask</i> (Abu Sekam Padi)	52
Gambar 3.32	Pengujian tarik baja.....	55
Gambar 3.33	Pengujian <i>flow table test</i>	55
Gambar 3.34	Pengujian densitas mortar.	56
Gambar 3.35	Bentuk dan dimensi benda uji kubus.....	57
Gambar 3.36	Bentuk dan dimensi benda uji silinder	57
Gambar 3.37	Bentuk dan dimensi benda balok	58
Gambar 3.38	Uji susut beton.....	59
Gambar 3.39	Pengujian kuat tekan mortar.....	59
Gambar 3.40	Pengujian kuat tarik belah.....	60
Gambar 3.41	Pengujian kuat lentur mortar	61
Gambar 3.42	Set up benda uji pengujian kuat lentur.....	61
Gambar 4.1	Grafik gradasi agregat halus daerah 2	63
Gambar 4.2	Grafik persen lolos kumulatif.....	63
Gambar 4.3	Hasil SEM EXD mortar geopolimer abu sekam padi	75
Gambar 4.4	Grafik kandungan dalam <i>microstructure</i> mortar geopolimer abu sekam padi	75
Gambar 4.5	Grafik kuat tekan mortar geopolimer.....	71
Gambar 4.6	Hasil gambar benda uji setelah pengujian kuat tekan	70
Gambar 4.7	Grafik kuat tarik belah mortar geopolimer abu sekam padi.....	72
Gambar 4.8	Hasil gambar benda uji setelah pengujian kuat tarik belah.....	71
Gambar 4.9	Grafik kuat lentur mortar geopolimer abu sekam padi	73
Gambar 4.10	Hasil gambar benda uji setelah pengujian kuat lentur.....	73
Gambar 4.11	Grafik perbandingan kuat tekan mortar geopolimer dengan mortar normal.....	76
Gambar 4.12	Grafik perbandingan kuat tarik belah mortar geopolimer dengan mortar normal	76

Gambar 4.13 Grafik perbandingan kuat lentur mortar geopolimer dengan mortar normal..... 76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian gradasi agregat halus	xxvi
Lampiran 2 Pengujian kadar air agregat halus	xxviii
Lampiran 3. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	xxix
Lampiran 4. Pengujian kadar lumpur agregat halus.....	xxxI
Lampiran 5. Pengujian Kuat Tarik Baja	xxxii
Lampiran 6. Pengujian Densitas	xxxiv
Lampiran 7. Pengujian susut mortar geopolimer	xxxvii
Lampiran 8. Pengujian <i>x-ray fluorescence</i> (XRF)	xxi
Lampiran 9. Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM EDX)	xxii
Lampiran 10. Grafik Pengujian Sifat Mekanik Mortar Geopolimer.....	xxiii

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
B	[g]	Berat piknometer bersih
Bt	[g]	Berat piknometer bersih + air + benda uji
Bk	[g]	Berat benda uji kering oven
SSD	[g]	Berat benda uji
W ₁	[g]	Massa benda uji
W ₂	[g]	Massa benda uji kering oven
B1	[g]	Massa benda uji kering oven sebelum dicuci
B2	[g]	Massa benda uji kering oven setelah dicuci
W _s	[g]	Berat semen
W _p	[g]	Berat pasir
W _a	[g]	Berat air
W _{sp}	[g]	Berat <i>superplastizier</i>
D1	[L]	Diameter dasar kerucut
D2	[L]	Diameter setelah uji <i>flow</i>
F _{c'}	[M][L] ⁻²	Kuat tekan
F _{ct}	[M][L] ⁻²	Kuat tarik belah
F _{lt}	[M][L] ⁻²	Kuat lentur
Δl	[L]	Perpanjangan
%δL	[%]	Persen perpanjangan
A ₀	[L] ²	Luas penampang awal
A ₁	[L] ²	Luas penampang akhir
%δA	[%]	Persen pengurangan luas
ε _y	[%]	Regangan leleh
σ _y	[M][L] ⁻²	Tengangan leleh

DAFTAR SINGKATAN

XRF	:	<i>X-Ray Fluorescence</i>
SEM	:	Scanning Electron Microscope
BSN	:	Badan Standarisasi Nasional
ASTM	:	<i>American Society for Testing and Materials</i>
SNI	:	Standar Nasional Indonesia
SSD	:	<i>Saturated Surface Dry</i>
MHB	:	Modulus Halus Butiran
MPa	:	Mega Pascal
AA	:	Alkali Aktivator
ABS	:	Abu Sekam Padi

DAFTAR ISTILAH

1. *Curing*
Perawatan beton selama pengerasan
2. *Exposure condition*
Waktu tertentu untuk paparan mortar
3. *Fresh Properties*
Campuran mortar atau beton yang masih dalam kondisi segar.
4. *Hardened Properties*
Mortar atau beton yang memiliki kondisi sudah mengeras.
5. *Admixture*
Bahan tambahan yang digunakan dalam pencampuran mortar atau beton.
6. *Workability*
Tingkatan kemudahan untuk mengerjakan campuran mortar atau beton.