

TUGAS AKHIR

MECHANICAL PROPERTIES MORTAR DENGAN LIMBAH KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN

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



Disusun Oleh:

ARMAN GALAN MAHENDRA

20190110026

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arman Galan Mahendra
NIM : 20190110026
Judul : Mechanical Properties Mortar dengan Limbah Karbit
Sebagai Substitusi Semen

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 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, 9 - 10 - 2023

Yang membuat pernyataan



Arman Galan Mahendra

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arman Galan Mahendra

NIM : 20190110026

Judul : Mechanical Properties Mortar dengan Limbah Karbit
Sebagai Substitusi Semen

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "Mechanical Properties Mortar dengan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen" didanai melalui skema hibah penelitian terapan pada tahun 2022 oleh Lembaga Riset dan Inovasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2022 dengan nomor hibah 56/R-LRI/XII/2022.

Yogyakarta,9 - 10 - 2023

Penulis,



Arman Galan Mahendra

Dosen Peneliti,



Maryana Dwi Cahyati, S.T., M.Eng.

Dosen Anggota Peneliti 1,



Ir. Fanny Monika, S.T., M.Eng.

Dosen Anggota Peneliti 2,



Hakas Prayuda, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

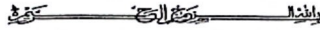
Alhamdulillah, puji syukur atas nikmat yang Allah SWT berikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu.

Terima kasih kepada Ir. As'at Pujianto, M.T., IPM selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan serta dukungan selama tugas akhir berlangsung.

Terima kasih kepada Bapak, Ibu, Kakak, Adik, dan Teman-teman saya yang telah memberikan dukungan luar biasa, bantuan moral serta doa terbaiknya. Sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan sesuai yang diharapkan.

Dan terima kasih kepada semua orang yang telah mendukung secara langsung ataupun tidak langsung hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi tugas akhir sebagai syarat kelulusan.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

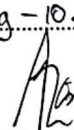
1. Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D sebagai Kaprodi Teknik Sipil UMY
2. Ir. As'at Pujiyanto, M.T., IPM sebagai Dosen Pembimbing
3. Ir. Fanny Monika, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Penguji

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a 'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 09-10-2023


Arman Galan Mahendra

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	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR ISTILAH.....	xix
ABSTRAK	xx
<i>ABSTRAC</i>	xxi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	12
2.2.1 Mortar.....	12
2.2.2 Beton Silinder	13
2.2.3 Bahan Penyusun Mortar	13
2.2.4 Pemeriksaan Agregat.....	14

2.2.5	<i>Fresh Properties</i>	16
2.2.6	<i>Hardened Properties</i>	17
2.2.7	<i>Phsycal Properties</i>	18
2.2.8	<i>Micro Struktur</i>	19
2.2.9	<i>Curing</i>	20
BAB III.....		21
METODE PENELITIAN.....		21
3.1	Materi penelitian	21
3.2	Alat dan Bahan.....	21
3.2.1	Alat.....	21
3.2.2	Bahan.....	26
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
3.4	Pelaksanaan Penelitian	28
3.4.1	Studi Literatur	29
3.4.2	Pengujian Agregat Halus	29
3.4.3	Pengujian Limbah Karbit.....	30
3.4.4	<i>Mix Design</i>	30
3.4.5	Pembuatan Benda Uji.....	31
3.4.6	Pengujian Flow	32
3.4.7	Penyerapan Air.....	32
3.4.8	Porositas.....	32
3.4.9	<i>Mass Loss</i>	33
3.4.10	<i>Curing</i>	33
3.4.11	Uji Kuat Tekan Mortar	33
3.4.12	Uji Kuat Lentur Mortar	34
3.4.13	Uji Tarik Belah Mortar.....	35
3.4.14	Analisis Data.....	35
BAB IV		37
HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Pengujian Material	37
4.2	Pemeriksaan Agregat Halus.....	37
4.2.1	Pengujian Gradasi Butir	37
4.2.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	38
4.2.3	Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	38

