

TUGAS AKHIR SKRIPSI

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DAN PASIR SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN GENTENG KOMPOSIT

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil



**Wibi Trilaksono
18511267**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025**

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK *HIGH DENSITY* *POLYETHYLENE* (HDPE) DAN PASIR SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN GENTENG KOMPOSIT

Disusun oleh

Wibi Trilaksono
18511268

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 14 Agustus 2025
Oleh Dewan Penguji

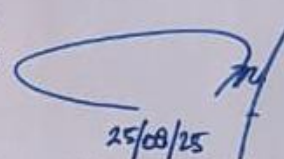
Pembimbing

Penguji I

Penguji II

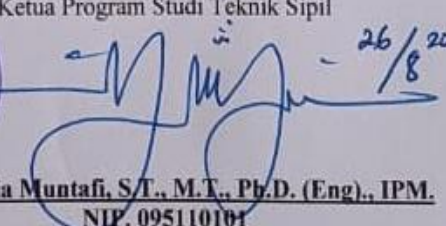

25/8 2025
Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.
NIK. 185111304


25/08 25
Astriana Hardawati, S.T., M.Eng.
NIK. 165111301


25/08/25
Jafar, S.T., MURP., M.T.
NIK. 185111305

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil




26/8 2025
Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng.), IPM.
NIP. 095110101

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun pada bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 04 Agustus 2025

nyataan

Widi Walaksono
18511267

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas diberikan kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit”**. Karya ilmiah ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak waktu, tenaga dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Ibu dan Bapak, selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan banyak waktu, tenaga dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Orangtua, saudara dan keluarga yang tak henti-hentinya memberikan dukungan moral, spiritual, dan material kepada penyusun.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu selama masa kuliah.
5. Teman-teman Teknik Sipil yang ikut terlibat selama proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas Akhrit ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas pada khususnya.

Yogyakarta, 04 Agustus 2025


Wibi Trilaksono
18511267

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Keaslian Penelitian	13
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Limbah Plastik <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE)	14
3.2. Tutup Botol Jenis Minuman	15
3.3. Genteng	16
3.4. Genteng Komposit	21
3.5. Pasir Sungai	21
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1 Tinjauan Umum	22
4.2 Lokasi Penelitian	22

4.3	Proses Pencetakan Sampel	22
4.4	Pengujian Sampel	39
4.5	Diagram Alur	42
BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN		45
5.1	Proses Pembuatan Genteng Komposit	45
5.1.1	Persiapan Bahan	46
5.1.2	Proses Pelelehan Plastik HDPE	46
5.1.3	Pencampuran dengan Pasir	47
5.1.4	Pencetakan Genteng	49
5.1.5	Pendinginan dan Pengeringan	50
5.1.6	Pemeriksaan Awal Produk Genteng	51
5.2	Pembahasan Hasil Pengujian Genteng Komposit	54
5.2.1	Cara dan Hasil Uji Densitas Pemanfaatan Limbah Plastik <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit	55
5.2.2	Cara dan Hasil Uji Daya Serap Pemanfaatan Limbah Plastik <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit	59
5.2.3	Cara dan Hasil Uji Redaman Panas Pemanfaatan Limbah Plastik <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit	64
5.2.4	Cara dan Hasil Uji Lentur Pemanfaatan Limbah Plastik <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit	71
5.3	Rangkuman Hasil Pengujian Genteng Komposit	79
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		83
6.1	Kesimpulan	83
6.2	Saran	84

DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	10
Tabel 4.1	Komposisi Sampel Genteng Komposit	37
Tabel 5.1	Hasil Uji Densitas Genteng Komposit	56
Tabel 5.2	Perhitungan Daya Serap Genteng Komposit	62
Tabel 5.3	Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi I	65
Tabel 5.4	Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi II	65
Tabel 5.5	Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi III	66
Tabel 5.6	Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi IV	67
Tabel 5.7	Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi V	67
Tabel 5.8	Rangkuman Nilai Rata-rata Hasil Uji Redaman Panas	68
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Uji Lentur Genteng Komposit	73
Tabel 5.10	Rangkuman Perbandingan Temuan Penelitian Penelitian Terdahulu	77
Tabel 5.11	Rangkuman Hasil Pengujian Genteng Komposit Berdasarkan Nilai Rata-rata Pervariasi	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Limbah Plastik HDPE	15
Gambar 3.2	Tutup Botol Plastik Jenis Minuman	16
Gambar 3.3	Genteng Atap Sirap	17
Gambar 3.4	Genteng Tanah Liat Tradisional	18
Gambar 3.5	Genteng Keramik	18
Gambar 3.6	Genteng Beton	19
Gambar 3.7	Genteng Dak Beton	19
Gambar 3.8	Genteng Metal	20
Gambar 3.9	Genteng Aspal	20
Gambar 4.1	Timbangan	23
Gambar 4.2	Cetakan Genteng	24
Gambar 4.3	Spatula	24
Gambar 4.4	Ayakan 100 Mesh	25
Gambar 4.5	Ember	25
Gambar 4.6	Wajan	26
Gambar 4.7	Hot Press Genteng	26
Gambar 4.8	Pisau	27
Gambar 4.9	Penggaris	27
Gambar 4.10	Sarung Tangan	28
Gambar 4.11	Tabung Gas Elpiji 3 Kg	28
Gambar 4.12	Kompore	29
Gambar 4.13	Termometer Digital	30
Gambar 4.14	Papan Penopang Genteng	30
Gambar 4.15	Alat Uji Lentur Mesin UTM	31
Gambar 4.16	Oven untuk Uji Daya Serap Air	32
Gambar 4.17	Timbangan Digital	32
Gambar 4.18	Jangka Dorong	33
Gambar 4.19	Limbah Plastik HDPE	33
Gambar 4.20	Pasir	34
Gambar 4.21	Minyak Solar dalam Ember	34

Gambar 4.22	Genteng Komposit Peneliti	35
Gambar 4.23	Visualisasi 3D Genteng Komposit Menggunakan Aplikasi Sketchup	36
Gambar 4.24	Visualisasi 3D Genteng Komposit Menggunakan Aplikasi Sketchup	36
Gambar 4.25	Tampak Atas Visualisasi Ukuran Genteng Komposit	37
Gambar 4.26	Penggambaran Lebar Sangga Tampak Samping	41
Gambar 4.27	Penggambaran Lebar Sangga Genteng Komposit	41
Gambar 4.28	<i>Flow Chart</i> Penelitian	42
Gambar 5.1	Penggambaran Hasil Pembuatan Genteng Komposit	52
Gambar 5.2	Penggambaran Hasil Pembuatan Genteng Komposit	53
Gambar 5.3	Grafik Hasil Uji Densitas Berdasarkan Nilai Rata-rata Pervariasi	58
Gambar 5.4	Grafik Hasil Uji Daya Serap Berdasarkan Nilai Rata-rata Pervariasi	62
Gambar 5.5	Grafik Nilai Rata-rata Tertinggi Redaman Panas Tertinggi Per Variasi	69
Gambar 5.6	Grafik Perhitungan Uji Lentur Genteng Komposit	75
Gambar 5.7	Grafik Rangkuman Hasil Pengujian Genteng Komposit	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Surat Keterangan Hasil Cek Plagiasi	88
Lampiran 2.	Surat Keterangan Invoice Laboratorium UII	89
Lampiran 3.	Surat Keterangan Bebas Tanggungan Laboratorium	90
Lampiran 4.	Hasil Pengujian Densitas Genteng Komposit	91
Lampiran 5.	Hasil Pengujian Daya Serap Genteng Komposit	93
Lampiran 6.	Hasil Pengujian Kuat Lentur Genteng Komposit	94
Lampiran 7.	Dokumentasi Proses Pembuatan Genteng Komposit	96
Lampiran 8.	Dokumentasi Alat Pembuatan Genteng Komposit	97
Lampiran 9.	Dokumentasi Pembuatan Genteng Komposit	98
Lampiran 10.	Dokumentasi Penelitian di Laboratorium UII	99
Lampiran 11.	Dokumentasi Penelitian Pengujian Redaman Panas	102

ABSTRAK

Indonesia menyumbang 3,2 juta ton sampah plastik per tahun, termasuk HDPE yang sulit terurai dan banyak terdapat di perkotaan. Penelitian ini mengeksplorasi pemanfaatan limbah HDPE dicampur pasir sebagai bahan genteng komposit untuk mengurangi polusi plastik sekaligus menghadirkan material bangunan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk (1) melakukan dan menganalisis hasil uji densitas; (2) melakukan dan menganalisis hasil uji daya serap; (3) melakukan dan menganalisis hasil uji redaman panas; dan (4) melakukan dan menganalisis hasil uji lentur pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir pada genteng komposit.

Penelitian ini menggunakan data sekunder hasil uji laboratorium BKT UII. Penelitian ini menggunakan lima variasi komposisi HDPE:Pasir, yaitu Variasi I (1:0,25), Variasi II (1:0,5), Variasi III (1:0,75), Variasi IV (1:0,9), dan Variasi V (1:1). Pada penelitian ini, jumlah sampel sebanyak 8 unit genteng komposit, dimana untuk uji densitas menggunakan 8 sampel, uji daya serap air dan redaman panas masing-masing menggunakan 3 sampel, dan uji kuat lentur menggunakan 5 sampel.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) Uji densitas memperlihatkan bahwa penambahan fraksi pasir meningkatkan densitas material, dengan komposisi HDPE:Pasir 1:1 mencapai 1,54 g/cm³, mencerminkan struktur yang lebih padat dan homogen. (2) Uji daya serap air menunjukkan semua variasi memiliki tingkat serapan rendah; nilai terendah tercatat pada komposisi 1:0,25 sebesar 0,12%, sementara 1:1 tetap menunjukkan performa baik sebesar 0,20%, memenuhi kriteria ketahanan terhadap kelembaban. (3) Uji redaman panas menegaskan komposisi 1:1 paling efektif dengan nilai 39,03%, walaupun tidak menunjukkan tren linier terhadap peningkatan pasir. (4) Uji kuat lentur meningkat signifikan seiring bertambahnya fraksi pasir, dengan nilai tertinggi 28,03 MPa pada komposisi 1:1, menandakan kontribusi pasir dalam memperkuat struktur internal matriks HDPE.

Kata kunci: Limbah plastik HDPE, pasir, genteng komposit

ABSTRACT

Indonesia contributes 3.2 million tons of plastic waste annually, including HDPE, which is difficult to decompose and is widely found in urban areas. This study explores the utilization of HDPE waste mixed with sand as a composite roof tile material to reduce plastic pollution while providing an environmentally friendly building material. The study aims to (1) conduct and analyze density tests; (2) conduct and analyze water absorption tests; (3) conduct and analyze heat insulation tests; and (4) conduct and analyze flexural strength tests of composite roof tiles made from high-density polyethylene (HDPE) and sand waste.

This research uses secondary data from laboratory tests conducted at BKT UII. Five variations of HDPE:Sand compositions were tested: Variation I (1:0.25), Variation II (1:0.5), Variation III (1:0.75), Variation IV (1:0.9), and Variation V (1:1). A total of eight composite roof tile samples were used, with all eight samples tested for density, three samples for water absorption and heat insulation, and five samples for flexural strength.

The results show that: (1) Density tests indicate that increasing the sand fraction raises the material's density, with the 1:1 composition reaching 1.54 g/cm³, reflecting a denser and more homogeneous structure. (2) Water absorption tests show all variations have low absorption; the lowest value was 0.12% for 1:0.25, while 1:1 maintained good performance at 0.20%, meeting moisture resistance criteria. (3) Heat insulation tests confirm that the 1:1 composition is most effective at 39.03%, although it does not show a linear trend with increasing sand content. (4) Flexural strength tests significantly increased with higher sand fractions, with the highest value of 28.03 MPa at 1:1, indicating the sand's contribution to reinforcing the internal structure of the HDPE matrix.

Keywords: *HDPE plastic waste, sand, composite roof tile*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Genteng merupakan salah satu material utama dalam konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai pelindung terhadap panas, hujan, dan perubahan iklim. Penggunaan genteng telah menjadi bagian penting dalam pembangunan rumah di Indonesia karena selain fungsional, genteng juga memberikan nilai estetika pada bangunan. Masyarakat masih banyak menggunakan genteng konvensional berbahan tanah liat karena ketersediaannya yang melimpah dan harga yang relatif terjangkau. Namun, penggunaan genteng tanah liat menimbulkan beberapa kendala teknis dan lingkungan yang signifikan (Maghfirah dkk., 2018).

Beberapa kelemahan genteng tanah liat antara lain bobot yang relatif berat, sehingga menambah beban struktur bangunan dan memerlukan fondasi yang lebih kuat. Selain itu, genteng tanah liat mudah mengalami keretakan akibat perubahan suhu dan tekanan mekanik, sehingga umur pakainya menjadi terbatas. Dari sisi produksi, proses pembuatan genteng tanah liat membutuhkan energi yang besar dan memerlukan lahan yang cukup luas untuk penambangan tanah liat, yang dapat menimbulkan degradasi lingkungan, seperti erosi dan penurunan kualitas lahan (Maghfirah dkk., 2018). Kondisi ini menunjukkan perlunya inovasi material alternatif berupa genteng yang lebih ringan, kuat, dan ramah lingkungan.

Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan limbah plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) yang dikombinasikan dengan pasir sungai sebagai bahan baku genteng komposit. HDPE merupakan polimer termoplastik yang dikenal kuat, tahan lama, dan relatif stabil terhadap kondisi lingkungan, namun menjadi persoalan karena sulit terurai secara alami. HDPE biasa ditemukan pada kantung belanja, botol kemasan susu, botol jus, botol sampo, dan botol obat (Viegas dkk., 2022).

Pemanfaatan limbah HDPE sebagai bahan baku genteng tidak hanya memberikan nilai tambah terhadap limbah plastik, tetapi juga berkontribusi dalam

mengurangi pencemaran lingkungan. Pasir sungai berperan sebagai filler yang meningkatkan kekuatan mekanik sekaligus menjaga homogenitas campuran, sehingga karakteristik fisis genteng komposit menjadi lebih optimal. Pasir sungai dipilih karena memiliki butiran halus hingga sedang, bersih, rendah kandungan organik, murah, dan mudah diperoleh, serta membantu mencegah keretakan pada genteng setelah pengeringan (Maghfirah dkk., 2018).

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan genteng komposit berbahan HDPE dan pasir sungai dengan tetap mempertahankan bentuk genteng tradisional. Penelitian sebelumnya cenderung menggunakan kombinasi HDPE dengan material organik lain, seperti serat sabut kelapa. Yusniyanti dkk. (2019) mengembangkan genteng komposit dari limbah HDPE dan serat panjang sabut kelapa (SSK) dengan variasi tertentu, dan hasil uji mekanik menunjukkan sampel tertentu memenuhi standar SNI 7711.1.2012. Fokus penelitian ini pada variasi komposisi HDPE dan pasir sungai bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik fisis dan mekanis genteng komposit, sehingga diperoleh formula material yang optimal dan aplikatif. Pendekatan ini juga menjaga keberlanjutan budaya lokal melalui reproduksi bentuk genteng tradisional yang familiar, dengan keunggulan estetika dan fungsional, termasuk kemampuan saling mengunci untuk perlindungan terhadap kebocoran.

Urgensi penelitian semakin relevan bila dikaitkan dengan permasalahan persampahan di Indonesia. Menurut Jambeck dkk., (2015), Indonesia menghasilkan sekitar 3,2 juta ton sampah plastik setiap tahun dan menempati peringkat kedua penyumbang pencemaran plastik di dunia, dengan sekitar 0,48–1,29 juta ton berakhir di lautan. Plastik membutuhkan waktu hingga 100 tahun untuk terurai secara alami (Mahardika dkk., 2021). Penelitian “*Greeneration*” menunjukkan setiap orang di Indonesia menghasilkan sekitar 700 kantong plastik per tahun, dan data Kementerian Lingkungan Hidup mencatat produksi sampah per kapita 0,8 kg per hari, dengan 15% nya berupa sampah plastik atau sekitar 28,4 ribu ton (Surono & Ismanto, 2020).

Secara regional, Kota Yogyakarta tercatat sebagai pemasok sampah terbesar dibandingkan Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Setiap penduduk Kota

Yogyakarta berpotensi menghasilkan sekitar 900gram sampah per hari, dengan plastik sebagai komponen dominan (Mulasari dkk., 2016). Tingginya volume limbah plastik berdampak negatif terhadap lingkungan, termasuk pencemaran tanah dan air, kerusakan ekosistem, serta potensi risiko kesehatan akibat mikroplastik.

Selain aspek lingkungan, pengembangan genteng komposit berbasis HDPE dan pasir sungai juga memiliki nilai ekonomi dan sosial. Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan konstruksi tidak hanya mengurangi beban lingkungan, tetapi juga membuka peluang inovasi produk yang ekonomis dan aplikatif. Hal ini sekaligus memberikan kontribusi nyata dalam pengelolaan limbah plastik serta mendukung pembangunan berkelanjutan, dengan menghadirkan alternatif material konstruksi yang ringan, kuat, dan tahan lama.

Atas dasar hal tersebut maka, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi genteng komposit berbahan HDPE dan pasir sungai sebagai solusi inovatif terhadap masalah lingkungan dan kebutuhan konstruksi. Hasil penelitian diharapkan mampu menghasilkan formula genteng komposit yang optimal, aplikatif, dan berkelanjutan, sekaligus memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan material konstruksi ramah lingkungan dan pengelolaan limbah plastik di Indonesia. Oleh karena itu, penulis bermaksud melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara dan uji densitas pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit?
2. Bagaimanakah cara dan uji daya serap pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit?
3. Bagaimanakah cara dan hasil uji redaman panas pemanfaatan limbah plastik

high density polyethylene (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit?

4. Bagaimanakah cara dan hasil uji lentur pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Melakukan dan menganalisis hasil uji densitas pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit.
2. Melakukan dan menganalisis hasil uji daya serap pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit.
3. Melakukan dan menganalisis hasil uji redaman panas pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit.
4. Melakukan dan menganalisis hasil uji lentur pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengukur secara kuantitatif uji densitas, lentur, daya serap, dan uji tarik pada pemanfaatan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit. Pengujian yang dilakukan mencakup uji densitas dan daya serap air berdasarkan standar ASTM C830-00 serta uji kuat lentur sesuai dengan standar ASTM D-790.

1.5 Batasan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini memerlukan batasan-batasan yang jelas agar dapat berlangsung secara fokus dan terarah, sebagai berikut:

1. Jenis plastik yang digunakan adalah jenis plastik *high density polyethylene* (HDPE) bekas yang memiliki sifat kuat terhadap korosi, ringan dan tahan terhadap tekanan tinggi dalam penelitian ini tutup botol minuman.
2. Pengujian yang dilakukan mencakup uji densitas dan daya serap air berdasarkan standar ASTM C830-00 serta uji kuat lentur sesuai dengan standar ASTM D-790.
3. Benda uji memiliki dimensi panjang 30,3 cm, lebar 22 cm, dan tebal 1,6 cm. Pembuatan genteng komposit dilakukan menggunakan alat cetak manual di Pengrajin Genteng Kanthi Berbah II, Berjo Kulon, Sidoluhur, Godean, Sleman, DIY.
4. Variasi genteng komposit dibuat menggunakan lima sampel dengan sampel I perbandingan 1:0; sampel II perbandingan 1:0,25; sampel III perbandingan 1:0,50; sampel IV perbandingan 1:0,75; dan sampel V perbandingan 1:1.
5. Setiap variasi campuran dibuat delapan komposisi benda uji dalam bentuk genteng komposit dengan nilai perbandingan 1 sebesar 1.100 gr limbah plastik HDPE dan nilai perbandingan 1 sebesar 1.100 gr untuk pasir. Pada penelitian ini untuk uji lentur dengan lima komposisi membutuhkan 5 sampel permasing-masing komposisi, sedangkan untuk uji serap membutuhkan 3 sampel permasing-masing komposisi.
6. Hasil pengujian densitas, daya serap, redaman panas, serta uji lentur akan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka atau penelitian terdahulu merupakan salah satu landasan penting dalam suatu penelitian, yang berfungsi sebagai acuan untuk mengembangkan studi lebih lanjut. Bagian ini mengandung informasi dan temuan dari penelitian-penelitian sebelumnya, yang diharapkan dapat memperkaya teori dan referensi yang relevan untuk mendalami topik penelitian ini.

1. Karakteristik Fisis dan Mekanis Genteng Polimer dengan Penambahan Serat Sisal Sebagai Pengisi

Ginting dkk. (2023) meneliti produksi polimer dengan variasi jumlah silika, pasir, PET, dan aspal. Penelitian tersebut menemukan bahwa penggunaan 100% pasir menghasilkan polimer yang lebih baik, sementara kombinasi 21,8% pasir dan 65,63% serat sisal menghasilkan genteng yang lebih baik.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian Ginting dkk. (2023) adalah sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik dan pasir dalam pembuatan genteng komposit dan dilakukan secara ASTM. Perbedaannya adalah jika peneliti hanya menggunakan limbah plastik dan pasir dalam inovasi tersebut sedangkan Ginting dkk. (2023) menambahkan serat sisal dan aspal dalam inovasinya. Pada penelitian ini menggunakan limbah plastik HDPE sedangkan pada penelitian Ginting dkk. (2023) menggunakan limbah plastik *polyethylene terephthalate* (PET).

2. *Mechanical Properties and Durability of PET waste Aggregates in Roof Tiles Production*

Penelitian ini dilakukan oleh Taiwo dan Chidi (2023) dengan tujuan bertujuan untuk mengelola sampah plastik merupakan tantangan global yang menantang perlindungan ekosistem kita karena tingginya tingkat pencemaran generasi dan non-biodegradabilitasnya. Namun, PW harus demikian ditangani secara hati-hati untuk memitigasi emisi yang terlibat di dalamnya pembakaran

dan pembuangan ke tempat pembuangan sampah. Sampah plastik bisa saja didaur ulang menjadi bahan bangunan baru yang dapat digunakan. Dalam analisis ini, agregat limbah PET yang diparut dari pusat daur ulang dipanaskan pada suhu 230 0C dan digunakan sebagai agregat pengikat tidak lengkap penggantian semen dengan pasir sungai untuk menghasilkan ubin lantai. Itu sifat bahan agregat dan genteng (termasuk distribusi ukuran partikel, kandungan lumpur, tanah liat dan debu, kepadatan relatif, penyerapan air, porositas, lentur dan kuat tekan) diuji pada limbah PET yang berbeda: pasir rasio pencampuran, 100%, 90%, 70%, 50%, dan 30%. Hasil terungkap bahwa ubin tersebut diproduksi dengan 30% PET dan 70% pasir sungai (3:7) mencapai kepadatan, kekuatan lentur dan tekan yang lebih tinggi dibandingkan persentase campuran lainnya. Kekuatan tekan dari ubin yang diproduksi dengan komposisi limbah PET 30 persen itu lebih besar dibandingkan beton semen (pada umur pemeraman 28 hari). Akibat rendahnya daya serap air dan ramah lingkungan, limbah PET dapat dimanfaatkan untuk genteng pada umur 30 persen substitusi PET berdasarkan hasil pengujian.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian Taiwo dan Chidi (2023) adalah sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik. Perbedaannya adalah jika peneliti hanya menggunakan limbah plastik HDPE dalam inovasi tersebut sedangkan Taiwo dan Chidi (2023) menggunakan limbah plastik PET dalam inovasinya.

