



TUGAS AKHIR

GENTENG BETON RAMAH LINGKUNGAN DENGAN SUBSTITUSI LIMBAH SERBUK KACA DAN ABU TEMPURUNG KELAPA

Oleh :

Muhammad Ivan Maulana 40030522650087

Shinta Larasati 40030522650091

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

GENTENG BETON RAMAH LINGKUNGAN DENGAN SUBSTITUSI LIMBAH SERBUK KACA DAN ABU TEMPURUNG KELAPA

Disusun Oleh:

Muhammad Ivan Maulana
Shinta Larasati

NIM. 40030522650087
NIM. 40030522650091

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

Semarang, 6 Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,


Bambang Setiabudi, S.T., M.T.
NIP. 196109021987031002


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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur


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



LAPORAN TUGAS AKHIR

GENTENG BETON RAMAH LINGKUNGAN DENGAN SUBSTITUSI LIMBAH SERBUK KACA DAN ABU TEMPURUNG KELAPA

Oleh:

Muhammad Ivan Maulana
Shinta Larasati

NIM. 40030522650087
NIM. 40030522650091

Laporan ini telah disusun berdasarkan masukan dan koreksi saat pelaksanaan
ujian tugas akhir pada tanggal 15 Juli 2026

Semarang, 20 Juli 2026

Mahasiswa I


Muhammad Ivan Maulana
NIM. 40030522650087

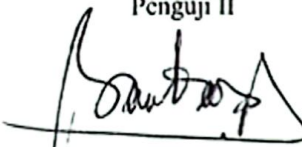
Mahasiswa II


Shinta Larasati
NIM. 40030522650091

Penguji I


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

Menyetujui,
Penguji II


Bambang Setiabudi, S.T., M.T.
NIP. 196109021987031002

Penguji III


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

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur


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

ABSTRAK

Genteng Beton Ramah Lingkungan Dengan Substitusi Limbah Serbuk Kaca dan Abu Tempurung Kelapa

Oleh Muhammad Ivan Maulana dan Shinta Larasati

Industri konstruksi menghadapi tantangan dalam mengurangi penggunaan sumber daya alam dan emisi karbon sehingga diperlukan inovasi material yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi parsial limbah serbuk kaca dan abu tempurung kelapa terhadap sifat fisik, sifat mekanis, serta biaya material genteng beton. Variasi campuran yang digunakan terdiri atas campuran normal (Gga) serta genteng beton inovasi dengan substitusi limbah serbuk kaca dan abu tempurung kelapa, yaitu Ggb (7,5%; 5%), Ggc (10%; 5%), Ggd (7,5%; 10%), dan Gge (10%; 10%). Pengujian meliputi pemeriksaan visual, uji beban lentur, penyerapan air, rembesan air, dan analisis biaya material berdasarkan SNI 0096:2007. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variasi memenuhi persyaratan visual tanpa retak maupun cacat permukaan. Nilai beban lentur tertinggi diperoleh pada variasi Gge sebesar 1731,52 N, meningkat 22,26% dibandingkan campuran normal sebesar 1416,21 N. Nilai penyerapan air berada pada kisaran 6,81–8,29%, sedangkan seluruh sampel tidak mengalami rembesan sehingga memenuhi persyaratan SNI 0096:2007. Biaya material menurun dari Rp4.197,88 menjadi Rp3.948,30 per unit atau lebih hemat sekitar 5,95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah serbuk kaca dan abu tempurung kelapa berpotensi menghasilkan genteng beton yang lebih kuat, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Genteng Beton, Serbuk Kaca, Abu Tempurung Kelapa, Substitusi Parsial, Beban Lentur.

ABSTRACT

Environmentally Friendly Concrete Roof Tiles with Glass Powder and Coconut Shell Ash Substitution

By Muhammad Ivan Maulana and Shinta Larasati

The construction industry faces challenges in reducing the consumption of natural resources and carbon emissions, creating the need for more environmentally friendly construction materials. This study aims to analyze the effect of the partial substitution of waste glass powder and coconut shell ash on the physical properties, mechanical properties, and material cost of concrete roof tiles. The mixture variations consisted of a control mix (Gga) and innovative concrete roof tiles containing waste glass powder and coconut shell ash at Ggb (7.5%; 5%), Ggc (10%; 5%), Ggd (7.5%; 10%), and Gge (10%; 10%), respectively. The tests included visual inspection, flexural load, water absorption, water permeability, and material cost analysis in accordance with SNI 0096:2007. The results showed that all mixtures satisfied the visual quality requirements without cracks or surface defects. The highest flexural load was achieved by the Gge mixture, reaching 1,731.52 N, which was 22.26% higher than the control mix (1,416.21 N). Water absorption values ranged from 6.81% to 8.29%, while all specimens showed no water leakage, complying with the requirements of SNI 0096:2007. In addition, the material cost decreased from IDR 4,197.88 to IDR 3,948.30 per unit, representing a cost reduction of approximately 5.95%. These findings demonstrate that the utilization of waste glass powder and coconut shell ash can produce stronger, more economical, and environmentally friendly concrete roof tiles.

