



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGARUH TEKANAN, TEMPERATUR, DAN VARIASI
CAMPURAN *POLYPROPYLENE*, *FLY ASH*, DAN *SODA-LIME
GLASS* TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN KUAT LENTUR
GENTENG KOMPOSIT**

HALAMAN SAMPEL

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Risat Dwi Yulianto
NIM. 2202411021**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGARUH TEKANAN, TEMPERATUR, DAN VARIASI
CAMPURAN *POLYPROPYLENE*, *FLYASH*, DAN *SODA-LIME
GLASS* TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN KUAT LENTUR
GENTENG KOMPOSIT**

HALAMAN DUA

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

**NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Risat Dwi Yulianto
NIM. 2202411021**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



“Skripsi ini saya persembahkan untuk ayah ibu, saya di masa depan, pasangan saya di masa depan, dan almamater”



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PENGARUH TEKANAN, TEMPERATUR, DAN VARIASI
CAMPURAN *POLYPROPYLENE, FLY ASH, DAN SODA-LIME*
GLASS TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN KUAT LENTUR
GENTENG KOMPOSIT**

Oleh:

Risat Dwi Yulianto

NIM. 2202411021

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Skrripsi ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., I.W.E.
NIP. 197707142008121005

Pembimbing 2

Vina Nanda Garjati, S.T., M.T.
NIP. 199206232020122014

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Radhi Maladzi, S.T., M.T.
NIP. 199307282024061001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PENGARUH TEKANAN, TEMPERATUR, DAN VARIASI
CAMPURAN *POLYPROPYLENE*, *FLYASH*, DAN *SODA-LIME*
GLASS TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN KUAT LENTUR
GENTENG KOMPOSIT**

Oleh:

Risat Dwi Yulianto

NIM. 2202411021

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 16 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. NIP. 197707142008121005	Ketua		27/07/2026
2.	Radhi Maladzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Anggota		28/07/2026
3.	Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T. NIP. 199809212024062001	Anggota		28/07/2026

Depok, 28 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zamuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risat Dwi Yulianto

NIM : 2202411021

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-bearnya.

Depok, 30 Juni 2026



Risat Dwi Yulianto

NIM. 2202411021



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENGARUH TEKANAN, TEMPERATUR, DAN VARIASI CAMPURAN *POLYPROPYLENE*, *FLY ASH*, DAN *SODA-LIME GLASS* TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN KUAT LENTUR GENTENG KOMPOSIT

Risat Dwi Yulianto¹⁾, Muslimin²⁾, Vina Nanda Garjati³⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

²⁾Program Studi Magister Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

³⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

Email: risat.dwi.yulianto.tn22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh tekanan, temperatur, kadar *fly ash*, dan kadar *soda-lime glass* terhadap kuat lentur dan daya serap air genteng komposit berbasis *polypropylene* daur ulang. Penelitian menggunakan rancangan Taguchi L9 dengan tekanan 5, 10, dan 15 ton, temperatur 160, 180, dan 200°C, serta kadar *fly ash* dan *soda-lime glass* masing-masing 5, 7, dan 9%. Genteng dibuat melalui proses *compression molding*. Pengujian kuat lentur mengacu pada ISO 14125, sedangkan daya serap air mengacu pada ASTM D570. Hasil menunjukkan bahwa *fly ash* paling memengaruhi kuat lentur, sedangkan tekanan paling memengaruhi daya serap air. Sampel 8 menghasilkan kuat lentur rata-rata tertinggi sebesar 16,9385 MPa dan daya serap air terendah sebesar 0,7112%. Optimasi multirespons menghasilkan kombinasi terbaik pada tekanan 15 ton, temperatur 180°C, *fly ash* 5%, dan *soda-lime glass* 9% dengan nilai *Grey Relational Grade* sebesar 1,00000. Pengamatan visual juga menemukan cacat berupa void atau porositas internal serta ketidakseragaman permukaan akibat distribusi material yang belum homogen.

Kata kunci: daya serap air; genteng komposit; kuat lentur; metode Taguchi; optimasi *multirespons*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

EFFECTS OF PRESSURE, TEMPERATURE, AND VARIATIONS IN POLYPROPYLENE, FLY ASH, AND SODA-LIME GLASS COMPOSITION ON THE WATER ABSORPTION AND FLEXURAL STRENGTH OF COMPOSITE ROOF TILES

Risat Dwi Yulianto¹⁾, Muslimin²⁾, Vina Nanda Garjati³⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

²⁾Program Studi Magister Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

³⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

Email: risat.dwi.yulianto.tn22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study analyzed the effects of pressure, temperature, fly ash content, and soda-lime glass content on the flexural strength and water absorption of recycled polypropylene-based composite roof tiles. A Taguchi L9 design was applied using pressures of 5, 10, and 15 tons, temperatures of 160, 180, and 200°C, and fly ash and soda-lime glass contents of 5, 7, and 9%. The roof tiles were manufactured through compression molding. Flexural strength testing followed ISO 14125, while water absorption testing followed ASTM D570. The results showed that fly ash had the greatest effect on flexural strength, while pressure had the greatest effect on water absorption. Sample 8 produced the highest average flexural strength of 16.9385 MPa and the lowest water absorption of 0.7112%. Multiresponse optimization identified the best combination as 15 tons, 180°C, 5% fly ash, and 9% soda-lime glass, with a Grey Relational Grade of 1.00000. Visual inspection also revealed internal voids or porosity and surface nonuniformity caused by uneven material distribution.