3. Pengaruh variasi komposisi High Density Polyethylene (HDPE) dan rumput teki (*Cyperus Rotundus L*) terhadap kemampuan genteng komposit polimer dalam menyerap radiasi matahari.

Hamzah dkk. (2024) mempelajari pengaruh *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Cyperus Rotundus L* terhadap suhu pemanasan radial pada lapisan ketiga. Pengujian termal menunjukkan genteng komposit dengan 0% serat memiliki temperatur tertinggi, yaitu 47,4°C di bagian atas, sedangkan 20% serat memiliki temperatur terendah, yaitu 46,6°C di bagian atas. Penelitian ini menyimpulkan bahwa semakin tinggi komposisi serat rumput teki, semakin rendah panas yang dihasilkan.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian Hamzah dkk. (2024) adalah sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik HDPE dalam pembuatan genteng. Perbedaannya adalah jika peneliti hanya menggunakan limbah plastik dalam inovasi tersebut sedangkan Hamzah dkk. (2024) menambahkan rumput teki dalam inovasinya dan mengujinya dengan radiasi matahari secara langsung untuk melihat pengaruhnya.

4. Studi Terhadap Sifat Mekanik Genteng Komposit Polimer yang Menggunakan Penambahan Serat Panjang dari Sabut Kelapa

Penelitian oleh Yusniyanti dkk. (2019) mengembangkan genteng komposit polimer dari limbah HDPE dan serat panjang sabut kelapa (SSK). Bahan yang digunakan meliputi 5% aspal, 30% HDPE, dan variasi komposisi pasir dan SSK (65:0), (64:1), (63:2), (62:3), dan (61:4). Hasil uji mekanik menunjukkan sampel (62:3) memiliki nilai lentur 10,88 MPa dan impak 26,47 KJ/m², tertinggi di antara sampel lainnya. Uji fisis menunjukkan densitas sampel (62:3) dan (61:4) mendekati standar SNI 7711.1.2012, dan daya serap air sampel (62:3) mencapai 0,6%. Sampel (62:3) memenuhi standar SNI dan terbukti efektif menggunakan serat panjang SSK sebagai penguat.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian Yusniyanti dkk. (2019) adalah sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik HDPE dalam pembuatan genteng. Perbedaannya adalah jika peneliti hanya menggunakan ASTM dalam standar pembuatannya sedangkan tersebut sedangkan penelitian Yusniyanti dkk. (2019) menggunakan standar genteng SNI 7711.1.2012.

5. *Experimental Study on the Use of Waste Polyethylene Terephthalate (PET) and River Sand in Roof Tile Production*

Penelitian ini dilakukan oleh Bamigboye dkk. (2019) Penelitian ini membahas tentang pengaruh penggunaan *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan pasir sungai dalam produksi genteng. Karya ini didasarkan pada studi eksperimental genteng yang diproduksi dengan pasir sungai dan PET daur ulang dengan proporsi bervariasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 100% PET dikombinasikan dengan persentase agregat halus yang sesuai. Itu Plastik PET yang digunakan berasal dari limbah botol plastik untuk minuman ringan.

Tes yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja fisik dan mekanik ini materi yang dianalisis adalah analisa saringan, berat jenis, daya serap air, massa jenis dan tekan kekuatan. Hasilnya menunjukkan bahwa penggantian PET daur ulang memberikan hasil yang lebih baik untuk 40 dan 50% ubin komposit plastik dibandingkan Semen Portland Biasa (OPC) pada 28 hari. Di dalam Kesimpulannya, ubin komposit plastik memiliki kekuatan dan daya serap yang baik untuk ubin atap.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian Bamigboye dkk. (2019) adalah sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik dan pasir dalam pembuatan genteng dan sama-sama dilakukan secara ASTM. Perbedaanya adalah jika peneliti hanya limbah plastik HDPE sedangkan penelitian Bamigboye dkk. (2019) menggunakan limbah plastik dengan jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET).

Tabel 2. 1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Bamigboye dkk. (2019)	Yusniyanti dkk. (2019)	Taiwo dan Chidi (2023)	Ginting dkk. (2023)	Hamzah dkk. (2024)	Wibi Trilaksmono (2024)
Judul Penelitian	<i>Experimental Study on the Use of Waste Polyethylene Terephthalate (PET) and River Sand in Roof Tile Production</i>	Analisa Sifat Mekanik Genteng Komposit Polimer dari Penambahan Serat Panjang Sabut Kelapa	<i>Mechanical Properties and Durability of PET waste Aggregates in Roof Tiles Production</i>	Karakteristik Fisis dan Mekanis Genteng Polimer dengan Penambahan Serat Sisal Sebagai Pengisi	Pengaruh Variasi <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) dan Rumput Teki (<i>Cyperus Rotundus L</i>) Terhadap Radiasi Matahari Pada Genteng Komposit Polimer	Pemanfaatan Limbah Plastik <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit
Metode Penelitian	Merupakan penelitian eksperimen, penelitian yang menggunakan ASTM	Merupakan penelitian eksperimen, menggunakan standar genteng SNI 7711.1.2012	Merupakan penelitian eksperimen, penelitian dilakukan secara ASTM, menggunakan limbah plastik PET	Merupakan penelitian eksperimen, penelitian dilakukan secara ASTM, menggunakan limbah plastik PET	Merupakan penelitian eksperimen, menggunakan limbah plastik HDPE	Merupakan penelitian eksperimen, menggunakan limbah plastik HDPE jenis tutup botol, penelitian dilakukan secara ASTM
Hasil Penelitian	Hasilnya menunjukkan bahwa penggantian PET daur ulang memberikan hasil yang lebih baik untuk 40 dan 50% ubin komposit plastik dibandingkan Semen Portland Biasa (OPC) pada 28 hari. Di dalam Kesimpulannya, ubin komposit plastik	Hasil uji mekanik menunjukkan sampel (62:3) memiliki nilai lentur 10,88 MPa dan impak 26,47 KJ/m2, tertinggi di antara sampel lainnya. Uji fisis menunjukkan densitas sampel (62:3) dan (61:4) mendekati standar SNI 7711.1.2012, dan daya serap	Hasil terungkap bahwa ubin tersebut diproduksi dengan 30% PET dan 70% pasir sungai (3:7) mencapai kepadatan, kekuatan lentur dan tekan yang lebih tinggi dibandingkan persentase campuran lainnya. Kekuatan	Penelitian tersebut menemukan bahwa penggunaan 100% pasir menghasilkan polimer yang lebih baik, sementara kombinasi 21,8% pasir dan 65,63% serat sisal menghasilkan genteng yang lebih baik.	Pengujian termal menunjukkan genteng komposit dengan 0% serat memiliki temperatur tertinggi, yaitu 47,4°C di bagian atas, sedangkan 20% serat memiliki temperatur terendah, yaitu 46,6°C di bagian	-

Peneliti	Bamigboye dkk. (2019)	Yusniyanti dkk. (2019)	Taiwo dan Chidi (2023)	Ginting dkk. (2023)	Hamzah dkk. (2024)	Wibi Trilaks ono (2024)
	memiliki kekuatan dan daya serap yang baik untuk ubin atap.	air sampel (62:3) mencapai 0,6%. Sampel (62:3) memenuhi standar SNI dan terbukti efektif menggunakan serat panjang SSK sebagai penguat.	tekan dari ubin yang diproduksi dengan komposisi limbah PET 30 persen itu lebih besar dibandingkan beton semen (pada umur pemeraman 28 hari). Akibat rendahnya daya serap air dan ramah lingkungan, limbah PET dapat dimanfaatkan untuk genteng pada umur 30 persen substitusi PET berdasarkan hasil pengujian.		atas. Penelitian ini menyimpulkan bahwa semakin tinggi komposisi serat rumput teki, semakin rendah panas yang dihasilkan.	
Persamaan dan Perbedaan	Persamaan: Persamaan penelitian ini dengan penelitian Bamigboye dkk. (2019) adalah sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik dan pasir dalam pembuatan genteng dan sama-sama dilakukan secara ASTM. Perbedaan: Perbedaanya adalah jika	Persamaan: Sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik HDPE dalam pembuatan genteng. Perbedaan: Perbedaanya adalah jika peneliti hanya menggunakan ASTM dalam pembuatannya sedangkan penelitian Yusniyanti dkk.	Persamaan: Ssama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik. Perbedaan: Perbedaanya adalah jika peneliti hanya menggunakan limbah plastik HDPE dalam inovasi tersebut sedangkan Taiwo dan Chidi (2023) menggunakan	Persamaan: Sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik dan pasir dalam pembuatan genteng komposit dan dilakukan secara ASTM. Perbedaan: Perbedaanya adalah jika peneliti hanya menggunakan limbah plastik dan pasir dalam inovasi tersebut	Persamaan: Sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik HDPE dalam pembuatan genteng. Perbedaan: Perbedaanya adalah jika peneliti hanya menggunakan limbah plastik dalam inovasi tersebut sedangkan	Persamaan: Sama-sama penelitian yang memanfaatkan limbah plastik HDPE dalam pembuatan genteng, dan dilakukan secara ASTM. Perbedaan: Perbedaanya adalah jika peneliti hanya menggunakan limbah plastik dan

Peneliti	Bamigboye dkk. (2019)	Yusniyanti dkk. (2019)	Taiwo dan Chidi (2023)	Ginting dkk. (2023)	Hamzah dkk. (2024)	Wibi Trilaks ono (2024)
	peneliti hanya limbah plastik HDPE sedangkan penelitian Bamigboye dkk. (2019) menggunakan limbah plastik dengan jenis <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET).	(2019) menggunakan standar genteng SNI 7711.1.2012.	limbah plastik PET dalam inovasinya.	sedangkan Ginting dkk. (2023) menambahkan serat sisal dan aspal dalam inovasinya. Pada penelitian ini menggunakan limbah plastik HDPE sedangkan pada penelitian Ginting dkk. (2023) menggunakan limbah plastik <i>polyethylene terephthalate</i> (PET).	Hamzah dkk. (2024) menambahkan rumput teki dalam inovasinya dan mengujinya dengan radiasi matahari secara langsung untuk melihat pengaruhnya.	pasri dalam inovasi tersebut sedangkan peneliti lain menambahkan berbagai variasi dalam inovasinya serta beberapa peneliti terdahulu hasil ujinya berdasar SNI.

2.2 Keaslian Penelitian

Keaslian dan keterbaruan penelitian sangat penting untuk memastikan tidak adanya plagiarisme antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya. Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dilakukan, pemanfaatan limbah plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan pasir sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit menunjukkan perbedaan signifikan dengan penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan proses pemanfaatan limbah plastik HDPE dan pasir dalam pembuatan genteng komposit, serta melakukan uji densitas dan daya serap air sesuai dengan standar ASTM C830-00, serta uji kuat lentur dengan merujuk pada standar ASTM D-790.

BAB III

LANDASAN TEORI

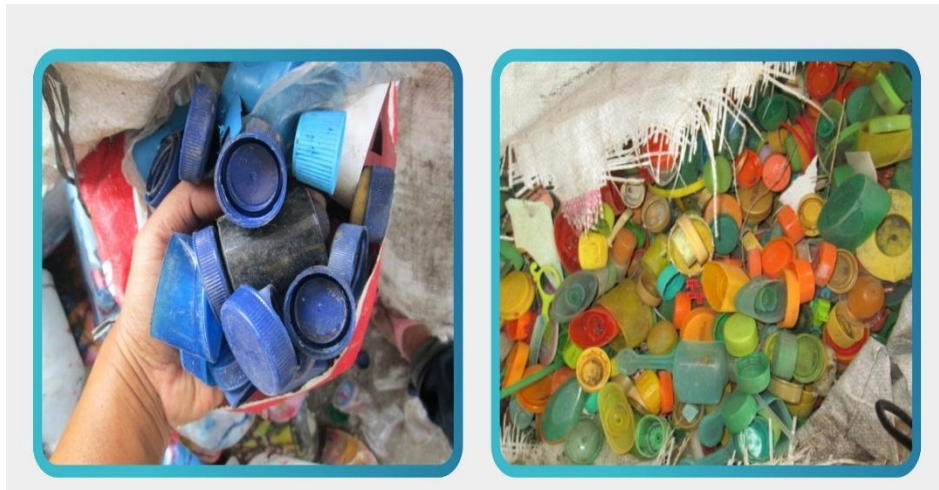
3.1 Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE)

Plastik, yang diproduksi dari nafta hasil olahan minyak bumi, memiliki sifat kuat dan sulit terurai secara alami (*non-biodegradable*). Setelah digunakan, plastik menjadi sampah yang tidak dapat terdekomposisi, mengurangi kandungan mineral dalam tanah dan mengancam kehidupan fauna tanah seperti cacing dan mikroorganisme.

Limbah plastik menjadi salah satu tantangan besar dalam pencemaran lingkungan yang memerlukan perhatian khusus. Peningkatan penggunaan produk kemasan berbahan plastik menyebabkan semakin banyaknya timbunan sampah plastik yang sulit terurai. Salah satu solusi yang bisa dilakukan adalah mendaur ulang plastik menjadi produk yang bermanfaat. Namun, tidak semua jenis plastik dapat didaur ulang dengan mudah. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), komposisi sampah plastik meningkat sekitar 5-6 persen setiap tahunnya sejak tahun 2000. Data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) menunjukkan bahwa pada periode 2019-2020, sampah plastik mencakup sekitar 17,12% dari total sampah yang dihasilkan di Indonesia.

National Plastic Action Partnership (April 2020) mencatat sekitar 620.000 ton sampah plastik mencemari sungai, danau, dan laut di Indonesia setiap tahunnya. Salah satu jenis plastik yang banyak menjadi sampah rumah tangga adalah HDPE (*High Density Polyethylene*), yang digunakan untuk botol susu, deterjen, sampo, dan mainan. HDPE tahan terhadap suhu tinggi, tidak reaktif dengan makanan, dan mudah didaur ulang, dengan nilai ekonomi tinggi. Beberapa contoh limbah HDPE antara lain karton susu, botol deterjen, dan ember. Hasil survey yang dilakukan penulis pada hari Jumat tanggal 30 November 2024 di Bank Sampah Bantul, diketahui jika limbah plastik HDPE yang dibutuhkan penulis tersedia. Adapun limbah plastik HDPE disajikan pada Gambar 3.1 sebagai

berikut.



Gambar 3.1. Limbah Plastik HDPE
Sumber: Gudang Jati Plastik Bantul, 2024

Pada penelitian ini jenis limbah plastik HDPE yang akan digunakan dalam pembuatan genteng komposit adalah bagian tutup botol khususnya tutup botol jenis minuman.

3.2 Tutup Botol Jenis Minuman

Di masyarakat, tutup botol pada minuman merupakan limbah plastik HDPE yang banyak digunakan karena kemudahan penggunaannya dan harga produk yang murah. Tingginya jumlah limbah tutup botol pada minuman HDPE menjadi salah satu sumber limbah plastik yang melimpah untuk diolah menjadi produk berguna (Bank Sampah Gudang Jati Plastik Bantul, 2024). Adapun gambar tutup botol jenis minuman di Bank Sampah Gudang Jati Plastik Bantul, 2024 disajikan pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3. 2. Tutup Botol Plastik Jenis Minuman
Sumber: Penulis, 2024

Tutup botol HDPE pada minuman dipilih oleh peneliti dalam pembuatan genteng komposit karena faktor-faktor praktis seperti ketersediaan limbah yang melimpah, sifat mekanik yang tepat, kemudahan dalam proses daur ulang, serta kemurnian materialnya. HDPE memiliki sifat mekanik yang sangat baik, seperti ketahanan terhadap suhu ekstrem dan ketahanan terhadap radiasi UV, yang menjadikannya ideal untuk produk bangunan yang harus bertahan lama di luar ruangan. Tutup botol HDPE pada minuman lebih mudah dikumpulkan dan diproses dibandingkan dengan plastik jenis lain, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi konstruksi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penggunaan tutup botol HDPE dalam produk seperti genteng komposit secara signifikan membantu mengurangi akumulasi plastik yang sulit terurai di lingkungan, mengingat banyaknya tutup botol plastik yang dibuang begitu saja. Atas dasar hal tersebut maka, adanya kombinasi tutup botol HDPE dengan pasir sungai diduga memiliki kualitas yang menyerupai atau lebih baik genteng pada umumnya.

3.3 Genteng

Genteng berfungsi melindungi atap rumah dari panas dan hujan. Jenis genteng yang umum digunakan antara lain beton, tanah liat, keramik, seng, dan kayu (sirap). Genteng tanah liat unggul karena harga terjangkau, tahan cuaca, dan

lebih ringan dibanding beton, namun mudah pecah jika terkena benturan atau beban berlebih. Kualitas genteng dipengaruhi oleh bahan baku dan suhu pembakaran, yang mempengaruhi daya serap air dan ketahanan tekan (Widodo dan Khumaidi, 2019). Berikut adalah beberapa jenis genteng yang umum digunakan.

1. Genteng Atap Sirap

Atap kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) tahan antara 25 tahun atau lebih, bergantung pada lingkungan, kualitas kayu, dan kemiringan atap. Desainnya cocok untuk rumah bergaya country atau yang selaras dengan alam (Widodo dan Khumaidi, 2019). Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Genteng Atap Sirap
Sumber: Penulis, 2024

2. Genteng Tanah Liat Tradisional

Genteng tanah liat, yang dipress dan dibakar, digunakan pada atap miring. Seiring waktu, warnanya berubah dan jamur tumbuh di permukaannya, yang disukai sebagian orang, namun tidak bagi yang lain (Widodo dan Khumaidi, 2019). Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Genteng Tanah Liat Tradisional
Sumber: Penulis, 2024

3. Genteng Keramik

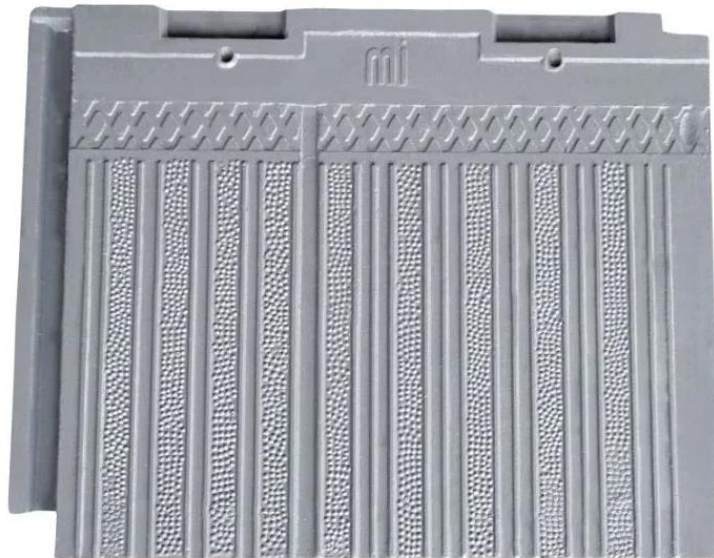
Genteng ini terbuat dari tanah liat sebagai bahan dasar, namun sudah dilapisi dengan glazur di permukaannya. Lapisan glazur ini tidak hanya memberikan warna yang bervariasi, tetapi juga melindungi genteng dari lumut. Genteng ini memiliki umur antara 20 hingga 50 tahun, tergantung pada informasi dari distributor. Genteng ini sangat cocok untuk digunakan di rumah modern di perkotaan (Widodo dan Khumaidi, 2019). Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 3.5 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Genteng Keramik
Sumber: Penulis, 2024

4. Genteng Beton

Atap ini terbuat dari semen PC dan pasir kasar, dilapisi pewarna dan kedap air. Lapisan pelindungnya bertahan 30-40 tahun (Widodo dan Khumaidi, 2019). Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 3.6 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Genteng Beton
Sumber: Penulis, 2024

5. Genteng Dak Beton

Atap ini terbuat dari campuran besi dan beton, umumnya digunakan pada rumah modern dengan desain minimalis. Konstruksinya yang kokoh mendukung berbagai aktivitas (Widodo dan Khumaidi, 2019). Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 3.7 sebagai berikut.



Gambar 3.7 Genteng Dak Beton
Sumber: Internet, 2024

6. Genteng Metal

Genteng ini berbentuk lembaran seperti seng dan dipasang dengan sekrup pada balok gording. Ukurannya bervariasi, antara 60-120 cm lebar, 0,3 mm tebal, dan panjang 1,2-12 m (Widodo & Khumaidi, 2019). Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 3.8 sebagai berikut.



Gambar 3.8 Genteng Metal
Sumber: Penulis, 2024

7. Genteng Aspal

Bahan ini terbuat dari campuran lembaran bitumen (turunan aspal) dan bahan kimia lainnya, tersedia dalam dua jenis. Pertama, model datar yang dipasang pada multipleks dan rangka dengan sekrup. Kedua, model bergelombang yang langsung disekrup pada balok gording (Widodo dan Khumaidi, 2019). Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 3.9 sebagai berikut.



Gambar 3.9 Genteng Aspal
Sumber: Penulis, 2024

Pada penelitian ini, jenis genteng yang akan dibuat oleh peneliti merupakan bentuk inovasi dari pemanfaatan limbah plastik HDPE yang dicampur dengan pasir sungai dan disebut dengan genteng komposit. Bentuk genteng komposit yang digunakan penulis merujuk pada genteng tradisional karena kemudahan dalam pembuatan.

3.4 Genteng Komposit

Komposit adalah bahan yang terdiri dari serat dan matriks, menawarkan kekuatan, kekakuan, ringan, tahan korosi, dan biaya efisien (Hastuti dkk. 2021). Plastik HDPE bekas sering digunakan dalam genteng karena kekuatan dan titik lelehnya yang tinggi (Slamet dan Qomaruddin, 2016).

