

**TINJAUAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS BETON NORMAL
DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS BERUPA *BOTTOM ASH***

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
IRENE LARASATI DEWI
NPM : 140215487



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JULI 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**“TINJAUAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS BETON
NORMAL DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS BERUPA
BOTTOM ASH”**

Benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 26 Juli 2018

Yang membuat pernyataan



(Irene Larasati Dewi)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**TINJAUAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS BETON
NORMAL DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS BERUPA
BOTTOM ASH**

Oleh:

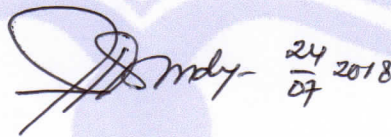
IRENE LARASATI DEWI

NPM : 140215487

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta,.....

Pembimbing



(Siswadi, S.T., M.T.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. A. Y. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

TINJAUAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS BETON NORMAL DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS BERUPA *BOTTOM ASH*

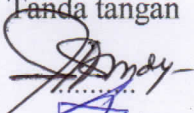
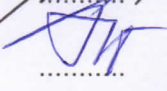



Oleh:

IRENE LARASATI DEWI

NPM : 140215487

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	: Siswadi, S.T., M.T.		24/07 ²⁰¹⁸
Sekretaris	: Ir. Haryanto YW., M.T.		24/7-18
Anggota	: Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D		24/07/18

MOTTO & PERSEMBAHAN

“Everyday is a progress”

*“Orang-orang hebat dibentuk oleh pengalaman, ditempa oleh keadaan,
diasah dengan ilmu pengetahuan”*

“Nothing worth to receive, gained easy”

“ORA ET LABORA”

*Skripsi ini saya persembahkan khusus kepada Tuhan Yesus dan Bunda Maria, kedua orang tua
dan adik saya yang tidak pernah putus mendoakan dan mendukung saya.*

KATA HANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat dengan lancar dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“TINJAUAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS BETON NORMAL DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS BERUPA *BOTTOM ASH*”** ini adalah untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain kepada:

1. Bapak Siswadi, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan kesabaran dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Sushardjanti Felasari, S.T., M.Sc. CAED., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan dan Koordinator Tugas Akhir

Bidang Struktur yang telah membantu dan membimbing proses administrasi Tugas Akhir ini.

5. Bapak V. Sukaryantara dan L. Benny Antana selaku Staff Laboratorium Struktur Bahan Bangunan dan Staff Laboratorium Transportasi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu,
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan berbagai macam ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil selama kurang lebih 4 tahun ini.
7. Kedua orang tua penulis yang memberikan dukungan doa, materi, dan semangat.
8. Ibu Nana dari pihak PT. Innagroup Textile Manufacture, Klaten. yang telah bermurah hati memberikan bahan/material penelitian.
9. Teman-teman yang membantu selama pelaksanaan *mixing* dan pengujian, khususnya saya ucapkan terimakasih kepada Iyos dkk.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kemajuan penulis di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Yogyakarta, Juli 2018
Penulis

Irene Larasati Dewi
NPM :140215487

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA HANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir	4
1.5. Tujuan Tugas Akhir	5
1.6. Manfaat Tugas Akhir	5
1.7. Lokasi Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Beton	11
3.2. Material Penyusun Beton	11
3.2.1 Semen Portland (<i>Portland Cement</i>).....	11
3.2.2 Agregat Halus	13
3.2.3 <i>Bottom Ash</i>	14
3.2.4 Agregat Kasar	16
3.3. Faktor Air Semen	17
3.4. Nilai <i>Slump</i>	18
3.5. Kuat Desak Beton	18
3.6. Modulus Elastisitas	19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
4.1. Umum	20
4.2. Bagan Alir Penelitian	20
4.3. Tahap Persiapan Material	22
4.3.1. Bahan	22

