

TUGAS AKHIR

**KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI
BAHAN PENGGANTI AGREGAT HALUS VARIASI 30%, 40%, DAN 50%**



**DI SUSUN OLEH :
BAGAS DWI NURSYA'BANI
20170110172**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021**

TUGAS AKHIR

KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT HALUS VARIASI 30%, 40%, DAN 50%

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



Di susun oleh :

Bagas Dwi NurSya'bani

20170110172

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bagas Dwi NurSyabani

NIM : 20170110172

Judul : Kuat tarik belah beton dengan *bottom ash* sebagai bahan pengganti agregat halus variasi 30%, 40%, dan 50%.

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

Yogyakarta, Maret 2021

Yang membuat pernyataan



Bagas Dwi NurSyabani

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bagas Dwi NurSya'bani

NIM : 20170110172

Judul : Kuat tarik belah beton dengan *bottom ash* sebagai bahan pengganti agregat halus variasi 30%, 40%, dan 50%.

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "Kuat tekan beton dengan bottom ash sebagai substitusi pengganti agregat" dan didanai melalui skema hibah penelitian internal pada tahun 2021 oleh Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2021 dengan nomor hibah 550/PEN-LP3M/II/2021 Tentang penerima hibah penelitian program peningkatan tri dharma perguruan tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, Maret 2021

Penyusun



Bagas Dwi NurSya'bani

Dosen peneliti



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

Dosen anggota peneliti 1



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

Dosen anggota peneliti 2



Martyana Dwi Cahyati, S.T.,

M.Eng.

Dosen anggota peneliti 3

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Terima kasih kepada Fanny Monika, ST., M.Eng dan Hakas Prayuda, S.T., M.Eng yang telah memberi penyusun bimbingan Tugas Akhir.

Terima kasih kepada kedua orang tua, kakak, dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan menjadi alasan bahwa ada masa depan yang harus diperjuangkan, ada impian yang harus digapai, dan ada cita-cita yang harus di kejar.

Terima kasih kepada kelompok Tugas Akhir : Adhi, Hilal, Zayu, Agustin, Yolan, Erwiena, dan Nia, yang telah saling membantu dalam mengerjakan tugas akhir hingga selesai.

Terima kasih kepada teman-teman Manajemen Bola 9 : Firhan, Malik, Handoyo, Wicak, dan Restu, yang telah menemani penyusun bermain biliard dikala jenuh dengan tugas akhir.

Terima kasih kepada teman-teman Lacoste Endeavor : Adhi, Fahmi, Handoyo, Hilal, Andri, Restu, Ghea, dan Firhan yang telah menemani penyusun bermain point blank dikala penyusun jenuh dengan tugas akhir.

Terima kasih kepada teman-teman kelas D Sipil 2017 yang telah berjuang bersama dibangku perkuliahan.

Dan terima kasih kepada semua orang yang telah mendukung secara langsung ataupun tidak langsung hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

PRAKATA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarja Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Judul dari penelitian ini adalah “Kuat tekan beton dengan *bottom ash* sebagai substitusi pengganti agregat”.

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 terimakasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusun tugas akhir ini kepada :

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
 2. Fanny Monika, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir,
 3. Dr. Seplika Yadi, S.T., M.T. selaku dosen penguji Tugas Akhir,
 4. Kepada kedua orang tua, kakak, dan lainnya yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, dan
 5. Semua pihak yang telah membantu sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
- 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, Maret 2021

Bagas Dwi NurSya'bani

DAFTAR ISI

HALAMAN Sampul	i
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	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.1.1. Karakteristik <i>Bottom Ash</i>	5
2.1.2. Pemeriksaan <i>Properties</i> Agregat Halus	7
2.1.3. Pemeriksaan <i>Properties</i> Agregat Kasar	8
2.1.4. Pemanfaatan <i>Bottom Ash</i> pada Beton	9
2.2. Dasar Teori	11
2.2.1. Beton	11
2.2.2. Bahan Penyusun Beton	11
2.2.3. Pemeriksaan Karakteristik <i>Binder</i>	13

2.2.4.	Pemeriksaan Agregat	14
2.2.5.	<i>Fresh Properties</i>	15
2.2.6.	<i>Curing</i>	15
2.2.7.	<i>Hardened Properties</i>	16
BAB III	18
METODE PENELITIAN	18
3.1.	Materi Penelitian	18
3.2.	Bahan Penelitian	19
3.3.	Alat Penelitian	22
3.4.	Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material	28
3.4.1.	Pengujian Agregat Halus	28
3.4.2.	Pengujian Agregat Kasar	30
3.4.3.	Pengujian <i>Bottom Ash</i>	32
3.5.	Pengujian Mix Design	32
3.6.	Pengujian Beton Segar	33
3.6.1.	<i>Slump Test</i>	33
3.7.	Prosedur Pencampuran Bahan	33
3.8.	Prosedur <i>Curing</i>	34
3.9.	Pengujian Kuat Tarik	34
BAB IV	35
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35
4.1.	Hasil Pengujian Sifat Bahan Penyusun Beton	35
4.2.	Hasil Pengujian Agregat Halus	35
4.2.1.	Pengujian Gradasi Butiran	35
4.2.2.	Pengujian Kadar Air Agregat Halus	36
4.2.3.	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	36
4.2.4.	Pengujian Berat Satuan Agregat Halus	37
4.2.5.	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	37
4.3.	Hasil Pengujian Agregat Kasar	37
4.3.1.	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	37
4.3.2.	Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar	38
4.3.3.	Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	38
4.3.4.	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	38
4.3.5.	Pengujian Keausan Agregat Kasar	38
4.4.	Hasil Pengujian <i>Binder</i>	39
4.4.1.	Pengujian Gradasi Butiran <i>Bottom Ash</i>	39