3.5 Pasir Sungai

Pasir sungai terbentuk dari batu yang terkikis oleh arus sungai menjadi butiran halus. Batu besar terendapkan di hulu, sementara butiran kecil di muara. Alur sungai yang berubah membuat pasir dan kerikil sering terletak di luar jalurnya. Pasir sungai mudah didapatkan dan harganya lebih murah. Jenis pasir ini banyak ditemukan di Indonesia dan mengandung sekitar 10-20% tanah liat serta material lain seperti feldspar dan mika, yang memiliki daya tahan panas rendah. Pasir sungai sering digunakan sebagai media cetak pasir basah, yang masih mengandung air saat logam cair dituangkan. Namun, pasir ini memiliki kelemahan, yaitu dapat menyebabkan cacat pada logam karena kandungan air yang masih ada.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Metode penelitian adalah langkah-langkah yang digunakan untuk melaksanakan penelitian guna mendapatkan pengetahuan atau informasi yang sah tentang masalah yang diteliti. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, di mana variabel bebas dimanipulasi untuk melihat pengaruhnya terhadap variabel terikat.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan sampel di Pengrajin Genteng Kanthi Berbah II, Berjo Kulon, Sidoluhur, Godean, Sleman, DIY, dan pengujian sampel di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.3 Proses Pencetakan Sampel

Pada penelitian ini pembuatan genteng komposit dilakukan dengan cara bekerjasama antara penulis dan produsen genteng tradisional Kanthi Berbah II. Tahapan pertama yang harus dilakukan sebelum pembuatan genteng komposit yaitu semua bahan dilakukan penimbangan terlebih dahulu sesuai dengan komposisi bahan yang dapat dilihat pada tabel 4.1. Setelah itu menggunakan wajan pada suhu 100⁰c plastik HDPE yang ditimbang sesuai dengan komposisi bahan yang ditetapkan kemudian dicampur ke dalam satu wadah yang sama. Selanjutnya diaduk menggunakan spatula sampai tercampur rata. Kemudian pasir ditambahkan ke dalam campuran limbah plastik HDPE dan diaduk menggunakan spatula dengan suhu pemanasan 100⁰c selama 10 menit, bahan yang telah tercampur kemudian dituang ke dalam cetakan genteng tradisional, selanjutnya bahan yang berada dicetakan kemudian ditekan menggunakan alat press manual dengan tekanan 60 bar selama 30 menit, setelah proses pencetakan selesai dan kondisi genteng sudah tidak panas, produk dimasukkan ke dalam air dengan suhu

normal untuk pendinginan, kemudian setelah mengeras dilakukan perapihan menggunakan gerinda, dan sampel siap dilakukan pengujian. Adapun proses pencetakan sampel dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut.

1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan genteng komposit dijabarkan sebagai berikut.

a. Timbangan

Timbangan digital berfungsi untuk memastikan akurasi dalam pengukuran bahan baku genteng komposit sehingga proporsi campuran sesuai dengan standar komposisi yang sudah ditetapkan penulis. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Timbangan
Dokumentasi Peneliti, 2025

b. Cetakan Genteng

Cetakan genteng berfungsi untuk membentuk genteng dengan ukuran dan desain yang seragam, memastikan presisi, serta mempercepat proses produksi. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Cetakan Genteng
Dokumentasi Peneliti, 2025

c. Spatula

Spatula berfungsi untuk mengaduk saat proses melelehkan limbah plastik HDPE dalam pembuatan genteng komposit. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Spatula
Dokumentasi Peneliti, 2025

d. Ayakan Mesh 60

Ayakan mesh 60 pada pasir berfungsi untuk memisahkan partikel halus dari yang kasar, sehingga diperoleh pasir dengan ukuran seragam sekitar 250

mikron. Penggunaan pasir halus ini membantu meningkatkan kualitas campuran genteng komposit, menghasilkan permukaan yang lebih rata, serta memperkuat daya rekat antar bahan. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.4 Ayakan 100 Mesh
Dokumentasi Peneliti, 2025

e. Ember

Ember digunakan untuk menampung dan mengaduk bahan-bahan dalam proses pembuatan genteng komposit. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4.5 Ember
Dokumentasi Peneliti, 2025

f. Wajan

Fungsi utama wajan adalah untuk mencairkan plastik HDPE agar dapat dicampurkan dengan bahan lainnya. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4.6 Wajan
Dokumentasi Peneliti, 2025

g. *Hot Press*

Fungsi *hot press* genteng adalah untuk memberikan tekanan dan suhu tinggi pada campuran bahan (seperti limbah plastik HDPE dan pasir) dalam proses pembuatan genteng komposit. Proses ini bertujuan untuk mempererat ikatan antar bahan, menghilangkan udara, dan memastikan genteng terbentuk dengan padat, kuat, serta memiliki ketahanan yang baik. Hot press juga membantu memastikan bentuk genteng sesuai dengan cetakan dan memiliki kekuatan struktural yang optimal. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.7 sebagai berikut.



Gambar 4.7 Hot Press Genteng
Dokumentasi Peneliti, 2025

h. Pisau

Pisau digunakan untuk merapikan permukaan genteng komposit setelah proses pencetakan. Fungsinya adalah untuk memotong atau mengikis bagian-bagian yang tidak rata, menghilangkan kelebihan bahan, dan memastikan bentuk genteng lebih presisi dan rapi sebelum proses finishing atau pengeringan, sehingga hasil akhir genteng memiliki tampilan yang lebih halus dan seragam. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4.8 Pisau
Dokumentasi Peneliti, 2025

i. Penggaris

Fungsinya adalah untuk memastikan bahwa genteng yang diproduksi memiliki dimensi yang tepat dan simetris. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.9 sebagai berikut.



Gambar 4.9 Penggaris
Dokumentasi Peneliti, 2025

j. Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan dari bahan-bahan yang panas, tajam, atau kasar selama proses pembuatan genteng komposit. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4.10 Sarung Tangan
Dokumentasi Peneliti, 2025

k. Tabung Gas Elpiji

Tabung gas elpiji 3 kg digunakan untuk memanaskan bahan dalam proses pembuatan genteng komposit, terutama untuk melelehkan limbah plastik HDPE. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.11 sebagai berikut.



Gambar 4.11 Tabung Gas Elpiji 3 Kg
Dokumentasi Peneliti, 2025

l. Kompor

Kompor digunakan untuk memanaskan dan melembutkan limbah plastik HDPE dalam proses pembuatan genteng komposit. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.12 sebagai berikut.



Gambar 4.12 Kompor
Dokumentasi Peneliti, 2025

m. Termometer Digital

Termometer digital digunakan untuk mengukur suhu dalam proses pembuatan genteng komposit, khususnya saat melelehkan limbah plastik HDPE. Fungsi utamanya adalah memastikan suhu pemanasan tetap pada tingkat yang tepat agar plastik meleleh dengan sempurna tanpa terdegradasi. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.13 sebagai berikut.



Gambar 4.13 Termometer Digital
Dokumentasi Peneliti, 2025

n. Papan Penopang Genteng

Papan penopang genteng digunakan untuk menahan genteng agar tetap stabil dan tidak rusak selama proses pembuatan atau pengeringan. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.14 sebagai berikut.



Gambar 4.14 Papan Penopang Genteng
Dokumentasi Peneliti, 2025

2. Alat Uji Lentur Pada Genteng Komposit

Adapun penggambaran benda uji lentur yaitu mesin UTM yang ada di laboratorium struktur UII sebagai berikut. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.15 sebagai berikut.



Gambar 4.15 Alat Uji Lentur Mesin UTM
Sumber: Penulis, 2024

3. Alat Uji Daya Serap Air Pada Genteng Komposit

a. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan genteng dalam uji daya serap air. Setelah genteng direndam air, oven memanaskannya untuk menghilangkan air yang terserap, lalu ditimbang untuk mengetahui seberapa banyak air yang diserap. Ini membantu mengukur ketahanan genteng terhadap kelembapan. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.16 sebagai berikut.



Gambar 4.16 Oven untuk Uji Daya Serap Air
Dokumentasi Peneliti, 2025

b. Timbangan Digital

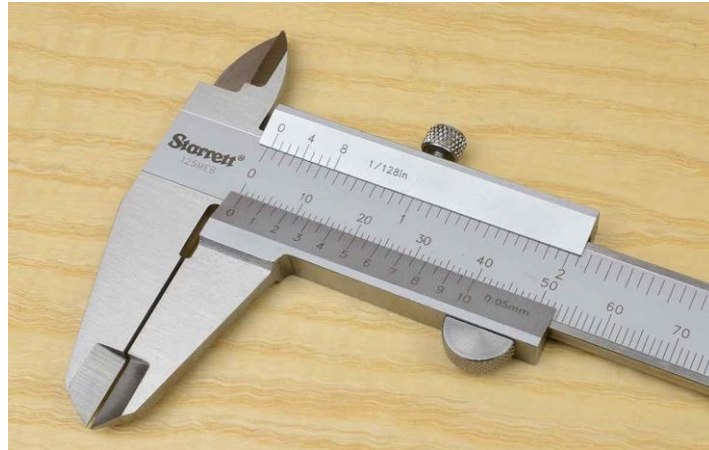
Timbangan digital digunakan untuk menimbang genteng sebelum dan setelah direndam air dalam uji daya serap air. Fungsinya adalah untuk menghitung selisih berat genteng, sehingga dapat diketahui berapa banyak air yang diserap. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.17 sebagai berikut.



Gambar 4.17 Timbangan Digital
Dokumentasi Peneliti, 2025

c. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur ketebalan dan dimensi genteng komposit dengan presisi. Alat ini membantu memastikan ukuran genteng sesuai standar yang diinginkan. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.18 sebagai berikut.



Gambar 4.18 Jangka Dorong
Dokumentasi Peneliti, 2025

4. Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian

a. Limbah Plastik HDPE

Limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan genteng komposit. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.19 sebagai berikut.



Gambar 4.19 Limbah Plastik HDPE
Dokumentasi Peneliti, 2025

b. Pasir

Pasir digunakan untuk memberi kekuatan dan struktur pada genteng komposit. Pasir membantu membuat genteng lebih padat, tahan lama, dan stabil. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.20 sebagai berikut.



Gambar 4.20 Pasir
Dokumentasi Peneliti, 2025

c. Minyak Solar

Minyak solar digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan limbah plastik HDPE dalam proses pembuatan genteng komposit, sehingga plastik bisa meleleh dan tercampur dengan bahan lainnya. Pada penelitian ini, untuk 1 kg limbah plastik HDPE, dibutuhkan sekitar 0,2 hingga 0,5 liter minyak solar. Adapun penyajian gambarnya disajikan pada Gambar 4.21 sebagai berikut.



Gambar 4.21 Minyak Solar dalam Ember
Dokumentasi Peneliti, 2025

5. Langkah-Langkah

a. Persiapan Bahan

- 1) Cacah limbah HDPE hingga berbentuk serpihan kecil menggunakan mesin penghancur plastik.
- 2) Bersihkan pasir sungai dari kotoran, lalu keringkan.

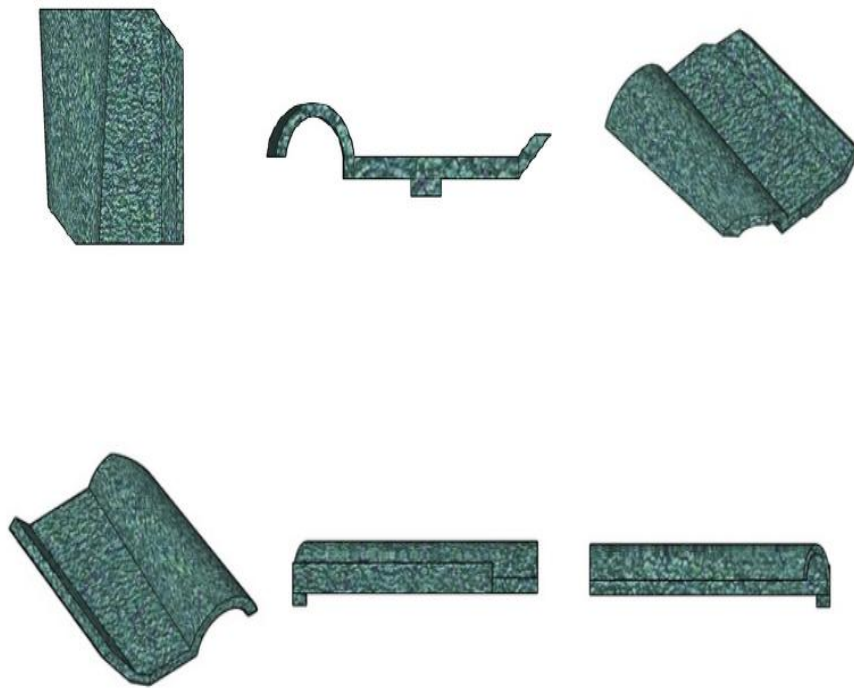
b. Penentuan Dimensi, Komposisi, dan Volume

- 1) Pada penelitian ini pembuatan genteng komposit memiliki dimensi panjang 30,3 cm, lebar 22 cm, dan tebal 1,6 cm. Adapun penggambaran dimensi genteng komposit tersaji pada Gambar 4.22-4.25 sebagai berikut.

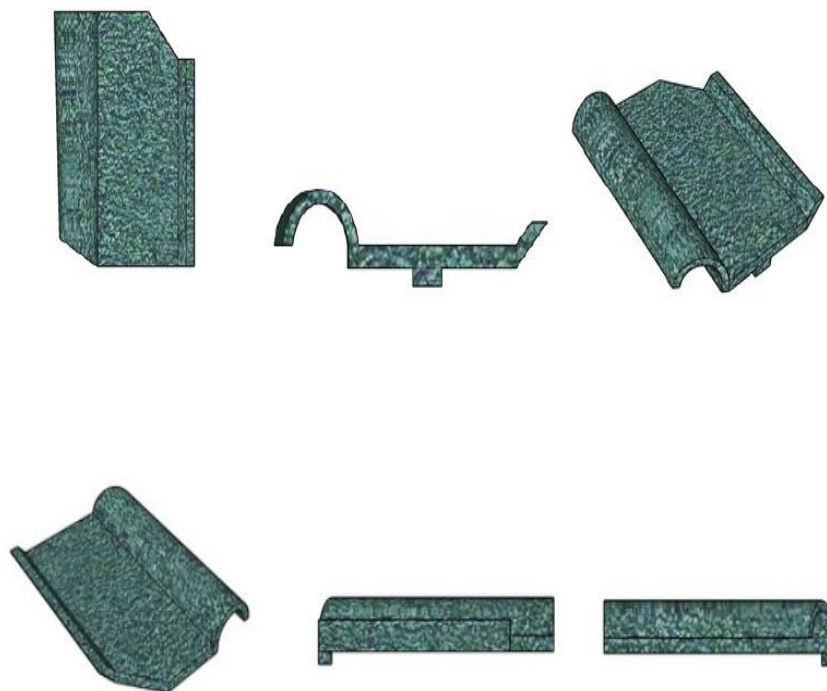


Gambar 4.22 Genteng Komposit Peneliti

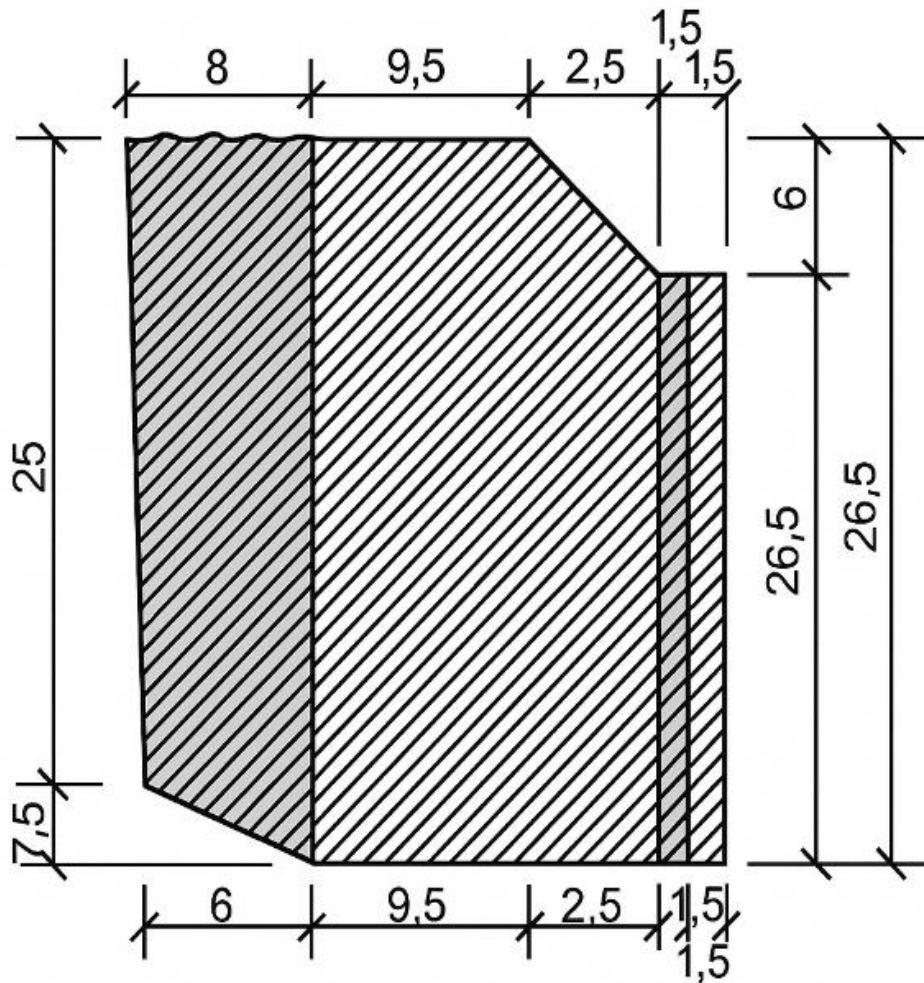
Sumber: Penulis, 2024



Gambar 4.23 Visualisasi 3D Genteng Komposit Menggunakan Aplikasi Sketchup (*Dokumentasi Peneliti, 2025*)



Gambar 4.24 Visualisasi 3D Genteng Komposit Menggunakan Aplikasi Sketchup (*Dokumentasi Peneliti, 2025*)



Gambar 4.25 Tampak Atas Visualisasi Ukuran Genteng Komposit
Dokumentasi Peneliti, 2025

- 2) Komposisi sampel dalam penelitian ini akan di buat lima komposisi sampel yang disajikan pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Komposisi Sampel Genteng Komposit

	Perbandingan Komposisi		Jumlah Variasi yang dibutuhkan				Volume
	Limbah Plastik HDPE : Pasir		Uji Densitas (pcs)	Uji Serap (pcs)	Uji Redaman Panas (pcs)	Uji Kuat Lentur (pcs)	
Variasi I	1 : 0	1100 gr : 0 gr	8	3	3	5	Panjang = 30,3 cm Lebar = 22 cm Tebal = 1,6 cm
Variasi II	1 : 0,25	1100 gr : 275 gr	8	3	3	5	
Variasi III	1 : 0,50	1100 gr : 550 gr	8	3	3	5	
Variasi IV	1 : 0,75	1100 gr : 825 gr	8	3	3	5	
Variasi V	1 : 1	1100 gr : 1100 gr	8	3	3	5	

Pada penelitian ini, peneliti akan membuat delapan sampel genteng komposit dengan perbandingan komposisi di tabel 4.1 tersebut. Nilai 1 pada perbandingan Limbah plastik HDPE sebesar 1100 gr limbah plastik HDPE yang sudah dicacah dan belum di lelehkan. Jadi, nilai 1 pada perbandingan limbah plastik HDPE akan menggunakan takaran yang belum dilelehkan sebesar 1100 gr. Nilai ini juga akan digunakan untuk menjadi acuan besarnya pasir dengan nilai perbandingan 1 sebesar 1100gr. Pada penelitian ini, untuk uji densitas membutuhkan 8 sampel uji permasing-masing komposisi, pada uji lentur dengan lima komposisi membutuhkan 5 sampel permasing-masing komposisi. Uji daya serap dan uji redaman panas membutuhkan 3 sampel permasing-masing komposisi.

3) Volume genteng komposit pada penelitian ini dihitung berdasarkan pada dimensi panjang 30,3 cm, lebar 22 cm, dan tebal 1,6 cm.

c. Pencampuran

- 1) Panaskan serpihan HDPE di atas kompor atau mesin pemanas hingga meleleh dengan suhu ideal sekitar 180–200°C.
- 2) Tambahkan pasir sedikit demi sedikit ke HDPE cair sambil terus diaduk hingga merata.

d. Pencetakan

- 1) Oleskan minyak pelumas pada cetakan untuk mempermudah pelepasan genteng.
- 2) Tuangkan campuran HDPE dan pasir ke dalam cetakan.
- 3) Genteng langsung di press menggunakan alat press dengan tujuan agar memenuhi semua ruang cetakan genteng.

e. Pendinginan dan Pelepasan

- 1) Biarkan cetakan mendingin secara alami.
- 2) Setelah dingin, keluarkan genteng dari cetakan dengan hati-hati.

f. Pengecekan Kualitas

Periksa genteng untuk memastikan tidak ada retakan atau cacat.

4.4 Pengujian Sampel

Adapun pengujian sampel dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Uji Densitas (*Density Test*)

Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui densitas dari genteng komposit menggunakan standar ASTM C830-00. Uji densitas pada genteng komposit dilakukan dalam keadaan kering. Adapun rumusnya sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (4.1)$$

Dimana :

$$\rho = \text{massa jenis zat (g/cm}^3 \text{)}$$

$$m = \text{massa benda uji (g)}$$

$$V = \text{volume benda uji (cm}^3 \text{)}$$

Prosesnya uji densitas melibatkan pengukuran massa genteng dalam kondisi kering, kemudian menghitung volume dan densitasnya berdasarkan rumus massa per volume ($\rho = m/v$). Jika diperlukan, alat tambahan seperti perangkat vakum atau tekanan juga bisa digunakan untuk memastikan akurasi dalam pengukuran porositas.