Keywords: *Concrete Roof Tile, Waste Glass Powder, Coconut Shell Ash, Partial Substitution, Flexural Load.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Genteng Beton Ramah Lingkungan Dengan Substitusi Limbah Serbuk Kaca dan Abu Tempurung Kelapa”** tepat pada waktunya. Penulisan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan Studi pada Program Studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, motivasi, arahan, serta dukungan moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
3. Bapak Bambang Setiabudi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Hanggoro Iskandar Putra Wijaya, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir.
5. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, khususnya "Baskara Bimantara", yang senantiasa memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan selama menjalani perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis berharap mendapat kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca pada umumnya dan mahasiswa jurusan teknik sipil pada khususnya.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Beton sebagai Bahan Konstruksi	6
2.2 Genteng Beton	6
2.2.1 Ukuran Genteng Beton	7
2.3 Abu Tempurung Kelapa.....	7
2.3.1 Kandungan Kimia dan Sifat Fisik Abu Tempurung Kelapa.....	8
2.3.2 Pengaruh Abu Tempurung Kelapa terhadap Sifat Mekanis Beton.....	9
2.4 Kaca	9

2.5 Kualitas Genteng Beton Menurut SNI 0096:2007	12
2.6 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Metode Penelitian	18
3.2 Variabel Penelitian.....	18
3.2.1 Variabel Bebas.....	18
3.2.2 Variabel Terikat.....	19
3.2.3 Variabel Pengendali.....	20
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.4 Desain dan Jenis Penelitian.....	21
3.4.1 Alur Penelitian.....	22
3.4.2 Sampel dan Jumlah Benda Uji Penelitian.....	23
3.5 Tahap Persiapan	23
3.5.1 Alat dan Bahan	23
3.5.2 <i>Mix Design Proportion</i>	35
3.6 Pengujian Karakteristik Bahan.....	42
3.6.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)	42
3.6.2 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir).....	44
3.6.3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir)	46
3.6.4 Air.....	48
3.6.5 Semen	48
3.6.6 Pemeriksaan Agregat Bahan Substitusi Agregat Halus (Serbuk Kaca)	52
3.6.7 Pemeriksaan Bahan Substitusi Semen (Abu Tempurung Kelapa)	56
3.6.8 Pengolahan Serbuk Kaca	61
3.6.9 Pengolahan Abu Tempurung Kelapa.....	63

3.7 Tahap Persiapan	63
3.8 Pembuatan Genteng Beton.....	64
3.9 Tahap Uji Genteng Beton	66
3.9.1 Pengujian Karakteristik Tampak Genteng Beton	67
3.9.2 Dimensi Genteng Beton	67
3.9.3 Kerataan Genteng Beton.....	68
3.9.4 Uji Beban Lentur	69
3.9.5 Uji Rembesan Air (Impermeabilitas)	69
3.9.6 Uji Penyerapan Air (Porositas).....	71
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	73
4.1. Analisis Pengujian Material	73
4.1.1 Pasir	73
4.1.2 Semen	77
4.1.3 Serbuk Kaca.....	81
4.1.4 Abu Tempurung Kelapa	84
4.2. Hasil Pengujian Genteng Beton	88
4.2.1 Dimensi Genteng Beton	88
4.2.2 Uji Sifat Tampak	93
4.2.3 Uji Kerataan.....	96
4.2.4 Uji Beban Lentur	96
4.2.5 Uji Rembesan Air (Impermeabilitas)	103
4.2.6 Uji Penyerapan Air (Porositas).....	104
4.3. Analisis Biaya Material.....	113
4.4. Analisis Hubungan Antara Beban Lentur, Penyerapan Air, dan Biaya Material Pada Inovasi Genteng Beton	118