4.4.2. Pengujian XRD dan SEM	39
4.5. Hasil Pengujian <i>Fresh Properties</i>	42
4.5.1. Pengujian <i>Slump Test</i> dan <i>Slump Loss</i>	42
4.6. Hasil Pengujian <i>Hardened Properties</i>	43
4.6.1. Pengujian Kuat Tarik	43
4.6.2. Pengujian <i>Mass Loss</i>	52
BAB V.....	54
KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Chemical composition</i> pada <i>bottom ash</i>	6
Tabel 2. 2 Hasil pengujian agregat halus dari Kali Progo.....	8
Tabel 2. 3 Hasil pengujian agregat kasar dari Kali Progo.....	9
Tabel 3. 1 <i>Mix design</i> per 1 m ³	32
Tabel 3. 2 <i>Mix design</i> per benda uji	33
Tabel 4. 1 Hasil pengujian gradasi butiran agregat halus	35
Tabel 4. 2 Hasil pengujian agregat halus	37
Tabel 4. 3 Hasil pengujian agregat kasar	38
Tabel 4. 4 Hasil pengujian gradasi butiran <i>bottom ash</i>	39
Tabel 4. 5 Hasil pengujian XRD	41
Tabel 4. 6 Hasil uji kuat tarik beton variasi <i>bottom ash</i> 0%	44
Tabel 4. 7 Hasil uji kuat tarik beton variasi <i>bottom ash</i> 30%	45
Tabel 4. 8 Hasil uji kuat tarik beton variasi <i>bottom ash</i> 40%	46
Tabel 4. 9 Hasil uji kuat tarik beton variasi <i>bottom ash</i> 50%	47
Tabel 4. 10 Perubahan berat beton pada metode <i>sealed curing</i>	53
Tabel 4. 11 Perubahan berat beton pada metode <i>water curing</i>	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil pengujian SEM oleh Singh & Siddique (2015)	6
Gambar 2. 2 Hasil pengujian XRD oleh Singh & Siddique (2015).....	7
Gambar 2. 3 Hasil pengujian variasi 0% <i>bottom ash</i> oleh Siddique, dkk (2011) .	10
Gambar 2. 4 Hasil pengujian variasi 10% <i>bottom ash</i> oleh Siddique, dkk (2011)	10
Gambar 2. 5 Hasil pengujian variasi 20% <i>bottom ash</i> oleh Siddique, dkk (2011)	10
Gambar 2. 6 Hasil pengujian variasi 30% <i>bottom ash</i> oleh Siddique, dkk (2011)	10
Gambar 2. 7 Hasil pengujian kuat tarik belah oleh Singh & Siddique (2013).....	11
Gambar 2. 8 Sketsa pembebanan kuat tarik belah (SNI, 2014)	16
Gambar 3. 1 Bagan alir materi penelitian	18
Gambar 3. 2 Agregat kasar	19
Gambar 3. 3 Agregat halus.....	19
Gambar 3. 4 Semen	20
Gambar 3. 5 <i>Bottom ash</i>	20
Gambar 3. 6 <i>Silica fume</i>	21
Gambar 3. 7 <i>Superplasticizer</i>	21
Gambar 3. 8 Mesin <i>Los Angeles</i>	22
Gambar 3. 9 <i>Mixer concrete</i>	22
Gambar 3. 10 <i>Compression testing machine</i>	23
Gambar 3. 11 Oven	23
Gambar 3. 12 Kerucut <i>abrams</i>	24
Gambar 3. 13 Timbangan.....	24
Gambar 3. 14 Gelas ukur	25
Gambar 3. 15 Kaliper.....	25
Gambar 3. 16 Saringan.....	26
Gambar 3. 17 Sekop.....	26
Gambar 3. 18 Cetakan silinder.....	27
Gambar 3. 19 Wadah.....	27
Gambar 3. 20 Plastik.....	28
Gambar 3. 21 Sketsa pengujian kuat tarik belah (SNI, 2014).....	34
Gambar 4. 1 Hubungan berat lolos kumulatif dan ukuran saringan	36

