

**TUGAS AKHIR**

**KUAT TEKAN BETON DENGAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI**

**PENGGANTI AGGREGAT HALUS**



**Agustin Dwi Prasintasari**

**20170110154**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2021**

**TUGAS AKHIR**

**KUAT TEKAN BETON DENGAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI  
PENGANTI AGGREGAT HALUS**

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



**Agustin Dwi Prasintasari**

**20170110154**

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

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agustin Dwi Prasintasari

NIM : 20170110154

Judul : Kuat tekan beton dengan *bottom ash* sebagai substitusi  
pengganti agregat halus

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, 07 April 2021

Yang membuat pernyataan



Agustin Dwi Prasintasari

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agustin Dwi Prasintasari  
NIM : 20170110154  
Judul : Kuat tekan beton dengan *bottom ash* sebagai substitusi  
pengganti agregat halus

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 tentang penerima hibah penelitian program peningkatan tri dharma perguruan tinggi universitas muhammadiyah yogyakarta.

Yogyakarta, 07 April 2021

Penulis



Agustin Dwi Prasintasari

Dosen peneliti



Fanny Monika, ST., M.Eng.

## 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 penulis bimbingan Tugas Akhir.

Terima kasih kepada bapak, mbak meli, 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 tim : Erwiena, yang selalu menjadi teman baik penulis dari awal semester, Nia, teman yang dipertemukan ketika melaksanakan tugas akhir terimakasih telah menjadi *partner* yang luar biasa dengan ide dan semangat sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir, Yolanda, yang telah menjadi teman yang baik dan memberi penulis semangat, Hilal, Adhi, Bagas, Zayu, yang telah melalui tugas akhir dan berjuang bersama.

Terima kasih kepada teman-teman : Jeje, Melin, Ratna, Nida, Kiki, Ghea, Danta, dan teman-teman kelas D 2017 yang telah menemani perjalanan penulis hingga akhir perkuliahan.

Terimakasih kepada teman-teman Laboratorium Struktur yang membantu penulis saat melakukan pengujian di lab.

Terima kasih kepada teman-teman angkatan 2017 yang telah menemani penulis di semester 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.Eng. Pinta Astuti, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji Tugas Akhir,
  4. Kepada bapak, dan mbak 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, 07 April 2021

penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR ISTILAH .....	xvii
ABSTRAK .....	xviii
<i>ABSTRAK</i> .....	xix
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 .....	11
2.1.3 Pemeriksaan Properties Agregat Kasar .....	12
2.1.4 Pemanfaatan <i>Bottom Ash</i> Pada Beton.....	13
2.1.5 Metode <i>Curring</i> ( <i>Water Curring</i> dan <i>Sealed Curring</i> ).....	16
2.2 Dasar Teori .....	17

2.2.1	Beton.....	17
2.2.2	Bahan Penyusun Beton.....	18
2.2.2.1	Semen.....	18
2.2.2.2	Air.....	19
2.2.2.3	Agregat Halus.....	19
2.2.2.4	Agregat Kasar.....	19
2.2.2.5	<i>Silica Fume</i> .....	20
2.2.2.6	<i>Superplasticizer</i> .....	20
2.2.2.7	<i>Bottom Ash</i> .....	21
2.2.3	Pemeriksaan Karakteristik Binder.....	21
2.2.4	Pemeriksaan Agregat.....	22
2.2.5	Fresh Properties.....	24
2.2.6	Hardened Properties.....	24
2.2.6.1	Kuat Tekan.....	24
2.2.6.2	Perubahan Berat.....	26
2.2.6.3	Berat Satuan( <i>Mass Density</i> ).....	26
2.2.7	Metode <i>Curing</i> ( <i>water curing</i> dan <i>sealed curing</i> ).....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....		28
3.1	Materi Penelitian.....	28
3.2	Bahan Penelitian.....	30
3.3	Alat Penelitian.....	32
3.4	Pengujian Sifat Fisik Dan Mekanik Material.....	35
3.4.1	Pengujian Agregat Halus.....	35
3.4.2	Pengujian Agregat Kasar.....	36
3.4.3	Pengujian <i>Bottom Ash</i> .....	38
3.5	<i>Mix Design</i> .....	39
3.6	Pengujian Beton Segar.....	40
3.6.1	<i>Slump Test</i> (BSN, 2008).....	40
3.7	Prosedur Pencampuran Bahan.....	41