BAB V PENUTUP.....	121
5.1. Kesimpulan	121
5.2. Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Genteng Beton.....	7
Gambar 2.2 Abu Tempurung Kelapa	8
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Cetakan Genteng Beton.....	24
Gambar 3.3 Timbangan Digital	24
Gambar 3.4 Alat Pengukur Air	25
Gambar 3.5 Cawan.....	25
Gambar 3.6 Ayakan	25
Gambar 3.7 Cetok	26
Gambar 3.8 Plastik Alas Cetakan	26
Gambar 3.9 Sieve Shaker.....	27
Gambar 3.10 Gelas Ukur.....	27
Gambar 3.11 Piknometer	28
Gambar 3.12 Alat Vicat	28
Gambar 3.13 Plat Besi.....	29
Gambar 3.14 Ember	29
Gambar 3.15 Oven	30
Gambar 3.16 Minyak Bekisting dan Kuas	30
Gambar 3.17 Meteran.....	30
Gambar 3.18 Jangka Sorong	31
Gambar 3.19 Bak Container.....	31
Gambar 3.20 Seng.....	31
Gambar 3.21 Lilin Gondorukem	32
Gambar 3.22 Universal Testing Machine	32
Gambar 3.23 Kayu Bantalan	33
Gambar 3.24 Semen Gresik	33
Gambar 3.25 Agregat Halus.....	34
Gambar 3.26 Serbuk Kaca	34

Gambar 3.27 Abu Tempurung Kelapa	35
Gambar 3.28 Air.....	35
Gambar 3.29 Memasukkan Pasir ke Dalam Gelas Ukur	43
Gambar 3.30 Menambahkan Air ke Dalam Gelas Ukur	43
Gambar 3.31 Mengguncang Gelas Ukur.....	43
Gambar 3.32 Menimbang Pasir 1000 gram	44
Gambar 3.33 Menyusun Saringan.....	45
Gambar 3.34 Memasukkan Pasir ke Dalam Saringan.....	45
Gambar 3.35 Menimbang Berat Sisa Pasir Pada Setiap Saringan	45
Gambar 3.36 Mengisi Piknometer Dengan Air.....	46
Gambar 3.37 Mengisi Piknometer Dengan Pasir	46
Gambar 3.38 Mengisi Air Hingga Dua Pertiga Piknometer	46
Gambar 3.39 Menimbang Piknometer Yang Sudah Terisi Air.....	47
Gambar 3.40 Mengukur Suhu Piknometer	47
Gambar 3.41 Menimbang Semen 300 Gram.....	49
Gambar 3.42 Menambahkan Air.....	49
Gambar 3.43 Memasukkan Adonan Semen ke Dalam Cetakan Vicat.....	49
Gambar 3.44 Melepaskan Plunger	50
Gambar 3.45 Menyiapkan Semen 300 Gram.....	51
Gambar 3.46 Menyiapkan Air.....	51
Gambar 3.47 Mencampur Semen dan Air Hingga Berbentuk Bola.....	51
Gambar 3.48 Memasukkan Adonan Semen ke Alat Vicat	52
Gambar 3.49 Penempatan Jarum Vicat Berkala Setiap 15 Menit.....	52
Gambar 3.50 Menimbang Berat Piknometer Kosong	53
Gambar 3.51 Mengisi Piknometer Dengan Air dan Menimbang	53
Gambar 3.52 Memasukkan Serbuk Kaca ke Piknometer	54
Gambar 3.53 Menambahkan Aquades ke Piknometer	54
Gambar 3.54 Mengukur Suhu Air Dalam Piknometer	54
Gambar 3.55 Menimbang Serbuk Kaca	55
Gambar 3.56 Memasukkan Sampel ke Dalam Saringan.....	56
Gambar 3.57 Menimbang Berat Sisa Serbuk Kaca pada Setiap Saringan	56

