

TUGAS AKHIR

**KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN *BOTTOM ASH*
SEBAGAI SUBSTITUSI PENGGANTI SEMEN**

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



Di susun oleh :

HILAL AULIA RAMAN

20170110153

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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hilal Aulia Rahman

NIM : 20170110153

Judul : Kuat Tarik Belah Beton Dengan *Bottom Ash* Sebagai
Substitusi Pengganti 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, 16 April 2021

Yang membuat pernyataan



Hilal Aulia Rahman

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hilal Aulia Rahman

NIM : 20170110153

Judul : Kuat Tarik Belah Beton Dengan *Bottom Ash* Sebagai
Subtitusi Pengganti Semen

menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Kuat Tarik Belah Beton Dengan *Bottom Ash* Sebagai Subtitusi Pengganti Semen” 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 Tentang penerima hibah penelitian program peningkatan tri dharma perguruan tinggi universitas muhammadiyah yogyakarta.

Yogyakarta, 16 April 2021

Penulis



Hilal Aulia Rahman

Dosen Peneliti



Fanny Monika, S.T., M. Eng

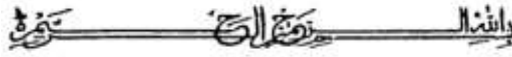
HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah ya Allah, segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat dan karunianya, kita memujinya, dan meminta pertolongan, pengampunan serta petunjuk kepadanya. Barang siapa mendapat petunjuk dari Allah, maka tidak akan ada yang mampu menyesatkannya. Aku bersaksi bahwa tidak ada tuhan lain selain Allah dan Muhammad adalah utusan Allah. Semoga doa, shalawat dan salam tercurah pada junjungan nabi kita Muhammad SAW, keluarganya, dan para sahabat serta siapa saja yang mendapat petunjuk hingga hari kiamat. Sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar, Aamiin.

Persembahan tugas akhir ini dan rasa terima kasih aku ucapkan untuk :

1. Keluargaku tercinta, kedua orang tuaku yaitu ayah dan ibuku yang telah membesarkan aku, memberikan kasih dan sayang, do'a, dukungan serta motivasi baik secara moril maupun materil agar selalu terikat dengan hukum islam dan menjadi orang yang bahagia di dunia dan di akhirat dan tidak lupa pula kepada adik-adikku yang aku sayangi dan aku cintai.
2. Terima kasih kepada Fanny Monika, ST., M.Eng dan Hakas Prayuda, S.T., M.Eng yang telah memberi bimbingan agar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar dan benar.
3. Terima kasih kepada Astri Ayu Meirisa yang senantiasa memberikan semangat, motivasi agar tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar.
4. Terima kasih kepada : Adi, Bagas, Zayu, Erwina, Nia, Yolanda, Jeje yang telah berjuang bersama dan membantu serta memotivasi agar tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Terima kasih kepada temen-temen angkatan 2017 yang telah bersama-sama dengan penulis hingga semester akhir ini.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang maha kuasa atas segala sesuatu di dunia dan di akhirat dan tidak ada tuhan selain Allah. 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 Tarik Belah beton dengan *bottom ash* sebagai substitusi pengganti semen”.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari Allah dan 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. Kepada ayah, dan ibu serta adik-adikku yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
2. Kepada Astri Ayu Meirisa yang senantiasa selalu mendampingi disaat senang dan sedih,
3. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
4. Fanny Monika, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir,
5. Ir. As'at Pujiyanto, MT. selaku dosen penguji Tugas Akhir, dan
6. 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, 16 April 2021

Hilal Aulia Rahman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Lingkup Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Karakteristik <i>Bottom Ash</i>	6
2.1.2 Pemeriksaan Properties Agregat Halus	13
2.1.3 Pemeriksaan Properties Agregat Kasar	14
2.1.4 Pemanfaatan <i>Bottom Ash</i> Pada Beton	15
2.1.5 Pemanfaatan <i>Silica Fume</i> dan <i>Superplasticizer</i> pada beton.....	21
2.1.6 Metode <i>Curing</i> (<i>Water Curing</i> dan <i>Sealed Curing</i>).....	22
2.2 Dasar Teori	22
2.2.1 Beton.....	22

