



LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ARANG TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN ABU TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP BATA RINGAN

Oleh:

Khalisa Izzat (40030522650065)

Shafa Marwah (40030522650108)

Diajukan sebagai
Salah satu syarat dalam menyelesaikan Sarjana Terapan
Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur
Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
DAN PERANCANGAN ARSITEKTUR
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
TAHUN 2026**



LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ARANG TEMPURUNG KELAPA
SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN ABU TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP BATA RINGAN

Oleh :

Khalisa Izzat (40030522650065)

Shafa Marwah (40030522650108)

Laporan ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi
saat pelaksanaan ujian tugas akhir pada tanggal 23 Juli 2026

Semarang, 23 Juli 2026

Mahasiswa I

(Khalisa Izzat)

NIM. 40030522650065

Mahasiswa II

(Shafa Marwah)

NIM. 40030522650108

Menyetujui,

Penguji I

(Moh Nur Sholeh, S.T., M.T.,
Ph.D)

NIP. 199301012018031001

Penguji II

(Fardzanela Suwanto S.T.,
M.Sc., Ph.D)

NIP. 198903212015042002

Penguji III

(Andi Muflih Marsuq
Muthaher, M.Eng.)

NIP. 199504102024061001

Menyetujui,

Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

(Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T.)

NIP. 198512092012122001

ABSTRAK

Bata ringan merupakan material dinding berbasis beton dengan bobot isi lebih rendah dibandingkan beton normal. Salah satu upaya meningkatkan keberlanjutan material ini adalah melalui pemanfaatan limbah tempurung kelapa sebagai bahan substitusi. Arang tempurung kelapa dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian agregat halus, sedangkan abu tempurung kelapa digunakan sebagai substitusi sebagian semen sekaligus *micro-filler* untuk memperbaiki struktur pori dari arang. Penelitian ini bertujuan menentukan komposisi optimum kombinasi arang dan abu tempurung kelapa pada pembuatan bata ringan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif eksperimental dengan lima variasi campuran yaitu AR0AB0 sebagai kontrol, serta empat variasi inovasi yaitu variasi AR3AB2.5, AR3AB5, AR3AB7.5, dan AR3AB10. Parameter yang diuji meliputi kuat tekan, bobot isi, dan penyerapan air pada umur 14 hari. Seluruh variasi memenuhi persyaratan bobot isi dan penyerapan air menurut SNI 8640-2018 serta termasuk kategori bata ringan nonstruktural dengan kategori bobot isi 1100 kg/m³. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi AR3AB2.5 menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 2,76 MPa. Dengan demikian, komposisi optimum diperoleh pada variasi AR3AB2.5, yaitu penggunaan 3% arang tempurung kelapa sebagai substitusi agregat halus dan 2,5% abu tempurung kelapa sebagai substitusi semen, yang memberikan keseimbangan terbaik pada bata ringan. Selain itu, variasi ini juga memberikan nilai ekonomis yang lebih baik dengan menekan biaya produksi sebesar 2,41% (efisiensi sebesar Rp16.579,42 per m³) terhadap bata ringan konvensional.

Kata Kunci : Bata ringan, Limbah, Abu Tempurung Kelapa, Arang Tempurung Kelapa, Bobot isi, Penyerapan air, Kuat Tekan

ABSTRACT

Lightweight concrete is a concrete-based wall material with a lower density compared to normal concrete. One effort to improve the sustainability of this material is through the utilization of coconut shell waste as a substitution material. Coconut shell charcoal is utilized as a partial replacement for fine aggregate, while coconut shell ash is used as a partial substitution for cement as well as a micro-filler to improve the pore structure of the charcoal. This study aims to determine the optimum composition of the combination of coconut shell charcoal and ash in the manufacturing of lightweight concrete. The method used is quantitative experimental with five mix variations, consisting of AR0AB0 as the control, and four innovation variations namely AR3AB2.5, AR3AB5, AR3AB7.5, and AR3AB10. The parameters tested include compressive strength, density, and water absorption at the age of 14 days. All variations meet the density and water absorption requirements according to SNI 8640-2018 and are classified as non-structural lightweight concrete with a density category of 1100 kg/m³. The results show that the AR3AB2.5 variation produces the highest compressive strength of 2.76 MPa. Thus, the optimum composition is obtained in the AR3AB2.5 variation, utilizing 3% coconut shell charcoal as a fine aggregate substitution and 2.5% coconut shell ash as a cement substitution, which provides the best balance for lightweight concrete. Furthermore, this variation demonstrates superior economic value by reducing production costs by 2.41% (an efficiency of IDR 16,579.42 per m³) compared to conventional lightweight concrete blocks.