Gambar 3.58 Menimbang Berat Piknometer Kosong	57
Gambar 3.59 Mengisi Piknometer Dengan Aquades	57
Gambar 3.60 Memasukkan Abu Tempurung Kelapa ke Piknometer	58
Gambar 3.61 Menimbang Piknometer	58
Gambar 3.62 Menimbang Abu Tempurung Kelapa.....	59
Gambar 3.63 Menimbang Semen.....	59
Gambar 3.64 Menimbang Air	60
Gambar 3.65 Melepaskan Plunger	60
Gambar 3.66 Penempatan Jarum Setiap 15 Menit	61
Gambar 3.67 Proses Penghancuran Kaca Dengan Mesin Penghancur	62
Gambar 3.68 Mengayak Serbuk Kaca	62
Gambar 3.69 Mempersiapkan Bahan-Bahan	63
Gambar 3.70 Menimbang Setiap Komponen.....	63
Gambar 3.71 Mempersiapkan Cetakan Genteng Beton.....	64
Gambar 3.72 Menyiapkan Bahan Untuk Setiap Variasi	64
Gambar 3.73 Menuangkan Bahan ke Plat Besi.....	65
Gambar 3.74 Melumasi Oli Pada Permukaan Cetakan Genteng	65
Gambar 3.75 Melapisi Cetakan Dengan Plastik	65
Gambar 3.76 Mengisi Cetakan Dengan Adonan.....	66
Gambar 3.77 Sampel Uji Terlindungi Dari Sinar Matahari.....	66
Gambar 3.78 Menyiapkan Peralatan Pengukuran.....	68
Gambar 3.79 Mengukur Ketebalan Genteng Beton.....	68
Gambar 3.80 Proses Pengujian Beban Lentur.....	69
Gambar 3.81 Mengaplikasikan Pasta Penambal	70
Gambar 3.82 Mengisi Permukaan Genteng Dengan Air	70
Gambar 3.83 Mengamati Bagian Bawah Genteng Setelah 20 Jam $\pm$ 5 menit	70
Gambar 3.84 Mengeringkan Benda Uji ke Dalam Oven	71
Gambar 3.85 Menimbang Genteng Beton Kondisi Kering.....	71
Gambar 3.86 Merendam Genteng ke Dalam Air	71
Gambar 3.87 Menimbang Genteng Beton Kondisi Basah	72
Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Rata - Rata Tebal Genteng.....	91

Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Rata - Rata Kaitan.....	92
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Rata - Rata Penumpangan.....	93
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Karakteristik Beban Lentur Genteng Beton 28 Hari.....	102
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Rata-Rata Penyerapan Air	111
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Biaya Produksi	117
Gambar 4.7 Grafik Persentase Perubahan Terhadap Variasi Kontrol.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran Genteng Beton.....	12
Tabel 2.2 Beban Lentur Genteng Beton.....	13
Tabel 3.1 Tabel Presentase.....	23
Tabel 3.2 <i>Mix Design Proportion</i>	36
Tabel 3.3 Rekapitulasi Kebutuhan Bahan Sesuai Jumlah Cetakan.....	42
Tabel 3.4 Rekapitulasi Kebutuhan Material Untuk Setiap Variasi	42
Tabel 3.6 Dimensi Genteng Beton Menurut SNI 0096-2007	67
Tabel 4.1 Hasil Uji Kadar Lumpur	74
Tabel 4.2 Hasil Gradasi Butiran Pasir.....	75
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir	77
Tabel 4.4 Tabel Konsistensi Normal.....	78
Tabel 4.5 Hasil Uji Daya Ikat Semen	80
Tabel 4.6 Hasil Uji Berat Jenis Serbuk Kaca	82
Tabel 4.7 Hasil Gradasi Butiran Serbuk Kaca	83
Tabel 4.8 Berat Jenis Abu Tempurung Kelapa	84
Tabel 4.9 Hasil Uji Konsistensi Normal Subs. Abu Tempurung Kelapa 5%	85
Tabel 4.10 Hasil Uji Daya Ikat Semen Substitusi Abu Tempurung Kelapa 5%...	86
Tabel 4.11 Hasil Uji Konsistensi Normal Subs. Abu Tempurung Kelapa 10% ...	87
Tabel 4.12 Hasil Uji Daya Ikat Semen Substitusi Abu Tempurung Kelapa 10%.	88
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Dimensi Genteng	89
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Sifat Tampak.....	94
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Kerataan	96
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Beban Lentur	97
Tabel 4.17 Rekapitulasi Karakteristik Beban Lentur Genteng 28 Hari	101
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Rembesan Air (Impermeabilitas).....	103
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Penyerapan Air	105
Tabel 4.20 Hasil Analisa Pengujian Penyerapan Air	110
Tabel 4.21 Rekapitulasi Kebutuhan Material	113

Tabel 4.22 Harga Satuan Biaya.....	113
Tabel 4.23 Biaya Produksi Genteng Variasi Gga	114
Tabel 4.24 Biaya Produksi Genteng Variasi Ggb	114
Tabel 4.25 Biaya Produksi Genteng Variasi Ggc	115
Tabel 4.26 Biaya Produksi Genteng Variasi Ggd	115
Tabel 4.27 Biaya Produksi Genteng Variasi Gge	116
Tabel 4.28 Rekapitulasi Jumlah Biaya Produksi Per Benda Uji.....	116
Tabel 4.29 Rekapitulasi Jumlah Biaya Produksi Per m ²	117
Tabel 4.30 Rekapitulasi Hasil Pengujian	118
Tabel 4.31 Rekapitulasi Persentase Perubahan Terhadap Variasi Kontrol.....	119