

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN LIMBAH ABU AMPAS TEBU UNTUK
PEMBUATAN PAVING BLOCK TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN TINGKAT EKONOMIS**

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



Disusun oleh:
Bagus Arya Nurega
20190110023

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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagus Arya Nurega

NIM : 20190110023

Judul : Pemanfaatan Limbah Abu Ampas Tebu Untuk Pembuatan
Paving Block Terhadap Sifat Mekanik Dan Tingkat
Ekonomis

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, *26 Juni*..... 2023

Yang membuat pernyataan


[Signature]
(*BAGUS ARYA N.*)

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagus Arya Nurega


NIM : 20190110023

Judul : Pemanfaatan Limbah Abu Ampas Tebu Untuk Pembuatan
Paving Block Terhadap Sifat Mekanik Dan Tingkat
Ekonomis

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Pemanfaatan Limbah Abu Ampas Tebu Untuk Pembuatan *Paving Block* Terhadap Sifat Mekanik Dan Tingkat Ekonomis 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 Juli 2023

Penulis,



Bagus Arya Nurega

Dosen Peneliti,



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

Dosen Anggota Peneliti 1,



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

Dosen Anggota Peneliti 2,



Martyana Dwi Cahyati, 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. Fanny Monika, S.T., M.Eng. dan Hakas Prayuda, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan serta dukungan selama tugas akhir berlangsung.

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

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 mengurangi limbah ampas tebu yang banyak terbuang secara percuma dan mengoptimalkan pemanfaatan limbah ampas tebu agar berguna bagi masyarakat.

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. Ir. Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Ir. Fanny Monika, S.T., M.Eng. dan Hakas Prayuda, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir ini dari awal penelitian ini berjalan hingga selesai,
3. Dr. Ir. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji pada penelitian ini,
4. Supriyanta dan Windiyasningsih selaku orang tua saya yang selalu percaya bahwa saya bisa menyelesaikan apa yang telah saya mulai dan juga telah membiayai kuliah saya,
5. Elsa dan Dewa selaku adik saya yang selalu memberi dukungan terbaik nya agar saya bisa menyelesaikan pendidikan S1 saya ini,
6. Retno Ariyani, S.M. selaku partner saya, banyak membantu saya dan selalu menemani saya suka dan duka saat saya masih menempuh perkuliahan maupun menyelesaikan tugas akhir ini.

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, 26 Juni 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'MS' with a stylized flourish.

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	i
TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xx
DAFTAR ISTILAH	xxi
ABSTRAK.....	xxii
<i>ABSTRACT</i>	xxiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori	21
2.2.1 Mortar.....	21
2.2.2. Bahan Penyusun Mortar	21
2.2.3 Pemerisaan Agregat	23
2.2.4 <i>Fresh Properties</i>	27
2.2.5 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	27

2.2.6	<i>Hardened Properties</i>	27
2.2.7	<i>Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)</i>	28
2.2.8	<i>Curing</i>	28
2.2.9	Berat Satuan	28
2.2.10	Porositas	29
2.2.11	Umur mortar	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
3.1	Materi Penelitian.....	31
3.2	Alat dan Bahan	31
3.2.1	Alat.....	31
3.2.2	Bahan.....	38
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	39
3.4	Tahapan Penelitian.....	40
3.4.1	Studi Literatur	41
3.4.2	Persiapan Alat dan Bahan	41
3.4.3	Pengujian Agregat Halus.....	41
3.4.4	Pengujian Abu Ampas Tebu	43
3.4.5	<i>Mix Design</i>	43
3.4.6	Pembuatan Benda Uji.....	44
3.4.7	Pengujian <i>Flow</i>	44
3.4.8	Penyerapan Air.....	45
3.4.9	Porositas	45
3.4.10	<i>Mass Loss</i>	46
3.4.11	Proses <i>Curing</i>	46
3.5	Pengujian Mekanis Mortar	46
3.5.1	Uji Kuat Tekan Mortar.....	46
3.5.2	Uji Kuat Lentur Mortar	47
3.5.3	Uji Tarik Belah Mortar.....	48
3.6	Analisis Data.....	50
BAB IV		51
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Pengujian Material Penyusun Mortar	51
4.2	Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir).....	51
4.2.1	Pengujian Gradasi Butir	51