Keywords: Lightweight concrete, Waste, Coconut Shell Ash, Coconut Shell Charcoal, Density, Water absorption, Compressive strength

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Pemanfaatan Limbah Arang Tempurung Kelapa sebagai Substitusi Pasir dan Abu Tempurung Kelapa sebagai Substitusi Semen terhadap Bata Ringan" dengan baik dan tepat waktu. Selama proses persiapan, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan laporan ini, kami menerima banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,
2. Ibu Fardzanela Suwanto S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu selama penyusunan Tugas Akhir ini,
3. Bapak Andi Muflih Marsuq Muthaher, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu selama penyusunan Tugas Akhir ini,
4. Mas Oky dan Mbak Galuh selaku Asisten Laboratorium Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur,
5. Orang tua kami tercinta dan keluarga yang tiada hentinya memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral, serta materi demi kelancaran studi kami,
6. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur yang selalu menemani, menyemangati, dan memberikan dukungan selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Sipil.

Semarang, 13 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Ruang Lingkup	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Bata ringan.....	7
2.1.1 Pengertian Bata Ringan	7
2.1.2 Klasifikasi Bata ringan.....	8
2.1.3 Persyaratan Mutu Bata ringan.....	9
2.2 Bahan Penyusun Bata ringan.....	11
2.2.1 Semen PCC (<i>Portland Composite Cement</i>).....	11
2.2.2 Air	13
2.2.3 Agregat Halus	14

2.2.4	<i>Foaming Agent</i>	15
2.3	Arang Tempurung Kelapa.....	16
2.4	Abu Tempurung Kelapa.....	18
2.5	Pengujian Material.....	20
2.5.1	Pengujian Agregat Halus	21
2.5.2	Pengujian Semen.....	22
2.6	Pengujian Benda Uji Bata Ringan	24
2.6.1	Kuat Tekan	24
2.6.2	Bobot Isi.....	24
2.6.3	Penyerapan Air.....	25
2.7	Kekurangan Bata Ringan.....	25
2.8	Analisis Komparatif Kadar Optimum Substitusi Abu dan Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Studi Literatur	26
2.9	Analisis Komparatif Penelitian Terdahulu.....	29
2.10	Metode Campuran atau <i>Mix Design</i>	36
2.11	Analisis Komparatif Efisiensi Material Bata Ringan Inovasi	36
2.12	Analisis Penelitian Terdahulu	37
BAB III METODE PENELITIAN		39
3.1	Metode Penelitian	39
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	39
3.2.1	Lokasi Penelitian.....	40
3.2.2	Waktu Penelitian	40
3.3	Diagram Alir	41
3.4	Persiapan Alat dan Bahan Penelitian	43
3.4.1	Alat Penelitian.....	43
3.4.2	Bahan Penelitian	48