2.2.2	Bahan Penyusun Beton	22
2.2.2.1	Agregat Halus.....	23
2.2.2.2	Agregat Kasar.....	24
2.2.2.3	Air.....	24
2.2.2.4	Semen portland.....	24
2.2.3	<i>Admixture</i> (Bahan Tambah).....	26
2.2.3.1	<i>Silica Fume</i>	26
2.2.3.2	<i>Superplasticizer</i>	26
2.2.4	Pemeriksaan Karakteristik Binder	27
2.2.5	Pemeriksaan Agregat	27
2.2.6	<i>Fresh Properties</i>	29
2.2.7	<i>Hardened Properties</i>	30
2.2.7.1	Kuat Tarik Belah Beton.....	30
2.2.7.2	Perubahan Berat	30
2.2.7.3	Berat Satuan	30
2.2.8	Metode <i>Curing</i> (<i>water curing</i> dan <i>sealed curing</i>).....	31
BAB III METODE PENELITIAN.....		32
3.1	Bahan Penelitian.....	32
3.2	Alat Penelitian.....	34
3.3	Alur Penelitian	36
3.4	Prosedur Pengujian Material	37
3.4.1	Pengujian Agregat Halus	37
3.4.2	Pengujian Agregat Kasar	39
3.4.3	Pengujian <i>Bottom Ash</i>	41
3.5	<i>Mix Design</i>	42
3.6	Prosedur Pengujian Beton Segar	43
3.7	Prosedur Pencampuran Bahan (BSN, 2011)	43
3.8	Prosedur Perawatan Beton	43
3.9	Pengujian Kuat Tarik Belah	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Hasil Pengujian Sifat Bahan Penyusun Beton	45

4.2	Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)	45
4.2.1	Pengujian Gradasi Butiran	45
4.2.2	Pengujian Kadar Air Agregat Halus	47
4.2.3	Pengujian Berat Satuan Agregat Halus.....	47
4.2.4	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	47
4.2.5	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	48
4.3	Hasil Pengujian Agregat Kasar (Kerikil)	49
4.3.1	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	49
4.3.2	Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	49
4.3.3	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	49
4.3.4	Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar.....	50
4.3.5	Pengujian Keausan Agregat Kasar	50
4.4	Hasil Pengujian Binder	51
4.4.1	Hasil Pengujian <i>Bottom ash</i>	51
4.4.2	Pengujian SEM dan XR-D.....	51
4.5	Hasil Pengujian <i>Fresh Properties</i>	54
4.5.1	Pengujian <i>Slump Test</i> dan <i>Slump Lost</i>	54
4.6	Hasil Pengujian <i>Hardened Properties</i>	56
4.6.1	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	56
4.6.2	Pengujian Mass Loss	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Chemical composition</i> dari <i>bottom ash</i> (Santoso, dkk. 2016) (Naganathan, dkk. 2012) (Ramzi, dkk. 2016)	8
Tabel 2.2 Hasil pengujian agregat halus (pasir) Sungai Progo, Yogyakarta (Ikhsan, dkk. 2016) (Pratiwi, 2016) (Prayuda dan Pujiyanto, 2018) (Sari, 2016).....	14
Tabel 2.3 Hasil pengujian agregat kasar (kerikil) dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta. (Habibi, 2014) (Wibowo, 2016) (Sudiarta, dkk. 2015) (Yanuar, 2014).....	15
Tabel 2.4 Hasil uji kuat tarik beton (Aggarwal dan Siddique, dkk. 2014)	19
Tabel 2.5 Hasil uji kuat tekan beton (Suarnita, 2012).....	20
Tabel 2.6 Hasil uji kuat tekan beton (Agustian, 2018)	21
Tabel 2.7 Hasil uji kuat tekan beton (Bowono, 2017)	22
Tabel 3.1 <i>Mix Design</i> per 1 m ³	42
Tabel 3.2 <i>Mix Design</i> per 1 benda uji	42
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus	45
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan agregat halus.....	48
Tabel 4.3 Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar.....	51
Tabel 4.4 Hasil pemeriksaan <i>Scanning Electronic Microscopy</i> (SEM)	52
Tabel 4.5 Hasil uji kuat tarik belah beton beton normal	57
Tabel 4.6 Hasil uji kuat tarik belah dengan <i>bottom ash</i> 10%.....	58
Tabel 4.7 Hasil uji kuat tarik belah dengan <i>bottom ash</i> 20%.....	59
Tabel 4.8 Hasil uji kuat tarik belah dengan <i>bottom ash</i> 30%.....	60
Tabel 4.9 Perubahan berat benda uji <i>water curing</i>	66
Tabel 4.10 Perubahan berat benda uji <i>sealed curing</i>	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ukuran partikel <i>bottom ash</i> (Kim dan Lee, 2010)	7
Gambar 2.2	<i>Scanning electron microscope (SEM)</i> 100X <i>bottom ash</i> (Ramzi, dkk.2016)	9
Gambar 2.3	<i>Scanning electron microscope (SEM)</i> 300X <i>bottom ash</i> (Ramzi, dkk.2016)	9
Gambar 2.4	Pengujian SEM (a) semen <i>portland</i> (b) <i>bottom ash</i> (Wongkeo, dkk. 2011)	10
Gambar 2.5	Pengujian XRD dari <i>bottom ash</i> (Wongkeo, dkk. 2011)	10
Gambar 2.6	Pengujian SEM (a) 50 μm (b) 5 μm (Kim dan Lee, 2010).	11
Gambar 2.7	Pengujian <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> pada <i>bottom ash</i> (Singh dan Siddique, 2013)	12
Gambar 2.8	Hasil uji XRD dari <i>bottom ash</i> (Yunita dan Firiyanti, 2017).....	12
Gambar 2.9	Hasil pengujian kuat tarik beton dengan <i>bottom ash</i> (Singh dan Siddique, 2015).....	16
Gambar 2.10	Hasil pengujian kuat tarik beton dengan <i>bottom ash</i> (Kuo, dkk. 2013).....	17
Gambar 2.11	Hasil pengujian kuat tarik beton campuran CBA dan CFA (Rafieizonooz, dkk. 2016).....	18
Gambar 2.12	Hasil pengujian kuat tarik beton campuran BA dan FS (Aggarwal dan Siddique, 2014)	20
Gambar 3.1	Bahan-bahan pengujian.....	33
Gambar 3.2	Alat-alat penelitian	36
Gambar 3.3	Bagan Alir penelitian	37
Gambar 3.4	Pengujian kuat tarik belah (Suarnita, 2010)	44
Gambar 4.1	Hubungan berat lolos kumulatif dan ukuran saringan	46
Gambar 4.2	Hubungan berat lolos kumulatif dan ukuran saringan (Daerah 2)	46
Gambar 4.3	Hasil pengujian X-RD <i>bottom ash</i>	53
Gambar 4.4	Hasil pengujian X-RD <i>sillica fume</i>	53
Gambar 4.5	Hasil pengujian X-RD semen.....	53
Gambar 4.6	Hasil Pengujian SEM binder	54
Gambar 4.7	Pengujian <i>slump</i>	55

