



LAPORAN TUGAS AKHIR

INOVASI REKAYASA MATERIAL BATAKO BERBASIS LIMBAH KERTAS HVS DAN SERBUK KACA

Disusun oleh :

Ferri Kusumaningrum 40030522650015

Divana Setyaarifah Damayanti 40030522650061

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**



LAPORAN TUGAS AKHIR
INOVASI REKAYASA MATERIAL BATAKO BERBASIS
LIMBAH KERTAS HVS DAN SERBUK KACA

Oleh:

Ferri Kusumaningrum	40030522650015
Divana Setyaarifah Damayanti	40030522650061

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

Semarang, 30 Juni 2026

Mahasiswa I

Ferri Kusumaningrum
NIM. 40030522650015

Mahasiswa II

Divana Setyaarifah Damayanti
NIM. 40030522650061

Penguji I

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

Menyetujui,
Penguji II

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

Penguji III

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

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak penggunaan limbah kertas HVS dan serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen dan sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan, daya serap air, dan biaya material batako. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan benda uji batako berukuran $30 \times 15 \times 10$ cm. Variasi campuran terdiri atas limbah kertas HVS sebesar 0%; 2,5%; 5%; dan 7,5% terhadap berat total campuran serta serbuk kaca sebesar 0%; 2,5%; 5%; dan 10% terhadap berat semen. Pengujian kuat tekan dan daya serap air dikerjakan pada umur 28 dan 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi normal tanpa serbuk kaca menghasilkan kuat tekan tertinggi. Besar kuat tekan rata-rata pada variasi A mencapai 16,7 MPa, variasi B mencapai 8,6 MPa, variasi C mencapai 3,9 MPa, dan variasi D mencapai 1,6 MPa. Semakin tinggi kadar serbuk kaca, kuat tekan batako cenderung menurun. Pemberian limbah kertas HVS berhasil membuat batako lebih ringan, namun meningkatkan daya serap air dengan nilai rata-rata 7,404%; 11,182%; 14,132%; dan 16,832%. Seluruh variasi memenuhi standar SNI batako mutu III kecuali variasi D karena tidak memenuhi syarat kuat tekan minimal. Penggunaan limbah kertas HVS dan serbuk kaca berpotensi menjadi alternatif bahan campuran batako yang berkelanjutan.

Kata kunci: batako, limbah kertas HVS, serbuk kaca, kuat tekan, daya serap air, dan biaya material.

ABSTRACT

This study aims to investigate the effects of incorporating waste HVS paper and glass powder as partial cement replacement materials on the compressive strength, water absorption, and material cost of concrete masonry blocks (CMUs). An experimental research method was employed using concrete masonry block specimens with dimensions of $300 \times 150 \times 100$ mm. The mixture variations consisted of HVS paper waste at proportions of 0%, 2.5%, 5%, and 7.5% of the total mixture weight, combined with glass powder at proportions of 0%, 2.5%, 5%, and 10% of the cement weight. Compressive strength and water absorption tests were conducted at curing ages of 28 and 14 days, respectively. The results indicated that the control mixture without glass powder exhibited the highest compressive strength. The average compressive strengths for Variations A, B, C, and D were 16.7 MPa, 8.6 MPa, 3.9 MPa, and 1.6 MPa, respectively. Increasing the proportion of glass powder generally reduced the compressive strength of the concrete masonry blocks. The incorporation of HVS paper waste successfully reduced the unit weight of the blocks; however, it also increased the water absorption, with average values of 7.404%, 11.182%, 14.132%, and 16.832% for Variations A, B, C, and D, respectively. All mixture variations satisfied the requirements for Grade III concrete masonry blocks according to the Indonesian National Standard (SNI), except for Variation D, which failed to meet the minimum compressive strength requirement. Overall, the utilization of waste HVS paper and glass powder demonstrates promising potential as sustainable alternative materials for concrete masonry block production.

Keywords: *concrete blocks, HVS paper waste, glass powder, compressive strength, water absorption, and material cost.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada hadirat Allah SWT atas segala berkah, anugerah, dan nikmat yang telah dianugerahkan, atas dasar tersebut penulis mendapatkan kesempatan, kesehatan, serta kemampuan untuk menyelesaikan pembuatan tugas akhir ini dengan baik. Berkat izin dan pertolongan-Nya, seluruh rangkaian proses penyusunan tugas akhir dapat dilaksanakan hingga rampung sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan.

Tugas akhir yang berjudul “Inovasi Rekayasa Material Batako Berbasis Limbah Kertas HVS dan Serbuk Kaca” ini disusun sebagai salah satu aspek persyaratan akademik untuk meraih gelar Sarjana Terapan (S.Tr) pada Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Selain sebagai syarat kelulusan, penyusunan tugas akhir ini juga bertujuan untuk merealisasikan ilmu dan wawasan yang telah diperoleh selama pembelajaran pada perkuliahan ke dalam bentuk penelitian yang aplikatif dan relevan dengan perkembangan material konstruksi berkelanjutan.