Keywords: composite roof tile; flexural strength; Grey Relational Analysis; Taguchi method; water absorption.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Tekanan, Temperatur, dan Variasi Campuran Material *Polypropylene*, *Fly Ash*, dan *Soda-lime Glass* terhadap Daya Serap Air dan Kuat Lentur Genteng Komposit”. Proses penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat arahan, bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Bapak Radhi Maladzi, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., I.W.E., selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Vina Nanda Garjati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, ilmu, evaluasi, dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian serta penyusunan skripsi.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, motivasi, dan bantuan selama proses pendidikan.
5. Orang terkasih yang selalu mendukung selama proses penyusunan skripsi.
6. Rekan-rekan seperjuangan yang mendukung dan membantu selama proses perkuliahan dan penyelesaian skripsi, serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 30 Juni 2026

Risat Dwi Yulianto
NIM. 2202411021



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Genteng	8
2.1.1 Genteng Beton.....	8



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.2 Genteng Keramik	9
2.2 Plastik.....	10
2.2.1 Termoplastik.....	11
2.2.2 <i>Thermosetting</i>	11
2.3 Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	11
2.4 <i>Polypropylene</i> (PP)	13
2.5 <i>Soda-lime Glass</i>	14
2.6 Komposit.....	15
2.7 <i>Compression Molding</i>	16
2.8 <i>Design of Experiment</i> (DoE).....	16
2.9 Metode Taguchi.....	17
2.9.1 <i>Orthogonal Array</i>	17
2.9.2 <i>Signal to Noise Ratio</i>	18
2.9.3 Tabel Respons Rata-rata SNR.....	19
2.9.3 <i>Main Effects Plot for SNR</i>	19
2.10 <i>Grey Relational Analysis</i> (GRA).....	19
2.10.1 Nilai Normalisasi <i>S/N Ratio</i>	20
2.10.2 Nilai Deviasi.....	20
2.10.3 Nilai <i>Grey Relational Coefficient</i> (GRC).....	21
2.10.4 Nilai <i>Grey Relational Grade</i> (GRG).....	21
2.11 Kuat Lentur	21
2.12 Pengujian Daya Serap Air	23
2.13 Kajian Literatur	24
2.14 Kerangka Pemikiran.....	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	33



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1 Jenis Penelitian.....	33
3.2 Objek Penelitian	34
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	34
3.4 Jenis dan Sumber Data	34
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	34
3.6 Metode Analisis Data	34
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	35
3.8 Penjelasan Diagram Alir	36
3.8.1 Identifikasi Masalah.....	36
3.8.2 Studi Literatur	37
3.8.3 Penentuan Pengujian dengan Metode Taguchi.....	37
3.8.4 Persiapan Alat dan Bahan.....	39
3.8.5 Pembuatan Genteng	43
3.8.6 Pengujian Spesimen	47
3.8.7 Analisis Hasil Pengujian	48
3.8.8 Penentuan Parameter Optimal dengan <i>Grey Relational Analysis</i> (GRA)	49
3.8.9 Kesimpulan dan Saran	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Hasil Manufaktur Genteng.....	51
4.1.1 Spesimen Uji Kuat Lentur.....	51
4.1.2 Spesimen Uji Daya Serap Air	52
4.3 Data Hasil Pengujian Spesimen Uji Kuat Lentur.....	52
4.4 Analisis Taguchi Kuat Lentur.....	54
4.5 Data Hasil Pengujian Daya Serap Air	56



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6 Analisis Taguchi Daya Serap Air	58
4.7 <i>Grey Relational Analysis</i>	61
4.7.1 Normalisasi Nilai <i>S/N Ratio</i>	61
4.7.2 Perhitungan Nilai Deviasi	62
4.7.3 Perhitungan <i>Grey Relational Coefficient</i>	62
4.7.4 Perhitungan <i>Grey Relational Grade</i>	63
4.7.5 Respons Rata-rata <i>Grey Relational Grade</i>	63
4.8 Identifikasi Cacat pada Proses Cetak	64
4.8.1 Indikasi Material Tidak Menyatu	65
4.8.2 <i>Void</i>	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	78



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Komposisi sampah nasional tahun 2025 [2].	1
Gambar 1. 2 Grafik pengelolaan sampah 2020—2025 [4].	2
Gambar 2. 1 <i>Fly ash</i> [26].	12
Gambar 2. 2 <i>Polypropylene</i> [32].	13
Gambar 2. 3 <i>Soda-lime glass</i> [35].	14
Gambar 2. 4 <i>Compression molding</i> [5].	16
Gambar 2. 5 Contoh <i>main effects plot for SNR</i> [6].	19
Gambar 2. 6 Prosedur uji <i>bending</i> [47].	22
Gambar 2. 7 Ilustrasi spesimen ISO 14125 tebal 4 mm.	23
Gambar 2. 8 Ilustrasi spesimen uji daya serap air ASTM D570.	24
Gambar 2. 9 Kerangka pemikiran.	32
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.	36
Gambar 3. 2 Mesin <i>compression molding</i> [5].	39
Gambar 3. 3 Timbangan digital.	40
Gambar 3. 4 <i>Mold release agent</i> .	40
Gambar 3. 5 Baskom [5].	41
Gambar 3. 6 Jangka Sorong [58].	41
Gambar 3. 7 Biji PP daur ulang.	42
Gambar 3. 8 <i>Soda-lime glass</i> .	42
Gambar 3. 9 Serbuk <i>fly ash</i> .	43
Gambar 4. 1 Hasil manufaktur genteng (tampak atas).	51
Gambar 4. 2 Hasil manufaktur genteng (tampak bawah).	51
Gambar 4. 3 Spesimen uji kuat lentur.	52
Gambar 4. 4 Spesimen uji daya serap air.	52
Gambar 4. 5 Grafik hasil uji kuat lentur.	53
Gambar 4. 6 <i>Main effects plot for SN Ratios</i> uji kuat lentur.	55
Gambar 4. 7 Grafik hasil uji daya serap air.	58
Gambar 4. 8 <i>Main effects plot for SN Ratios</i> daya serap air.	60
Gambar 4. 9 <i>Main effects plot for grey relational grade</i> .	64
Gambar 4. 10 Indikasi material tidak menyatu.	65



