



LAPORAN TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN LIMBAH BATU BATA, *FLY ASH*, DAN ABU
SEKAM PADI DALAM INOVASI BATA TEMPEL MORTAR
DENGAN PENGARUH KEKUATAN TEKAN

Oleh:

M. Baktiadi Arya Widyadhana	40030522650056
Nur Azizah Juliana	40030522650103

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
TAHUN 2026

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH BATU BATA, FLY ASH, DAN ABU SEKAM
PADI DALAM INOVASI BATA TEMPEL MORTAR DENGAN
PENGARUH KEKUATAN TEKAN

Oleh:

Muhammad Baktiadi Arya Widyadhana

40030522650056

Nur Azizah Juliana

40030522650103

Laporan ini telah disusun berdasarkan masukan dari pembimbing dan dinyatakan
dapat diajukan untuk ujian tugas akhir pada tanggal

Semarang,

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Hanggoro Iskandar P. W., S.T., M.T.

NIP. 199305012024061001

Moh. Nur Sholeh., S.T., M.T.

NIP. 199301012018031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

Asri Nurdiana, S.T., M.T.

NIP. 198512092012122001



LAPORAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH BATU BATA, *FLY ASH*, DAN ABU SEKAM PADI DALAM INOVASI BATA TEMPEL MORTAR DENGAN PENGARUH KEKUATAN TEKAN

Oleh:

M. Baktiadi Arya W.
Nur Azizah Juliana

NIM. 40030522650056
NIM. 40030522650103

Laporan ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi saat pelaksanaan ujian tugas akhir pada tanggal 30 Juni 2026

Semarang, 06 Juli 2026

Mahasiswa I

M. Baktiadi Arya W.
NIM. 40030522650056

Mahasiswa II

Nur Azizah Juliana
NIM. 40030522650103

Penguji I

Menyetujui,
Penguji II

Penguji III

Ir. Tri Susanto, S.T., M.T.
NIP. 199106162024061001

Ir. Hanggoro Iskandar P.W., S.T., M.T.
NIP. 199305012024061001

Moh. Nur Sholeh S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 199301012018031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T.
NIP. 198512092012122001

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan material konstruksi mendorong pengembangan alternatif yang berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah industri, pertanian, dan konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan limbah batu bata merah sebagai pengganti 100% agregat halus, fly ash sebagai substitusi semen, dan abu sekam padi sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan, penyerapan air, densitas, dan biaya material bata tempel mortar inovasi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan lima variasi campuran, yaitu V1 (kontrol), V2 (5% fly ash), V3 (5% fly ash + 12,5% abu sekam padi), V4 (10% fly ash), dan V5 (10% fly ash + 12,5% abu sekam padi). Pengujian dilakukan untuk menentukan kuat tekan, penyerapan air, densitas, dan biaya material sesuai dengan standar yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan fly ash dan abu sekam padi secara signifikan meningkatkan kinerja bata tempel mortar inovasi. Nilai kuat tekan paling tinggi ditunjukkan pada V3 senilai 9,5 MPa. Daya serap terendah ditunjukkan pada V3 senilai 19,4%. Kemudian, pada densitas nilai tertinggi ditunjukkan pada V2 dan 3 senilai 1,34 g/cm³. Harga paling ekonomis ditunjukkan pada V4 dengan harga Rp367,84 per bata tempel. Oleh karena itu, campuran ini memiliki potensi yang besar sebagai material alternatif yang ramah lingkungan dan layak secara ekonomis untuk aplikasi pelapis dinding serta pendukung praktik konstruksi berkelanjutan.

Kata Kunci: Limbah Batu Bata, *Fly Ash*, Abu Sekam Padi, Bata Tempel Mortar, Analisis Biaya.

ABSTRACT

The increasing demand for construction materials has encouraged the development of sustainable alternatives through the utilization of industrial, agricultural, and construction waste. This study aims to evaluate the effects of using red brick waste as a 100% replacement for fine aggregate, fly ash as a cement substitute, and rice husk ash as an additive on the compressive strength, water absorption, density, and material cost of innovative mortar facing bricks. An experimental method was employed using five mixture variations: V1 (control), V2 (5% fly ash), V3 (5% fly ash + 12.5% rice husk ash), V4 (10% fly ash), and V5 (10% fly ash + 12.5% rice husk ash). The tests were conducted to determine compressive strength, water absorption, density, and material cost in accordance with applicable standards. The results showed that the incorporation of fly ash and rice husk ash significantly improved the performance of the innovative mortar facing bricks. The highest compressive strength was observed in V3 at 9.5 MPa. The lowest water absorption was observed in V3 at 19.4%. Furthermore, the highest density was observed in V2 and 3 at 1.34 g/cm³. The most economical price was observed in V4 at Rp367.84 per brick. Therefore, this mixture has great potential as an environmentally friendly and economically viable alternative material for wall cladding applications and supports sustainable construction practices.