2. Uji Daya Serap Air

Mengacu pada ASTM C830-00, pengujian daya serap air dilakukan untuk mengukur persentase air yang diserap oleh sampel yang direndam selama 24 jam. Adapun rumusnya sebagai berikut.

$$WA (\%) = \frac{mj - mk}{mk} \times 100 \quad (4.2)$$

Dimana:

$$WA = \text{daya serap air (\%)}$$

$$Mj = \text{massa benda uji sesudah perendaman (g)}$$

$$Mk = \text{massa benda uji sebelum perendaman (g)}$$

3. Uji Redam Panas

Uji redam panas bertujuan mengukur kemampuan genteng komposit dalam meredam panas. Pengujian ini dilakukan dengan metode standar tertentu untuk mengetahui efektivitas isolasi termal genteng. Parameter pengujian meliputi pengukuran suhu permukaan dan suhu di balik genteng setelah pemanasan

selama waktu tertentu. Adapun rumusnya sebagai berikut.

$$\text{Redam Panas (\%)} = \frac{\text{Suhu Luar} - \text{Suhu Dalam}}{\text{Suhu Luar}} \times 100\% \quad (4.3)$$

4. Uji Lentur

Uji lentur genteng komposit menggunakan standar ASTM D-790 bertujuan untuk mengukur kemampuan genteng menahan beban. Pengujian dilakukan dengan rumus yang sesuai untuk menentukan kekuatan lentur material.

$$UFS = 3PL / 2bd^2 \quad (4.4)$$

Dimana:

UFS = Kuat lentur (N/cm^2)

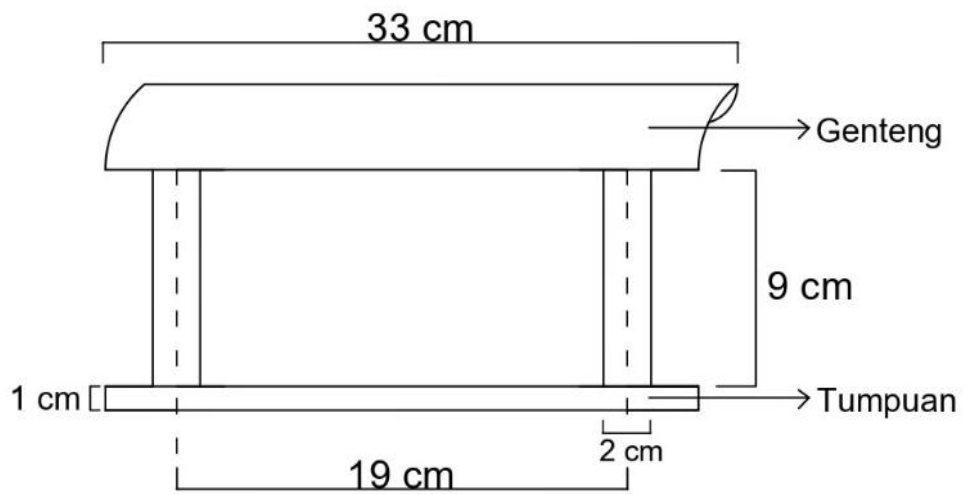
P = Beban maksimum yang diberikan saat benda uji patah (dalam N, hasil konversi dari kgf x gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$))

L = Jarak sangga / panjang bentang antar dua tumpuan (dalam cm)

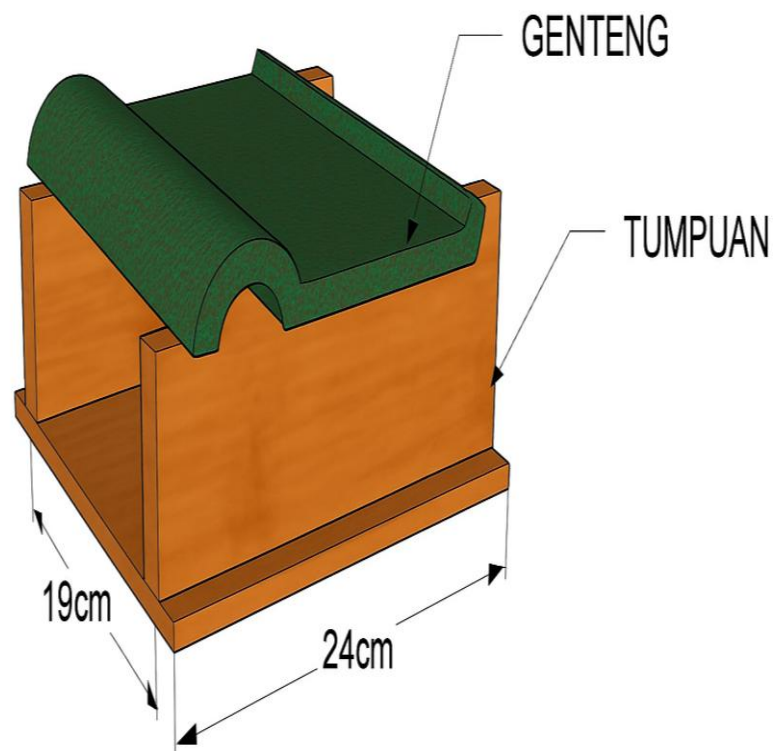
b = Lebar spesimen uji (dalam cm)

d = Tebal spesimen uji (dalam cm)

Pada uji lentur, pengujian dilakukan menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*) dengan kapasitas maksimum 30 ton yang tersedia di laboratorium struktur UII, untuk menguji beban lentur genteng komposit. Pengujian kuat lentur menggunakan panjang bentang atau lebar sangga sebesar 19 cm, lebar sampel 24 cm, dan ketebalan sampel 1,6 cm. Ketebalan ini digunakan untuk menghitung kuadrat ketebalan ($d^2 = 1,6^2 = 2,56$) sebagai bagian dari rumus kuat lentur. Berikut penggambaran lebar sangga. Adapun penggambaran lebar sangga tersaji pada Gambar 4.26 sebagai berikut.

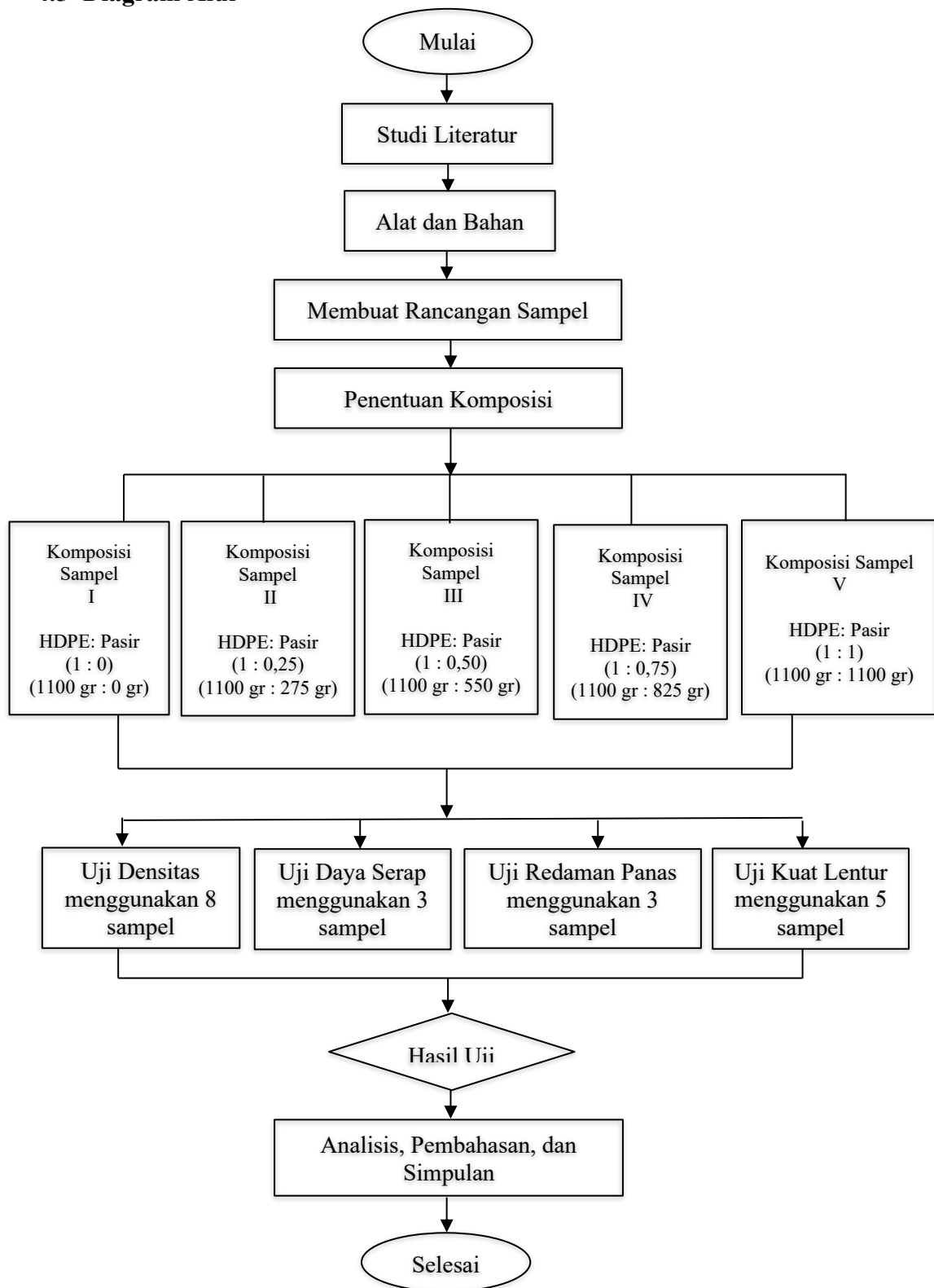


Gambar 4.26 Penggambaran Lebar Sangga Tampak Samping
Dokumentasi Peneliti, 2025



Gambar 4.27. Penggambaran Lebar Sangga Genteng Komposit
Dokumentasi Peneliti, 2025

4.5 Diagram Alur



Gambar 4.28 Flow Chart Penelitian

Pada penelitian ini, untuk menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara sistematis, disusun sebuah diagram alur (flow chart) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.28. Diagram alur ini berfungsi untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai prosedur pelaksanaan penelitian, mulai dari tahap persiapan hingga tahap analisis dan penarikan simpulan. Setiap langkah dalam diagram alur dirancang secara runtut dan logis agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Tahapan-tahapan tersebut dijabarkan secara rinci dalam uraian berikut.

1. Mulai

Penelitian diawali dengan penetapan permasalahan dan tujuan penelitian yang menjadi dasar dalam merancang seluruh tahapan eksperimen.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan kajian pustaka secara mendalam terhadap teori, hasil penelitian terdahulu, dan standar pengujian yang relevan. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman teoritis dan metodologis yang mendukung perancangan dan pelaksanaan penelitian.

3. Alat dan Bahan

Menentukan dan menyiapkan seluruh alat serta bahan yang diperlukan. Alat yang digunakan disesuaikan dengan jenis pengujian, sedangkan bahan utama berupa *High Density Polyethylene* (HDPE) dan pasir, yang akan divariasikan dalam komposisi tertentu.

4. Merancang Sampel

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sampel uji berdasarkan kombinasi HDPE dan pasir dalam berbagai variasi perbandingan massa. Rancangan ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi komposisi terhadap karakteristik fisik dan mekanik material.

5. Penentuan Komposisi

Sampel dirancang dalam lima komposisi berbeda sesuai Tabel 4.1.

6. Pengujian Sampel

Pada penelitian ini terdapat 8 sampel untuk dilakukan semua uji. Seluruh sampel kemudian diuji menggunakan beberapa parameter pengujian utama,

yaitu:

- a. Uji kerapatan, untuk menentukan massa jenis material. Uji ini menggunakan 8 sampel genteng komposit.
- b. Uji daya serap air, untuk mengetahui tingkat kemampuan material menyerap air. Uji ini menggunakan 3 sampel genteng komposit.
- c. Uji redaman panas, untuk mengevaluasi kemampuan material dalam menghambat perpindahan panas. Uji ini menggunakan 3 sampel genteng komposit yang sama digunakan untuk uji daya serap.
- d. Uji lentur, untuk mengukur kekuatan mekanik terhadap beban lentur. Uji ini menggunakan 5 sampel genteng komposit.

7. Evaluasi Hasil Uji

Hasil dari seluruh pengujian dievaluasi berdasarkan standar kriteria teknis. Jika seluruh parameter menunjukkan performa yang sesuai atau lebih tinggi dari nilai ambang batas standar, maka komposisi dianggap berhasil.

8. Analisis, Pembahasan, dan Simpulan

Data hasil uji yang telah memenuhi kriteria selanjutnya dianalisis dan dibahas secara komprehensif untuk menjawab tujuan penelitian. Simpulan diambil berdasarkan hasil analisis terhadap karakteristik material yang dihasilkan.

9. Selesai

Penelitian diakhiri setelah diperoleh simpulan yang menjawab rumusan masalah dan menunjukkan komposisi terbaik berdasarkan parameter pengujian.

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Proses Pembuatan Genteng Komposit

Proses pembuatan genteng komposit berbahan dasar limbah plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan pasir merupakan tahapan penting yang menentukan kualitas akhir produk. Meskipun komposisi dan proporsi bahan telah dirancang dalam Bab III, tahapan pelaksanaan di lapangan memerlukan ketelitian dan pengendalian yang tepat, mulai dari persiapan bahan, proses pencampuran, pencetakan, hingga pendinginan. Setiap tahap memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik dan mekanik genteng yang dihasilkan. Oleh karena itu, pada bagian ini akan diuraikan secara rinci setiap tahapan proses pembuatan, disertai dengan hasil observasi dan analisis teknis dari praktik lapangan.

5.1.1 Persiapan Bahan

Pada penelitian ini, sebelum dilakukan proses pencampuran dan pencetakan, langkah awal yang sangat krusial adalah persiapan bahan baku, yaitu limbah plastik HDPE dan pasir. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa kedua bahan utama berada dalam kondisi bersih, kering, dan homogen, sehingga tidak mengganggu proses peleburan maupun mengurangi mutu akhir produk genteng komposit.

Pada proses ini, limbah plastik HDPE yang diperoleh dari sampah rumah tangga maupun industri terlebih dahulu dipilah untuk memisahkan plastik jenis lain, seperti PET, LDPE, atau PP. Pemilahan ini penting mengingat setiap jenis plastik memiliki suhu leleh yang berbeda-beda dan bisa menyebabkan hasil akhir tidak seragam apabila dicampur. Setelah dipilah, limbah HDPE kemudian dicuci menggunakan air bersih dan deterjen ringan untuk menghilangkan kotoran, lemak, dan residu kimia lainnya. Proses pencucian ini dilakukan secara manual menggunakan sikat halus untuk menghindari kerusakan permukaan plastik, lalu plastik dijemur di bawah sinar matahari selama 1–2 hari hingga benar-benar kering. Kadar air yang tersisa dalam plastik harus diminimalkan karena kelembapan dapat menyebabkan uap air terjebak saat pemanasan, yang akan memunculkan rongga-

rongga udara pada genteng komposit.

Sementara itu, pasir yang digunakan adalah pasir halus yang telah diayak dengan saringan ukuran 2 mm untuk mendapatkan distribusi partikel yang seragam. Pengayakan ini bertujuan untuk menghindari gumpalan besar atau partikel tajam yang bisa mengganggu proses pencampuran dan menurunkan kekompakan produk akhir. Pasir juga dijemur terlebih dahulu untuk menghindari adanya kadar air berlebih yang dapat menguap saat pencampuran dengan plastik panas dan memicu retakan mikro. Tahap penting berikutnya adalah penimbangan bahan sesuai dengan rasio campuran yang telah ditentukan. Adapun perbandingan komposisi dan jumlah sampel yang digunakan permasing-masing uji dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi komposisi limbah plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan pasir terhadap karakteristik genteng komposit. Lima variasi komposisi digunakan dalam proses pembuatan sampel. Variasi I terdiri atas HDPE murni tanpa campuran pasir, yaitu 1100gram HDPE dan 0 gram pasir. Pada Variasi II, komposisinya terdiri dari 1100gram HDPE dan 275 gram pasir dengan rasio 1:0,25. Variasi III menggunakan 1100gram HDPE dan 550 gram pasir atau rasio 1:0,50. Selanjutnya, Variasi IV merupakan campuran 1100gram HDPE dan 825 gram pasir dengan rasio 1:0,75. Terakhir, Variasi V memiliki rasio setara antara HDPE dan pasir, masing-masing sebanyak 1100 gram. Pada penelitian ini seluruh proses pengujian menggunakan 8 buah genteng yang terbagi menjadi 8 sampel densitas, 3 sampel untuk uji daya serap air, 3 sampel untuk uji redaman panas, dan 5 sampel untuk uji kuat lentur. Pada pengujian redaman panas menggunakan tiga buah genteng per variasi, yang merupakan sampel yang sama dengan yang digunakan pada pengujian daya serap air.

5.1.2 Proses Pelelehan Plastik HDPE

Tahap selanjutnya dalam proses pembuatan genteng komposit adalah pelelehan limbah plastik HDPE. Proses ini merupakan langkah krusial karena sifat termoplastik dari HDPE membuatnya dapat dilelehkan dan dicetak ulang dalam bentuk baru. Pelelehan dilakukan setelah plastik dalam kondisi kering dan bersih, guna menghindari pembentukan uap air atau gas yang dapat menimbulkan rongga

udara (void) pada produk akhir.

Proses pelelehan dilakukan menggunakan wadah logam tahan panas yang dipanaskan di atas kompor gas. HDPE dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah peleburan sambil diaduk secara perlahan untuk mempercepat penyebaran panas. Suhu peleburan dijaga pada kisaran 130°C hingga 160°C, yang merupakan rentang titik leleh optimal untuk HDPE berdasarkan sifat fisik polimer tersebut. Pengaturan suhu dilakukan secara manual dengan mengatur besar kecilnya api, karena peralatan pemanas belum menggunakan sistem kontrol suhu digital.

Selama proses pemanasan, HDPE mulai berubah wujud dari padat menjadi cair kental. Proses ini membutuhkan waktu antara 10 hingga 15 menit tergantung pada volume plastik yang dilelehkan dalam satu kali pencetakan. Pengadukan dilakukan secara konstan agar panas merata dan tidak terjadi penggumpalan. Apabila suhu terlalu tinggi, plastik dapat mengeluarkan asap dan menimbulkan degradasi termal yang ditandai dengan perubahan warna menjadi coklat atau hitam, yang tentu akan mempengaruhi estetika dan kekuatan genteng.

Hasil observasi menunjukkan bahwa HDPE cukup stabil selama proses peleburan jika suhu dijaga di bawah 170°C. Warna plastik tetap dominan sesuai warna awal bahan baku (putih, bening, atau campuran), dan viskositas cairannya cukup memadai untuk proses pencampuran berikutnya. Tidak ditemukan indikasi pembakaran berlebih atau pelepasan zat berbahaya selama proses ini, karena dilakukan di ruang terbuka dengan ventilasi cukup.

Dengan demikian, keberhasilan proses pelelehan HDPE sangat bergantung pada kestabilan suhu, pengadukan, dan kebersihan bahan. Pelelehan yang tidak optimal dapat menyebabkan cacat produk saat proses pencetakan, baik berupa rongga, retakan, maupun distribusi pasir yang tidak merata pada tahap selanjutnya.

5.1.3 Pencampuran dengan Pasir

Setelah limbah plastik HDPE mencapai kondisi leleh yang stabil, tahap berikutnya adalah proses pencampuran dengan pasir. Tahapan ini merupakan inti dari proses pembentukan komposit, karena keberhasilan pencampuran akan sangat menentukan homogenitas struktur, kekuatan mekanik, serta daya tahan genteng

terhadap air dan tekanan.

Pencampuran dilakukan secara manual langsung di dalam wadah peleburan, segera setelah HDPE mencapai viskositas ideal. Pasir halus yang telah dikeringkan dan disaring dengan ukuran maksimal 2 mm ditambahkan secara bertahap ke dalam lelehan plastik sambil terus diaduk menggunakan batang besi tahan panas. Pengadukan bertujuan agar butiran pasir terdistribusi merata di seluruh bagian cairan plastik, dan tidak menggumpal atau mengendap di dasar wadah.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa proses pencampuran berjalan relatif lancar hingga rasio pasir mencapai 50% dari berat HDPE (Variasi III). Pada variasi dengan kandungan pasir lebih tinggi (Variasi IV dan V), terdapat tantangan dalam pencampuran, yaitu:

1. Lelehan plastik menjadi lebih cepat mengeras karena penambahan pasir menurunkan suhu rata-rata adonan secara drastis.
2. Kesulitan untuk mencapai pencampuran merata karena pasir cenderung menggumpal di beberapa titik, terutama pada bagian bawah wadah.
3. Diperlukan tenaga lebih besar untuk mengaduk dan mempercepat pencampuran sebelum plastik mengeras.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada rasio tinggi, kecepatan kerja dan keterampilan operator menjadi faktor penting agar hasil pencampuran tetap homogen. Jika pasir tidak terdistribusi merata, maka akan timbul ketidakseimbangan struktur internal genteng yang berdampak pada penurunan kekuatan lentur dan ketahanan terhadap cuaca.

Selain itu, pengamatan visual terhadap campuran menunjukkan bahwa warna dan tekstur permukaan adonan mulai berubah seiring peningkatan kadar pasir. Campuran dengan rasio pasir tinggi cenderung bertekstur lebih kasar dan lebih padat. Hal ini sesuai dengan teori material komposit, di mana penambahan filler anorganik seperti pasir akan meningkatkan densitas campuran, tetapi juga bisa mengurangi fleksibilitas dan kemampuan ikatan antar molekul plastik.

Secara keseluruhan, pencampuran yang efektif membutuhkan keseimbangan antara suhu lelehan, rasio bahan, dan kecepatan pengolahan. Tahap ini menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan genteng komposit yang kuat, tahan air, dan

stabil bentuknya.

5.1.4 Pencetakan Genteng

Setelah campuran HDPE leleh dan pasir tercampur secara merata, tahap berikutnya adalah pencetakan genteng komposit. Tahap ini sangat penting karena akan menentukan bentuk, dimensi, dan kepadatan akhir dari produk genteng. Proses pencetakan dilakukan segera setelah pencampuran selesai, mengingat HDPE memiliki karakteristik cepat mengeras saat suhu mulai turun. Jika pencetakan terlambat, maka campuran akan membeku dan sulit dibentuk, bahkan bisa menyebabkan cacat struktural.

Pada penelitian ini, cetakan logam berbentuk persegi panjang digunakan sebagai media pembentukan genteng. Cetakan ini memiliki dimensi sesuai ukuran standar genteng kecil, yaitu panjang 30,3 cm, lebar 22 cm, dan tebal 1,6 cm. Cetakan terbuat dari pelat besi tebal agar dapat menahan suhu tinggi dan tekanan dari campuran yang dituangkan. Sebelum digunakan, cetakan diolesi terlebih dahulu dengan minyak goreng atau pelumas silikon tipis untuk mencegah adonan lengket dan mempermudah proses demolding atau memudahkan proses pelepasan genteng dari cetakan setelah dingin.

Proses pencetakan dilakukan dengan cara menuangkan campuran HDPE dan pasir secara perlahan ke dalam cetakan sambil ditekan menggunakan alat pres manual atau penggilas logam agar permukaan menjadi rata dan padat. Pada variasi komposisi dengan rasio pasir tinggi (Variasi IV dan V), dibutuhkan tekanan yang lebih besar untuk memastikan campuran terisi rapat ke seluruh sudut cetakan. Tekanan ini juga membantu mengurangi rongga udara (void) yang bisa muncul di dalam genteng dan melemahkan strukturnya.

Waktu pencetakan rata-rata adalah 3–5 menit per cetakan, tergantung pada suhu campuran dan kecepatan pengerjaan. Setelah campuran tertuang dan dipadatkan, genteng dibiarkan mengeras secara alami di dalam cetakan selama 10–15 menit, kemudian dilepaskan secara perlahan. Proses ini dilakukan di ruang terbuka bersuhu ruang tanpa menggunakan pendingin tambahan, agar tidak terjadi kontraksi mendadak yang dapat menyebabkan retak rambut pada permukaan

genteng.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa bentuk genteng cukup konsisten antar variasi, meskipun terdapat perbedaan tekstur permukaan. Genteng dengan kandungan pasir rendah (Variasi I dan II) memiliki permukaan yang lebih halus dan padat, sedangkan variasi dengan pasir tinggi menunjukkan tekstur lebih kasar, sedikit berpori, dan bobot lebih berat. Pada beberapa cetakan juga ditemukan gelembung kecil atau lubang mikro, terutama jika terdapat udara terperangkap akibat pencampuran yang tidak merata

Dengan demikian, tahap pencetakan membutuhkan kombinasi antara ketepatan waktu, suhu optimal, dan teknik tekanan untuk menghasilkan genteng yang sesuai standar bentuk dan kekuatan. Ketidakseimbangan pada salah satu faktor tersebut akan berdampak langsung pada kualitas dan konsistensi produk yang dihasilkan.