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 11 Cacat jenis *void*. 66





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran bagian genteng beton [19].	8
Tabel 2. 2 Karakteristik beban lentur genteng minimal [19].	9
Tabel 2. 3 Klasifikasi ukuran genteng keramik [19].	10
Tabel 2. 4 Standar penyerapan air genteng keramik [19].	10
Tabel 2. 5 Beban lentur genteng keramik [19].	10
Tabel 2. 6 Komposisi kimia <i>fly ash</i> [28].	12
Tabel 2. 7 Sifat mekanis <i>polypropylene</i> [6].	14
Tabel 2. 8 Sifat mekanis <i>soda-lime glass</i> [37].	15
Tabel 2. 9 Ukuran sampel ISO 14125-1998 [47].	23
Tabel 2. 10 Studi literatur penelitian terdahulu.	24
Tabel 3. 1 Variabel bebas.	33
Tabel 3. 2 Faktor dan level penelitian.	37
Tabel 3. 3 Perhitungan derajat kebebasan.	38
Tabel 3. 4 Skema percobaan.	38
Tabel 3. 5 Rancangan data percobaan.	39
Tabel 3. 6 Proses pembuatan adonan.	44
Tabel 3. 7 Proses cetak genteng.	45
Tabel 3. 8 Tabel respon rata-rata SNR.	49
Tabel 4. 1 Hasil uji kuat lentur.	53
Tabel 4. 2 <i>Signal to noise ratio</i> kuat lentur.	54
Tabel 4. 3 Tabel respon rata-rata <i>S/N Ratio</i> .	55
Tabel 4. 4 Hasil pengujian daya serap air.	56
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan daya serap air.	57
Tabel 4. 6 Hasil perhitungan <i>S/N Ratio</i> daya serap air.	59
Tabel 4. 7 Tabel Respon rata-rata <i>S/N Ratio</i> daya serap air.	59
Tabel 4. 8 Normalisasi <i>S/N Ratio</i> kuat lentur dan daya serap air.	61
Tabel 4. 9 Nilai deviasi kuat lentur dan daya serap air.	62
Tabel 4. 10 <i>Grey relational coefficient</i> kuat lentur dan daya serap air.	62
Tabel 4. 11 <i>Grey relational grade</i> dan peringkat sampel.	63
Tabel 4. 12 Respon rata-rata <i>grey relational grade</i> .	64



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Komposisi Pembuatan Genteng
Lampiran 2. Hasil Uji Kuat Lentur Spesimen





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISTILAH

rPP	= <i>recycled-polypropylene</i>
rPET	= <i>recycled-Polyethylene Terephthalate</i>
HDPE	= <i>High Density Polyethylene</i>
PVC	= <i>Polyvinyl chloride</i>
FABA	= <i>Fly ash dan Bottom ash</i>
UV	= <i>Ultraviolet</i>
PLTU	= <i>Pembangkit Listrik Tenaga Uap</i>
DKI	= <i>Daerah Khusus Ibukota</i>
SNI	= <i>Standar Nasional Indonesia</i>
ISO	= <i>International Organization for Standardization</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
WHO	= <i>World Health Organization</i>
KLH	= <i>Kementerian Lingkungan Hidup</i>
PLN	= <i>PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)</i>
SIPSN	= <i>Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional</i>
SNR	= <i>Signal to Noise Ratio</i>
GRA	= <i>Grey relational Analysis</i>
GRC	= <i>Grey relational Coefficient</i>
GRG	= <i>Grey relational Grade</i>
ANOVA	= <i>Analysis of Variance</i>
Pa	= <i>pascal</i>
MPa	= <i>Megapascal</i>
N	= <i>newton</i>
m	= <i>meter</i>
cm	= <i>Centimeter</i>
mm	= <i>Milimeter</i>
dB	= <i>desibel</i>
kgf	= <i>Kilogram Force</i>

Hak Cipta :

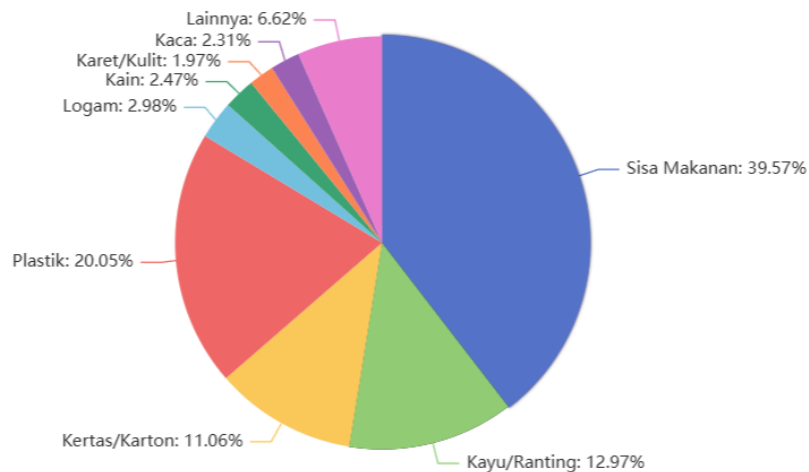
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Timbulan sampah di Indonesia menunjukkan kecenderungan meningkat pada skala nasional. Data SIPSAN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) menunjukkan timbulan sampah tahun 2024 mencapai sekitar 39,145 juta ton yang lebih tinggi dibanding tahun 2021 dan 2022, walau mengalami penurunan pada tahun 2025 menjadi 27,864 juta ton, dengan sampah plastik yang tidak dapat terurai alami menduduki persentase ke-dua terbesar seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.1 [1].

KOMPOSISI SAMPAH BERDASARKAN JENIS SAMPAH



Gambar 1. 1 Komposisi sampah nasional tahun 2025 [2].

