



LAPORAN TUGAS AKHIR

INOVASI ROSTER BETON RAMAH LINGKUNGAN DENGAN SUBSTITUSI PARSIAL SERBUK CANGKANG TELUR AYAM DAN BUTIRAN BATU BATA

Disusun Oleh :

Arraya Arief Ardhiansyah

40030522650032

Adji Setyo Wibowo

40030522650107

Diajukan sebagai

Salah satu syarat 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
2026**

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

INOVASI ROSTER BETON RAMAH LINGKUNGAN DENGAN SUBSTITUSI PARSIAL SERBUK CANGKANG TELUR AYAM DAN BUTIRAN BATU BATA

Oleh :

Arraya Arief Ardhiansyah

40030522650032

Adji Setyo Wibowo

40030522650107

Laporan Tugas Akhir ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan saran saat pelaksanaan ujian Tugas Akhir pada tanggal 20 Juli 2026

Semarang, 23 Juli 2026

Mahasiswa I

Arraya Arief Ardhiansyah

NIM. 40030522650032

Mahasiswa II

Adji Setyo Wibowo

NIM. 40030522650107

Penguji I

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

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 S.Tr Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

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

ABSTRAK

Secara umum, pembuatan roster menggunakan bahan utama berupa semen, pasir, dan air. Namun, meningkatnya aktivitas sektor konstruksi di Indonesia menyebabkan kebutuhan akan semen dan pasir meningkat. Peningkatan tersebut berkontribusi terhadap penurunan kualitas lingkungan, seperti berkurangnya kesuburan tanah akibat eksploitasi sumber daya melalui penambangan, serta meningkatnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan selama proses produksi semen. Kondisi tersebut mendorong perlunya inovasi untuk mengurangi pengaruh negatif yang ditimbulkan terhadap lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan adanya pengkajian dengan memanfaatkan limbah cangkang telur ayam dan batu bata sebagai bahan substitusi parsial semen dan pasir pada pengaplikasian roster beton. Pengkajian ini memiliki tujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan, penyerapan air, berat isi, hasil fisik atau visual, analisa biaya, serta analisa statistik menggunakan perangkat lunak. Desain eksperimen laboratorium dipilih sebagai metode utama dalam pengkajian ini dengan dilandaskan pada SNI 03-0349-1989. Objek penelitian berupa roster beton menggunakan dimensi cetakan 20 cm x 20 cm x 10 cm dengan total 30 sampel yang dikelompokkan berdasarkan 5 variasi. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa variasi campuran dengan substitusi 3% cangkang telur ayam dan 10% batu bata menghasilkan performa paling optimal, dengan nilai kuat tekan sebesar 2,13 MPa dan persentase penyerapan air sebesar 8,55%. Analisis regresi juga menunjukkan pengaruh signifikan dari variasi campuran terhadap karakteristik roster, sementara analisis biaya menunjukkan bahwa penggunaan limbah ini mampu menekan biaya produksi hingga 15%.

Kata kunci : Roster Beton, Limbah Cangkang Telur Ayam, Limbah Batu Bata, Kuat Tekan, Daya Serap Air

ABSTRACT

Generally speaking, mortar is produced using cement, sand and water as its main ingredients. However, the rise in construction activity in Indonesia has led to an increased demand for cement and sand. This increase has contributed to a deterioration in environmental quality, such as reduced soil fertility due to the exploitation of resources through mining, as well as rising carbon dioxide emissions generated during the cement production process. These conditions have highlighted the need for innovation to mitigate the negative environmental impacts. Consequently, a study was conducted utilising chicken eggshell waste and bricks as partial substitutes for cement and sand in the production of concrete pavers. The aim of this study was to determine the compressive strength, water absorption, bulk density, physical and visual characteristics, cost analysis, and statistical analysis using software. A laboratory experimental design was selected as the primary method for this study, based on SNI 03-0349-1989. The research subjects were concrete slabs using mould dimensions of 20 cm × 20 cm × 10 cm, with a total of 30 samples grouped into 5 variations. The results of the study indicate that the mix variation involving the substitution of 3 per cent chicken eggshells and 10 per cent bricks yielded the most optimal performance, with a compressive strength of 2.13 MPa and a water absorption percentage of 8.55 per cent. Regression analysis also revealed a significant effect of mixture variation on the characteristics of the mortar, whilst cost analysis showed that the use of this waste can reduce production costs by up to 15 per cent.

Keywords: Concrete Pavers, Chicken Eggshell Waste, Brick Waste, Compressive Strength, Water Absorption

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, kemudahan, serta kelancaran yang telah dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur.