4.3.2. Alat-alat Penelitian	24
4.4. Tahap Pemeriksaan Material.....	26
4.4.1. Pengujian Agregat Halus	26
4.4.2. Pengujian Limbah <i>Bottom Ash</i>	35
4.4.3. Pengujian Agregat Kasar	39
4.5. Tahap Pembuatan Benda Uji.....	44
4.5.1. Pembuatan <i>Mix Design</i>	45
4.5.2. <i>Mixing</i> Agregat	45
4.6. Tahap Perawatan Benda Uji.....	46
4.7. Tahap Pengujian Benda Uji	46
4.7.1. Pengujian Kuat Desak Beton.....	47
4.7.2. Pengujian Modulus Elastisitas Beton	47
4.8. Tahap Analisis Data	48
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1. Pengujian Material Penyusun Beton.....	50
5.1.1. Pengujian Agregat Halus	50
5.1.2. Pengujian <i>Bottom Ash</i>	50
5.1.3. Pengujian Agregat Kasar	51
5.2. Kebutuhan Bahan Adukan Beton.....	54
5.3. Pelaksanaan <i>Mixing</i> Campuran Beton	55
5.4. Hasil Pengujian Beton	
5.4.1. Berat Volume Beton	56
5.4.2. Kuat Desak Beton.....	58
5.4.3. Modulus Elastisitas.....	63
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	74
6.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hal.
3.1	Karakteristik <i>Bottom Ash</i>	15
3.2	Perbandingan Komposisi Kimiawi <i>Bottom Ash</i>	16
4.1	Hubungan Antara Warna Larutan NaOH dan Kelayakan Agregat	19
4.2	Jumlah Kebutuhan Benda Uji	44
5.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	50
5.2	Hasil Pengujian <i>Bottom Ash</i>	51
5.3	Hasil Pengujian Kandungan Kimiawi <i>Bottom Ash</i>	52
5.4	Hasil Pengujian Agregat Kasar	52
5.5	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per 1 m ³	53
5.6	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per Satu Kali Adukan	54
5.7	Pelaksanaan <i>Mixing</i>	54
5.8	Hasil Pengujian Kuat Desak Beton dengan Substitusi Agregat Halus Berupa <i>Bottom Ash</i> Umur 7 Hari	57
5.9	Hasil Pengujian Kuat Desak Beton dengan Substitusi Agregat Halus Berupa <i>Bottom Ash</i> Umur 14 Hari	58
5.10	Hasil Pengujian Kuat Desak Beton dengan Substitusi Agregat Halus Berupa <i>Bottom Ash</i> Umur 28 Hari	59
5.11	Persentase Kuat Desak Beton dengan Substitusi Agregat Halus Berupa <i>Bottom Ash</i> Terhadap Beton Normal (BA0) Umur 28 Hari	60
5.12	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	63

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hal.
3.1	<i>Bottom Ash</i>	15
3.2	Uji Kuat Desak Beton pada Benda Uji Silinder	18
4.1	<i>Flowchart</i> Pelaksanaan Tugas Akhir	21
4.2	Semen <i>Portland Pozzolan Cement</i>	22
4.3	Agregat Halus	23
4.4	Agregat Kasar	23
4.5	<i>Bottom Ash</i>	24
4.6	<i>Los Angeles Abrasion Machine</i>	26
4.7	Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir	27
4.8	Pengujian Kandungan Zat Organik dalam Pasir	29
4.9	Analisa Saringan	34
5.1	Nilai <i>Slump</i> pada Varian Beton dengan Substitusi <i>Bottom Ash</i>	55
5.2(a)	Hasil Pengujian Berat Volume Beton Hari ke-7	56
5.2(b)	Hasil Pengujian Berat Volume Beton Hari ke-14	56
5.2(c)	Hasil Pengujian Berat Volume Beton Hari ke-28	56
5.3(a)	Grafik Kuat Desak Beton Umur 7 Hari	60
5.3(b)	Grafik Kuat Desak Beton Umur 14 Hari	60
5.3(c)	Grafik Kuat Desak Beton Umur 28 Hari	61
5.4	Grafik Gabungan Kuat Desak Beton dengan Substitusi Agregat Halus Berupa <i>Bottom Ash</i>	61
5.5	Grafik Modulus Elastisitas Beton Terhadap Beton Normal (BA0)	62
5.6(a)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA0-B	64
5.6(b)	Beton BA0-B Setelah Diuji Kuat Desak	64
5.6(c)	Beton BA0-B Setelah Dipecah	64
5.6(d)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA0-C	65
5.6(e)	Beton BA0-C Setelah Diuji Kuat Desak	65
5.6(f)	Beton BA0-C Setelah Dipecah	65
5.7(a)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA10-B	66
5.7(b)	Beton BA10-B Setelah Diuji Kuat Desak	66
5.7(c)	Beton BA10-B Setelah Dipecah	66
5.7(d)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA10-C	67
5.7(e)	Beton BA10-C Setelah Diuji Kuat Desak	67
5.7(f)	Beton BA10-C Setelah Dipecah	67