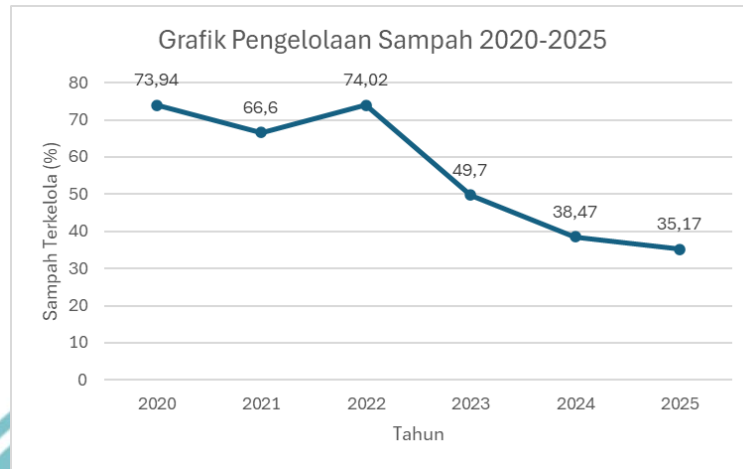
Polypropylene kaku menempati urutan pertama dalam aliran sampah plastik yang dikumpulkan untuk daur ulang di wilayah perkotaan Pulau Jawa sebesar 25, dibandingkan dengan film HDPE sebesar 20%, PET sebesar 20%, dan HDPE kaku sebesar 14%. Temuan ini menunjukkan bahwa PP memiliki kontribusi yang besar terhadap timbulan sampah plastik di Indonesia, khususnya pada wilayah perkotaan di Pulau Jawa [3].

Timbulan sampah yang meningkat tidak disertai dengan meningkatnya sampah yang terkelola, sehingga tren pengelolaan sampah justru menurun setiap tahunnya sejak 2022 seperti pada Gambar 1.2 [2], [4].



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 1. 2 Grafik pengelolaan sampah 2020—2025 [4].

Angka tersebut memperlihatkan bahwa laju produksi sampah naik, sementara kapasitas pengolahan dan infrastruktur tidak dapat mengimbangi pertumbuhan tersebut. Tahun 2025 grafik pengelolaan sampah bahkan menurun sebesar 3,3% dari tahun 2024 yang jumlah timbulan sampahnya 40% lebih banyak, sehingga diperlukan upaya pengelolaan sampah untuk menurunkan jumlah sampah menumpuk.

Upaya pengelolaan *polypropylene* salah satunya adalah dengan membuat genteng [5], [6]. Upaya tersebut relevan dengan kondisi Indonesia karena atap asbes masih digunakan pada sebagian rumah. Penggunaan atap asbes secara nasional berada pada angka sekitar 8,10%. Beberapa provinsi memiliki angka penggunaan atap asbes yang jauh lebih tinggi, seperti Bangka Belitung sebesar 55,16%, DKI Jakarta sebesar 52,10%, Kepulauan Riau sebesar 31,99%, dan Banten sebesar 21,22% [7]. WHO menyatakan bahwa semua jenis asbes, termasuk *chrysotile*, bersifat karsinogenik bagi manusia. Paparan asbes dapat menyebabkan kanker paru, kanker laring, kanker ovarium, *mesothelioma*, dan asbestosis [8].

SNI 03-2095-1998 tentang genteng keramik menetapkan bahwa genteng harus mampu menahan beban lentur yang tinggi, dengan penyerapan air yang rendah. Penelitian yang membandingkan plastik daur ulang untuk aplikasi konstruksi, PP memiliki kuat lentur dan kuat tekan yang paling tinggi dibanding HDPE dan PET, yaitu 44 MPa untuk PP, 25 MPa untuk HDPE,



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sedangkan PET gagal pada pembebanan lentur karena terlalu getas [9]. Temuan ini menunjukkan bahwa PP memiliki potensi sebagai pengikat komposit karena sifat mekanisnya. PP daur ulang (rPP) sayangnya mengalami penurunan sifat mekanis setelah beberapa kali proses daur ulang, sehingga perlu dipadukan dengan material penguat atau *filler* [10].

Material yang memiliki potensi sebagai penguat adalah *fly ash* yang berasal dari limbah pembakaran batubara. Indonesia sebagai salah satu pengguna batubara terbesar di dunia, hanya memanfaatkan 16% atau 5,5 juta ton *fly ash* dari 34,1 juta ton *fly ash* yang dihasilkan setiap tahun. Angka pemanfaatan tersebut mengindikasikan bahwa FABA tersedia dalam volume besar dan memiliki potensi pemanfaatan material yang terus berkembang [11].

Efek penambahan *fly ash* pada rPP dengan metode *injection moulding* mengalami peningkatan kuat lentur terbaik saat kadar *fly ash* 5% dan 9%, serta kuat tekan terbaik pada kadar *fly ash* 7% [10]. Penambahan *fly ash* ke dalam PET pada kadar 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70%, berbanding lurus dengan kuat lentur hingga puncaknya pada komposisi 70% *fly ash* yang menghasilkan kuat lentur tertinggi sebesar 6,75 MPa [12]. Daya serap air sayangnya meningkat seiring peningkatan kadar *fly ash*, sehingga diperlukan *filler* lain untuk mengurangi daya serap airnya tanpa mengurangi kuat lenturnya [12], [13].

Soda-lime glass memengaruhi sifat mekanis material termoplastik jenis PET. Kadar kaca 30% menghasilkan daya serap air ke-dua terendah tetapi tetap ada peningkatan kuat tarik dibanding kadar 40% yang memiliki kuat tarik lebih rendah dan daya serap air lebih tinggi [14]. *Fly ash* dan *soda-lime glass* memiliki potensi sebagai material genteng komposit dengan respons berupa kuat lentur dan penyerapan air. Suhu proses cetak juga memengaruhi sifat mekanis dan daya serap air komposit [5], [6]. Penelitian yang pernah dilakukan pada tahun 2020 menunjukkan bahwa tekanan kompresi berpengaruh terhadap kuat lentur, densitas, dan porositas [15].

Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus untuk menguji pengaruh tekanan dan temperatur *molding* serta variasi campuran PP, *fly ash*, dan *soda-*



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lime glass terhadap respons kuat lentur dan penyerapan air pada genteng komposit. Tekanan yang digunakan adalah 5 ton, 10 ton, dan 15 ton. Temperatur yang digunakan adalah 160°C, 180°C dan 200°C. Variasi komposit terdiri dari 5%, 7%, dan 9% *soda-lime glass* dan 5%, 7%, 9% *fly ash*. Metode Taguchi digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan parameter terbaik pada genteng komposit. Target optimasi penelitian ini adalah memperoleh kuat lentur maksimum dan penyerapan air minimum sebagai dasar rekomendasi formulasi dan parameter proses genteng komposit berbasis limbah mengacu pada SNI 03-2095-1998 tentang genteng keramik [16].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini berangkat dari kebutuhan material atap alternatif setelah atap asbes terbukti berisiko terhadap kesehatan, serta peluang pemanfaatan limbah *polypropylene* (PP), *fly ash*, dan *soda-lime glass* sebagai bahan genteng komposit. Latar belakang menunjukkan bahwa genteng alternatif tidak cukup hanya dibuat dari bahan limbah, tetapi juga harus memenuhi sifat teknis utama, yaitu kuat lentur yang memadai dan daya serap air yang rendah. PP berpotensi menjadi matriks karena dapat diproses ulang, tetapi PP daur ulang membutuhkan *filler* untuk memperbaiki performa materialnya. *Fly ash* dan *soda-lime glass* berpotensi sebagai *filler*, tetapi kombinasi keduanya pada matriks PP belum banyak dikaji, khususnya dengan variasi tekanan dan temperatur *compression molding*.

Oleh karena itu, penelitian ini menguji pengaruh tekanan 5 ton, 10 ton, dan 15 ton; temperatur 160°C, 180°C, dan 200°C; kadar *fly ash* 5%, 7%, dan 9%; serta kadar *soda-lime glass* 5%, 7%, dan 9% terhadap kuat lentur dan daya serap air genteng komposit. Penelitian ini juga menentukan kombinasi parameter terbaik menggunakan metode Taguchi dan *Grey relational Analysis* (GRA) dengan target kuat lentur maksimum dan daya serap air minimum.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut:



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Bagaimana pengaruh tekanan kompresi, temperatur kompresi, kadar *fly ash*, dan kadar *soda-lime glass* pada matriks PP terhadap kuat lentur dan daya serap air genteng komposit?
2. Kombinasi tekanan kompresi, temperatur kompresi, kadar *fly ash*, dan kadar *soda-lime glass* apa yang menghasilkan kuat lentur maksimum dan daya serap air minimum berdasarkan metode Taguchi dan GRA?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh tekanan kompresi, temperatur kompresi, kadar *fly ash*, dan kadar *soda-lime glass* pada matriks PP terhadap daya serap air dan kuat lentur genteng komposit.
2. Menentukan kombinasi parameter proses dan komposisi material paling optimal berdasarkan metode Taguchi dan GRA.
3. Memberikan rekomendasi parameter fabrikasi genteng komposit berbasis PP, *fly ash*, dan *soda-lime glass* dengan target kuat lentur maksimum dan daya serap air minimum.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif pemanfaatan limbah PP, *fly ash*, dan *soda-lime glass* sebagai bahan genteng komposit non-asbes.
2. Memberikan data pengaruh tekanan, temperatur, kadar *fly ash*, dan kadar *soda-lime glass* terhadap daya serap air dan kuat lentur genteng komposit.
3. Menjadi referensi bagi pengembangan material atap alternatif berbasis limbah dan penelitian lanjutan pada komposit polimer.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah PP daur ulang sebagai matriks, serta *fly ash* dan *soda-lime glass* sebagai *filler*.



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Rentang level faktor dibatasi tekanan kompresi 5 ton, 10 ton, dan 15 ton; temperatur kompresi 160°C, 180°C, dan 200°C; kadar *fly ash* 5%, 7%, dan 9%; serta kadar *soda-lime glass* 5%, 7%, dan 9%.
3. Penelitian dilakukan menggunakan mesin *compression molding* yang terdapat di PNJ, sehingga bentuk dan ukuran genteng mengikuti *mold* yang ada pada mesin.
4. Respons yang dianalisis dibatasi pada kuat lentur dan daya serap air.
5. Penelitian tidak membahas aspek ekonomi, analisis biaya produksi, analisis skala industri, maupun studi kelayakan bisnis.