4.2.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	52
4.2.3	Pengujian Kadar Air Agregat Halus	53
4.2.4	Pengujian Berat Satuan Agregat Halus.....	53
4.2.5	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	54
4.3	Pengujian Abu Ampas Tebu.....	54
4.3.1	Pengujian Berat jenis.....	54
4.3.2	Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	54
4.3.3	Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	56
4.4	Pengujian Semen	57
4.4.1	Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	57
4.4.2	Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)	59
4.5	<i>Mix Design</i>	59
4.6	<i>Slump Flow</i>	59
4.7	Pengujian Fisik Paving	60
4.7.1	Porositas	60
4.7.2	<i>Mass Loss</i>	61
4.7.3	Penyerapan Air (<i>Water Absorption</i>)	62
4.7.4	<i>Initial Rate of Suctions</i> (IRS).....	63
4.8	Uji Mekanis Paving	64
4.8.1	Pengujian Kuat Tekan	64
4.8.2	Pengujian Kuat Lentur	67
4.8.3	Pengujian Kuat Tarik Belah.....	71
4.9	Nilai Ekonomis.....	75
BAB V.....		77
KESIMPULAN DAN SARAN.....		77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		xxiv
LAMPIRAN.....		78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kuat tarik lentur rata-rata untuk tiap umur pengujian (Rompas dkk., 2013)	6
Tabel 2. 2 Persentase kuat tarik lentur terhadap prosentase AAT 0% (Rompas dkk., 2013)	6
Tabel 2. 3 Nilai modulus elastisitas tiap variasi AAT dan prosentase terhadap modulus elastisitas beton AAT 0% (Rompas dkk., 2013)	7
Tabel 2. 4 Hasil pengujian tampilan luar (Fattah dan Nabi, 2018)	8
Tabel 2. 5 Hasil pengujian bobot isi (Fattah dan Nabi, 2018)	9
Tabel 2. 6 Hasil pengujian daya serap (Fattah dan Nabi, 2018)	9
Tabel 2. 7 Rangkuman pengujian kadar garam (Fattah dan Nabi, 2018)	10
Tabel 2. 8 Rangkuman pengujian kuat tekan (Fattah dan Nabi, 2018)	10
Tabel 2. 9 Hasil pengujian kuat tekan (Pranowo dkk., 2022)	11
Tabel 2. 10 Daya serap air paving block beton umur 28 hari (Namarak <i>et al.</i> , 2018)	14
Tabel 2. 11 Hasil uji kuat lentur paving block beton (Namarak <i>et al.</i> , 2018)	15
Tabel 2. 12 Kuat tekan rata-rata dan estimasi karakteristik (Altoé <i>et al.</i> , 2018) ..	17
Tabel 2. 13 Indeks penyerapan air (Altoé <i>et al.</i> , 2018)	18
Tabel 2. 14 Perbandingan penelitian terdahulu dan sekarang	19
Tabel 3. 1 Hasil <i>Mix Design</i> penggunaan abu ampas tebu pengganti semen dengan total benda uji 18 buah	44
Tabel 4. 1 Hasil pemeriksaan gradasi butiran agregat halus	52
Tabel 4. 2 Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus	53
Tabel 4. 3 Hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus	53
Tabel 4. 4 Hasil pemeriksaan berat satuan agregat halus	53
Tabel 4. 5 Hasil pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus	54
Tabel 4. 6 Hasil pengujian SEM pada abu ampas tebu	55
Tabel 4. 7 Kandungan senyawa pada semen dan abu ampas tebu	55
Tabel 4. 8 Senyawa yang terkandung pada semen	58
Tabel 4. 9 Hasil uji <i>slump flow</i>	60