Sesuai dengan judul yang diangkat, tugas akhir ini berfokus pada kegiatan penelitian yang mencakup proses pembentukan benda uji batako dengan penambahan variasi limbah kertas HVS dan serbuk kaca, lengkap dengan proses pencetakan serta perawatan benda uji, hingga pengujian karakteristik material yang meliputi aspek mekanik dan fisis. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi dampak penggunaan limbah serbuk kaca pada kinerja mekanik serta peran limbah kertas HVS dalam memperbaiki karakteristik fisis material batako.

Dalam proses penyusunannya, penulis menyadari bahwa berbagai tahapan mulai dari pengumpulan data, pengolahan informasi, hingga proses penyusunan laporan, penulis memperoleh banyak dukungan, bimbingan, serta kontribusi berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Suharnomo, S.E., M.Si. Rektor Universitas Diponegoro.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiono, M.,Si. Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

3. Ibu Asri Nurdiana, S.T., M.T. Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Moh Nur Sholeh, S.T., M.T., Ph.D. Dosen Pembimbing Tugas Akhir I.
5. Bapak Ir. Hanggoro Iskandar P W, S.T., M.T. Dosen Pembimbing Tugas Akhir II.
6. Kedua Orang Tua Tercinta & Seluruh Keluarga.
7. Seluruh Dosen Dan Pegawai Jurusan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
8. Seluruh teman – teman yang telah memberikan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat keterbatasan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan pada penelitian selanjutnya.

Semarang, 30 Juni 2026

Hormat Kami

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	6
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	7
1.4. Manfaat Penelitian	8
1.5. Batasan Masalah	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Batako	10
2.1.1 Semen <i>Portland</i> (PC)	15
2.1.2 Air	16
2.1.3 Pasir (Agregat Halus)	17
2.2. Limbah Kertas HVS	19
2.3. Serbuk Kaca	20
2.4. Uji Kuat Tekan	22
2.5. Uji Daya Serap Air	23
2.6. Penelitian Terdahulu	26
BAB III METODE PENELITIAN	36

3.1.	Metode Penelitian	38
3.1.1.	Alat - Alat Kerja	38
3.1.2.	Bahan Benda Uji	45
3.1.3.	Penyusunan Benda Uji (<i>Mix Design</i>)	48
3.1.4.	Pembuatan <i>Prototype</i>	58
3.1.5.	Pengujian Benda Uji	62
3.1.6.	Teknik Pengumpulan Data	64
3.1.7.	Teknik Pengolahan Data	65
3.2.	Desain Penelitian	65
3.3.	Komparasi Variasi	66
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	67
4.1	Hasil Pengujian Karakteristik Material	67
4.1.1.	Semen.....	67
4.1.2.	Pasir	80
4.1.3.	Limbah Kertas HVS	90
4.1.4.	Serbuk Kaca	93
4.1.5.	Bata Beton (Batako).....	104
4.2.	Pembahasan	114
4.2.1.	Uji Kuat Tekan.....	114
4.2.2.	Uji Daya Serap Air	117
4.2.3.	Analisis biaya Material	121
4.2.4.	Analisis Komparasi Hubungan Kuat Tekan, Daya Serap Air, dan Biaya Material Batako.....	128
BAB V	PENUTUP.....	131
5.1.	Kesimpulan	131
5.2.	Saran	132

DAFTAR PUSTAKA	130
LAMPIRAN.....	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bata Beton Pejal	12
Gambar 2.2.	Bata Beton Berlubang	13
Gambar 2.3.	Semen <i>Portland</i>	16
Gambar 2.4.	Pasir (Agregat Halus).....	18
Gambar 2.5.	Limbah Kertas <i>HVS</i>	19
Gambar 2.6.	Limbah Kaca	21
Gambar 2.7.	Diagram Ishikawa	34
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3.2.	Gunting.....	38
Gambar 3.3.	Ayakan	39
Gambar 3.4.	Timbangan.....	39
Gambar 3.5.	Oven Pengering	40
Gambar 3.6.	Wadah Pengadukan	41
Gambar 3.7.	Sekop/ Sendok Semen.....	41
Gambar 3.8.	Cetakan Batako dan Kubus	42
Gambar 3.9.	<i>Compression Testing Machine</i>	43
Gambar 3.10.	Jangka Sorong	43
Gambar 3.11.	Wadah Perendaman.....	44
Gambar 3.12.	Kain Lap.....	45
Gambar 3.13.	Semen PPC.....	46
Gambar 3.14.	Pasir (Agregat Halus).....	46
Gambar 3.15.	Kertas HVS	47
Gambar 3.16.	Serbuk Kaca	47
Gambar 3.17.	Air.....	48
Gambar 3.18.	Alur Pembuatan <i>Prototype</i>	61
Gambar 3.19.	Rencana Batako.....	66
Gambar 4.1.	Semen Rajawali.....	69
Gambar 4.2.	Butiran Semen	70
Gambar 4.3.	Pengujian Konsistensi Normal Semen	72