1.7 Sistmatika Penulisan

Penelitian ini disusun dalam lima bab yang saling terhubung. Sistematika penulisannya sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori dan studi literatur yang relevan, meliputi pengertian dan jenis-jenis genteng, material komposit, *fly ash*, *soda-lime glass*, proses *compression molding*, kuat lentur, daya serap air, serta ringkasan penelitian terdahulu yang terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan jenis dan metode penelitian, alur penelitian dalam bentuk *flowchart*, alat dan bahan yang digunakan, serta variabel penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian dan analisisnya, yaitu pembuatan genteng komposit dari komposit *polypropylene* (PP), *fly ash*, dan *soda-lime glass*. Bab ini juga membahas validasi performa berdasarkan uji daya serap air dan uji kuat lentur.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merangkum hasil penelitian untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Bab ini juga memuat saran sebagai bahan perbaikan dan arahan untuk penelitian lanjutan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil pengujian kuat lentur dan daya serap air menunjukkan bahwa setiap faktor memberikan pengaruh terhadap karakteristik genteng komposit.
 - a. Hasil pengujian kuat lentur menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada sampel 8 sebesar 16,9385 MPa dengan nilai *S/N Ratio* sebesar 24,5710 dB. Nilai rata-rata kuat lentur terendah diperoleh pada sampel 3 sebesar 12,118 MPa dengan nilai *S/N Ratio* sebesar 0,8363 dB. Berdasarkan nilai delta *S/N Ratio*, *fly ash* menjadi faktor yang paling memengaruhi kuat lentur, diikuti oleh tekanan, temperatur, dan *soda-lime glass*. Nilai tersebut memenuhi batas minimal beban lentur Mutu III berdasarkan SNI 03-2095-2998
 - b. Hasil pengujian daya serap air menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada sampel 1 sebesar 2,2487% dengan nilai *S/N Ratio* sebesar -7,24219 dB. Nilai rata-rata daya serap air terendah diperoleh pada sampel 8 sebesar 0,7112% dengan nilai *S/N Ratio* sebesar 2,48734 dB. Nilai tersebut berada di bawah batas daya serap air maksimum sebesar 12% untuk genteng keramik Mutu I berdasarkan SNI 03-2095-1998.
2. Parameter optimal kuat lentur diperoleh pada kombinasi A2B2C1D1, yaitu tekanan 10 ton, temperatur 180°C, *fly ash* 5%, dan *soda-lime glass* 5%. Parameter optimal daya serap air diperoleh pada kombinasi A3B1C1D3, yaitu tekanan 15 ton, temperatur 160°C, *fly ash* 5%, dan *soda-lime glass* 9%.
3. Kombinasi parameter optimal terdapat pada A3B2C1D3, yaitu tekanan 15 ton, temperatur 180°C, *fly ash* 5%, dan *soda-lime glass* 9%. Kombinasi tersebut sama dengan sampel 8 dan menghasilkan nilai *Grey relational Grade* tertinggi sebesar 1,00000. Tekanan menjadi faktor yang paling