Tabel 4. 10 Hasil uji porositas	60
Tabel 4. 11 Hasil uji penyerapan air pada mortar dengan AAT	62
Tabel 4. 12 Hasil pengujian IRS	63
Tabel 4. 13 Benda uji kuat tekan paving umur 7 hari	64
Tabel 4. 14 Benda uji kuat tekan paving umur 28 hari	65
Tabel 4. 15 Benda uji kuat lentur paving umur 7 hari	68
Tabel 4. 16 Benda uji kuat lentur paving umur 28 hari	69
Tabel 4. 17 Benda uji kuat tarik belah paving umur 7 hari.....	72
Tabel 4. 18 Benda uji kuat tarik belah paving umur 28 hari.....	73
Tabel 4. 19 Harga paving konvensional.....	75
Tabel 4. 20 Harga paving dengan campuran limbah abu ampas tebu 10%	75
Tabel 4. 21 Harga paving dengan campuran limbah abu ampas tebu 15%	75
Tabel 4. 22 Harga paving dengan campuran limbah abu ampas tebu 20%	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bobot isi (Fattah dan Nabi, 2018)	9
Gambar 2. 2 Daya serap (Fattah dan Nabi, 2018).....	9
Gambar 2. 3 Kadar garam (Fattah dan Nabi, 2018).....	10
Gambar 2. 4 Kuat tekan (Fattah dan Nabi, 2018)	10
Gambar 2. 5 Pengujian kuat tekan (Pranowo dkk., 2022)	12
Gambar 2. 6 Hubungan antara kuat tekan dan rasio W/B beton <i>paving block</i> yang dibentuk pada tekanan 6 MPa (Namarak <i>et al.</i> , 2018).....	15
Gambar 2. 7 Kehilangan massa <i>paving block</i> beton selama pengujian ketahanan abrasi (Namarak <i>et al.</i> , 2018).....	15
Gambar 2. 8 Kehilangan massa <i>paving block</i> beton akibat uji ketahanan abrasi (Namarak <i>et al.</i> , 2018)	16
Gambar 2. 9 Kekuatan tekan (Altoé <i>et al.</i> , 2018)	17
Gambar 2. 10 Kekuatan tekan ban 2% (Altoé <i>et al.</i> , 2018)	18
Gambar 2. 11 Kekuatan tekan ban 5% (Altoé <i>et al.</i> , 2018)	18
Gambar 2. 12 Bagan penyerapan (Altoé <i>et al.</i> , 2018).....	19
Gambar 2. 13 Kuat tekan rata-rata mortar sampai umur 28 hari (Adi, 2009).....	29
Gambar 2. 14 Kuat tekan mortar Sharon L. Wood (Adi, 2009).....	30
Gambar 2. 15 Kuat tekan rata-rata mortar sampai umur 90 hari (Adi, 2009).....	30
Gambar 3. 1 <i>Mixer</i>	31
Gambar 3. 2 Cetakan kubus	32
Gambar 3.3 Timbangan.....	32
Gambar 3. 4 <i>Concrete compression testing machines</i>	33
Gambar 3. 5 Oven.....	33
Gambar 3. 6 Saringan.....	34
Gambar 3. 7 Mesin <i>shaker</i>	34
Gambar 3. 8 Meja getar	35
Gambar 3. 9 Kaliper.....	35
Gambar 3. 10 Sekop	36
Gambar 3. 11 Nampan.....	36