Dalam proses penyusunan hingga penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak dukungan, bantuan, dan bimbingan dari semua pihak. Oleh sebab itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Allah SWT yang telah menyertai dengan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
2. Orang tua dan keluarga besar yang senantiasa memberikan segala bentuk motivasi dalam setiap langkah penulis.
3. Ibu Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
4. Bapak Moh. Nur Sholeh, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Ir. Tri Susanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan II yang telah memberikan semangat selama proses penulisan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
5. Ibu Galuh Alfanti, S.Psi. dan Bapak Oky K. Putra, S.T. selaku Pranata dan Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Universitas Diponegoro yang telah membantu memberikan arahan selama proses penelitian di Laboratorium.
6. Bapak Hendro selaku Administrasi Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur yang telah membantu selama proses administrasi.
7. Seluruh teman dan sahabat dari penulis yang telah kebersamai dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
8. Semua pihak yang telah memberikan motivasi selama penyelesaian Laporan Tugas Akhir yang tidak memungkinkan untuk dituangkan secara keseluruhan.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih memiliki beberapa kekurangan yang disadari oleh penulis. Oleh sebab itu, kritik, saran, serta masukan yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pembaca serta menjadikan acuan dan pedoman dalam pengembangan penelitian dengan inovasi yang terbaru pada masa mendatang.

Semarang, 13 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Roster	7
2.2 Batu Bata.....	10
2.3 Cangkang Telur Ayam	11
2.4 Pasir.....	13
2.5 Semen Portland	14
2.6 Air	15
2.7 Pengujian Kuat Tekan	16
2.8 Pengujian Daya Serap Air	17
2.9 Pengujian Fisik atau Visual.....	17
2.10 IBM SPSS Statistics.....	17
2.11 Penelitian Terdahulu.....	18

BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Jenis Metode Penelitian	22
3.2 Alur Penelitian	22
3.2.1 Studi Literatur	23
3.2.2 Persiapan dan Pengujian Karakteristik Bahan	24
3.2.3 Pembuatan Benda Uji	42
3.2.4 Pengujian Benda Uji	48
3.2.5 Analisis Data	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1 Analisis Pengujian Material	58
4.1.1 Serbuk Cangkang Telur Ayam	58
4.1.2 Butiran Batu Bata.....	60
4.1.3 Pasir.....	64
4.1.4 Semen.....	69
4.2 Analisis Pengujian Benda Uji	70
4.2.1 Pengujian Kuat Tekan	71
4.2.2 Pengujian Daya Serap Air	75
4.2.3 Pengujian Berat Isi	77
4.2.4 Pengujian Fisik atau Visual.....	80
4.2.5 Analisis Perbandingan Biaya	81
4.2.6 Analisis Data Menggunakan <i>Software IBM SPSS Statistics</i>	83
4.3 Rekapitulasi Hasil Penelitian	90
BAB V PENUTUP.....	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Roster beton motif LB-4.....	8
Gambar 2. 2	Limbah pecahan batu bata merah	10
Gambar 2. 3	Limbah cangkang telur ayam	12
Gambar 3. 1	Alur Penelitian.....	23
Gambar 3. 2	Proses Pencucian Cangkang Telur Ayam	29
Gambar 3. 3	Proses Pengeringan Cangkang Telur Ayam Menggunakan Oven	30
Gambar 3. 4	Proses Penggilingan Cangkang Telur Ayam Menggunakan Alat <i>Ball Mill</i>	30
Gambar 3. 5	Hasil Serbuk Cangkang Telur ayam	31
Gambar 3. 6	Proses Pemilihan Limbah Batu-Bata.....	31
Gambar 3. 7	Proses Penghancuran Limbah Pecahan Batu-Bata	32
Gambar 3. 8	Proses Pencucian Butiran Batu-Bata	32
Gambar 3. 9	Proses Pengeringan Butiran Batu-Bata	33
Gambar 3. 10	Proses Pengayakan Butiran Batu-Bata Menggunakan Ayakan No. 4 (4,75mm)	33
Gambar 3. 11	Menyiapkan Alat Vicat	34
Gambar 3. 12	Berat Semen dan Berat Air	34
Gambar 3. 13	Memadatkan Semen	35
Gambar 3. 14	Meratakan Semen pada Mold Vicat.....	35
Gambar 3. 15	Meletakkan Mold Vicat pada Jarum Vicat	35
Gambar 3. 16	Menimbang Pasir 500gr	36
Gambar 3. 17	Menyusun saringan.....	37
Gambar 3. 18	Proses pengayakan menggunakan <i>Shieve Shaker</i>	37
Gambar 3. 19	Menimbang butiran yang tertahan pada tiap saringan.....	37
Gambar 3. 20	Menuangkan pasir ke gelas ukur	38
Gambar 3. 21	Menambahkan air ke gelas ukur	39
Gambar 3. 22	Mengukur tinggi lumpur dan pasir	39
Gambar 3. 23	Menimbang piknometer kosong	40
Gambar 3. 24	Menimbang piknometer + air	40
Gambar 3. 25	Menimbang pasir	41
Gambar 3. 26	Memasukkan pasir + air sampai batas piknometer.....	41
Gambar 3. 27	Desain cetakan roster.....	42
Gambar 3. 28	Persiapan benda uji	48
Gambar 3. 29	Meletakkan benda uji ke alat <i>Compression Test Machine</i>	49
Gambar 3. 30	Proses pemberian beban pada benda uji	49
Gambar 3. 31	Proses perendaman benda uji	50