4.2.4	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	38
4.2.5	Pengujian Berat Satuan Agregat Halus	38
4.3	Pengujian Limbah Karbit.....	39
4.3.1	Pengujian Berat Jenis	39
4.3.2	Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	39
4.3.3	Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	40
4.4	Mix Design	41
4.5	<i>Slump Flow</i>	41
4.6	Pengujian Fisik Mortar	41
4.6.1	Porositas.....	41
4.6.2	<i>Mass Loss</i>	42
4.6.3	Penyerapan Air.....	43
4.7	Uji Mekanis Mortar.....	44
4.7.1	Pengujian Kuat Tekan	44
4.7.2	Pengujian Kuat Lentur.....	48
4.7.3	Pengujian Kuat Tarik Belah.....	51
4.8	Nilai Ekonomis	55
BAB V.....		56
KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		xxii
LAMPIRAN		58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Uji Slump (Saputra dkk., 2020)	5
Tabel 2. 2 Hasil Berat Isi (Saputra dkk., 2020)	6
Tabel 2. 3 Hasil Uji Penyerapan Air (Saputra dkk., 2020)	6
Tabel 2. 4 Hasil Kuat Tekan Mortar (Saputra dkk., 2020)	6
Tabel 2. 5 Hasil Kuat Tekan Mortar (Kharisma, 2014)	10
Tabel 2. 6 Hasil Kuat Tarik Langsung (Kharisma, 2014)	10
Tabel 2. 7 Tabel perbandingan antara penelitian terdahulu dan sekarang.	11
Tabel 3. 1 Mix design penggunaan limbah karbit pengganti semen dengan benda uji ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm.	30
Tabel 3. 2 Mix design penggunaan limbah karbit pengganti semen dengan benda uji ukuran Diamter 5 cm x 10 cm.	31
Tabel 3. 3 Mix design penggunaan limbah karbit pengganti semen dengan benda uji ukuran 16 cm x 4 cm x 4 cm.	31
Tabel 4. 1 Benda uji kuat tekan mortar umur 7 hari	45
Tabel 4. 2 Benda uji kuat tekan mortar umur 28 hari	45
Tabel 4. 3 Benda uji kuat lentur mortar umur 7 hari	48
Tabel 4. 4 Benda uji kuat lentur mortar umur 28 hari	49
Tabel 4. 5 Benda uji kuat tarik belah mortar umur 7 hari	52
Tabel 4. 6 Benda uji kuat tarik belah mortar umur 28 hari	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mutu paving block terhadap kuat tekan (Sultan dkk. 2020)	9
Gambar 2.2 Hubungan penyerapan mortar dengan kadar plastic PP (Sultan dkk. 2020)	9
Gambar 2. 3 Hasil pengujian SEM ZSM-5 (zeolit sintetik) (D. Pandiangan dkk. 2020)	19
Gambar 2. 4 Hasil pengujian XRD ZSM-5 (zeolit sintetik) (D. Pandiangan dkk. 2020)	20
Gambar 3.1 Oven.....	21
Gambar 3. 2 Saringan	21
Gambar 3. 3 Meja getar.....	22
Gambar 3. 4 Mesin <i>sieve shaker</i>	22
Gambar 3. 5 Kaliper.....	22
Gambar 3. 6 Sekop.....	23
Gambar 3. 7 <i>Concrete compression machines</i>	23
Gambar 3. 8 Timbangan.....	23
Gambar 3. 9 Tabung erlenmenyer	24
Gambar 3. 10 Mixer	24
Gambar 3. 11 Cetakan Tabung	24
Gambar 3. 12 Cetakan kubus	25
Gambar 3. 13 Cetakan balok	25
Gambar 3. 14 <i>Box sterofom</i>	25
Gambar 3. 15 <i>Sanning Electron Microscope</i>	26
Gambar 3. 16 <i>X-Ray Diffraction</i>	26
Gambar 3. 17 Agregat Halus	26
Gambar 3. 18 Semen portland	27
Gambar 3. 19 Air	27
Gambar 3. 20 Limbah karbit	27
Gambar 3. 21 Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 3. 22 Pengujian tekan kuat tekan.....	34
Gambar 3. 23 Pengujian tekan kuat lentur	35

Gambar 3. 24 Pengujian tekan kuat tarik belah.....	35
Gambar 4. 1 Hubungan dari persen lolos kumulatif dan ukuran saringan.....	37
Gambar 4. 2 Hubungan dari persen lolos kumulatif dan ukuran saringan pada daerah gradasi 3	38
Gambar 4. 3 Hasil pengujian SEM limbah karbit (a) pembersaran 300x,	39
Gambar 4. 4 Hasil kandungan limbah karbit dari pengujian SEM.....	40
Gambar 4. 5 Hasil pengujian XRD pada limbah las karbit.....	41
Gambar 4. 6 Hasil pengujian porositas	42
Gambar 4. 7 Grafik hasil pengujian porositas	42
Gambar 4. 8 Grafik hasil penyerapan air	43
Gambar 4. 9 Hasil pengujian mortar variasi campuran limbah karbit umur 7 hari	46
Gambar 4.10 Hasil pengujian mortar variasi campuran limbah karbit umur 28 hari	47
Gambar 4. 11 Perbandingan kuat tekan mortar variasi limbah karbit umur 7 hari dan 28 hari	47
Gambar 4. 12 Hubungan umur mortar dan nilai kuat tekan mortar variasi limbah karbit	47
Gambar 4. 13 Hasil pengujian mortar variasi campuran limbah karbit umur 7 hari	50
Gambar 4.14 Hasil pengujian mortar variasi campuran limbah karbit umur 28 hari	50
Gambar 4. 15 Perbandingan kuat lentur mortar variasi limbah karbit umur 7 hari dan 28 hari.....	51
Gambar 4. 16 Hubungan umur mortar dan nilai kuat lentur mortar variasi limbah karbit	51
Gambar 4. 17 Hasil pengujian mortar variasi campuran limbah karbit umur 7 hari	54
Gambar 4.18 Hasil pengujian mortar variasi campuran limbah karbit umur 28 hari	54
Gambar 4. 19 Perbandingan kuat tarik belah mortar variasi limbah karbit umur 7 hari dan 28 hari.....	54