Keywords: *Brick Waste, Fly Ash, Rice Husk Ash, Mortar Facing Bricks, Cost Analysis.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis pajatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis mampu menyusun dan menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Batu Bata, *Fly Ash*, dan Abu Sekam Padi Dalam Inovasi Bata Tempel Mortar Dengan Pengaruh Kekuatan Tekan”** dengan tepat waktu.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis mahasiswa Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Penulis menyadari bahwa penelitian yang penulis lakukan masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Penyelesaian laporan tugas akhir ini tak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu, dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Swt., atas segala petunjuk, karunia, dan rahmat-Nya sehingga penulis diberi kemudahan dan kelancaran untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan penulis semangat, doa, dan dukungan moral maupun materi dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
3. Ibu Asri Nurdiana, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Ir. Hanggoro Iskandar Putra Wijaya, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Moh. Nur Sholeh, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan arahan kepada penulis dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.

5. Seluruh dosen serta *staff* Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, yang telah membekali kami berbagi ilmu pengetahuan.
6. Teman-teman Baskara Bimantara Angkatan 2022, yang telah kebersamai dan memberi warna dalam masa perkuliahan.
7. Beberapa sahabat dan orang terdekat yang sudah membantu dukungan, baik secara moril maupun ilmu untuk membantu keberjalanan proses penelitian penulis.

Semarang, 30 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Maksud Penelitian	5
1.3.2 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Ruang Lingkup	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Bata Tempel Mortar.....	8
2.2 Limbah Batu Bata.....	11
2.3 Agregat Halus	12
2.4 Semen	13
2.5 <i>Fly Ash</i>	14
2.6 Abu Sekam Padi.....	15

2.7 Air	17
2.8 Pengujian Mortar	17
2.8.1 Uji Kuat Tekan.....	17
2.8.2 Uji Daya Serap Air	18
2.8.3 Densitas	18
2.9 Penelitian Terdahulu	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Desain Penelitian	23
3.2 Pembuatan <i>Job Mix Design</i>	23
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.4 Tahapan Penelitian.....	25
3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.5.1 Alat Penelitian.....	28
3.5.2 Bahan Penelitian	33
3.6 Prosedur Bahan Penelitian.....	35
3.6.1 Pengolahan Limbah	35
3.6.2 Pengujian Bahan Material	37
3.6.2.1 Pengujian Gradasi Butir Limbah Batu Bata	37
3.6.2.2 Pengujian Kadar Lumpur Limbah Batu Bata	39
3.6.2.3 Pengujian Berat Jenis.....	41
3.6.2.4 Pengujian Waktu Ikat Semen.....	44
3.6.3 Pembuatan Benda Uji	46
3.6.3.1 Benda Uji Kubus	46
3.6.3.2 Benda Uji Produk Bata Tempel	48
3.6.4 <i>Curing</i> /Perawatan Benda Uji.....	49