No.	Nama Gambar	Hal.
5.8(a)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA20-B	68
5.8(b)	Beton BA20-B Setelah Diuji Kuat Desak	68
5.8(c)	Beton BA20-B Setelah Dipecah	68
5.8(d)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA20-C	69
5.8(e)	Beton BA20-C Setelah Diuji Kuat Desak	69
5.8(f)	Beton BA20-C Setelah Dipecah	69
5.9(a)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA30-B	70
5.9(b)	Beton BA30-B Setelah Diuji Kuat Desak	70
5.9(c)	Beton BA30-B Setelah Dipecah	70
5.9(d)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA30-C	71
5.9(e)	Beton BA30-C Setelah Diuji Kuat Desak	71
5.9(f)	Beton BA30-C Setelah Dipecah	71
5.10(a)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA40-B	72
5.10(b)	Beton BA40-B Setelah Diuji Kuat Desak	72
5.10(c)	Beton BA40-B Setelah Dipecah	72
5.10(d)	Pengujian Modulus Elastisitas Beton BA40-C	73
5.10(e)	Beton BA40-C Setelah Diuji Kuat Desak	73
5.10(f)	Beton BA40-C Setelah Dipecah	73

DAFTAR NOTASI

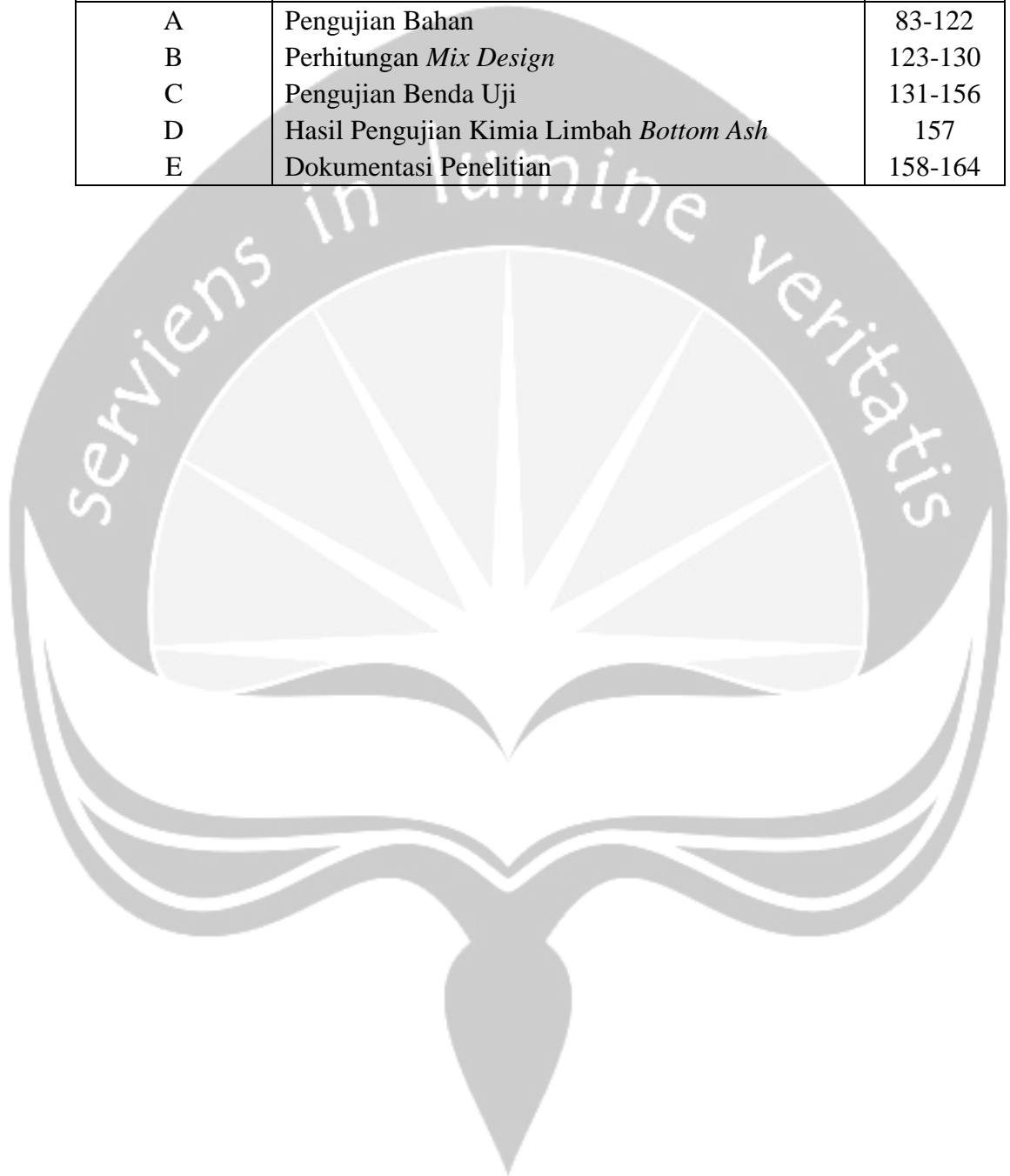
Notasi	Arti