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

berpengaruh terhadap performa gabungan, diikuti oleh *fly ash*, temperatur, dan *soda-lime glass*.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya perlu melakukan eksperimen konfirmasi pada kombinasi parameter optimal A3B2C1D3, yaitu tekanan 15 ton, temperatur 180°C, kadar *fly ash* 5%, dan kadar *soda-lime glass* 9%.
2. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan parameter proses lain, seperti waktu penahanan, ukuran partikel bahan pengisi, kecepatan pendinginan, dan waktu pencampuran.
3. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan pengujian rembesan air, kuat tekan, ketahanan impak, ketahanan panas, ketahanan terhadap sinar ultraviolet, dan ketahanan terhadap siklus basah-kering.
4. Proses pencampuran PP, *fly ash*, dan *soda-lime glass* dapat dilakukan menggunakan metode ekstrusi atau *melt blending* sebelum proses *compression molding* agar campuran lebih homogen.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Data Komposisi Sampah,” 2025. Diakses: 26 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://sampahnasional.kemenvh.go.id/indikatif/public/data/komposisi>
- [2] “Data Timbulan Sampah,” 2024. Diakses: 26 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://sipsn.kemenvh.go.id/sipsn/public/data/timbulan>
- [3] N. Darus *dkk.*, “AN OVERVIEW OF PLASTIC WASTE RECYCLING IN THE URBAN AREAS OF JAVA ISLAND IN INDONESIA,” *Journal of Environmental Science and Sustainable Development*, vol. 3, no. 2, hlm. 402–415, Des 2020, doi: 10.7454/jessd.v3i2.1073.
- [4] “Data Pengelolaan Sampah,” 2025. Diakses: 26 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://portal-sipsn.kemenvh.go.id/>
- [5] B. F. Azani, “ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR, WAKTU KOMPRESI, DAN UKURAN SERAT JERAMI PADI DENGAN MATRIKS POLYPROPYLENE (PP) TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN KUAT LENTUR UNTUK FABRIKASI GENTENG BIO-COMPOSITE,” Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 2025.
- [6] B. Simanjuntak, “ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN KOMPOSISI MATERIAL POLYPROPYLENE DAN CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN KUAT LENTUR FABRIKASI GENTENG BIO-COMPOSITE,” Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 2025.
- [7] A. Suraya *dkk.*, “Mapping Asbestos Vulnerability in Indonesia Using Earthquake Vulnerability,” *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, vol. 58, no. 5, hlm. 475–483, Jun 2025, doi: 10.3961/JPMMPH.24.749.
- [8] V. Schlünssen *dkk.*, “The prevalences and levels of occupational exposure to dusts and/or fibres (silica, asbestos and coal): A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Disease and Injury,” *Environ. Int.*, vol. 178, Agu 2023, doi: 10.1016/J.ENVINT.2023.107980.
- [9] A. D. R. Restrepo, M. A. S. Corrales, M. Saba, R. T. Ortega, dan O. E. Coronado-Hernández, “Experimental Evaluation of Temperature and Screw Speed Effects on the Extrusion of Recycled PP, HDPE, and PET for Sustainable Construction Applications,” *Sci*, vol. 8, no. 1, hlm. 18, Jan 2026, doi: 10.3390/sci8010018.
- [10] N. H. M. Nasir, F. Usman, E. L. Woen, M. N. M. Ansari, dan M. Sofyan, “Effect of fly ash on mechanical properties and microstructural behaviour of injected moulded recycled polypropylene composites,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 447, hlm. 138130, Okt 2024, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2024.138130.
- [11] D. Darmansyah, S. J. You, dan Y. F. Wang, “Advancements of coal fly ash and its prospective implications for sustainable materials in Southeast Asian countries: A review,” 1 Desember 2023, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.rser.2023.113895.
- [12] T. O. Omosebi dan N. F. Abass, “Polymer tiles from polyethylene terephthalate (PET) wastes and fly ash: mechanical properties and durability,” *F1000Res.*, vol. 10, hlm. 1139, Nov 2021, doi: 10.12688/f1000research.53514.1.
- [13] S. Nagaraja, P. B. Anand, H. D. Shivakumar, dan M. I. Ammarullah, “Influence of fly ash filler on the mechanical properties and water absorption behaviour of epoxy polymer composites reinforced with pineapple leaf fibre for biomedical applications,” *RSC Adv.*, vol. 14, no. 21, hlm. 14680–14696, Mei 2024, doi: 10.1039/D4RA00529E.
- [14] Y. O. Busari *dkk.*, “Physio-Mechanical Characterization of Recycled Polyethylene Terephthalate and Soda-Lime Glass Waste Composite for Roof Tile Application,” *Journal of Polymer Materials*, vol. 0, no. 0, hlm. 1–10, 2024, doi: 10.32604/jpm.2024.055895.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [15] U. Hasanah dan Muslimin, “Pengaruh Tekanan Compression Moulding terhadap Kinerja Pelat Bipolar Komposit Grafit/Resin Epoksi Komposisi 20% Karbon Tempurung Kelapa,” *Jurnal Mekanik Terapan*, vol. 01, no. 01, hlm. 71–080, 2020.
- [16] SNI, “Genteng Keramik,” 03-2095–1998, 1998.
- [17] H. A. KUSUMA, “PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO SEBAGAI BAHAN PENGISI PEMBUATAN GENTENG BETON DITINJAU DARI KEKUATAN LENTUR DAN RESAPAN AIR,” *Rekayasa Teknik Sipil*, vol. 8, no. 1, Jan 2020, Diakses: 28 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/31925>
- [18] SNI, “Genteng Beton,” SNI 0096:2007, 2007.
- [19] Joelianingsih, “PENINGKATAN KUALITAS GENTENG KERAMIK DENGAN PENAMBAHAN SEKAM PADI DAN DAUN BAMBU,” *Makalah Pribadi Filsafah Sains*, Nov 2004, Diakses: 28 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.rudycet.com/PPS702-ipb/09145/joelianingsih.pdf>
- [20] I. N. Gusniar, “METODE PEMBUATAN PAVING BLOCK SEGI ENAM BERBAHAN SAMPAH PLASTIK DENGAN MESIN INJECTION MOLDING,” *Barometer*, vol. 3, no. 2, hlm. 130–133, Jul 2018, doi: 10.35261/BAROMETER.V3I2.1388.
- [21] M. Ibrahim, M. N. Machmud, dan M. Ali, “Bahan Bakar Minyak Dari Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik,” *Journal of Engineering and Science*, vol. 1, no. 1, hlm. 20–30, Mar 2022, doi: 10.56347/jes.v1i1.3.
- [22] J. Baghdachi, “Coating Plastics,” dalam *Applied Plastics Engineering Handbook*, Elsevier, 2011, hlm. 429–434. doi: 10.1016/B978-1-4377-3514-7.10024-8.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [23] C. A. de. Fomento, *Reflexiones para retomar el crecimiento : incerción internacional, transformación productiva e inclusión social*. e-Libro.corp, 2007.
- [24] “Coal Combustion Residuals (CCR) Basics | US EPA.” Diakses: 28 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.epa.gov/coal-combustion-residuals/coal-combustion-residuals-ccr-basics>
- [25] M. O. Olivia, A. Kamaldi, Ismeddiyanto, G. Wibisono, dan E. Saputra, “Evaluating Properties of Blended and High Volume Fly Ash Bottom Ash (FABA) Concrete in Peat Water,” *Journal of the Civil Engineering Forum*, hlm. 59–70, Nov 2023, doi: 10.22146/JCEF.3397.
- [26] P. Suraneni, L. Burris, C. R. Shearer, dan R. D. Hooton, “ASTM C618 fly ash specification: Comparison with other specifications, shortcomings, and solutions,” *ACI Mater. J.*, vol. 118, no. 1, hlm. 157–167, 2021, doi: 10.14359/51725994.
- [27] E. ALYATIKAH, Siswo, Riaa Safitri, Tety Wahyuningsih Manurung, dan Rendy Muhamad Iqbal, “Chemical characteristic of Fly ash and Bottom ash as potential source for synthesis of Aluminosilicate-based materials,” *RAFFLESIA JOURNAL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES*, vol. 2, no. 2, hlm. 160–166, Okt 2022, doi: 10.33369/RJNA.V2I2.23935.
- [28] A. Bhatt, S. Priyadarshini, A. Acharath Mohanakrishnan, A. Abri, M. Sattler, dan S. Techapaphawit, “Physical, chemical, and geotechnical properties of coal fly ash: A global review,” *Case Studies in Construction Materials*, vol. 11, hlm. e00263, Des 2019, doi: 10.1016/J.CSCM.2019.E00263.
- [29] E. Strzałkowska, “Morphology and chemical composition of mineral matter present in fly ashes of bituminous coal and lignite,” *International Journal of Environmental Science and Technology* 2020 18:9, vol. 18, no. 9, hlm. 2533–2544, Nov 2020, doi: 10.1007/S13762-020-03016-0.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [30] J. Ying dan X. Xi, "Microstructure and Chloride Diffusion Properties of Hardened Fly Ash Cement Paste with Three-dimensional Graphene," *International Journal of Concrete Structures and Materials* 2022 16:1, vol. 16, no. 1, hlm. 8-, Jan 2022, doi: 10.1186/S40069-021-00494-5.
- [31] J. Alnahas dkk., "Enhancing the Properties of Concrete with the Incorporation of Recycled Polypropylene Plastic," *Buildings* 2025, Vol. 15, Page 1055, vol. 15, no. 7, hlm. 1055, Mar 2025, doi: 10.3390/BUILDINGS15071055.
- [32] L. I. Tan dan W. R. Pahlevi, "Studi Penggunaan Plastik Polypropylene pada Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course:," *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, vol. 8, no. 2, hlm. 65–71, Feb 2019, doi: 10.35139/CANTILEVER.V8I2.13.
- [33] "Commission Regulation (EU) No 1179/2012 of 10 December 2012 establishing criteria determining when glass cullet ceases to be waste under Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council".
- [34] L. Van Essa Kamga Samen dkk., "Engineering properties of soda-lime glass powder on Portland cement CEM IV-B-L mortar," *Journal of Building Pathology and Rehabilitation* 2022 7:1, vol. 7, no. 1, hlm. 27-, Feb 2022, doi: 10.1007/S41024-022-00164-3.
- [35] "Soda-lime glass | Manufacturing, Properties, Uses | Britannica." Diakses: 28 Januari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.britannica.com/technology/soda-lime-glass>
- [36] P. Keane, "All About Soda Lime Glass – Composition and Properties," Thomas For Industry. Diakses: 15 Juni 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.thomasnet.com/articles/plant-facility-equipment/soda-lime-glass/>
- [37] N. A. Kurniawan, F. Setiawan, dan E. Sofyan, "PENGUJIAN TARIK KOMPOSIT SPESIMEN CAMPURAN SERAT PISANG ALUR