3.7 Pengujian Data Laboratorium.....	50
3.7.1 Uji Kuat Tekan.....	50
3.7.2 Uji Daya Serap Air	51
3.7.3 Uji Densitas	53
3.8 Rencana Output Penelitian	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 Analisa Hasil Pengujian Material	57
4.1.1 Pengujian Gradasi Butir.....	57
4.1.2 Pengujian Kadar Lumpur.....	60
4.1.3 Pengujian Berat Jenis Batu Bata.....	61
4.1.4 Pengujian Waktu Ikut Semen.....	61
4.1.5 Pengujian Berat Jenis Abu Sekam Padi	65
4.2 Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan	65
4.3 Analisa Hasil Pengujian Daya Serap Air	70
4.4 Analisa Hasil Pengujian Densitas	74
4.5 Analisis Biaya Material Pada Inovasi Bata Tempel.....	78
4.6 Analisis Hubungan Antara Kuat Tekan, Daya Serap Air, Densitas dan Biaya Material Pada Inovasi Bata Tempel.....	83
BAB V KESIMPULAN.....	87
5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Diagram Alir Tahapan Penelitian	26
Gambar 3.2.	Diagram Alir Tahapan Penelitian	27
Gambar 3.3.	Cetakan Bata Tempel.....	28
Gambar 3.4.	Cetakan Kubus	28
Gambar 3.5.	Mesin <i>Sieve Shaker</i>	29
Gambar 3.6.	Saringan.....	29
Gambar 3.7.	<i>Compression Test Machine</i>	30
Gambar 3.8.	Timbangan Digital.....	30
Gambar 3.9.	Oven	30
Gambar 3.10.	Ember	31
Gambar 3.11.	Cawan/Loyang.....	31
Gambar 3.12.	Minyak Bekisting dan Kuas	32
Gambar 3.13.	Gelas Ukur.....	32
Gambar 3.14.	Piknometer	33
Gambar 3.15.	Vicat.....	33
Gambar 3.16.	Limbah Batu Bata.....	34
Gambar 3.17.	Semen.....	34
Gambar 3.18.	<i>Fly Ash</i>	34
Gambar 3.19.	Abu Sekam Padi	35
Gambar 3.20.	Air.....	35
Gambar 3.21.	Proses Penumbukan Limbah Batu Bata	36
Gambar 3.22.	Proses Pengeringan Agregat Halus	37
Gambar 3.23.	Penimbangan Limbah Batu Bata.....	37
Gambar 3.24.	Susunan Saringan	38
Gambar 3.25.	Proses Pengayakan	38
Gambar 3.26.	Proses Penimbangan.....	38
Gambar 3.27.	Proses Pemasukan Agregat Halus	39
Gambar 3.28.	Proses Pemasukan Air ke Dalam Gelas Ukur	39
Gambar 3.29.	Proses Pengocokan untuk Uji Kadar Lumpur	40

Gambar 3.30.	Kondisi Limbah Batu Bata sebelum Dikocok.....	40
Gambar 3.31.	Proses Menimbang Benda Uji.....	41
Gambar 3.32.	Proses Menimbang Berat Picnometer, Benda Uji, dan Air	42
Gambar 3.33.	Benda Uji setelah di Oven.....	42
Gambar 3.34.	Berat Piknometer dan Air.....	43
Gambar 3.35.	Proses Penimbangan Abu Sekam Padi	43
Gambar 3.36.	Menimbang Berat Piknometer, Benda Uji, dan Air	44
Gambar 3.37.	Menimbang Berat Piknometer dan Air.....	44
Gambar 3.38.	Proses Penimbangan Benda Uji Waktu Ikat Semen	45
Gambar 3.39.	Proses Pembuatan Pasta Semen	45
Gambar 3.40.	Memasukkan Pasta Semen ke Cetakan Vicat.....	45
Gambar 3.41.	Proses Penurunan Jarum Vicat	46
Gambar 3.42.	Menimbang Material	46
Gambar 3.43.	Proses Pengadukan <i>Job Mix</i>	47
Gambar 3.44.	Pengolesan Minyak pada Cetakan.....	47
Gambar 3.45.	Proses Mencetak Benda Uji Kubus	48
Gambar 3.46.	Persiapan Alat dan Bahan.....	48
Gambar 3.47.	Proses Pengadukan <i>Job Mix</i>	49
Gambar 3.48.	Proses Mencetak Benda Uji Bata Tempel	49
Gambar 3.49.	<i>Curing</i> /Perawatan Benda Uji	50
Gambar 3.50.	Merendam Benda Uji	50
Gambar 3.51.	Menimbang Benda Uji	51
Gambar 3.52.	Menguji Kuat Tekan.....	51
Gambar 3.53.	Merendam Benda Uji	52
Gambar 3.54.	Menimbang Benda Uji	52
Gambar 3.55.	Memasukan Benda Uji ke dalam Oven.....	52
Gambar 3.56.	Memasukkan Benda Uji ke dalam Oven.....	53
Gambar 4.1.	Grafik Uji Gradasi Butir.....	59
Gambar 4.2.	Grafik Penurunan Jarum Vicat	63
Gambar 4.3.	Grafik Waktu Ikat Campuran Semen	64
Gambar 4.4.	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	68