Gambar 3. 32 Proses pengangkatan benda uji.....	50
Gambar 3. 33 Proses penimbangan benda uji keadaan basah	51
Gambar 3. 34 Proses pengeringan benda uji menggunakan oven.....	51
Gambar 3. 35 Proses penimbangan benda uji keadaan kering	51
Gambar 3. 36 Menyiapkan roster utuh kondisi kering.....	52
Gambar 3. 37 Proses penimbangan berat isi roster	52
Gambar 3. 38 Proses pengamatan visual hasil roster	53
Gambar 3. 39 Proses pengukuran dimensi roster	53
Gambar 3. 40 Mendefinisikan variabel yang digunakan.....	55
Gambar 3. 41 Menginput data hasil laboratorium.....	55
Gambar 3. 42 Uji normalitas	56
Gambar 3. 43 Uji homogenitas varians	56
Gambar 3. 44 Uji ANOVA (<i>Welch</i>)	56
Gambar 3. 45 Uji determinasi	56
Gambar 3. 46 Tabel ANOVA.....	57
Gambar 3. 47 Tabel koefisien regresi.....	57
Gambar 4. 1 Grafik Persentase Lolos Saringan Butiran Batu Bata.....	63
Gambar 4. 2 Grafik Persentase Lolos Saringan Pasir.....	67
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Kuat Tekan Roster Umur 28 Hari (kg/cm ²).....	72
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Kuat Tekan Roster Umur 28 Hari (Mpa).....	73
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian Penyerapan Air Roster.....	76
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengujian Berat Isi Roster.....	78
Gambar 4. 7 Proses Pengukuran Dimensi Roster.....	80
Gambar 4. 8 Pengamatan Fisik Dan Visual Roster Ramah Lingkungan.....	80
Gambar 4. 9 Grafik Analisa Biaya Produksi Roster.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Syarat Fisis menurut SNI 03-0349-1989	8
Tabel 2. 2	Klasifikasi Mutu Bata Beton Berlubang	9
Tabel 2. 3	Batas Gradasi Agregat Halus SNI 03-0680-2002	13
Tabel 2. 4	Penelitian Terdahulu	18
Tabel 3. 1	Alat yang digunakan	25
Tabel 3. 2	Bahan yang digunakan	28
Tabel 3. 3	Komposisi limbah cangkang telur ayam dari penelitian terdahulu	43
Tabel 3. 4	Komposisi limbah batu-bata dari penelitian terdahulu	43
Tabel 3. 5	<i>Jobmix</i> Desain Variabel Roster Ramah Lingkungan	44
Tabel 4. 1	Hasil pengujian berat jenis cangkang telur ayam	59
Tabel 4. 2	Hasil perhitungan berat jenis cangkang telur ayam	59
Tabel 4. 3	Hasil pengujian kadar lumpur sistem kocokan	60
Tabel 4. 4	Hasil pengujian gradasi butiran batu-bata	61
Tabel 4. 5	Hasil pengujian berat jenis butiran batu-bata	64
Tabel 4. 6	Hasil perhitungan berat jenis batu-bata	64
Tabel 4. 7	Hasil pengujian kadar lumpur pasir	65
Tabel 4. 8	Data hasil pengujian gradasi pasir	66
Tabel 4. 9	Data pengujian berat jenis pasir	68
Tabel 4. 10	Hasil pengujian berat jenis pasir	68
Tabel 4. 11	Pengujian waktu ikat awal semen portland	70
Tabel 4. 12	Hasil pengujian kuat tekan roster	71
Tabel 4. 13	Klasifikasi Mutu Roster Menurut SNI 03-0349-1989	72
Tabel 4. 14	Hasil Pengujian Penyerapan Air Pada Roster	75
Tabel 4. 15	Hasil pengujian berat isi roster	78
Tabel 4. 16	Analisa biaya produksi roster	81
Tabel 4. 17	Hasil uji normalitas variasi roster terhadap kuat tekan (Shapiro-Wilk)	84
Tabel 4. 18	Hasil uji homogenitas varians metode <i>Levene's Test</i>	85
Tabel 4. 19	Hasil pengujian signifikansi metode <i>Welch ANOVA</i>	86
Tabel 4. 20	Uji F (Simultan)	87
Tabel 4. 21	Koefisien persamaan regresi	88
Tabel 4. 22	Koefisien determinasi (<i>R Square</i>)	89
Tabel 4. 23	Rekapitulasi Hasil Penelitian	90

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Asistensi
2. *Logbook* Penelitian
3. Dokumentasi Penulis
4. Hasil Pengujian Material
5. Hasil Pengujian Benda Uji
6. Tabel Uji F dan Uji T SPSS