Gambar 3. 12 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	37
Gambar 3. 13 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	37
Gambar 3. 14 Cetakan <i>paving block</i>	37
Gambar 3.15 Pasir.....	38
Gambar 3. 16 Semen Portland	38
Gambar 3. 17 Air.....	39
Gambar 3. 18 Abu ampas tebu.....	39
Gambar 3.19 Diagram alir penelitian.....	40
Gambar 3.20 <i>Setting up</i> pengujian kuat tekan	47
Gambar 4. 1 Hubungan dari persen lolos kumulatif dan ukuran saringan.....	51
Gambar 4. 2 Hubungan dari persen lolos kumulatif dan ukuran saringan.....	52
Gambar 4. 3 Hasil pengujian SEM pada abu ampas tebu (a) pembesaran 2000x (b) pembesaran 5000x (c) pembesaran 7500x (d) pembesaran 10000x	56
Gambar 4. 4 Hasil pengujian SEM pada abu ampas tebu.....	56
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian XRD pada abu ampas tebu.....	57
Gambar 4. 6 Hasil pengujian SEM pada semen (a) pembesaran 2000x (b) pembesaran 5000x (c) pembesaran 7500x (d) pembesaran 10000x	58
Gambar 4. 7 Hasil pengujian SEM pada semen.....	58
Gambar 4. 8 Hasil pengujian XRD pada semen	59
Gambar 4. 9 Hasil uji porositas.....	61
Gambar 4. 10 Hubungan perubahan berat dan umur mortar paving.....	61
Gambar 4. 11 Penyerapan air abu ampas tebu	62
Gambar 4. 12 Hasil pengujian IRS	63
Gambar 4. 13 Hasil uji kuat tekan paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 7 hari	66
Gambar 4. 14 Hasil uji kuat tekan paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 28 hari	66
Gambar 4. 15 Perbandingan kuat tekan paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 7 hari dan 28 hari	67
Gambar 4. 16 Hubungan umur mortar paving dan nilai kuat tekan pada paving dengan variasi campuran abu ampas tebu.....	67

Gambar 4. 17 Hasil uji kuat lentur paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 7 hari	70
Gambar 4. 18 Hasil uji kuat lentur paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 28 hari	70
Gambar 4. 19 Perbandingan kuat lentur paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 7 hari dan 28 hari	71
Gambar 4. 20 Hubungan umur mortar paving dan nilai kuat lentur pada paving dengan variasi campuran abu ampas tebu	71
Gambar 4. 21 Hasil uji kuat tarik belah paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 7 hari	73
Gambar 4. 22 Hasil uji kuat tarik belah paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 28 hari	74
Gambar 4. 23 Perbandingan kuat tarik belah paving dengan variasi campuran abu ampas tebu berumur 7 hari dan 28 hari	74
Gambar 4. 24 Hubungan umur mortar paving dan nilai kuat tarik belah pada paving dengan variasi campuran abu ampas tebu	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Gradasi Butir agregat halus	79
Lampiran 2 Pengujian berat jenis dan penyerapan air	80
Lampiran 3 Pengujian kadar air pada agregat halus (pasir)	81
Lampiran 4 Pengujian berat satuan agregat halus (pasir)	82
Lampiran 5 Pengujian kadar lumpur pada agregat halus (pasir).....	83
Lampiran 6 Hasil pengujian agregat halus dan limbah.....	84
Lampiran 7 Hasil pengujian kuat tekan mortar	85
Lampiran 8 Hasil pengujian kuat lentur mortar	91
Lampiran 9 Hasil pengujian kuat tarik belah mortar	97

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	(%)
W _s	= Berat semen	(gram)
W _p	= Berat pasir	(gram)
W _a	= Berat air	(gram)
W _{sp}	= Berat <i>super plasticizer</i>	(gram)
B _{js}	= Berat satuan semen	
B _{sa}	= Berat satuan air	
B _{jp}	= Berat jenis pasir	
B _{ja}	= Berat jenis air	

Bj _{sp}	= Berat jenis <i>super plasticizer</i>	
σ_M	= Kuat tekan	(MPa)
P _{maks}	= Gaya beban maksimum	(N)
A	= Luas bidang permukaan	(mm ²)
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	(cm ³)
B _{ja}	= Berat jenis air	(1 gr/cm ³)

DAFTAR SINGKATAN

BSN	: Badan Standarisasi Nasional
SNI	: Standar Nasional Indonesia
AAT	: Abu Ampas Tebu
SEM	: <i>Scanning Electron Miscroscope</i>
XRD	: <i>X-Ray Diffraction</i>
FAS	: Faktor Air Semen
IRS	: <i>Initial Rate of Suctions</i>
MHB	: Modulus Halus Butir

DAFTAR ISTILAH

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