Gambar 4. 2 Hubungan berat lolos kumulatif dan ukuran saringan (Daerah 2) ...	36
Gambar 4. 3 Hubungan berat lolos kumulatif dan ukuran saringan	39
Gambar 4. 4 Grafik pengujian XRD <i>bottom ash</i>	40
Gambar 4. 5 Grafik pengujian XRD <i>silica fume</i>	40
Gambar 4. 6 Grafik pengujian XRD semen.....	40
Gambar 4. 7 Hasil uji SEM pada semen	41
Gambar 4. 8 Hasil uji sem pada <i>bottom ash</i>	41
Gambar 4. 9 Hasil uji SEM pada <i>silica fume</i>	42
Gambar 4. 10 Pengujian <i>slump test</i>	42
Gambar 4. 11 Hasil pengujian <i>slump test</i>	43
Gambar 4. 12 Hasil pengujian <i>slump loss</i>	43
Gambar 4. 13 Hasil uji kuat tarik belah beton dengan campuran <i>bottom ash</i> pada metode <i>sealed curing</i>	48
Gambar 4. 14 Hasil uji kuat tarik belah beton dengan campuran <i>bottom ash</i> pada metode <i>water curing</i>	48
Gambar 4. 15 Perbandingan hasil uji kuat tarik belah umur 28 antara <i>sealed curing</i> dan <i>water curing</i>	48
Gambar 4. 16 Hubungan hasil uji kuat tarik umur 3 hari dengan variasi <i>bottom ash</i> (<i>water curing</i>)	49
Gambar 4. 17 Hubungan hasil uji kuat tarik umur 3 hari dengan variasi <i>bottom ash</i> (<i>sealed curing</i>)	49
Gambar 4. 18 Hubungan hasil uji kuat tarik umur 7 hari dengan variasi <i>bottom ash</i> (<i>water curing</i>)	50
Gambar 4. 19 Hubungan hasil uji kuat tarik umur 7 hari dengan variasi <i>bottom ash</i> (<i>sealed curing</i>)	50
Gambar 4. 20 Hubungan hasil uji kuat tarik umur 28 hari dengan variasi <i>bottom ash</i> (<i>water curing</i>)	51
Gambar 4. 21 Hubungan hasil uji kuat tarik umur 28 hari dengan variasi <i>bottom ash</i> (<i>sealed curing</i>)	51
Gambar 4. 22 Benda uji saat diletakkan di mesin pengujian.....	52
Gambar 4. 23 Kondisi benda uji setelah dilakukan pengujian.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian gradasi agregat halus	59
Lampiran 2. Pengujian kadar air agregat halus	61
Lampiran 3. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	62
Lampiran 4. Pengujian berat satuan agregat halus	64
Lampiran 5. Pengujian kadar lumpur agregat halus.....	65
Lampiran 6. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	66
Lampiran 7. Pengujian berat satuan agregat kasar.....	68
Lampiran 8. Pengujian kadar air agregat kasar	69
Lampiran 9. Pengujian kadar lumpur agregat kasar.....	70
Lampiran 10. Pengujian keausan agregat kasar	71
Lampiran 11. Pengujian gradasi <i>bottom ash</i>	72
Lampiran 12. Hasil pengujian SEM dan XR-D	74
Lampiran 13. Alat pemeriksaan bahan penyusun beton	76
Lampiran 14. Alat pemeriksaan sifat segar beton.....	79
Lampiran 15. Alat pembuatan benda uji	80
Lampiran 16. Bahan penyusun beton.....	82
Lampiran 17. Proses pengujian beton segar (<i>fresh properties</i>).....	85
Lampiran 18. Hasil pengujian kuat tarik belah beton	86
Lampiran 19. Hasil pengujian kuat tarik belah	88

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
B1	[g]	berat pasir kering sebelum dicuci
B2	[g]	berat pasir kering setelah dicuci
W1	[g]	berat wadah
W2	[g]	berat pasir dengan wadah
W3	[g]	berat benda uji
W4	[g]	berat pasir setelah dikeringkan
W5	[g]	berat kadar air
P	[kg]	gaya tekan aksial
A	[cm ²]	luas penampang melintang
w/c	[-]	<i>water ratio</i>
SP	[-]	<i>Superplasticizier</i>
D	[L]	diameter benda uji
L	[L]	panjang benda uji
Fc'	[M] [L] ⁻²	Kuat tekan

DAFTAR SINGKATAN

ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
BSN	: Badan Standarisasi Nasional
DPU	: Dinas Pekerjaan Umum
SNI	: Standar Nasional Indonesia

DAFTAR ISTILAH

1. *Workability*
kemudahan dalam mengerjakan beton.
2. Variasi
penampakan dari sifat tertentu yang menyebabkan satu organisme berbeda dengan organisme lain dalam satu jenis.
3. *Fresh properties*
Istilah dalam bahasa Inggris yang menyebutkan kondisi beton yang masih segar.
4. *Hardened properties*
5. *Admixture*
Bahan tambah campuran beton.
6. *Superplasticizer*
Bahan tambah berupa cairan kimia.