5.1.5 Pendinginan dan Pengeringan

Pada penelitian ini, setelah proses pencetakan selesai, campuran HDPE dan pasir yang telah berada di dalam cetakan perlu menjalani proses pendinginan dan pengeringan untuk memperoleh bentuk akhir yang solid, stabil, dan memiliki kekuatan mekanik yang optimal. Tahapan ini bertujuan untuk mengubah campuran dari fase cair ke fase padat secara perlahan dan merata, tanpa menimbulkan deformasi atau keretakan pada genteng komposit.

Pendinginan dilakukan secara alami di suhu ruang, dengan cara membiarkan cetakan berisi campuran selama ± 10 – 15 menit setelah dituang. Pemilihan metode pendinginan alami dipertimbangkan untuk menghindari kontraksi termal yang terlalu cepat, yang berisiko menyebabkan genteng retak atau melengkung. Beberapa literatur menyebutkan bahwa plastik termoplastik seperti HDPE akan menyusut saat dingin, dan jika proses pendinginan terlalu cepat (misalnya dengan pendingin air atau kipas), maka tegangan sisa di dalam struktur material bisa meningkat (Andika et al., 2021).

Setelah suhu campuran turun dan tekstur mulai mengeras, genteng dilepaskan dari cetakan secara perlahan. Proses pelepasan ini harus dilakukan dengan hati-hati,

karena struktur genteng pada tahap ini masih cukup rapuh. Genteng yang sudah keluar dari cetakan kemudian didiamkan selama ± 24 jam di ruang terbuka untuk menjalani proses pengeringan penuh, guna memastikan semua sisa kelembapan atau udara dalam material benar-benar hilang. Pengeringan alami juga membantu mengalami stabilisasi dimensi dengan bentuk akhir dan memperkuat ikatan antar partikel.

Hasil observasi menunjukkan bahwa genteng yang mengalami pendinginan dan pengeringan secara bertahap memiliki bentuk yang lebih stabil, minim retakan dan deformasi, serta permukaan lebih padat dan homogen. Sebaliknya, percobaan awal yang menggunakan teknik pelepasan paksa saat genteng masih panas menyebabkan beberapa sampel mengalami melengkung, retak di sudut, bahkan patah sebagian.

Dengan demikian, pendinginan bertahap dan pengeringan sempurna merupakan kunci utama untuk menjamin kualitas akhir genteng komposit. Tahap ini tidak hanya berfungsi sebagai proses akhir pembentukan fisik, tetapi juga sebagai proses stabilisasi struktur internal material.

5.1.6 Pemeriksaan Awal Produk Genteng

Setelah proses pendinginan dan pengeringan selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan awal terhadap produk genteng komposit untuk menilai kualitas fisik secara umum sebelum dilakukan uji mekanik dan uji daya serap air. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendeteksi adanya cacat visual seperti retak, gelembung udara, deformasi bentuk, atau ketidakrataan permukaan yang dapat memengaruhi kinerja genteng dalam penggunaan nyata.

Pemeriksaan dimulai dengan mengamati secara visual setiap genteng hasil produksi dari masing-masing variasi komposisi. Variasi dengan kandungan HDPE murni (Variasi I) menunjukkan permukaan yang relatif halus dan seragam, tanpa terdapat cacat berarti. Sebaliknya, pada variasi dengan penambahan pasir yang lebih tinggi (Variasi IV dan V), ditemukan beberapa genteng yang memiliki permukaan kasar, lubang kecil (pori), serta tekstur tidak rata. Hal ini diduga akibat distribusi pasir yang kurang homogen selama proses pencampuran serta

kemungkinan adanya uap air yang terperangkap selama pelelehan. Adapun penggambarannya disajikan pada Gambar 5.1 sebagai berikut.



Gambar 5.1 Penggambaran Hasil Pembuatan Genteng Komposit
Dokumentasi Peneliti, 2025

Pada Gambar 5.1 terlihat genteng komposit yang dibuat dari campuran limbah HDPE dan pasir sungai. Permukaannya tampak rata dan homogen, mempertahankan bentuk khas genteng tradisional meskipun terbuat dari material komposit. Warna gelap menonjolkan dominasi HDPE sebagai matriks utama, sementara pasir sungai hadir sebagai filler yang memperkuat struktur dan memberikan stabilitas tambahan.

Setelah proses pencetakan, genteng diuji untuk mengukur berat dan dimensinya menggunakan timbangan digital serta penggaris baja. Hasil pengukuran menunjukkan pola yang menarik: semakin banyak pasir yang dicampurkan, berat genteng cenderung meningkat, seiring dengan bertambahnya kepadatan material. Meski demikian, dimensi genteng tetap stabil dengan toleransi kurang dari ± 2 mm, dengan panjang 30,3 cm, lebar 22 cm, dan tebal 1,6 cm. Pengujian ini menegaskan bahwa genteng komposit HDPE pasir memiliki ukuran yang konsisten dan

kepadatan yang bisa diatur melalui variasi proporsi pasir. Konsistensi ini menjadi indikator bahwa proses pembuatan dan pencetakan telah dilakukan secara presisi, sehingga kualitas genteng yang dihasilkan dapat diandalkan dan siap digunakan di lapangan.

Pemeriksaan awal juga meliputi pengujian ketahanan permukaan terhadap goresan dengan menggunakan benda tajam untuk mensimulasikan kondisi pemakaian sehari-hari. Genteng dengan kandungan pasir yang lebih tinggi memiliki permukaan yang lebih keras namun kurang fleksibel, sehingga lebih rentan terhadap retak bila mendapatkan tekanan kuat secara tiba-tiba. Adapun penggambarannya disajikan pada Gambar 5.2 sebagai berikut.



Gambar 5.2 Penggambaran Hasil Pembuatan Genteng Komposit
Dokumentasi Peneliti, 2025

Hasil pemeriksaan awal ini memberikan indikasi awal mengenai kualitas dan potensi masalah yang perlu diatasi pada proses produksi selanjutnya, seperti perbaikan teknik pencampuran, pengendalian kelembapan, dan pemilihan metode pendinginan yang tepat. Dengan demikian, pemeriksaan awal berfungsi sebagai tahap validasi penting sebelum melanjutkan ke uji sifat mekanik dan fisik genteng secara komprehensif.

5.2 Pembahasan Hasil Pengujian Genteng Komposit

Pengujian sampel genteng komposit yang terbuat dari limbah plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan pasir dilakukan untuk mengetahui karakteristik mekanik dan fisik material tersebut. Sampel diuji dengan menggunakan beberapa metode standar internasional, yaitu uji kuat lentur sesuai ASTM D-790, uji daya serap air dan uji densitas berdasarkan ASTM C830-00, serta uji redam panas yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi dan Teknik (BKT) Universitas Islam Indonesia (UII) dengan pendampingan dari Bapak Daru Salam dan Bapak Win Fauzi. Penimbangan berat kering sampel dilakukan pada tanggal 31 April, dilanjutkan dengan perendaman sampel untuk uji daya serap pada tanggal 1 Mei pukul 21.00 WIB, dan pengangkatan serta penimbangan berat basah pada tanggal 2 Mei pukul 13.00 WIB. Prosedur ini memastikan data yang akurat dan valid untuk analisis daya serap air.

Pada penelitian ini, menggunakan lima variasi komposisi genteng komposit yang terdiri dari limbah plastik HDPE dan pasir dengan perbandingan berat yang berbeda-beda. Berat limbah plastik HDPE pada setiap variasi tetap konstan sebesar 1100 gram, sedangkan berat pasir bervariasi mulai dari nol gram hingga 1100 gram. Dengan demikian, rasio campuran antara HDPE dan pasir dimulai dari satu banding nol, yaitu 100 persen HDPE tanpa pasir, hingga satu banding satu, di mana berat pasir sama dengan berat HDPE. Variasi pertama menggunakan 1100 gram HDPE tanpa pasir, variasi kedua menambahkan pasir sebanyak 275 gram dengan perbandingan satu banding 0,25, variasi ketiga menggunakan 550 gram pasir dengan perbandingan satu banding 0,5, variasi keempat menggunakan 825 gram pasir dengan perbandingan satu banding 0,75, dan variasi kelima menggunakan 1100 gram pasir yang sama beratnya dengan HDPE. Variasi-variasi ini dirancang untuk mengamati bagaimana penambahan pasir memengaruhi sifat mekanik dan fisik genteng komposit, sekaligus menentukan komposisi optimal yang dapat memberikan performa terbaik.

Hasil pengujian untuk setiap variasi tersebut disajikan dalam tabel berikut, yang akan menggambarkan secara kuantitatif performa genteng komposit berdasarkan parameter uji kuat lentur, daya serap air, densitas, dan redam panas.

5.2.1 Cara dan Hasil Uji Densitas Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit

Uji densitas merupakan salah satu parameter penting dalam karakterisasi material komposit, termasuk genteng komposit yang terbuat dari limbah plastik HDPE dan pasir. Densitas material mencerminkan tingkat kepadatan massa dalam suatu volume tertentu, yang berkaitan erat dengan sifat mekanik dan fisik genteng, seperti kekuatan, ketahanan, dan daya tahan terhadap beban serta faktor lingkungan. Pengukuran densitas dilakukan dengan menghitung rasio massa kering genteng terhadap volume fisik genteng yang diperoleh dari pengukuran dimensi panjang, lebar, dan tebal. Nilai densitas yang diperoleh akan digunakan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi HDPE dan pasir terhadap struktur material genteng komposit secara kuantitatif. Standar uji densitas yang digunakan mengacu pada ASTM C830-00, yang menjamin metode pengujian konsisten dan hasil yang dapat dibandingkan dengan studi lain sejenis. Prosesnya uji densitas melibatkan pengukuran massa genteng dalam kondisi kering, kemudian menghitung volume dan densitasnya berdasarkan rumus massa per volume ($\rho = m/v$). Pada penelitian ini diasumsikan nilai m sebesar 955gr dan nilai v sebesar 1066,56 gr. Adapun contoh perhitungan daya serap pada variasi I berdasarkan rumus tersebut adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{955}{1066,56} \\ &= 0,90 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Pada pengujian densitas genteng komposit, digunakan delapan sampel yang memiliki massa jenis dan dimensi yang seragam untuk memastikan keseragaman parameter fisik dasar bahan uji. Meskipun massa jenis dan ukuran sampel diatur sama, ditemukan perbedaan nilai massa kering antar sampel. Massa kering yang dimaksud adalah berat sampel setelah melalui proses pengeringan dalam oven, tanpa proses perendaman sebelumnya, karena perendaman hanya dilakukan pada sampel yang diuji untuk daya serap air.

Perbedaan massa kering pada sampel dengan dimensi dan massa jenis yang sama dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu penyebab utama adalah variasi komposisi material internal yang tidak terlihat secara kasat mata, seperti perbedaan porositas atau distribusi partikel pasir dan HDPE dalam komposit. Porositas yang berbeda akan menyebabkan perbedaan kandungan udara dan rongga di dalam struktur genteng, sehingga meskipun volume dan massa jenis rata-rata sama, massa total setelah pengeringan bisa berbeda. Hal ini sejalan dengan temuan dalam literatur yang menyatakan bahwa variasi porositas berpengaruh signifikan terhadap massa kering dan densitas material komposit.

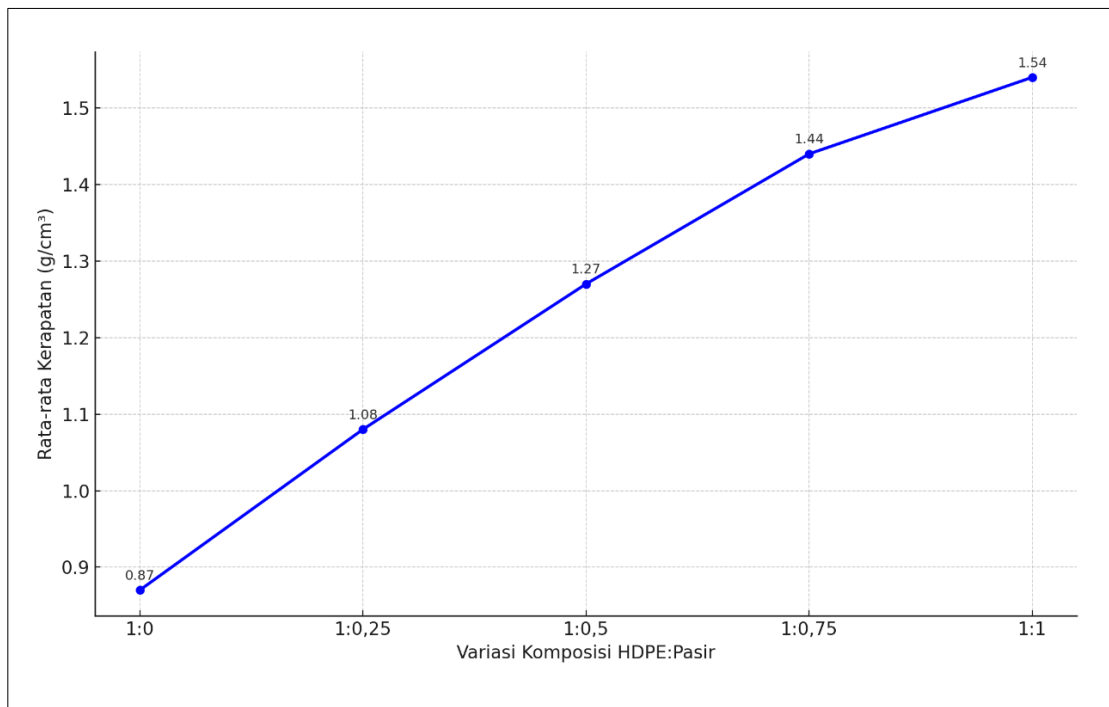
Selain itu, perbedaan proses pencetakan atau perbedaan tingkat pengeringan saat proses pembuatan genteng juga dapat mempengaruhi massa kering. Perbedaan dalam pengendalian suhu oven dan durasi pengeringan bisa menyebabkan kadar air residual yang berbeda meskipun sampel telah dikeringkan. Kadar air residual ini dapat memengaruhi massa kering yang diukur. Dengan demikian, meskipun sampel memiliki massa jenis dan dimensi yang sama, perbedaan massa kering ini merupakan fenomena yang wajar dan perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil pengujian densitas, karena massa kering merupakan parameter penting dalam evaluasi kualitas fisik genteng komposit. Adapun perhitungannya disajikan sebagai berikut.

Tabel 5.1 Hasil Uji Densitas Genteng Komposit

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Massa Kering (g)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)	Densitas Rata-rata (g/cm ³)
I	1:0	A	955	1066,56	0,90	0,87
		B	922	1066,56	0,86	
		C	917	1066,56	0,86	
		D	923	1066,56	0,87	
		E	945	1066,56	0,89	
		F	935	1066,56	0,88	
		G	915	1066,56	0,86	
		H	905	1066,56	0,85	
II	1 : 0,25	A	1138	1066,56	1,07	1,08
		B	1185	1066,56	1,11	
		C	1132	1066,56	1,06	
		D	1125	1066,56	1,05	
		E	1193	1066,56	1,12	

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Massa Kering (g)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)	Densitas Rata-rata (g/cm ³)
		F	1128	1066,56	1,06	
		G	1148	1066,56	1,08	
		H	1150	1066,56	1,08	
III	1 : 0,5	A	1324	1066,56	1,24	1,27
		B	1392	1066,56	1,31	
		C	1379	1066,56	1,29	
		D	1382	1066,56	1,30	
		E	1311	1066,56	1,23	
		F	1347	1066,56	1,26	
		G	1352	1066,56	1,27	
		H	1367	1066,56	1,28	
IV	1 : 0,75	A	1500	1066,56	1,41	1,44
		B	1550	1066,56	1,45	
		C	1541	1066,56	1,44	
		D	1548	1066,56	1,45	
		E	1547	1066,56	1,45	
		F	1521	1066,56	1,43	
		G	1539	1066,56	1,44	
		H	1500	1066,56	1,41	
V	1:1	A	1615	1066,56	1,51	1,54
		B	1708	1066,56	1,60	
		C	1695	1066,56	1,59	
		D	1606	1066,56	1,51	
		E	1611	1066,56	1,51	
		F	1600	1066,56	1,50	
		G	1650	1066,56	1,55	
		H	1625	1066,56	1,52	

Berikut penggambarannya dalam bentuk grafik di bawah ini.



Gambar 5.3 Grafik Hasil Uji Densitas Berdasarkan Nilai Rata-rata Pervariasi

Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel dan kurva grafik, terlihat adanya kecenderungan peningkatan nilai rata-rata densitas pada setiap variasi campuran HDPE dan pasir. Variasi I, yang merupakan campuran murni HDPE tanpa penambahan pasir (komposisi 1:0), menghasilkan nilai densitas rata-rata sebesar 0,87 g/cm³. Ketika pasir mulai ditambahkan dalam jumlah kecil pada Variasi II (komposisi 1:0,25), nilai rata-rata densitas meningkat menjadi 1,08 g/cm³.

Peningkatan ini terus berlanjut pada Variasi III dengan komposisi 1:0,5, yang menghasilkan densitas rata-rata sebesar 1,27 g/cm³, dan kemudian meningkat lagi pada Variasi IV (komposisi 1:0,75) menjadi 1,44 g/cm³. Nilai densitas tertinggi tercatat pada Variasi V, yaitu komposisi seimbang antara HDPE dan pasir (1:1), dengan densitas rata-rata mencapai 1,54 g/cm³.

Pola kenaikan tersebut tergambar dengan jelas pada grafik kurva yang menunjukkan hubungan linier positif antara peningkatan proporsi pasir terhadap kenaikan densitas rata-rata. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan pasir

sebagai bahan campuran berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan sifat fisis genteng komposit, dalam hal ini kepadatan material.

Secara teknis, peningkatan densitas ini menunjukkan bahwa pasir berperan sebagai agregat padat yang memperkuat struktur internal campuran. Pasir membantu mengisi rongga-rongga antar partikel HDPE dan menciptakan struktur yang lebih rapat serta tahan terhadap tekanan. Dengan demikian, semakin besar proporsi pasir dalam campuran, semakin besar pula tingkat densitasnya, yang dapat diartikan sebagai peningkatan dalam daya tahan dan kekokohan material.

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi HDPE dan pasir berpengaruh nyata terhadap densitas produk komposit yang dihasilkan. Komposisi 1:1 tampaknya menjadi formulasi yang paling optimal dalam konteks densitas, karena menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan variasi lainnya. Temuan ini dapat dijadikan dasar dalam merancang material konstruksi berbasis limbah plastik yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga unggul secara teknis dalam aspek kepadatan dan potensi ketahanan mekanik.

5.2.2 Cara dan Hasil Uji Daya Serap Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit

Daya serap air merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas material genteng komposit, terutama terkait ketahanan terhadap kelembaban dan cuaca. Uji daya serap air dilakukan untuk mengukur kemampuan genteng dalam menyerap air saat terpapar kondisi basah, yang dapat mempengaruhi kekuatan, daya tahan, dan umur pakai genteng. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM C830-00, yang mengatur prosedur perendaman dan pengukuran massa sebelum dan sesudah perendaman untuk memperoleh nilai persentase daya serap air. Hasil uji daya serap air akan memberikan informasi penting dalam mengevaluasi kelayakan genteng komposit yang dikembangkan, khususnya dalam menentukan komposisi bahan yang optimal agar dapat menghasilkan genteng yang kuat sekaligus tahan air. Berdasarkan temuan penelitian diketahui bahwa nilai M_k sebesar 935gr dan nilai M_j sebesar 936gr. Adapun contoh perhitungan daya serap

pada variasi I berdasarkan rumus tersebut adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}WA (\%) &= \frac{(M_j - M_k)}{M_k} \times 100\% \\&= \frac{(936 - 935)}{935} \times 100\% \\&= 0,11 \%\end{aligned}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa genteng komposit pada Variasi I hanya menyerap air sebesar 0,11% dari massa keringnya. Nilai ini tergolong sangat rendah, yang mengindikasikan bahwa material memiliki tingkat porositas yang kecil atau struktur permukaan yang cukup rapat, sehingga tidak mudah menyerap air. Rendahnya daya serap air menjadi salah satu indikator bahwa genteng komposit dari HDPE murni memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap kelembaban. Namun, untuk mendapatkan gambaran yang lebih menyeluruh, nilai ini perlu dibandingkan dengan variasi lainnya guna melihat pengaruh penambahan pasir terhadap sifat serap material.

Pengujian daya serap air pada genteng komposit dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan material menyerap dan melepaskan air setelah melalui perlakuan perendaman dan pengeringan. Masing-masing variasi komposisi HDPE dan pasir memiliki delapan sampel yang seluruhnya terlebih dahulu dikeringkan menggunakan oven untuk memperoleh massa kering awal, tanpa melalui proses perendaman. Pengeringan ini bertujuan menghasilkan bobot referensi yang akurat sebelum sampel menjalani tahapan uji serapan air.

Pada pengujian daya serap secara khusus, dipilih sebanyak tiga sampel dari masing-masing variasi. Proses pengambilan dilakukan dengan metode *simple random sampling*, yang telah ditentukan sejak awal dan digunakan secara konsisten pada seluruh variasi. Pada penelitian ini, jumlah sampel uji disesuaikan dengan jenis pengujian yang dilakukan. Adapun pada uji daya serap air dan uji redaman panas, setiap variasi komposisi menggunakan tiga sampel. Pemilihan jumlah sampel tersebut bertujuan agar hasil pengujian memiliki tingkat keandalan yang baik serta dapat merepresentasikan karakteristik material secara lebih akurat.

Sampel uji daya serap direndam dalam air selama 12 jam, dimulai pukul 21.00 malam dan seharusnya diangkat pada pukul 09.00 pagi keesokan harinya. Namun,

terjadi keterlambatan selama empat jam, sehingga pengangkatan dilakukan pada pukul 13.00. Keterlambatan ini dicatat sebagai variabel tak terkendali yang berpotensi memengaruhi kapasitas penyerapan air, walaupun secara teoretis, setelah titik jenuh tercapai, jumlah air yang diserap cenderung konstan.

Setelah perendaman, sampel dilap menggunakan kain katun berwarna biru yang sama untuk semua sampel guna menghilangkan air permukaan. Penimbangan dilakukan untuk memperoleh massa basah. Selanjutnya, proses pengeringan tahap pertama dilakukan secara bertahap menggunakan oven, dengan suhu awal dinaikkan secara otomatis dari suhu ruang hingga mencapai 50°C selama 30 menit. Tujuan dari tahap ini adalah untuk melepaskan air yang terserap tanpa menyebabkan perubahan struktur material. Setelah pemanasan tahap pertama selesai, tidak ditemukan perubahan massa yang signifikan, yaitu penurunan berat kurang dari 2% dari massa basah.