Gambar 4. 20 Hubungan umur mortar dan nilai kuat tarik belah mortar variasi limbah karbit..... 55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gradasi Butir Agregat Halus	59
Lampiran 2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	60
Lampiran 3 Pengujian Kadar Air pada Agregat Halus	61
Lampiran 4 Pengujian Berat Satuan Agregat Halus	62
Lampiran 5 Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Halus	63
Lampiran 6 Hasil pengujian XRD (X-Ray Diffraction)	64
Lampiran 7 Hasil pengujian <i>slump flow</i>	65
Lampiran 8 Hasil pengujian porositas	66
Lampiran 9 Hasil pengujian penyerapan air.....	67
Lampiran 10 Hasil pengujian kuat tekan	68
Lampiran 11 Hasil pengujian kuat lentur.....	76
Lampiran 12 Hasil pengujian kuat tarik belah	84
Lampiran 13 Hasil analisis nilai ekonomis	92

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

At	= Berat Tertahan Pada Saringan (gram)
Att	= Berat Tertahan Total (gram)
Pblk	= Persentase Berat Lolos Kumulatif (gram)
Pbt	= Persentase Berat Tertahan (%)
Pbtk	= Persentase Berat Tertahan Sebelum (%)
Pbtks	= Persentase Berat Tertahan Kumulatif Sebelum (%)
Pbts	= Persentase Berat Tertahan Sebelum (%)
At	= Berat Tertahan Pada Saringan (gram)
i	= Nomor Saringan dari 4 hingga Nomor Saringan 100
B	= Berat piknometer berisi air
Bt	= Berat piknometer berisi air dan benda uji
Bk	= Berat benda uji kering oven
SSD	= Berat benda uji
mb	= Berat basah benda uji (gram)
mk	= Berat kering benda uji (gram)
P	= Kadar air benda uji (%)
w ₁	= Berat kering benda uji + wadah (gram)
w ₂	= Berat wadah (gram)
w ₃	= Berat kering benda uji awal (gram)
w ₄	= Berat kering benda uji sesudah cuci + wadah (gram)
w ₅	= Berat kering benda uji sesudah cuci (gram)
w ₆	= Persentase bahan lolos saringan No. 200 (%)
Ws	= Berat semen (gram)
Wp	= Berat pasir (gram)
Wa	= Berat air (gram)
Wsp	= Berat super plasticizer (gram)
Bjs	= Berat satuan semen
Bsa	= Berat satuan air

B_{jp} = Berat jenis pasir
B_{ja} = Berat jenis air
B_{jsp} = Berat jenis super plasticizer
 σ_M = Kuat tekan (MPa)
P_{maks} = Gaya beban maksimum (N)
A = Luas bidang permukaan (mm²)
G = Berat wadah dan agregat (kg)
T = Berat wadah (kg)
V = Volume wadah (m)
m_b = massa basah dari benda uji (gram)
m_k = massa kering dari benda uji (gram)
V = Volume benda uji (cm³)
B_{ja} = Berat jenis air (1 gr/cm³)

DAFTAR SINGKATAN

- BSN : Badan Standarisasi Nasional
SNI : Standar Nasional Indonesia
LK : Limbah Karbit
SEM : Scanning Electron Miscroscope
XRD : X-Ray Diffraction
FAS : Faktor Air Semen
MHB : Modulus Halus Butir

DAFTAR ISTILAH

1. *Fresh properties*
Keadaan beton segar
2. *Hardened properties*
Kondisi pengerasan beton
3. *Curing*
Proses perawatan beton
4. *Mix design*
Perancangan komposisi campuran
5. *Optimum*
Nilai terbaik yang digunakan
6. *Mass loss*
Kehilangan berat
7. *Setting Up*
Pengaturan