Gambar 4.5.	Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Air	73
Gambar 4.6.	Hasil Pengujian Densitas.....	76
Gambar 4.7.	Grafik Analisis Biaya Produksi Inovasi Bata Tempel	82
Gambar 4.8.	Grafik Persentase Reduksi Penelitian	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Persyaratan Proporsi Untuk Pembuatan Mortar	8
Tabel 2.2.	Persyaratan Spesifikasi Sifat Mortar	10
Tabel 2.3.	Tipe-tipe Mortar Plesteran.....	11
Tabel 2.4.	Syarat Fisika Utama pada Semen Portland	14
Tabel 2.5.	Kandungan Senyawa dalam <i>Fly Ash</i>	15
Tabel 2.6.	Kandungan Senyawa dalam Abu Sekam Padi.....	16
Tabel 2.7.	Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1.	Ukuran Benda Uji.....	24
Tabel 3.2.	Perbandingan Variasi Campuran Untuk <i>Job Mix Design</i>	24
Tabel 3.3.	Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Variasi.....	24
Tabel 3.4.	Komposisi Campuran Benda Uji Kubus per 3 Pcs	25
Tabel 3.5.	Komposisi Campuran <i>Prototype</i> Bata Tempel per 1 Pcs	25
Tabel 4.1.	Hasil Uji Gradasi Butir.....	57
Tabel 4.2.	Modulus Kehalusan Pasir.....	58
Tabel 4.3.	Hasil Uji Kadar Lumpur Agregat Halus Metode Kocokan	60
Tabel 4.4.	Data Pengujian Berat Jenis Limbah Batu Bata	61
Tabel 4.5.	Hasil Uji Berat Jenis Limbah Batu Bata	61
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian Waktu Ikat Semen Normal	62
Tabel 4.7.	Hasil Pengujian Waktu Ikat Semen dengan Substitusi 5% <i>Fly Ash</i> ...	62
Tabel 4.8.	Hasil Pengujian Waktu Ikat Semen dengan Substitusi 10% <i>Fly Ash</i> .	62
Tabel 4.9.	Data dan Hasil Pengujian Berat Jenis Abu Sekam Padi.....	65
Tabel 4.10.	Hasil Uji Kuat Tekan.....	67
Tabel 4.11.	Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Rata-Rata	68
Tabel 4.12.	Hasil Pengujian Daya Serap Air Benda Uji <i>Prototype</i> Bata Tempel..	72
Tabel 4.13.	Rekapitulasi Hasil Uji Daya Serap Air Rata-Rata.....	72
Tabel 4.14.	Hasil Pengujian Densitas.....	75
Tabel 4.15.	Rekapitulasi Hasil Uji Densitas.....	76
Tabel 4.16.	Survei Toko Material.....	78
Tabel 4.17.	Harga Satuan Biaya	79
Tabel 4.18.	Rincian Biaya Material Bata Tempel Variasi 1	79

Tabel 4.19. Rincian Biaya Material Bata Tempel Variasi 2	80
Tabel 4.20. Rincian Biaya Material Bata Tempel Variasi 3	80
Tabel 4.21. Rincian Biaya Material Bata Tempel Variasi 4	81
Tabel 4.22. Rincian Biaya Material Bata Tempel Variasi 5	81
Tabel 4.23. Rekapitulasi Analisis Harga Material	82
Tabel 4.24. Rekapitulasi Hasil Pengujian	83
Tabel 4.25. Rekapitulasi Persentase Reduksi Penelitian	84

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Asistensi
- Lampiran 2. Form Hasil Pengujian *Grain Size Analysis* Agregat Halus
- Lampiran 3. Form Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur dan Kotoran Organik Agregat Halus
- Lampiran 4. Form Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Limbah Batu Bata
- Lampiran 5. Form Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Abu Sekam Padi
- Lampiran 6. Form Pemeriksaan Waktu Ikut Awal Semen Portland (Semen Normal)
- Lampiran 7. Form Pemeriksaan Waktu Ikut Awal Semen Portland (Semen Substitusi 5% *Fly Ash*)
- Lampiran 8. Form Pemeriksaan Waktu Ikut Awal Semen Portland (Semen Substitusi 10% *Fly Ash*)
- Lampiran 9. Form Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari
- Lampiran 10. Form Pengujian Daya Serap Air Umur 28 Hari
- Lampiran 11. Form Pengujian Densitas Umur 28 Hari