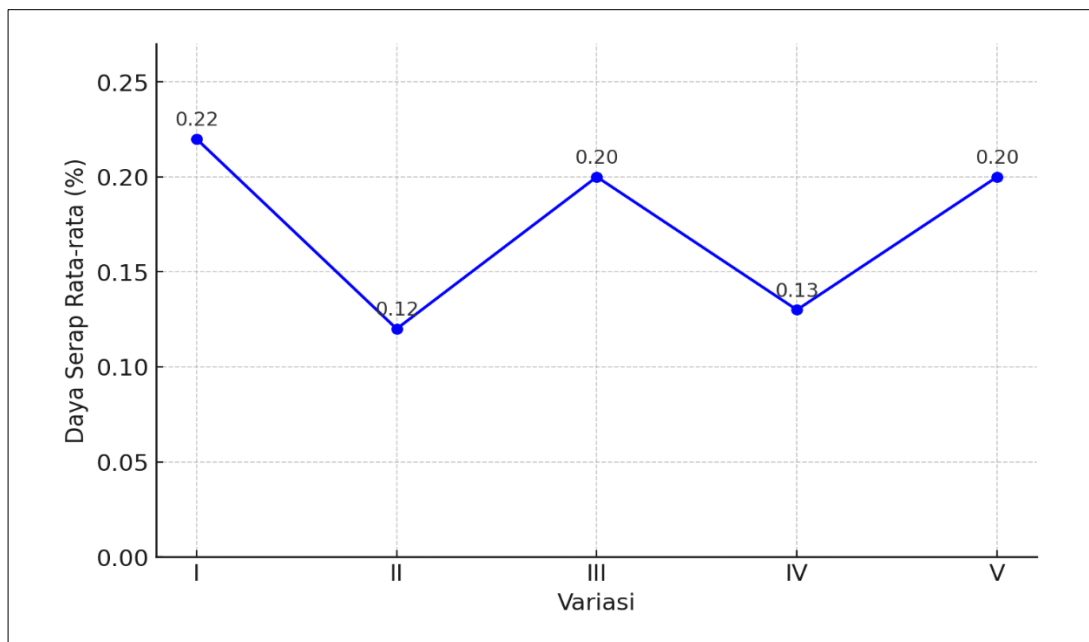
Pengeringan kemudian dilanjutkan pada tahap kedua dengan suhu 100°C selama 30 menit, berdasarkan acuan titik lunak HDPE yang berada sedikit di bawah suhu tersebut. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan seluruh air tersisa dapat menguap, sekaligus menghindari deformasi termal pada komposit.

Seluruh prosedur pengeringan dilakukan secara konsisten, dan seluruh sampel dilap dengan kain katun yang sama untuk menjaga keseragaman perlakuan. Meskipun produk genteng telah dirancang agar bersifat relatif kedap air, temuan adanya pengurangan berat setelah proses oven menimbulkan dugaan adanya porositas mikro atau ketidakhomogenan campuran sebagai faktor penyebab. Temuan ini menjadi catatan penting dan membuka peluang untuk dilakukan analisis lebih lanjut terhadap struktur internal material komposit yang dihasilkan. Berikut adalah hasil perhitungan keseluruhan uji daya serap genteng komposit, yang disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 5.2 Perhitungan Daya Serap Genteng Komposit

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Massa Kering	Massa Basah	Daya Serap	Daya Serap Rata-rata (%)
			Mk (g)	Mj (g)	WA (%)	
I	1:0	F	935	936	0,11	0,22
		G	915	918	0,33	
		H	905	907	0,22	
II	1 : 0,25	F	1128	1130	0,18	0,12
		G	1148	1149	0,09	
		H	1150	1151	0,09	
III	1 : 0,5	F	1347	1349	0,15	0,20
		G	1352	1355	0,22	
		H	1367	1370	0,22	
IV	1 : 0,75	F	1521	1523	0,13	0,13
		G	1539	1540	0,06	
		H	1500	1503	0,20	
V	1:1	F	1600	1603	0,19	0,20
		G	1650	1654	0,24	
		H	1625	1628	0,18	

Berikut Penggambaran hasil perhitungan uji daya serap genteng komposit disajikan dalam bentuk grafik berdasarkan nilai daya serap rata-rata.



Gambar 5.4 Grafik Rangkuman Hasil Uji Daya Serap Berdasarkan Nilai Rata-rata Pervariasi

Berdasarkan Tabel 5.2 dapat dijelaskan bahwa pengujian daya serap air dilakukan terhadap lima variasi komposisi bahan baku genteng komposit yang terdiri dari High Density Polyethylene (HDPE) dan pasir, dengan rasio berturut-turut: 1:0, 1:0,25, 1:0,5, 1:0,75, dan 1:1. Untuk setiap variasi, digunakan tiga sampel (F, G, dan H) guna memperoleh hasil yang representatif. Penggunaan tiga replikasi ini sesuai dengan prinsip dasar pengujian material yang bertujuan untuk menjaga validitas dan reliabilitas hasil, sambil tetap mempertimbangkan efisiensi waktu dan sumber daya laboratorium. Pendekatan ini juga memudahkan dalam mendeteksi pola variasi antar-sampel dan mengidentifikasi potensi anomali pengujian.

Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel dan grafik, terlihat adanya fluktuasi nilai rata-rata daya serap air pada setiap variasi campuran HDPE dan pasir. Variasi I yang merupakan campuran murni HDPE tanpa tambahan pasir (komposisi 1:0) menghasilkan nilai rata-rata daya serap sebesar 0,22%. Pada variasi berikutnya, yakni Variasi II dengan komposisi 1:0,25 (HDPE 1100 gram dan pasir 275 gram), nilai rata-rata menurun drastis menjadi 0,12%, menunjukkan performa terbaik dalam menahan penyerapan air. Namun, pada Variasi III (komposisi 1:0,5), terjadi kenaikan kembali menjadi 0,20%, dan pada Variasi IV (komposisi 1:0,75), daya serap sedikit menurun ke 0,13%. Variasi V (komposisi 1:1) kembali menunjukkan peningkatan daya serap rata-rata sebesar 0,20%.

Pola fluktuatif ini tergambar dalam grafik berbentuk lengkung tidak beraturan, yang menunjukkan bahwa hubungan antara penambahan pasir terhadap nilai daya serap tidak bersifat linier. Meskipun pada awalnya penambahan pasir menurunkan daya serap air, pada proporsi tertentu justru peningkatan jumlah pasir menyebabkan daya serap naik kembali.

Secara teknis, penurunan daya serap pada Variasi II dan IV dapat dijelaskan oleh semakin padatnya struktur material akibat hadirnya pasir sebagai agregat pengisi dalam jumlah proporsional. Partikel pasir mengisi celah antar molekul HDPE dan memperkecil rongga pori, sehingga air lebih sulit meresap ke dalam material. Namun, ketika pasir ditambahkan dalam jumlah besar seperti pada komposisi 1:0,5 dan 1:1, distribusi partikel menjadi kurang homogen, dan dapat menimbulkan rongga mikro yang justru meningkatkan porositas dan penyerapan

air.

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa komposisi HDPE:Pasir 1:0,25 merupakan formulasi yang paling optimal dalam konteks minimasi daya serap air genteng komposit. Temuan ini dapat menjadi acuan dalam perancangan material konstruksi berbasis daur ulang plastik, karena tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan limbah, tetapi juga mampu menghasilkan produk dengan kualitas fisik yang kompetitif dan fungsional.

5.2.3 Cara dan Hasil Uji Redaman Panas Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit

Uji redaman panas dilakukan untuk mengukur kemampuan genteng komposit dalam meredam atau menghambat perpindahan panas dari lingkungan luar ke dalam bangunan. Pengujian ini penting untuk mengetahui efektivitas genteng dalam menjaga kenyamanan termal di dalam ruangan, terutama di daerah dengan iklim tropis seperti Indonesia. Adapun rumusnya sebagai berikut.

$$\text{Redam Panas (\%)} = \frac{\text{Suhu Luar} - \text{Suhu Dalam}}{\text{Suhu Luar}} \times 100\% \quad (5.3)$$

Pada penelitian ini diasumsikan suhu permukaan luar sebesar 33,6°C dan suhu permukaan dalam sebesar 38,3°C. Adapun contoh perhitungan daya serap pada variasi I sampel F pada waktu 09.00 WIB berdasarkan rumus tersebut adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Redam Panas (\%)} &= \frac{38,3^{\circ}\text{C} - 33,6^{\circ}\text{C}}{38,3^{\circ}\text{C}} \times 100\% \\ &= 12,27\% \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan uji redam panas dapat disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 5.3 Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi I

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Waktu (WIB)	Suhu Permukaan Luar (°C)	Suhu Permukaan Dalam (°C)	Selisih Suhu (°C)	Redaman Panas (%)	Nilai Redaman Tertinggi (%)
I	1:0	F	9:00	38,3	33,6	4,7	12,27	25,82
			10:00	48,0	36,2	11,8	24,58	
			11:00	54,5	53,3	1,2	2,20	
			12:00	62,7	54,9	7,8	12,44	
			13:00	61,5	50,6	10,9	17,72	
			14:00	64,3	47,7	16,6	25,82	
			15:00	55,9	44,7	11,2	20,04	
		G	9:00	39,5	33,7	5,8	14,68	27,02
			10:00	49,2	36,5	12,7	25,81	
			11:00	55,7	51,7	4,0	7,18	
			12:00	63,9	55,0	8,9	13,93	
			13:00	62,7	50,7	12,0	19,14	
			14:00	65,5	47,8	17,7	27,02	
			15:00	57,1	44,8	12,3	21,54	
		H	9:00	40,7	34,3	6,4	15,72	27,18
			10:00	50,4	36,7	13,7	27,18	
			11:00	56,9	52,1	4,8	8,44	
			12:00	64,3	55,4	8,9	13,84	
			13:00	63,9	51,8	12,1	18,94	
			14:00	66,7	49,0	17,7	26,54	
			15:00	58,3	46,1	12,2	20,93	
Nilai Rata-Rata Redaman Tertinggi								26,67

Tabel 5.4 Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi II

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Waktu (WIB)	Suhu Permukaan Luar (°C)	Suhu Permukaan Dalam (°C)	Selisih Suhu (°C)	Redaman Panas (%)	Nilai Redaman Tertinggi (%)
II	1:0.25	F	9:00	38.3	37.1	1.2	3.13	11.04
			10:00	44.8	42.2	2.6	5.80	
			11:00	63.2	56.3	6.9	10.92	
			12:00	64.3	57.2	7.1	11.04	
			13:00	60.9	57.6	3.3	5.42	
			14:00	56.8	52.5	4.3	7.57	
			15:00	55.5	52.1	3.4	6.13	
		G	9:00	39.5	37.2	2.3	5.82	12.42
			10:00	46.0	42.5	3.5	7.61	
			11:00	64.4	56.4	8.0	12.42	
			12:00	65.5	58.3	7.2	10.99	

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Waktu (WIB)	Suhu Permukaan Luar (°C)	Suhu Permukaan Dalam (°C)	Selisih Suhu (°C)	Redaman Panas (%)	Nilai Redaman Tertinggi (%)
			13:00	62.1	58.7	3.4	5.48	
			14:00	58.0	54.6	3.4	5.86	
			15:00	54.4	53.2	1.2	2.21	
		H	9:00	40.7	35.2	5.5	13.51	13.51
			10:00	47.2	42.7	4.5	9.53	
			11:00	65.6	57.6	8.0	12.20	
			12:00	64.3	59.6	4.7	7.31	
			13:00	63.3	59.1	4.2	6.64	
			14:00	59.2	55.0	4.2	7.09	
			15:00	55.6	54.3	1.3	2.34	
Nilai Rata-Rata Redaman Tertinggi								12.33

Tabel 5.5 Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi III

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Waktu (WIB)	Suhu Permukaan Luar (°C)	Suhu Permukaan Dalam (°C)	Selisih Suhu (°C)	Redaman Panas (%)	Nilai Redaman Tertinggi (%)
III	1:0.5	F	9:00	35,5	33,8	1,7	4,79	5,43
			10:00	45,6	43,6	2,0	4,39	
			11:00	61,5	60,5	1,0	1,63	
			12:00	63,9	60,9	3,0	4,69	
			13:00	62,8	60,6	2,2	3,50	
			14:00	59,1	57,0	2,1	3,55	
			15:00	57,1	54,0	3,1	5,43	
		G	9:00	36,7	33,9	2,8	7,63	7,63
			10:00	46,8	43,9	2,9	6,20	
			11:00	62,7	60,6	2,1	3,35	
			12:00	63,0	62,0	1,0	1,59	
			13:00	64,0	61,7	2,3	3,59	
			14:00	60,3	59,1	1,2	1,99	
			15:00	58,3	55,1	3,2	5,49	
		H	9:00	37,9	35,2	2,7	7,12	8,13
			10:00	48,0	44,1	3,9	8,13	
			11:00	63,9	61,8	2,1	3,29	
			12:00	63,5	62,9	0,6	0,94	
			13:00	65,2	62,1	3,1	4,75	
			14:00	61,5	59,5	2,0	3,25	
			15:00	59,5	56,2	3,3	5,55	
Nilai Rata-Rata Redaman Tertinggi								7,06

Tabel 5.6 Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi IV

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Waktu (WIB)	Suhu Permukaan Luar (°C)	Suhu Permukaan Dalam (°C)	Selisih Suhu (°C)	Redaman Panas (%)	Nilai Redaman Tertinggi (%)
IV	1:0.75	F	9:00	44,5	37,3	7,2	16,18	24,73
			10:00	46,5	35,0	11,5	24,73	
			11:00	52,1	46,0	6,1	11,71	
			12:00	62,3	55,6	6,7	10,75	
			13:00	60,1	54,8	5,3	8,82	
			14:00	56,7	47,8	8,9	15,70	
			15:00	55,7	46,3	9,4	16,88	
		G	9:00	45,7	37,4	8,3	18,16	26,00
			10:00	47,7	35,3	12,4	26,00	
			11:00	53,3	46,1	7,2	13,51	
			12:00	63,5	56,7	6,8	10,71	
			13:00	61,3	55,9	5,4	8,81	
			14:00	57,9	49,9	8,0	13,82	
			15:00	56,9	47,4	9,5	16,70	
		H	9:00	46,9	34,2	12,7	27,08	27,40
			10:00	48,9	35,5	13,4	27,40	
			11:00	54,5	47,3	7,2	13,21	
			12:00	63,3	58,0	5,3	8,37	
			13:00	62,5	56,3	6,2	9,92	
			14:00	59,1	50,3	8,8	14,89	
			15:00	58,1	48,5	9,6	16,52	
Nilai Rata-Rata Redaman Tertinggi								26,04

Tabel 5.7 Hasil Uji Redaman Panas Pada Genteng Komposit Variasi V

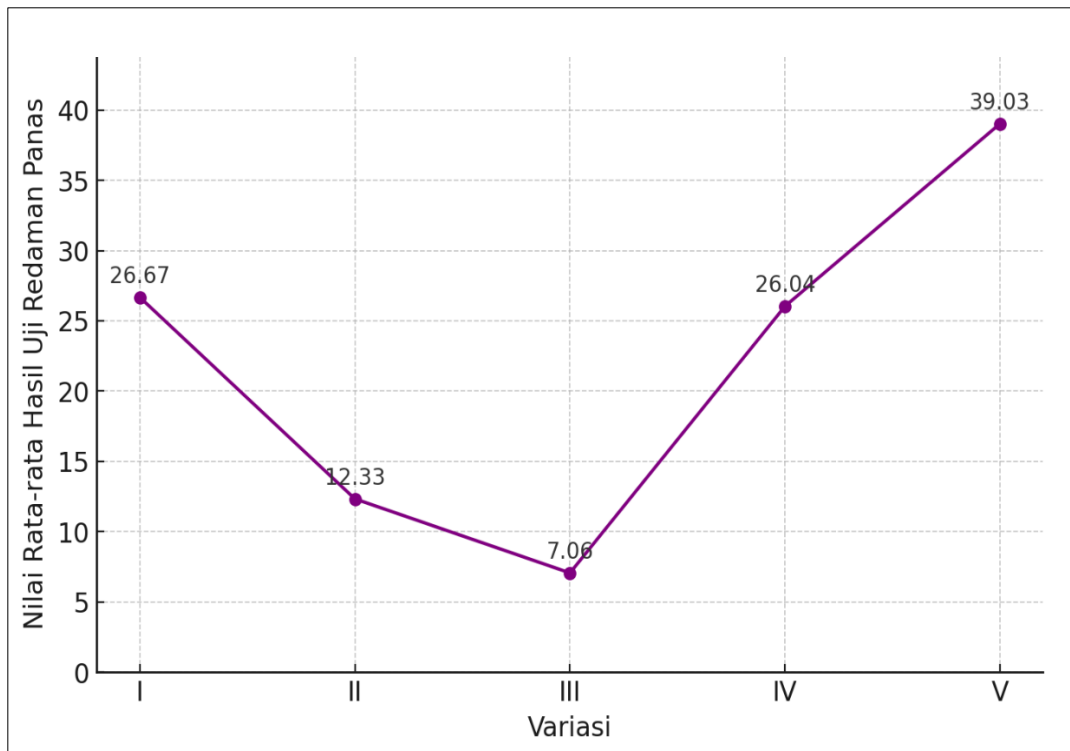
Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Waktu (WIB)	Suhu Permukaan Luar (°C)	Suhu Permukaan Dalam (°C)	Selisih Suhu (°C)	Redaman Panas (%)	Nilai Redaman Tertinggi (%)
V	1:1	F	9:00	44,2	38,8	5,4	12,22	40,33
			10:00	46,0	43,5	2,5	5,43	
			11:00	51,5	50,7	0,8	1,55	
			12:00	65,8	59,8	6,0	9,12	
			13:00	63,9	54,7	9,2	14,40	
			14:00	61,5	36,7	24,8	40,33	
			15:00	53,2	34,9	18,3	34,40	
		G	9:00	45,4	38,9	6,5	14,32	38,12
			10:00	47,2	43,8	3,4	7,20	
			11:00	52,7	52,1	0,6	1,14	
			12:00	63,3	60,9	2,4	3,79	

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Waktu (WIB)	Suhu Permukaan Luar (°C)	Suhu Permukaan Dalam (°C)	Selisih Suhu (°C)	Redaman Panas (%)	Nilai Redaman Tertinggi (%)		
			13:00	65,1	55,8	9,3	14,29			
			14:00	62,7	38,8	23,9	38,12			
			15:00	54,4	36,0	18,4	33,82			
		H	9:00	46,6	37,3	9,3	19,96	38,65		
			10:00	48,4	44,0	4,4	9,09			
			11:00	53,9	52,0	1,9	3,53			
			12:00	64,5	62,2	2,3	3,57			
			13:00	66,3	56,2	10,1	15,23			
			14:00	63,9	39,2	24,7	38,65			
			15:00	55,6	37,1	18,5	33,27			
			Nilai Rata-Rata Redaman Tertinggi							

Tabel 5.8 Rangkuman Nilai Rata-rata Hasil Uji Redaman Panas

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Rata-Rata Nilai Redaman Tertinggi (%)
I	1:0	26,67
II	1: 0,25	12,33
III	1: 0,5	7,06
IV	1: 0,75	26,04
V	1:1	39,03

Adapun penggambaran nilai redaman tertinggi disajikan pada grafik sebagai berikut.



Gambar 5.5 Grafik Nilai Redaman Panas Tertinggi Per Variasi

Berdasarkan grafik di atas dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi I memiliki nilai redaman panas sebesar 26,67 °C. Nilai ini tergolong cukup baik karena mampu menahan panas dengan efektif dibandingkan variasi II dan III. Secara ilmiah, hal ini dapat dijelaskan bahwa perbandingan material plastik HDPE dan pasir pada variasi ini memberikan keseimbangan antara daya serap panas dan sifat isolasi. Plastik HDPE berperan sebagai isolator termal, sedangkan pasir menambah massa termal yang memperlambat laju konduksi panas. Kombinasi tersebut menghasilkan redaman panas yang cukup stabil.

Pada variasi II, kemampuan redaman panas menurun drastis dengan nilai 12,33 °C. Hal ini mengindikasikan bahwa panas lebih mudah diteruskan melalui material genteng. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh proporsi pasir yang lebih dominan atau distribusi HDPE yang kurang optimal sehingga meningkatkan konduktivitas panas. Menurut teori konduksi termal, material dengan struktur lebih rapat dan kurang elastis cenderung lebih mudah menghantarkan panas. Dengan demikian, variasi II kurang efektif untuk menahan panas.

Variasi III menunjukkan performa terendah dengan nilai redaman hanya 7,06 °C. Angka ini menunjukkan bahwa genteng hampir tidak memiliki kemampuan untuk meredam panas secara signifikan. Secara ilmiah, hal ini dapat dijelaskan bahwa komposisi material pada variasi ini tidak mendukung sifat isolasi termal. Proporsi bahan yang tidak seimbang membuat panas lebih cepat merambat melalui struktur genteng. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyebutkan bahwa ketidakseimbangan material komposit dapat menyebabkan sifat mekanik dan termal menjadi lemah.

Variasi IV memiliki nilai redaman sebesar 26,04 °C, hampir setara dengan variasi I. Hal ini menandakan bahwa komposisi material pada variasi ini cukup efektif dalam menahan panas. Perbedaan kecil dengan variasi I menunjukkan adanya pengaruh distribusi material yang mungkin berbeda, tetapi secara umum masih mampu memberikan kenyamanan termal. Dengan demikian, variasi IV dapat dipertimbangkan sebagai alternatif yang relatif baik dalam performa redaman panas.

Variasi V mencatat hasil redaman panas tertinggi dengan nilai 39,03 °C. Hal ini menunjukkan bahwa variasi ini memiliki komposisi material paling ideal dalam meredam panas. Kombinasi plastik HDPE dan pasir pada variasi ini kemungkinan berada pada titik optimal, di mana sifat isolatif plastik bekerja maksimal dan massa termal dari pasir mampu memperlambat perpindahan panas. Secara ilmiah, hasil ini menguatkan teori bahwa penggunaan material polimer sebagai isolator, apabila dikombinasikan dengan filler anorganik dalam proporsi tepat, dapat meningkatkan kinerja termal komposit. Oleh karena itu, variasi V direkomendasikan sebagai formula terbaik dalam penelitian ini.

Hasil uji redaman panas pada genteng komposit menunjukkan pola naik–turun–naik dari variasi I hingga V. Kondisi ini terjadi karena perbedaan komposisi dan distribusi material HDPE serta pasir yang memengaruhi kemampuan genteng menahan panas. Pada variasi I nilai redaman cukup baik, tetapi turun drastis pada variasi II dan III karena proporsi material kurang seimbang sehingga panas lebih mudah diteruskan. Selanjutnya, pada variasi IV dan terutama V, redaman kembali meningkat karena komposisi material lebih optimal, di mana HDPE berfungsi

sebagai isolator termal dan pasir memberikan massa termal yang memperlambat laju panas. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja genteng komposit tidak bersifat linear, melainkan sangat bergantung pada keseimbangan dan distribusi material penyusunnya.