3.8	Pengujian Kuat Tekan .....	42
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		41
4.1	Hasil Pengujian Sifat Bahan Penyusun Beton .....	41
4.2	Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir) .....	41
4.2.1	Pengujian Gradasi Butiran .....	41
4.2.2	Pengujian Kadar Air Agregat Halus .....	43
4.2.3	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air .....	43
4.2.4	Pengujian Berat Satuan Agregat Halus.....	43
4.2.5	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	44
4.3	Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	44
4.3.1	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	44
4.3.2	Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar.....	46
4.3.3	Pengujian Kadar Air Agregat Kasar .....	46
4.3.4	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	46
4.3.5	Pengujian Keausan Agregat Kasar.....	47
4.4	<i>Hasil Pengujian Bottom Ash</i> .....	46
4.4.1	Pengujian Gradasi Butiran <i>Bottom Ash</i> .....	47
4.4.2	Pengujian SEM dan XR-D .....	48
4.5	Hasil Pengujian <i>Fresh Properties</i> .....	51
4.5.1	Pengujian <i>Slump Test</i> dan <i>Slump Lost</i> .....	51
4.6	Hasil Pengujian <i>Hardened Properties</i> .....	52
4.6.1	Pengujian Kuat Tekan Beton .....	52
4.6.2	Pengujian Perubahan Berat.....	62
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....		63
5.1	Kesimpulan .....	63
5.2	Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....		65
LAMPIRAN .....		69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Chemical composition</i> pada <i>bottom ash</i> ...	7
Tabel 2.2 Hasil pengujian agregat halus (pasir) Sungai Progo.	12
Tabel 2.3 Hasil pengujian agregat kasar dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta.....	13
Tabel 2.4 Data perkembangan kuat tekan beton .....	14
Tabel 2.5 Komposisi campuran.....	14
Tabel 2.6 Spesifikasi agregat halus .....	18
Tabel 2.7 Spesifikasi agregat kasar .....	19
Tabel 3.1 <i>Mix Design</i> per 6 Benda uji .....	37
Tabel 3.2 <i>Mix Design</i> per 1 benda uji .....	38
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus .....	41
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan agregat halus.....	43
Tabel 4.3 Hasil pemeriksaan gradasi pada <i>Bottom ash</i> .....	43
Tabel 4.4 Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar.....	45
Tabel 4.5 Hasil pemeriksaan <i>Scanning Electronic Microscopy</i> (SEM) .....	48
Tabel 4.6 hasil pengujian kuat tekan beton 0% <i>bottom ash</i> .....	52
Tabel 4.7 hasil pengujian kuat tekan beton 30% <i>bottom ash</i> .....	53
Tabel 4.8 hasil pengujian kuat tekan beton 40% <i>bottom ash</i> .....	54
Tabel 4.9 hasil pengujian kuat tekan beton 50% <i>bottom ash</i> .....	55
Tabel 4.14 Perubahan berat benda uji <i>water curing</i> .....	61
Tabel 4.14 Perubahan berat benda uji <i>sealed curing</i> .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Uji SEM pada <i>Bottom ash</i> .....	8
Gambar 2.2 Hasil Uji SEM pada <i>Bottom ash</i> .....	9
Gambar 2.3 Hasil Uji SEM pada <i>Bottom ash</i> .....	9
Gambar 2.4 Hasil uji X-RD .....	10
Gambar 2.5 Hasil Uji X-RD .....	10
Gambar 2.6 Hasil uji X-RD .....	11
Gambar 2.7 Hasil uji kuat tekan.....	16
Gambar 3.1 Materi penelitian .....	28
Gambar 3.2 bahan-bahan penelitian : (a) kerikil; (b) pasir; (c) semen; (d) <i>bottom ash</i> ; (e) <i>silica fume</i> ; (f) <i>superplastisizer</i> ; (g) air.....	30
Gambar 3.3 peralatan penelitian : (a) Mesin <i>Los Angeles</i> ; (b) <i>Mixer Concrete</i> ; (c) <i>Compression testing machine</i> ; (d) Oven; (e) Kerucut abrams...32	
Gambar 3.3 alat-alat tambahan : (a) saringan; (b) timbangan; (c) gelar ukur; (d) sekop; (e) silinder kecil; (f) kaliper.....	33
Gambar 3.4 proses curing pada metode water curing dan metode sealed curing (a) <i>water curing</i> , (b) <i>sealed curing</i> .....	40
Gambar 3.5 Skema pengujian kuat tekan beton.....	41
Gambar 4.1 Hubungan berat lolos kumulatif dan ukuran saringan .....	44
Gambar 4.2 Hubungan berat lolos kumulatif dan ukuran saringan (Daerah 2)41	
Gambar 4.3 Hubungan berat lolos kumulatif dan ukuran saringan .....	41
Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian X-RD <i>bottom ash</i> .....	49
Gambar 4.5 Hasil Pengujian SEM binder .....	50
Gambar 4.6 Hasil pengujian <i>Slump Test</i> . .....	51
Gambar 4.7 Hubungan nilai <i>slump</i> dan variasi <i>bottom ash</i> .....	51
Gambar 4.8 Hubungan nilai <i>slump loss</i> dan kadar <i>bottom ash</i> .....	51