$f'c$	Kuat Desak Beton
P	Beban
A	Luas Bidang Desak Benda Uji
D	Diameter Silinder Beton
T	Tinggi Silinder Beton
E	Modulus Elastisitas
ε	Regangan Beton
l_0	Panjang Mula-mula Benda Uji
l	Panjang Setelah Diberi Beban P
Δl	Perubahan Panjang Benda Uji

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan	Keterangan	Hal.
3-1	Kuat Desak Beton	18
3-2	Modulus Elastisitas	19
3-3	Kuat Desak Beton	19
3-4	Regangan Beton	19
4-1	Kandungan Lumpur	27
4-2	Berat Jenis Bulk Agregat Halus	31
4-3	Berat Jenis SSD Agregat Halus	31
4-4	Berat Jenis Semu Agregat Halus	31
4-5	Penyerapan Agregat Halus	31
4-6	Berat Jenis Bulk <i>Bottom Ash</i>	34
4-7	Berat Jenis SSD <i>Bottom Ash</i>	34
4-8	Berat Jenis Semu <i>Bottom Ash</i>	34
4-9	Penyerapan <i>Bottom Ash</i>	34
4-10	Modulus Halus Butir Agregat Halus	36
4-11	Berat Jenis Bulk Agregat Kasar	37
4-12	Berat Jenis SSD Agregat Kasar	37
4-13	Berat Jenis Semu Agregat Kasar	37
4-14	Penyerapan Agregat Kasar	37
4-15	Modulus Halus Butir Agregat Kasar	38
4-16	Keausan Agregat	39

DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Nama Gambar	Hal.
A	Pengujian Bahan	83-122
B	Perhitungan <i>Mix Design</i>	123-130
C	Pengujian Benda Uji	131-156
D	Hasil Pengujian Kimia Limbah <i>Bottom Ash</i>	157
E	Dokumentasi Penelitian	158-164



INTISARI

TINJAUAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS BETON NORMAL DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS BERUPA *BOTTOM ASH*, Irene Larasati Dewi, NPM 140215487, Tahun 2018, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton adalah salah satu material utama dalam pembangunan, maka dari itu perlu dilakukan inovasi terhadap material beton untuk mengurangi dampak negatif dari eksploitasi sumber daya penyusun beton dan mengedepankan konstruksi yang berwawasan lingkungan. Pada penelitian ini, digunakan limbah abu dasar pembakaran batubara atau biasa disebut *bottom ash* dari industri tekstil. Limbah batubara adalah salah satu permasalahan utama bagi para pelaku industri, karena menyebabkan pencemaran udara dan untuk pengolahan limbah ini membutuhkan biaya tidak sedikit.

Pada penelitian ini variasi *bottom ash* yang digunakan sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dari volume agregat halus. Sebelum digunakan, *bottom ash* terlebih dahulu diayak dengan saringan No. 4. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan jumlah benda uji keseluruhan sebanyak 45 buah. Pengujian yang dilakukan yaitu kuat desak pada umur 7, 14 dan 28 hari, sedangkan pengujian modulus elastisitas dilakukan pada umur 28 hari.

Pengujian berat volume beton diperoleh hasil yaitu berat volume menurun dibandingkan dengan berat volume beton normal (BA0) seiring dengan semakin besarnya persentase penggantian agregat halus dengan *bottom ash*, kecuali pada hari pengujian ke 28 berat volume beton grafiknya cenderung fluktuatif. Hasil pengujian kuat desak beton dengan kode BA0, BA10, BA20, BA30 dan BA40 pada umur 7 hari berturut-turut sebesar 17 MPa, 15,89 MPa, 13,85 MPa, 13,74 MPa, dan 11,51 MPa. Nilai kuat desak beton pada pengujian umur 14 hari mengalami peningkatan cukup signifikan berturut-turut sebesar, 24,74 MPa, 23,94 MPa, 17,15 MPa, 14,90 MPa, 12,43 MPa. Pengujian kuat desak umur 28 hari diperoleh hasil sebesar 24,83 MPa, 23,97, 22,67 MPa, 15,46 MPa, dan 12,71 MPa. Kenaikan paling signifikan terjadi pada beton dengan kode BA20 pada umur 28 hari. Persentase nilai kuat desak beton umur 28 hari, BA10 dan BA20 berturut-turut sebesar 96,54% dan 91,30% terhadap beton normal (BA0). Sedangkan beton dengan kode BA30 dan BA40 berturut-turut hanya sebesar 62,28% dan 51,20%. Hasil pengujian modulus elastisitas menunjukkan modulus tertinggi terdapat pada beton dengan kode BA30 dengan nilai modulus elastisitas sebesar 23270 MPa dibandingkan dengan beton normal (BA0) sebesar 22300 MPa. Beton dengan kode BA10 dan BA20 diperoleh hasil lebih kecil dibandingkan terhadap beton BA0, nilai rata-rata modulus elastisitas yang diperoleh berturut-turut hanya sebesar 21210 MPa dan 21241 MPa. Nilai modulus elastisitas BA40 tidak dapat dipergunakan, sebab nilai modulus yang diperoleh hanya sebesar 10460 MPa. Dapat disimpulkan, penggantian agregat halus dengan *bottom ash* sebesar 10% dan 20% menghasilkan nilai kuat desak yang diharapkan dan hampir setara dengan kuat desak beton normal.

Kata kunci: *bottom ash*, substitusi agregat halus, beton normal, berat volume beton kuat desak, modulus elastisitas.