5.2.4 Cara dan Hasil Uji Lentur Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) Dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit

Uji lentur bertujuan untuk mengukur kemampuan genteng komposit dalam menahan beban lentur. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM D-790 dan dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan kapasitas maksimum 30 ton yang tersedia di Laboratorium Struktur Universitas Islam Indonesia (UII). Semua dimensi spesimen diukur secara teliti sebelum pengujian untuk memastikan akurasi perhitungan. Hasil kuat lentur diperoleh dari lima spesimen untuk setiap variasi komposisi, lalu dirata-ratakan untuk mengetahui kekuatan lentur rata-rata tiap variasi.

UFS merupakan kuat lentur dalam satuan N/cm^2 , P adalah beban maksimum dalam satuan Newton yang diperoleh dari hasil konversi beban dalam kilogram-force (kgf) dengan mengalikan percepatan gravitasi bumi sebesar $9,81 m/s^2$, L adalah panjang bentang antar dua tumpuan (cm), b adalah lebar spesimen uji (cm), dan d adalah tebal spesimen uji (cm). Pada pengujian ini, panjang bentang ditetapkan sebesar 19 cm, sedangkan tebal spesimen (d) adalah 1,6 cm, sehingga rasio antara panjang bentang dan ketebalan (L/d) atau ($19/1,6 = 11,88$). Adapun contoh perhitungan riilnya sebagai berikut.

Hasil pengujian kuat lentur genteng komposit dengan variasi komposisi HDPE dan pasir, khususnya untuk variasi I dengan perbandingan HDPE : Pasir sebesar 1:0. Pada variasi ini, dilakukan pengujian terhadap sampel A dengan beban maksimum yang tercatat sebesar 310 kgf. Beban ini kemudian dikonversi ke dalam satuan Newton dengan mengalikan percepatan gravitasi bumi sebesar $9,8 m/s^2$, sehingga diperoleh nilai beban maksimum sebesar 3038 Newton. Pengujian kuat lentur menggunakan panjang bentang atau lebar sangga sebesar 19 cm, lebar sampel

24 cm, dan ketebalan sampel 1,6 cm. Ketebalan ini digunakan untuk menghitung kuadrat ketebalan ($d^2 = 1,6^2 = 2,56$) sebagai bagian dari rumus kuat lentur. Nilai kuat lentur (UFS) kemudian dihitung menggunakan rumus standar ASTM D-790:

$$\begin{aligned} \text{UFS} &= \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2} \\ &= \frac{3 \times 3038 \times 19}{2 \times 24 \times 2,56} \\ &= 1409,2 \text{ N/cm}^2 \end{aligned}$$

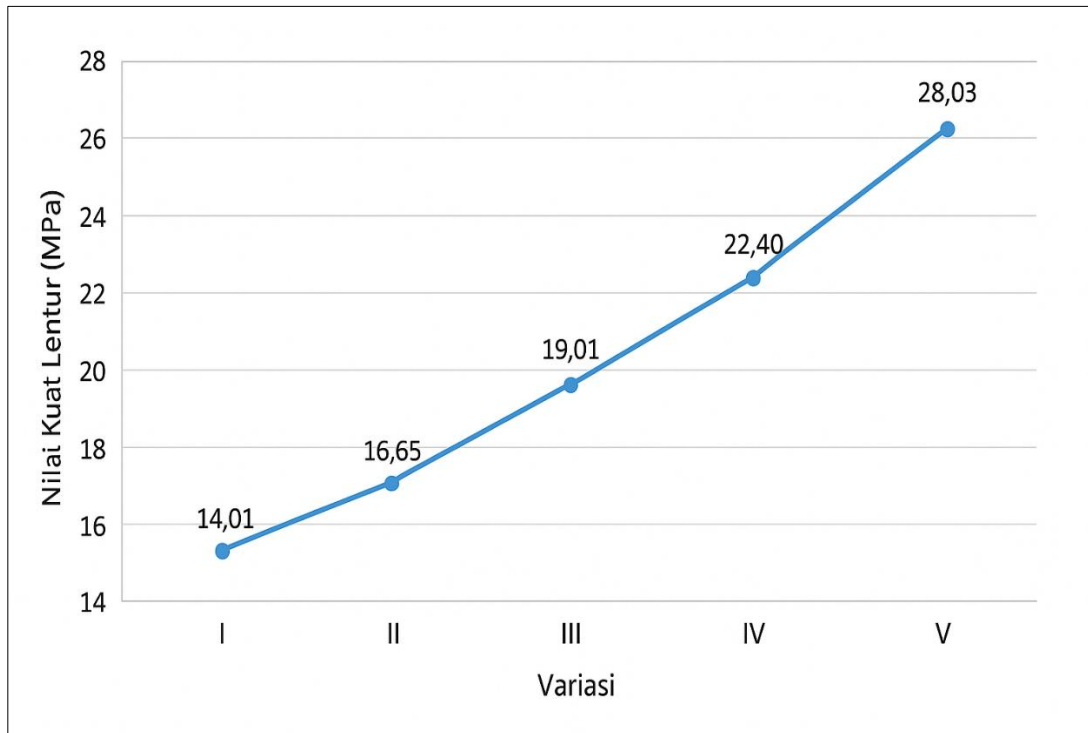
Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai kuat lentur sebesar 1409,2 N/cm² untuk sampel A pada variasi komposisi 1:0 HDPE terhadap pasir. Nilai ini menggambarkan kemampuan genteng komposit pada variasi tersebut untuk menahan beban lentur sebelum mengalami kegagalan struktural. Data ini menjadi acuan penting dalam membandingkan performa mekanik antar variasi komposisi material yang diuji. Berdasarkan contoh di atas maka berikut hasil perhitungan uji kuat lentur, sebagai berikut.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Uji Lentur Genteng Komposit

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Beban Maksimum	Percepatan gaya gravitasi bumi	Beban Maksimum Sesudah di Konversi	Lebar Sangga (m)	Lebar (m)	Tebal (m)		Kuat Lentur (N/m ²)	Konversi MPa	Nilai Rata-rata Kuat Lentur Per Variasi (MPa)
			(kgf)	g	(P: beban maksimum*g)	L	b	d	d ²	UFS: 3PL/2bd ²		
I	1:0	A	310	9.8	3038.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	14092285.2	14.09	14.01
		B	305	9.8	2989.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	13864990.2	13.86	
		C	298.5	9.8	2925.30	0.19	0.24	0.016	0.0003	13569506.8	13.57	
		D	307.5	9.8	3013.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	13978637.7	13.98	
		E	320	9.8	3136.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	14546875.0	14.55	
II	1 : 0,25	A	357.5	9.8	3503.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	16251586.9	16.25	16.65
		B	371	9.8	3635.80	0.19	0.24	0.016	0.0003	16865283.2	16.87	
		C	355.5	9.8	3483.90	0.19	0.24	0.016	0.0003	16160668.9	16.16	
		D	352.5	9.8	3454.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	16024292.0	16.02	
		E	395	9.8	3871.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	17956298.8	17.96	
III	1 : 0,5	A	435	9.8	4263.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	19774658.2	19.77	19.01
		B	450	9.8	4410.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	20456543.0	20.46	
		C	390.5	9.8	3826.90	0.19	0.24	0.016	0.0003	17751733.4	17.75	
		D	395.25	9.8	3873.45	0.19	0.24	0.016	0.0003	17967663.6	17.97	
		E	420	9.8	4116.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	19092773.4	19.09	
IV	1 : 0,75	A	530	9.8	5194.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	24093261.7	24.09	22.40
		B	460	9.8	4508.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	20911132.8	20.91	
		C	485	9.8	4753.00	0.19	0.24	0.016	0.0003	22047607.4	22.05	
		D	476	9.8	4664.80	0.19	0.24	0.016	0.0003	21638476.6	21.64	

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Beban Maksimum	Percepatan gaya gravitasi bumi	Beban Maksimum Sesudah di Konversi	Lebar Sangga (m)	Lebar (m)	Tebal (m)		Kuat Lentur (N/m ²)	Konversi MPa	Nilai Rata- rata Kuat Lentur Per Variasi (MPa)
			(kgf)	g	(P: beban maksimum*g)	L	b	d	d ²	UFS: 3PL/2bd ²		
		E	512.5	9.8	5022.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	23297729.5	23.30	
V	1:1	A	567.5	9.8	5561.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	25797973.6	25.80	28.03
		B	742.5	9.8	7276.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	33753295.9	33.75	
		C	552.5	9.8	5414.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	25116088.9	25.12	
		D	652.5	9.8	6394.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	29661987.3	29.66	
		E	567.5	9.8	5561.50	0.19	0.24	0.016	0.0003	25797973.6	25.80	

Berikut Penggambaran hasil perhitungan uji lentur genteng komposit disajikan dalam bentuk grafik berdasarkan nilai rata-rata kuat lentur per variasi.



Gambar 5.6 Grafik Perhitungan Uji Lentur Genteng Komposit

Berdasarkan grafik di atas dapat dijelaskan bahwa variasi I memiliki nilai kuat lentur sebesar 14,01 MPa. Nilai ini tergolong rendah, namun masih mencukupi untuk genteng dengan beban standar ringan. Secara ilmiah, hal ini dapat dijelaskan bahwa perbandingan bahan komposit pada variasi ini misalnya proporsi plastik HDPE dan pasir belum optimal dalam membentuk struktur yang homogen dan padat. Plastik HDPE memberikan fleksibilitas, sedangkan pasir menambah kekakuan; kombinasi keduanya pada variasi ini menghasilkan kekuatan lentur yang terbatas.

Variasi II memiliki nilai kuat lentur sebesar 16,65 MPa, meningkat dibanding Variasi I. Peningkatan ini menunjukkan genteng mulai mampu menahan beban lentur lebih baik. Hal ini kemungkinan karena proporsi bahan atau proses pencampuran pada variasi ini sudah lebih merata, sehingga distribusi partikel pasir dan matriks HDPE lebih seimbang dan mengurangi titik lemah pada struktur

genteng.

Variasi III memiliki nilai kuat lentur sebesar 19,01 MPa, tergolong sedang. Genteng mulai menunjukkan performa mekanik yang lebih stabil. Secara ilmiah, peningkatan ini disebabkan oleh interaksi antara partikel pasir dan matriks HDPE yang lebih kompak, sehingga gaya tekan lebih merata dan risiko retak berkurang.

Variasi IV memiliki nilai kuat lentur sebesar 22,40 MPa, tergolong cukup tinggi. Genteng pada variasi ini sudah mampu menahan beban lentur yang lebih berat. Kombinasi HDPE sebagai pengikat dan pasir sebagai penguat menghasilkan struktur yang lebih padat dan kuat, sehingga gaya lentur dapat diserap secara efektif tanpa menyebabkan deformasi signifikan.

Variasi V memiliki nilai kuat lentur tertinggi, yaitu 28,03 MPa. Nilai ini menunjukkan genteng sangat kokoh dan ideal untuk menahan beban tinggi. Secara ilmiah, hal ini dapat dijelaskan bahwa proporsi bahan dan proses pencampuran pada variasi ini paling optimal; plastik HDPE dan pasir membentuk jaringan yang padat dan homogen, sehingga distribusi gaya lentur merata dan struktur genteng lebih tahan terhadap retak atau patah.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Variasi V dengan komposisi HDPE:pasir yang paling optimal menghasilkan kuat lentur tertinggi sebesar 28,03 MPa. Nilai ini menegaskan bahwa kombinasi HDPE dan pasir dengan proporsi yang tepat memberikan kekuatan lentur paling optimal pada genteng komposit, sekaligus mempertahankan kestabilan struktur dan sifat mekanik lainnya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi V dengan komposisi HDPE:pasir 1:1 menghasilkan kuat lentur tertinggi sebesar 2802,5 N/cm². Nilai ini menegaskan bahwa kombinasi HDPE dan pasir dengan proporsi seimbang memberikan kekuatan lentur paling optimal pada genteng komposit, sekaligus mempertahankan densitas dan daya serap air yang baik. Temuan ini akan peneliti bandingkan dengan temuan peneliti terdahulu yang akan disajikan pada Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.10 Rangkuman Perbandingan Temuan Penelitian Penelitian Terdahulu

No.	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Kuat Lentur		Hasil Kuat Lentur Plastik HDPE dan Pasir
1	Erna Yusniyanti et al. (2019)	Analisa Sifat Mekanik Genteng Komposit Polimer dari Penambahan Serat Panjang Sabut Kelapa	10,88	MPa	28,03 MPa
2	Delovita Ginting et al. (2023)	Karakteristik Fisis dan Mekanis Genteng Polimer dengan Penambahan Serat Sisal Sebagai Pengisi	10,02	MPa	
3	Bamigboye et al. (2019)	<i>Experimental Study on the Use of Waste PET and River Sand in Roof Tile Production</i>	15,868	MPa	
4	Omosobi & Abas (2021)	<i>Mechanical Properties and Durability of PET Waste Aggregates in Roof Tiles Production</i>	5,828	MPa	

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi genteng komposit dengan perbandingan HDPE dan pasir sebesar 1:1 menghasilkan kuat lentur sebesar 28,03 MPa. Nilai ini menunjukkan performa mekanik yang sangat tinggi dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Perbandingan secara individual dijelaskan sebagai berikut:

1. Perbandingan dengan Erna Yusniyanti et al. (2019)

Penelitian oleh Erna Yusniyanti et al. (2019) menunjukkan bahwa genteng komposit berbahan HDPE, aspal, dan serat sabut kelapa memiliki kuat lentur sebesar 10,88 MPa. Dibandingkan dengan hasil penelitian ini (28,03 MPa), terjadi peningkatan sebesar 17,15 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan

pasir sebagai agregat memberi kontribusi lebih besar terhadap kekuatan lentur genteng dibandingkan serat alam, karena pasir membantu mendistribusikan beban secara merata dan memperkuat ikatan antarpartikel dalam bahan pengikat HDPE.

2. Perbandingan dengan Delovita Ginting et al. (2023)

Penelitian oleh Delovita Ginting et al. (2023) menunjukkan bahwa genteng polimer dengan penambahan serat sisal sebagai pengisi memiliki kuat lentur sebesar 10,02 MPa. Jika dibandingkan dengan HDPE-pasir (28,03 MPa), terjadi peningkatan sebesar 18,01 MPa. Hal ini menegaskan bahwa pasir sebagai agregat lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan lentur genteng dibandingkan serat sisal, karena memberikan kepadatan bahan pengikat yang lebih baik dan kemampuan menahan beban lebih merata.

3. Perbandingan dengan Bamigboye et al. (2019)

Penelitian oleh Bamigboye et al. (2019) menggunakan limbah PET dan pasir sungai untuk genteng menghasilkan kuat lentur sebesar 15,87 MPa. Dibandingkan dengan HDPE-pasir (28,03 MPa), terjadi peningkatan sebesar 12,16 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun PET dengan pasir mampu meningkatkan kekuatan lentur dibanding serat alami, HDPE sebagai bahan pengikat lebih efektif dalam menghasilkan struktur genteng yang padat dan distribusi beban yang merata.

4. Perbandingan dengan Omosebi & Abas (2021)

Penelitian oleh Omosebi & Abas (2021) menunjukkan bahwa genteng berbahan PET dan agregat pasir memiliki kuat lentur sebesar 5,83 MPa. Dibandingkan dengan HDPE-pasir (28,03 MPa), terjadi peningkatan sebesar 22,20 MPa, menegaskan bahwa jenis polimer dan keseragaman distribusi agregat sangat memengaruhi performa mekanik, dan kombinasi HDPE dan pasir terbukti memberikan kekuatan lentur paling optimal.

Berdasarkan perbandingan ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan HDPE dalam rasio seimbang dengan pasir pada variasi V dengan komposisi 1:1 mampu menghasilkan material genteng dengan kekuatan lentur yang paling tinggi dibandingkan seluruh referensi terdahulu. Perbedaan signifikan ini menunjukkan

bahwa pendekatan material dan formulasi dalam penelitian ini memberikan kontribusi praktis terhadap inovasi material bangunan yang kuat, berkelanjutan, dan ekonomis.

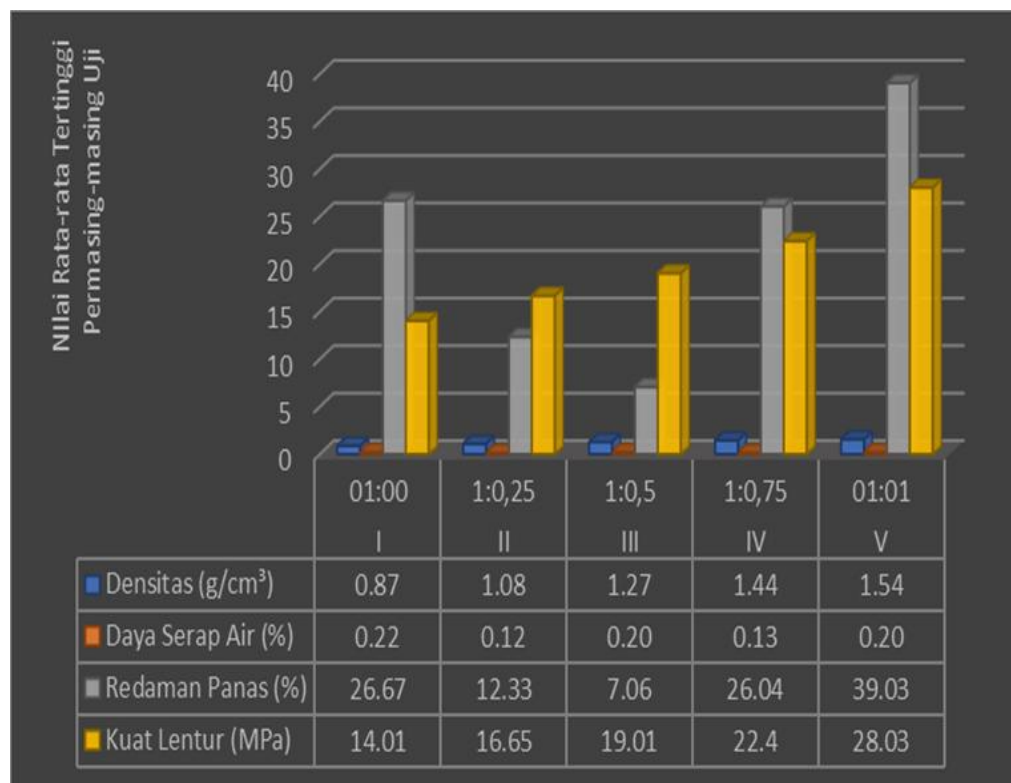
5.3 Rangkuman Hasil Pengujian Genteng Komposit

Berikut rangkuman tabel hasil pengujian genteng komposit disajikan di bawah ini.

Tabel 5.11 Rangkuman Hasil Pengujian Genteng Komposit Berdasarkan Nilai Rata-rata Pervariasi

Variasi	Komposisi HDPE:Pasir	Densitas (g/cm ³)	Daya Serap Air (%)	Redaman Panas	Kuat Lentur (MPa)
I	1:0	0,87	0,22	26.67	14.01
II	1:0,25	1,08	0,12	12.33	16.65
III	1:0,5	1,27	0,20	7.06	19.01
IV	1:0,75	1,44	0,13	26.04	22.40
V	1:1	1,54	0,20	39.03	28.03

Berikut penggambarannya dalam bentuk grafik disajikan di bawah ini.



Gambar 5.7 Grafik Rangkuman Hasil Pengujian Genteng Komposit

Tabel 5.11 memperlihatkan hasil pengujian terhadap genteng komposit berbahan dasar HDPE dan pasir dengan variasi komposisi mulai dari 1:0 hingga 1:1. Pengujian dilakukan terhadap empat parameter, yakni densitas, daya serap air, redaman panas, dan kuat lentur, guna mengidentifikasi pengaruh perubahan komposisi terhadap karakteristik fisis dan mekanis material.

Hasil pengujian densitas menunjukkan adanya tren peningkatan seiring dengan bertambahnya proporsi pasir dalam campuran. Variasi I (1:0) memiliki densitas terendah sebesar $0,87 \text{ g/cm}^3$, sedangkan variasi V (1:1) menunjukkan densitas tertinggi sebesar $1,54 \text{ g/cm}^3$. Kenaikan ini berlangsung secara progresif dari variasi II hingga IV, masing-masing sebesar 1,08; 1,27; dan $1,44 \text{ g/cm}^3$. Hal ini mengindikasikan bahwa pasir sebagai material dengan massa jenis lebih tinggi dari HDPE memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan densitas campuran. Densitas yang lebih tinggi pada variasi V merefleksikan struktur material yang lebih padat, sehingga variasi ini dapat dianggap paling optimal dari segi karakteristik kerapatan material.

Pada parameter daya serap air, ditemukan bahwa variasi II (1:0,25) menunjukkan nilai serapan air paling rendah sebesar 0,12%, yang mengindikasikan tingkat ketahanan terhadap kelembapan yang baik. Variasi I (1:0) mencatat nilai tertinggi sebesar 0,22%, sementara variasi III dan V berada pada angka yang sama yaitu 0,20%, dan variasi IV sedikit lebih rendah di angka 0,13%. Meskipun variasi V menunjukkan performa paling unggul pada sebagian besar parameter, hasil pada daya serap air ini mengindikasikan bahwa penambahan pasir dalam jumlah moderat justru lebih efektif dalam menurunkan porositas. Oleh karena itu, dalam konteks daya serap air, variasi II menjadi pilihan yang lebih baik.

Pengukuran daya serap air pada genteng komposit menunjukkan nilai yang relatif rendah, berkisar antara 0,12–0,22%. Namun, perlu dicatat bahwa selama proses pengelapan sampel, terdapat prosedur pengeringan yang belum optimal. Hal ini disebabkan oleh kain yang digunakan untuk mengelap sampel tidak menggunakan standar seperti spons atau katun yang seragam, sehingga beberapa sisa air dapat tetap tertinggal di permukaan. Selain itu, kondisi permukaan genteng yang tidak sepenuhnya rata memungkinkan terbentuknya ruang kecil yang menahan

air secara tidak sengaja. Faktor-faktor ini berpotensi menyebabkan nilai daya serap air yang terukur sedikit lebih tinggi daripada kondisi sebenarnya, sehingga interpretasi hasil harus mempertimbangkan kemungkinan adanya sisa air pada permukaan akibat teknik pengelapan dan topografi permukaan sampel.

Redaman panas menunjukkan pola yang tidak linier. Nilai tertinggi dicatat oleh variasi V sebesar 39,03, diikuti oleh variasi I sebesar 26,67 dan IV sebesar 26,04. Sebaliknya, nilai terendah tercatat pada variasi III sebesar 7,06, sedangkan variasi II memperoleh nilai 12,33. Penurunan redaman pada variasi II dan III menunjukkan bahwa komposisi pasir yang belum mencukupi tidak efektif dalam menahan panas. Namun, pada variasi IV dan V, redaman panas kembali meningkat secara signifikan. Hal ini memperlihatkan bahwa struktur internal material, distribusi partikel, dan kepadatan agregat turut memengaruhi kapasitas material dalam menyerap serta menghambat laju transfer panas. Berdasarkan nilai tersebut, variasi V paling optimal dalam meredam panas, menjadikannya kandidat ideal untuk aplikasi di wilayah dengan suhu tinggi. Pada uji redaman panas pengujian dilakukan satu variasi per hari, sehingga suhu lingkungan saat pengujian dapat berbeda-beda. Kondisi ini berpengaruh karena sebagian data redaman panas diambil pada periode cuaca hujan, yang berpotensi menurunkan nilai redaman panas yang terukur. Dengan demikian, variasi hasil pengukuran dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, selain dari komposisi material itu sendiri.