Gambar 4.9 Kuat tekan beton normal .....	53
Gambar 4.10 Kuat tekan beton <i>Bottom Ash</i> 30% .....	55
Gambar 4.11 Kuat tekan beton <i>Bottom Ash</i> 40% .....	56
Gambar 4.12 Kuat tekan beton <i>Bottom Ash</i> 50% .....	58
Gambar 4.11 Hasil Uji kuat lentur dengan variasi persentase <i>bottom ash</i> umur 3, 7 dan 28 hari ( <i>water curing</i> ) .....	59
Gambar 4.12 Hasil uji kuat lentur dengan variasi persentase <i>bottom ash</i> umur 3, 7 dan 28 hari ( <i>sealed curing</i> ) .....	59
Gambar 4.13 Perbandingan hasil uji kuat lentur umur 28 hari ( <i>sealed</i> dan <i>water curing</i> ).....	60
Gambar 4.14 Hubungan hasil uji kuat lentur umur 3 hari dan variasi <i>bottom ash</i> ( <i>water curing</i> ) .....	61
Gambar 4.15 Hubungan hasil uji kuat lentur umur 28 hari dan variasi <i>bottom ash</i> ( <i>water curing</i> ) .....	61
Gambar 4.15 Hubungan hasil uji kuat lentur umur 3 hari dan variasi <i>bottom ash</i> ( <i>sealed curing</i> ) .....	61
Gambar 4.16 Hubungan hasil uji kuat lentur umur 28 hari dan variasi <i>bottom ash</i> ( <i>sealed curing</i> ) .....	62
Gambar 4.17 Beton diletakkan di mesin uji.....	63
Gambar 4.18 Beton setelah diuji.....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian gradasi agregat halus .....	64
Lampiran 2. Pengujian kadar air agregat halus .....	66
Lampiran 3. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus .....	67
Lampiran 4. Pengujian berat satuan agregat halus .....	69
Lampiran 5. Pengujian kadar lumpur agregat halus .....	70
Lampiran 6. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar .....	71
Lampiran 7. Pengujian berat satuan agregat kasar .....	73
Lampiran 8. Pengujian kadar air agregat kasar .....	74
Lampiran 9. Pengujian kadar lumpur agregat kasar .....	75
Lampiran 10. Pengujian keausan agregat kasar .....	76
Lampiran 11. Pengujian gradasi bottom ash .....	77
Lampiran 12. Hasil pengujian SEM dan XRD.....	79
Lampiran 13. Alat pemeriksaan bahan penyusun beton .....	82
Lampiran 14. Alat pemeriksaan sifat segar beton .....	84
Lampiran 15. Alat pembuatan benda uji .....	85
Lampiran 16. Bahan penyusun beton.....	87
Lampiran 17. Proses pengujian beton segar .....	90
Lampiran 18. Hasil pengujian kuat tekan .....	91
Lampiran 19. Hasil pengujian kuat tekan .....	92

## 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 <sup>2</sup> ]	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] <sup>-2</sup>	Kuat tekan

## 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 kondisi beton yang masih segar.
4. *Hardened properties*
5. *Admixture*  
Bahan tambah campuran beton.
6. *Superplasticizer*  
Bahan tambah berupa cairan kimia.