3.5	Pengujian Material.....	51
3.5.1	Pengujian Agregat Halus	51
3.5.2	Pengujian Semen.....	57
3.6	Metode Pengolahan Material Inovasi	60
3.6.1	Metode Pengolahan Arang Tempurung Kelapa	60
3.6.2	Metode Pengolahan Abu Tempurung Kelapa	62
3.7	Perencanaan Benda uji.....	62
3.7.1	Perencanaan <i>Mix Design</i>	63
3.7.2	Perencanaan Jumlah Sampel.....	69
3.8	Pembuatan Bata ringan	70
3.9	Pengujian Bata ringan.....	72
3.9.1	Pengujian bobot isi dan penyerapan air	73
3.9.2	Pengujian Kuat Tekan	75
3.10	Output Penelitian	76
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	78
4.1	Hasil Pengolahan Abu Tempurung Kelapa	78
4.2	Hasil Pengolahan Arang Tempurung Kelapa.....	78
4.3	Hasil Pengujian Material	79
4.3.1	Pengujian Pasir	79
4.3.2	Pengujian Semen.....	87
4.4	Hasil Uji Bobot Isi dan Penyerapan Air	90
4.4.1	Hasil Analisa Bobot Isi Bata Ringan	95
4.4.2	Hasil Analisa Penyerapan Air Bata Ringan	97
4.5	Hasil Uji Kuat Tekan	99
4.6	Analisis Hasil Bobot Isi dan Kuat Tekan Bata Ringan.....	106
4.7	Analisis Mutu dan Biaya pada produksi Bata Ringan.....	108

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	113
5.1 Kesimpulan.....	113
5.2 Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bata Ringan	8
Gambar 2. 2 Semen PCC.....	13
Gambar 2. 3 Agregat Halus	15
Gambar 2. 4 <i>Foam Agent</i>	16
Gambar 2. 5 Arang Tempurung Kelapa.....	18
Gambar 2. 6 Abu Tempurung Kelapa.....	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir	42
Gambar 3. 2 <i>Sieve Shaker</i>	43
Gambar 3. 3 Oven	44
Gambar 3. 4 Cetok.....	44
Gambar 3. 5 Saringan/Ayakan.....	45
Gambar 3. 6 <i>Compression Machine</i>	45
Gambar 3. 7 Wadah	46
Gambar 3. 8 Ember	46
Gambar 3. 9 Cetakan Kubus	47
Gambar 3. 10 Timbangan	47
Gambar 3. 11 Picnometer	48
Gambar 3. 12 Gelas Ukur.....	48
Gambar 3. 13 Arang Tempurung Kelapa.....	49
Gambar 3. 14 Abu Tempurung Kelapa.....	49
Gambar 3. 15 Semen PCC.....	49
Gambar 3. 16 Pasir	50
Gambar 3. 17 <i>Foaming Agent</i>	51
Gambar 3. 18 Penimbangan Material.....	52
Gambar 3. 19 Pengovenan Material	52
Gambar 3. 20 Penyiapan Material Agregat	53
Gambar 3. 21 Penempatan Rangkaian Ayakan Pada <i>Sieve Shaker</i>	53
Gambar 3. 22 Penimbangan Agregat Tertahan Per Saringan	54
Gambar 3. 23 Uji Kadar Lumpur	54
Gambar 3. 24 Hasil Uji Kadar Lumpur.....	55
Gambar 3. 25 Penimbangan Piknometer Berisi Sampel Dan Air.....	56