Gambar 4.4.	Hasil Pengujian Konsistensi Normal Semen.....	73
Gambar 4.5.	Pengujian Pengikatan Awal Semen.....	76
Gambar 4.6.	Hasil Pengikatan Awal Semen	79
Gambar 4.7.	Pengujian <i>Grain size</i>	81
Gambar 4.8.	Hasil Analisis Saringan	82
Gambar 4.9.	Pengujian Kadar Lumpur	86
Gambar 4.10.	Pengujian Berat Jenis Pasir	88
Gambar 4.11.	Pengujian Berat Jenis Kertas HVS.....	92
Gambar 4.12.	Pengujian Berat Jenis Serbuk Kaca.....	95
Gambar 4.13.	Pengujian Konsistensi Semen Variasi.....	97
Gambar 4.14.	Pengujian Pengikatan Awal Semen.....	101
Gambar 4.15.	Pengikatan Awal Serbuk Kaca Substitusi Semen	103
Gambar 4.16.	Perawatan <i>Dry Curing</i>	109
Gambar 4.17.	Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	116
Gambar 4.18.	Pengujian Daya Serap Air.....	118
Gambar 4.19.	Hasil Pengujian Daya Serap Air.....	120
Gambar 4.20.	Analisis Harga Material	127
Gambar 4.21.	Hubungan Daya Serap Air, Kuat Tekan, dan Harga Material	
Batako		129

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Ukuran Bata Beton.....	13
Tabel 2.2.	Syarat - Syarat Fisis Bata Beton	14
Tabel 2.3.	Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1.	Komposisi Perbandingan Campuran.....	49
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Konsistensi Normal Semen	73
Tabel 4.2.	Syarat Waktu Ikat Semen Portland	77
Tabel 4.3.	Hasil Pengujian Pengikatan Awal Semen.....	78
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian <i>Grain Size</i>	82
Tabel 4.5.	Ketentuan Jenis Modulus <i>Fineness</i> /Kehalusan.....	83
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir	89
Tabel 4.7.	Perhitungan Berat Jenis Pasir.....	89
Tabel 4.8.	Hasil Pengujian Berat Jenis Kertas HVS	93
Tabel 4.9.	Hasil Pengujian Berat Jenis Serbuk Kaca	96
Tabel 4.10.	Hasil Pengujian Konsistensi Normal Semen Substitusi Serbuk Kaca	99
Tabel 4.11.	Hasil Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Substitusi Serbuk Kaca	102
Tabel 4.12.	<i>Jobmix</i> Desain Variasi Campuran Batako	105
Tabel 4.13.	<i>Jobmix</i> Desain Variasi Campuran Kubus	105
Tabel 4.14.	Berat Benda Uji Batako	107
Tabel 4.15.	Berat Benda Uji Kubus	107
Tabel 4.16.	Hasil Pengujian Kuat Tekan	115
Tabel 4.17.	Hasil Pengujian Daya Serap Air	119
Tabel 4.18.	Hasil Survei Harga di Pasaran	122
Tabel 4.19.	Perhitungan Harga Semen Tiap Batako	123
Tabel 4.20.	Perhitungan Harga Kertas HVS Tiap Batako	124
Tabel 4.21.	Perhitungan Harga Serbuk Kaca Tiap Batako	125
Tabel 4.22.	Perhitungan Total Harga Material Tiap Batako	126
Tabel 4.23.	Hubungan Daya Serap Air, Kuat Tekan, dan Harga Material Batako	129

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Asistensi
- Lampiran 2. Surat Rekomendasi Pembimbing TA
- Lampiran 3. Surat Rekomendasi Mengikuti Ujian Komprehensif
- Lampiran 4. SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton
- Lampiran 5. *Logbook* Penelitian
- Lampiran 6. Formulir Pengujian *Grain size*
- Lampiran 7. Formulir Pengujian Kadar Lumpur
- Lampiran 8. Formulir Pengujian Berat Jenis Pasir
- Lampiran 9. Formulir Pengujian Konsistensi Normal Semen
- Lampiran 10. Formulir Pengujian Pengikatan Awal Semen
- Lampiran 11. Formulir Pengujian Berat Jenis Kertas
- Lampiran 12. Formulir Pengujian Berat Jenis Serbuk Kaca
- Lampiran 13. Formulir Pengujian Pengikatan Awal Semen Variasi
- Lampiran 14. Formulir Pengujian Kuat Tekan
- Lampiran 15. Formulir Pengujian Daya Serap Air