Gambar 4.8 Hubungan hasil <i>slump test</i> dan kadar air <i>bottom ash</i>	55
Gambar 4.9 Hubungan nilai <i>slump loss</i> dan kadar <i>bottom ash</i>	56
Gambar 4.10 Hubungan umur beton dan kuat tarik belah <i>water curing</i>	61
Gambar 4.11 Hubungan umur beton dan kuat tarik belah <i>sealed curing</i>	61
Gambar 4.12 Hubungan kadar <i>bottom ash</i> dan kuat tarik belah beton umur 3 hari dengan metode <i>water curing</i>	62
Gambar 4.13 Hubungan kadar <i>bottom ash</i> dan kuat tarik belah beton umur 3 hari dengan metode <i>sealed curing</i>	62
Gambar 4.14 Hubungan kadar <i>bottom ash</i> dan kuat tarik belah beton umur 7 hari dengan metode <i>water curing</i>	63
Gambar 4.15 Hubungan kadar <i>bottom ash</i> dan kuat tarik belah beton umur 7 hari dengan metode <i>sealed curing</i>	63
Gambar 4.16 Hubungan kadar <i>bottom ash</i> dan kuat tarik belah beton umur 28 hari dengan metode <i>water curing</i>	64
Gambar 4.17 Hubungan kadar <i>bottom ash</i> dan kuat tarik belah beton umur 28 hari dengan metode <i>sealed curing</i>	64
Gambar 4.18 Beton sebelum pengujian kuat tarik belah	65
Gambar 4.19 Beton saat proses pengujian kuat tarik belah	65
Gambar 4.20 Beton sebelum pengujian kuat tarik belah	66
Gambar 4.21 Hasil pengujian perubahan berat metode <i>water curing</i>	67
Gambar 4.22 Hasil pengujian perubahan berat metode <i>sealed curing</i>	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian gradasi agregat halus	73
Lampiran 2. Pengujian kadar air agregat halus	75
Lampiran 3. Pengujian berat satuan agregat halus	76
Lampiran 4. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	77
Lampiran 5. Pengujian kadar lumpur agregat halus	79
Lampiran 6. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	80
Lampiran 7. Pengujian kadar air agregat kasar	82
Lampiran 8. Pengujian kadar lumpur agregat kasar.....	83
Lampiran 9. Pengujian berat satuan agregat kasar	84
Lampiran 10. Pengujian keausan agregat kasar	85
Lampiran 11. Hasil pengujian SEM dan XR-D	86
Lampiran 12. Alat pemeriksaan bahan penyusun beton	89
Lampiran 13. Alat pemeriksaan sifat segar beton.....	91
Lampiran 14. Alat pembuatan benda uji	92
Lampiran 15. Bahan penyusun beton.....	94
Lampiran 16. Proses pengujian beton segar (<i>Fresh properties</i>)	97
Lampiran 17. Hasil pengujian kuat tarik belah beton	98
Lampiran 18. Hasil pengujian kuat tarik belah beton	100

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
T	[MPa]	Kekuatan tarik belah
P	[N]	Beban uji maksimum atau beban belah/hancur
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 Tarik belah

DAFTAR SINGKATAN

ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
BSN	: Badan Standardisasi 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 kondidi beton yng masih segar.
4. *Hardened properties*
5. *Admixture*
Bahan tambah campuran beton.
6. *Superplasticizer*
Bahan tambah berupa cairan kimia.