Gambar 3. 26 Perendaman Sampel Di Dalam Piknometer	56
Gambar 3. 27 Perendaman Sampel Uji Kadar Organik	57
Gambar 3. 28 Pengadukan Sampel Pasta Semen	58
Gambar 3. 29 Uji Konsistensi Normal	59
Gambar 3. 30 Uji Ikatan Awal Semen.....	60
Gambar 3. 31 Tempurung Kelapa	60
Gambar 3. 32 Pembakaran Tempurung Kelapa	61
Gambar 3. 33 Hasil Pembakaran Tempurung Kelapa Berupa Arang	61
Gambar 3. 34 Penggilingan Untuk Menghasilkan Abu	62
Gambar 3. 35 Hasil Saringan Abu No.200.....	62
Gambar 3. 36 Dimensi Sampel Pengujian.....	63
Gambar 3. 37 Persiapan Bahan-Bahan.....	70
Gambar 3. 38 <i>Foam Agent</i>	71
Gambar 3. 39 Pengadukan Adonan Bata Ringan	71
Gambar 3. 40 Penuangan Adonan Bata Ringan Ke Dalam Cetakan.....	72
Gambar 3. 41 Metode <i>Air Curing</i>	72
Gambar 3. 42 Penimbangan Sampel Benda Uji	73
Gambar 3. 43 Pengeringan Sampel Benda Uji Di Dalam Oven	73
Gambar 3. 44 Pengukuran Dimensi Sampel Benda Uji	74
Gambar 3. 45 Perendaman Sampel Benda Uji	74
Gambar 3. 46 Pengukuran Dimensi Sampel Benda Uji	75
Gambar 3. 47 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji	75
Gambar 4. 1 Hasil Abu Tempurung Kelapa	78
Gambar 4. 2 Arang Tempurung Kelapa.....	79
Gambar 4. 3 Zona Agregat Halus	81
Gambar 4. 4 Hasil Uji Kocokan Pasir	82
Gambar 4. 5 Hasil Uji Kadar Organik Pasir.....	84
Gambar 4. 6 Uji Berat Jenis Pasir	85
Gambar 4. 7 Grafik Rekapitulasi Uji Bobot Isi.....	96
Gambar 4. 8 Grafik Rekapitulasi Uji Serap Air	98
Gambar 4. 9 Grafik Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Bata Ringan	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan Dimensi Bata Ringan	9
Tabel 2. 2 Persyaratan Mutu Berat Bata Ringan	10
Tabel 2. 3 Persyaratan Sifat Fisis Bata Ringan	11
Tabel 2. 4 Syarat Fisika Semen PCC.....	12
Tabel 2. 5 Senyawa Yang Terdapat Pada Abu Arang Tempurung Kelapa.....	19
Tabel 2. 6 Rekapitulasi Persentase Optimum Arang	27
Tabel 2. 7 Rekapitulasi Persentase Optimum Abu	28
Tabel 2. 8 <i>Literature Review</i> Untuk Penggunaan Arang Tempurung Kelapa	29
Tabel 2. 9 <i>Literature Review</i> Untuk Penggunaan Abu Tempurung Kelapa.....	33
Tabel 3. 1 Tabel <i>Jobmix Design</i>	69
Tabel 3. 2 Jumlah Sampel Bata Ringan.....	70
Tabel 4. 1 Tabel Analisis Gradasi Agregat Pasir	80
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kocokan Pasir	82
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kadar Air	83
Tabel 4. 4 Hasil Uji Kadar Organik.....	84
Tabel 4. 5 Hasil Uji Berat Jenis Pasir	85
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Analisis Uji Material Agregat Halus	86
Tabel 4. 7 Hasil Uji Konsistensi Normal Semen.....	88
Tabel 4. 8 Hasil Uji Pengikatan Awal Semen.....	89
Tabel 4. 9 Hasil Uji Bobot Isi Dan Serap Air Variasi Ar0ab0	91
Tabel 4. 10 Hasil Uji Bobot Isi Dan Serap Air Variasi Ar3ab2.5	92
Tabel 4. 11 Hasil Uji Bobot Isi Dan Serap Air Variasi Ar3ab5	93
Tabel 4. 12 Hasil Uji Bobot Isi Dan Serap Air Variasi Ar3ab7.5	94
Tabel 4. 13 Hasil Uji Bobot Isi Dan Serap Air Variasi Ar3ab10	95
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Uji Bobot Isi Bata Ringan.....	96
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Hasil Uji Serap Air Bata Ringan	98
Tabel 4. 16 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi Ar0ab0	100
Tabel 4. 17 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi Ar3ab2.5	100
Tabel 4. 18 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi Ar3ab5	101
Tabel 4. 19 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi Ar3ab7.5	102
Tabel 4. 20 Data Uji Kuat Tekan Variasi Ar3ab10	103

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Data Uji Kuat Tekan Bata Ringan	104
Tabel 4. 22 Analisis Harga Bata Ringan Konvensional	109
Tabel 4. 23 Analisis Harga Bata Ringan Variasi.....	110
Tabel 4. 24 Perbandingan Harga Bata Konvensional Dan Variasi	111

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Asistensi
2. Lembar Logbook Laboratorium
3. Lembar Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus
4. Lembar Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus
5. Lembar Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
6. Lembar Pemeriksaan Konsistensi Normal Semen
7. Lembar Pemeriksaan Waktu Ikat Awal Semen
8. Lembar Pengujian Bobot Isi Dan Penyerapan Air
9. Lembar Pengujian Kuat Tekan