Pengujian terhadap kuat lentur menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya proporsi pasir dalam campuran HDPE:Pasir. Variasi I, yang hanya menggunakan HDPE tanpa pasir, memiliki kuat lentur terendah yaitu 14,01 MPa, menunjukkan genteng relatif lebih mudah mengalami tekukan atau patah di bawah beban. Saat pasir ditambahkan, kuat lentur meningkat secara bertahap; variasi II (1:0,25) mencapai 16,65 MPa, variasi III (1:0,5) naik menjadi 19,01 MPa, dan variasi IV (1:0,75) meningkat lagi menjadi 22,40 MPa. Puncaknya terdapat pada variasi V dengan perbandingan HDPE:Pasir 1:1, di mana kuat lentur mencapai 28,03 MPa. Hal ini menandakan bahwa penambahan pasir secara signifikan memperkuat genteng terhadap beban lentur, sehingga genteng lebih tahan terhadap tekanan dan deformasi mekanik.

Secara keseluruhan, variasi V (komposisi HDPE:Pasir 1:1) menunjukkan performa paling optimal dalam tiga dari empat parameter utama, yaitu densitas, redaman panas, dan kuat lentur. Meskipun variasi II unggul dalam daya serap air, nilai serapan air pada variasi V masih tergolong rendah dan berada dalam rentang yang dapat diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa komposisi 1:1 merupakan formulasi terbaik dalam pengembangan genteng komposit HDPE-pasir, karena menghasilkan material yang padat, kuat, serta memiliki kemampuan redaman termal yang tinggi. Temuan ini berimplikasi positif terhadap pengembangan material bangunan alternatif yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga memiliki performa struktural dan fungsional yang kompetitif.

Berdasarkan hasil seluruh pengujian, dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi HDPE:Pasir 1:1 (Variasi V) merupakan formulasi yang paling optimal dalam pembuatan genteng komposit. Variasi ini menunjukkan performa tertinggi pada tiga parameter utama, yaitu densitas, redaman panas, dan kuat lentur, sekaligus tetap mempertahankan nilai daya serap air yang rendah. Pengujian densitas dan daya serap air dilakukan sesuai ASTM C830-00, sedangkan pengujian kuat lentur mengikuti ASTM D-790. Nilai daya serap air genteng berada di bawah 0,25%, yang jauh di bawah batas maksimum 5% menurut standar ASTM, sehingga genteng ini memenuhi syarat kelayakan. Dengan kombinasi performa mekanik, ketahanan termal, dan rendahnya daya serap air, Variasi V menjadi formulasi yang paling sesuai untuk produksi genteng komposit.

Tingginya nilai densitas mencerminkan struktur material yang lebih padat dan homogen. Redaman panas yang tinggi menunjukkan kemampuan material dalam menghambat transfer panas, sementara nilai kuat lentur yang signifikan menandakan daya tahan mekanis yang unggul. Dengan demikian, komposisi 1:1 dapat direkomendasikan sebagai formulasi terbaik dalam pengembangan genteng komposit berbasis HDPE dan pasir, karena mampu menghasilkan produk yang kuat, tahan panas, dan sesuai untuk aplikasi bangunan di lingkungan tropis.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan pasir dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan genteng komposit.

1. Pengujian densitas menunjukkan bahwa peningkatan fraksi pasir dalam campuran berbanding lurus dengan peningkatan densitas material. Komposisi HDPE:Pasir 1:1 menghasilkan nilai densitas tertinggi sebesar 1,54 g/cm³, yang menunjukkan struktur material yang lebih kompak dan homogen. Hal ini mengindikasikan bahwa pasir berperan penting dalam mengisi rongga dan meningkatkan kerapatan material komposit.
2. Hasil uji daya serap air menunjukkan bahwa semua variasi memiliki tingkat serapan air yang rendah, dengan nilai terendah sebesar 0,12% pada komposisi 1:0,25. Meskipun demikian, variasi 1:1 tetap menunjukkan performa yang baik dengan nilai 0,20%, dan secara keseluruhan seluruh variasi memenuhi kriteria teknis untuk aplikasi bahan bangunan yang memerlukan ketahanan terhadap kelembaban.
3. Pengujian redaman panas menunjukkan bahwa variasi 1:1 memiliki kinerja paling tinggi dalam meredam panas dengan nilai 39,03%. Meskipun pola redaman panas tidak menunjukkan kecenderungan linier terhadap peningkatan fraksi pasir, komposisi ini terbukti paling efektif dalam menghambat transfer panas, yang relevan dalam konteks efisiensi termal bangunan.
4. Hasil uji kuat lentur menunjukkan peningkatan signifikan seiring bertambahnya fraksi pasir dalam campuran. Komposisi 1:1 mencatatkan nilai tertinggi sebesar 28,03 MPa, yang mengindikasikan bahwa pasir berkontribusi positif terhadap peningkatan kekuatan mekanis material melalui penguatan struktur internal matriks HDPE.

Secara keseluruhan, dari keempat parameter uji yang telah dianalisis, dapat disimpulkan bahwa komposisi HDPE:Pasir 1:1 merupakan formulasi paling

optimal dalam pembuatan genteng komposit. Komposisi ini memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan mekanis, redaman panas, kerapatan material, dan ketahanan terhadap penyerapan air. Temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk merekomendasikan penggunaan limbah plastik HDPE dan pasir sebagai alternatif bahan bangunan yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan yang telah diperoleh, penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengujian tambahan terhadap sifat-sifat lain dari genteng komposit berbahan dasar HDPE dan pasir, seperti ketahanan terhadap cuaca ekstrem, daya tahan terhadap sinar ultraviolet, serta uji tekan dan dampak, guna memperoleh karakteristik performa yang lebih komprehensif dalam aplikasi jangka panjang.
2. Komposisi HDPE:Pasir dengan perbandingan 1:1 terbukti memberikan hasil yang optimal pada sebagian besar parameter uji. Oleh karena itu, formulasi ini direkomendasikan untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai produk genteng ramah lingkungan, terutama untuk wilayah tropis yang membutuhkan material dengan ketahanan panas dan kekuatan mekanis yang tinggi.
3. Penggunaan limbah plastik HDPE sebagai bahan baku alternatif diharapkan dapat terus ditingkatkan dalam skala industri melalui inovasi proses produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Pemerintah dan pelaku industri dapat mempertimbangkan potensi ini sebagai bagian dari upaya pengelolaan limbah plastik dan penerapan prinsip ekonomi sirkular.
4. Pada pengaplikasian di lapangan, disarankan dilakukan uji validasi lapangan atau uji pemasangan langsung, agar diperoleh data empiris terkait perilaku genteng komposit dalam kondisi lingkungan sesungguhnya, seperti suhu tinggi, kelembaban, serta beban dari elemen struktural bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bamigboye, G. O., Ngene, B. U., Ademola, D., & Jolayemi, J. K. (2019). Experimental Study on the Use of Waste Polyethylene Terephthalate (PET) and River Sand in Roof Tile Production. *Journal of Physics: Conference Series*, 1378(4).
- Ginting, D., Syahputra, R. F., & Ramadhani, S. (2023). Physical and Mechanical Characteristics of Polymeric Rooftile Added with Sisal Fibers as Fillers. *Journal of Aceh Physics Society*, 12(1), 21–26.
- Hamzah, M. F., Martana, B., Fahrudin, F., Armansyah, A., & Wahyuni, F. (2024). Thermal Stability Analysis of Cyperus Rotundus L Reinforced HDPE Composite in Polymer Composite Roof Tiles. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 9(2), 251–258.
- Hastuti, S., Budiono, H. S., Ivadiyanto, D. I., & Nahar, M. N. (2021). Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 6(1), 30–37.
- Jambeck, J. R., Roland, G., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 764–768.
- Maghfirah, A., Dharma Sembiring, A., & Iskandar Nst, M. (2018). Preparation and Characterization of Polymer Composite Tile Based on Boiler Ash Waste From Palm Oil Industry and Fiber From Waste Tire Reinforced By Asphalt. *FISITEK : Jurnal Ilmu Fisika Dan Teknologi*, 2(1), 8.
- Mahardika, N., Fatmawati, A., & Sukendar, W. I. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Konstruksi Pembuatan Genteng Dengan Metode QFD (Quality Function Deployment) Dan Uji Kelayakan. *Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (Kimu 5)*, 5(Kimu 5), 21–27.
- Mulasari, A., Husodo, A. H., & Muhadjir, N. (2016). Jurnal Kesehatan Masyarakat A Situation Analysis Of Waste Problem In Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 96–106.
- Slamet, S., & Qomaruddin. (2016). Karakterisasi Pasir Silika Bekas Inti Cor Melalui Proses Daur Ulang Dengan Pengikat Senyawa Resin Alami. *Sintek*, 10(1), 41–47.
- Surono, U. B., & Ismanto. (2020). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya Untoro. *ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 1(1), 35–40.
- Taiwo, O. O., & Chidi, E. E. (2023). Mechanical Properties and Durability of Polymer Tiles from Polyethylene Terephthalate (PET) Wastes and Fly ash. *Journal of Waste Management & Recycling Technology*, 1(2), 1–6.
- Viegas, M. N. M., Maliki, A., & Suharso, A. B. K. (2022). Pengaruh Penggunaan Plastik Jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) Dengan Pasir Laut Terhadap Daya Tahan Lapis Perkerasan Aspal Beton. *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 10(1), 001.

- Widodo, R., & Khumaidi, A. (2019). Penggunaan Sistem Penunjang Keputusan Untuk Menentukan Genteng Terbaik Dengan Menggunakan Metode AHP Pada Desa Kalirejo. *Jurnal Management Sistem Informasi dan Teknologi*. 09, 1–23.
- Yusniyanti, E., Irwansyah, A., Milawarni, & Miswar. (2019). Analisa Sifat Mekanik Genteng Komposit Polimer dari Penambahan Serat Panjang Sabut Kelapa. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 103–108.

LAMPIRAN

SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI



Direktorat Perpustakaan Universitas Islam Indonesia
Gedung Moh. Hatta
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext.2301
F. (0274) 898444 psw.2091
E. perpustakaan@uii.ac.id
W. library.uui.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI

Nomor: 2725428056/Perpus./10/Dir.Perpus/VII/2025

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan ini, menerangkan Bahwa:

Nama : Wibi Trilaksono
Nomor Mahasiswa : 18511267
Pembimbing : Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T
Fakultas / Prodi : Teknik Sipil dan Perencanaan/ Teknik Sipil
Judul Karya Ilmiah : PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK HIGH DENSITY
POLYETHYLENE (HDPE) DAN PASIR SEBAGAI BAHAN BAKU
PEMBUATAN GENTENG KOMPOSIT

Karya ilmiah yang bersangkutan di atas telah melalui proses cek plagiasi menggunakan **Turnitin** dengan hasil kemiripan (*similarity*) sebesar **11 (Sebelas) %**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 8/5/2025

Direktur



Muhammad Jamil, SIP.

SURAT KETERANGAN INVOICE LABORATORIUM UII



**JURUSAN
TEKNIK SIPIL**

Laboratorium Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Gedung Moh. Natsir - Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 - Sleman - DI Yogyakarta
Telp. 0274 898 444 ext. 3220

Nama Customer : WIBI TRILAKSONO
Perusahaan : UII
Project : TA
Tanggal Order : 23/07/2025
No. Telpn : 085727700896
Email :

Tanggal Invoice : 04/08/2025
Kode Kontrak : BK-08-25-125
Metode Pembayaran : Transfer
Currency : Rp630,000

No	Layanan	Quantitas	Satuan Unit	Jumlah Bruto	Jumlah Netto
1	Genteng - penyerapan air	15	Sampel	12.000,00	Rp180.000
2	Genteng - Lentur	25	Sampel	18.000,00	Rp450.000
				Subtotal	Rp630.000
				Jumlah Total yang harus dibayarkan	Rp630.000

Bank Mandiri
No rek. 137 00210 43134
a.n. Universitas Islam Indonesia - Jurusan Teknik Sipil
Cabang KCP Yogyakarta UII

Catatan:



13:29

0,0KB/d 4G+ 87



Penerima

UNIVERSITAS ISLAM IN

Bank Mandiri - 1370021043134

Detail Transaksi

Metode Transfer Sesama Bank Mandiri

Total Transaksi Rp 630.000

Rekening Sumber

WIBI TRILAKSONO

Bank Mandiri - 3758

Keterangan Transaksi

Pembayaran Tagihan Lab BKT

Bagikan Resi

Download

SURAT KETERANGAN BEBAS TANGGUNGAN LABORATORIUM



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS TANGGUNGAN LABORATORIUM

Nomor : Q22 / Ka.Lab/60/LBKT/VIII/2025

Bismillaahirrohmaanirrohiim

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Astriana Hardawati, S.T., M.Eng.
NIK : 165111301
Jabatan Struktural : Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik JTS FTSP UII

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Wibi Tri laksono
N I M : 18511267
Program Studi : S1 Teknik Sipil
Dosen Pembimbing TA : Anggit Mas Arifudin, S. T., M. T.
Instansi : Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan penelitian / Tugas Akhir di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan judul Tugas Akhir **"PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK HIGHT DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) DAN PASIR SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN GENTENG KOMPOSIT"** serta sudah menyelesaikan semua administrasinya *).

Demikian surat keterangan ini dibuat semoga bisa digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, // Agustus 2025

Disahkan oleh :

Kepala Laboratorium BKT,

Astriana Hardawati, S. T., M. Eng

Didata oleh :

PLP/Teknisi

Daru Salam, A.Md.

*) Kwitansi/bukti transfer terlampir

HASIL PENGUJIAN DENSITAS GENTENG KOMPOSIT



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung 804, Blok, Nurtir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895530
E. dekanat@uii.ac.id
W. @uii.ac.id

HASIL UJI DENSITAS GENTENG KOMPOSIT

Peneliti : Wibi Trilaksono
NIM : 18511267
Jenjang Studi : S1 - Teknik Sipil
Instansi : Universitas Islam Indonesia
Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit
Dosen Pembimbing : Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : Mei-Juli 2025

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Massa Kering (g)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)	Densitas Rata-rata (g/cm ³)
I	01:00	A	955	1066,56	0,90	0,87
		B	922	1066,56	0,86	
		C	917	1066,56	0,86	
		D	923	1066,56	0,87	
		E	945	1066,56	0,89	
		F	935	1066,56	0,88	
		G	915	1066,56	0,86	
		H	905	1066,56	0,85	
II	1 : 0,25	A	1138	1066,56	1,07	1,08
		B	1185	1066,56	1,11	
		C	1132	1066,56	1,06	
		D	1125	1066,56	1,05	
		E	1193	1066,56	1,12	
		F	1128	1066,56	1,06	
		G	1148	1066,56	1,08	
		H	1150	1066,56	1,08	
III	1 : 0,5	A	1324	1066,56	1,24	1,27
		B	1392	1066,56	1,31	
		C	1379	1066,56	1,29	
		D	1382	1066,56	1,30	
		E	1311	1066,56	1,23	
		F	1347	1066,56	1,26	
		G	1352	1066,56	1,27	
		H	1367	1066,56	1,28	

HASIL PENGUJIAN DENSITAS GENTENG KOMPOSIT



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Muli Nattali
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T : (0271) 898441 ext 3200, 3201
F : (0271) 895320
E : fakultas@uii.ac.id
W : www.uii.ac.id

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Massa Kering (g)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)	Densitas Rata-rata (g/cm ³)
IV	1 : 0,75	A	1500	1066,56	1,41	1,44
		B	1550	1066,56	1,45	
		C	1541	1066,56	1,44	
		D	1548	1066,56	1,45	
		E	1547	1066,56	1,45	
		F	1521	1066,56	1,43	
		G	1539	1066,56	1,44	
		H	1500	1066,56	1,41	
V	01:01	A	1615	1066,56	1,51	1,54
		B	1708	1066,56	1,60	
		C	1695	1066,56	1,59	
		D	1606	1066,56	1,51	
		E	1611	1066,56	1,51	
		F	1600	1066,56	1,50	
		G	1650	1066,56	1,55	
		H	1625	1066,56	1,52	

Yogyakarta, 30. Juli 2025

Diperiksa Oleh
Kepala Lab. BKT

Astriana Hardawati, S.T, M.Eng.

Didata Oleh
PLP/ Teknisi

Daru Salam, A. Md.

HASIL PENGUJIAN DAYA SERAP GENTENG KOMPOSIT



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KII, Noh, Klaten
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,3 Yogyakarta 55584
T. (0274) 895444 ext 2300, 3201
F. (0274) 895135
E. dekarat@uii.ac.id
W. http://uii.ac.id

HASIL UJI DAYA SERAP GENTENG KOMPOSIT

Peneliti : Wibi Trilaksono
NIM : 18511267
Jenjang Studi : S1 - Teknik Sipil
Instansi : Universitas Islam Indonesia
Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit
Dosen Pembimbing : Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : Mei-Juli 2025

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Massa Kering	Massa Basah	Daya Serap
			Mk (g)	Mj (g)	WA (%)
I	1:0	F	935	936	0,11
		G	915	918	0,33
		H	905	907	0,22
II	1 : 0,25	F	1128	1130	0,18
		G	1148	1149	0,09
		H	1150	1151	0,09
III	1 : 0,5	F	1347	1349	0,15
		G	1352	1355	0,22
		H	1367	1370	0,22
IV	1 : 0,75	F	1521	1523	0,13
		G	1539	1540	0,06
		H	1500	1503	0,20
V	1:1	F	1600	1603	0,19
		G	1650	1654	0,24
		H	1625	1628	0,18

Yogyakarta, 30 Juli 2025

Diperiksa Oleh
Kepala Lab. BKT

Astriana Hardawati, S.T, M.Eng.

Didata Oleh
PLP/ Teknisi

Daru Salam, A. Md.

HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR GENTENG KOMPOSIT



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung Klt. Msh. Nattir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0271) 598444 ext 2290, 3201
F. (0271) 595136
E. dekanat@uii.ac.id
W. www.uii.ac.id

HASIL UJI LENTUR GENTENG KOMPOSIT

Peneliti : Wibi Trilaksono
NIM : 18511267
Jenjang Studi : S1 - Teknik Sipil
Instansi : Universitas Islam Indonesia
Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan Pasir Sebagai Bahan Baku Pembuatan Genteng Komposit
Dosen Pembimbing : Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : Mei-Juli 2025

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Beban Maksimum	Percepatan gaya gravitasi bumi	Beban Maksimum Setelah di Konversi	Lebar Sangga (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)		Kuat Lentur (N/cm ²)
			(kgf)	g	(P: beban maksimum ² g)	L	b	d	d ²	UFS: 3PL/2bd ²
I	01:00	A	310	9,8	3038,00	19	24	1,6	2,56	1409,2
		B	305	9,8	2989,00	19	24	1,6	2,56	1386,5
		C	298,5	9,8	2925,30	19	24	1,6	2,56	1357,0
		D	307,5	9,8	3013,50	19	24	1,6	2,56	1397,9
		E	320	9,8	3136,00	19	24	1,6	2,56	1454,7
II	1 : 0,25	A	357,5	9,8	3503,50	19	24	1,6	2,56	1625,2
		B	371	9,8	3635,80	19	24	1,6	2,56	1686,5
		C	355,5	9,8	3483,90	19	24	1,6	2,56	1616,1
		D	352,5	9,8	3454,50	19	24	1,6	2,56	1602,4
		E	395	9,8	3871,00	19	24	1,6	2,56	1795,6
III	1 : 0,5	A	435	9,8	4263,00	19	24	1,6	2,56	1977,5
		B	450	9,8	4410,00	19	24	1,6	2,56	2045,7
		C	390,5	9,8	3826,90	19	24	1,6	2,56	1775,2
		D	395,25	9,8	3873,45	19	24	1,6	2,56	1796,8
		E	420	9,8	4116,00	19	24	1,6	2,56	1909,3
IV	1 : 0,75	A	530	9,8	5194,00	19	24	1,6	2,56	2409,3
		B	460	9,8	4508,00	19	24	1,6	2,56	2091,1
		C	485	9,8	4753,00	19	24	1,6	2,56	2204,8
		D	476	9,8	4664,80	19	24	1,6	2,56	2163,8
		E	512,5	9,8	5022,50	19	24	1,6	2,56	2329,8
V	01:01	A	567,5	9,8	5561,50	19	24	1,6	2,56	2579,8

HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR GENTENG KOMPOSIT



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung 404, Mezz. Negeri
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 595444 ext 3290, 3291
F. (0274) 595328
E. doklat@uii.ac.id
W. http://uii.ac.id

Variasi	Komposisi HDPE : Pasir	Sampel	Beban Maksimum	Percepatan gaya gravitasi bumi	Beban Maksimum Sesudah di Konversi	Lebar Sangga (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)		Kuat Lentur (N/cm ²)
			(kgf)	g	(P: beban maksimum*g)	L	b	d	d ²	UFS: 3PL/2bd ²
		B	742,5	9,8	7276,50	19	24	1,6	2,56	3375,3
		C	552,5	9,8	5414,50	19	24	1,6	2,56	2511,6
		D	652,5	9,8	6394,50	19	24	1,6	2,56	2966,2
		E	567,5	9,8	5561,50	19	24	1,6	2,56	2579,8

Yogyakarta, 30 Juli 2025

Diperiksa Oleh
Kepala Lab. BKT

Astriaana Hardawati, S.T, M.Eng.

Didata Oleh
PLP/ Teknisi

Daru Salam, A. Md.

DOKUMENTASI PROSES PEMBUATAN GENTENG KOMPOSIT



Gambar 1. Proses Pembuatan Genteng Komposit di Godean

DOKUMENTASI ALAT PEMBUATAN GENTENG KOMPOSIT



Dokumentasi 2. Pembuatan Genteng Komposit di Godean

DOKUMENTASI PEMBUATAN GENTENG KOMPOSIT



Dokumentasi 3. Pembuatan Genteng Komposit di Godean

DOKUMENTASI PENELITIAN DI LABORATORIUM UII



Dokumentasi 3. Penimbangan Genteng Komposit di Laboratorium UII

DOKUMENTASI PENELITIAN DI LABORATORIUM UII



Dokumentasi 4. Oven di Laboratorium UII



Dokumentasi 5. Pengujian Daya Serap Air di Laboratorium UII

DOKUMENTASI PENELITIAN DI LABORATORIUM UII



Dokumentasi 6. Pengujian Tekan di Laboratorium UII

DOKUMENTASI PENELITIAN PENGUJIAN REDAMAN PANAS



Dokumentasi 7. Alat Pengukur Suhu Pada Pengujian Redaman Panas



Dokumentasi 8. Pengujian Redaman Panas

DOKUMENTASI PENELITIAN PENGUJIAN REDAMAN PANAS



Dokumentasi 9. Pengujian Redaman Panas