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DIAGONAL DAN PASIR BESI DENGAN MATRIK RESIN POLYESTER DENGAN METODE HAND LAY-UP,” *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 8, no. 2, hlm. 281–288, Nov 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i2.657.

- [38] D. Dixit, R. Pal, G. Kapoor, dan M. Stabenau, “Lightweight composite materials processing,” dalam *Lightweight Ballistic Composites*, Elsevier, 2016, hlm. 157–216. doi: 10.1016/B978-0-08-100406-7.00006-4.
- [39] M. Rajabi, A. Ali, M. McConnell, dan J. Cabral, “Keratinous materials: Structures and functions in biomedical applications,” *Materials Science and Engineering: C*, vol. 110, hlm. 110612, Mei 2020, doi: 10.1016/j.msec.2019.110612.
- [40] D. K. Wijaya, H. Suprijono, dan D. S. Nugroho, “Optimasi Proses Cutting Mesin CNC Router G-Weike WK1212 dengan Metode Full Factorial Design dan Optimasi Plot Multi Respon,” *Jurnal PASTI*, vol. 14, no. 1, Mei 2020, doi: 10.22441/pasti.2020.v14i1.001.
- [41] S. Aggarwal, S. Thareja, A. Verma, T. R. Bhardwaj, dan M. Kumar, “An overview on 5alpha-reductase inhibitors,” *Steroids*, vol. 75, no. 2, hlm. 109–153, Feb 2010, doi: 10.1016/J.STEROIDS.2009.10.005.
- [42] S. Zayendra, H. Yozza, dan . M., “PENERAPAN METODE TAGUCHI UNTUK OPTIMALISASI HASIL PRODUKSI ROTI DI USAHA ROTI MEYZA BAKERY, PADANG SUMATERA BARAT,” *Jurnal Matematika UNAND*, vol. 5, no. 2, hlm. 113–121, Mei 2016, doi: 10.25077/jmu.5.2.113-121.2016.
- [43] N. A. Miftah, D. Sukma, E. Atmaja, dan A. Oktafiani, “Optimasi Multi-Objektif Proses Pemesinan Milling dengan Metode Taguchi Kolaborasi Grey Relational Analysis,” 2022.
- [44] S. Yuliana, F. Yanuar, dan D. Devianto, “Analisis Daya Tekan dan Daya Serap Pada Batako Menggunakan Pendekatan Grey Relational Analysis dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Principal Component Analysis,” *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, vol. 8, no. 2, hlm. 81–90, Nov 2022, doi: 10.35143/ELEMENTER.V8I2.5740.

- [45] A. P. Alegaonkar dan P. S. Alegaonkar, “Nanocarbons: Preparation, assessments, and applications in structural engineering, spintronics, gas sensing, EMI shielding, and cloaking in X-band,” *Nanocarbon and its Composites: Preparation, Properties and Applications*, hlm. 171–285, Jan 2018, doi: 10.1016/B978-0-08-102509-3.00007-9.
- [46] ISO, “Fibre-reinforced plastic composites-Determination of flexural properties,” 14125, Mar 1998.
- [47] ASTM, “Test Method for Water Absorption of Plastics,” ASTM International, West Conshohocken, PA, D570-98, Apr 2010. doi: 10.1520/D0570-98R10E01.
- [48] T. Z. Sheikh, F. A. Mozumdar, M. R. Karim, dan Q. Ahsan, “Investigation of mechanical, morphological and thermal properties of waste glass powder and wood flour reinforced polypropylene composite,” *Heliyon*, vol. 11, no. 1, hlm. e41352, Jan 2025, doi: 10.1016/J.HELIYON.2024.E41352.
- [49] O. T. O dan N. F. Abas, “Plastic Tiles from Recycled Pet Bottles Wastes with Improved Strength and Reduced Flammability,” *Civil Engineering and Architecture*, vol. 9, no. 5, hlm. 1347–1355, 2021, doi: 10.13189/cea.2021.090508.
- [50] T. O. Omosebi dan N. F. Abas, “Tiles from Recycled Plastic Bottle (Pet) Wastes and POFA: Strength Properties and Durability,” *Civil Engineering and Architecture*, vol. 10, no. 4, hlm. 1253–1259, Jul 2022, doi: 10.13189/cea.2022.100402.
- [51] A. B. Karedla, J. Schuster, dan Y. P. Shaik, “Possibility of Making Plastic Roof Tiles from Waste Plastic, Sand, and Fly Ash,” *Construction Materials 2024, Vol. 4, Pages 597-610*, vol. 4, no. 3, hlm. 597–610, Sep 2024, doi: 10.3390/CONSTRMATER4030032.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [52] A. Soni, P. K. Das, M. Yusuf, H. Kamyab, dan S. Chelliapan, "Development of sand-plastic composites as floor tiles using silica sand and recycled thermoplastics: a sustainable approach for cleaner production," *Sci. Rep.*, vol. 12, no. 1, Des 2022, doi: 10.1038/s41598-022-19635-1.
- [53] A. D. Debele, S. Demeke, T. Bekele, dan M. Malimo, "Recycling and reusing potential of disposable low-density polyethylene plastic waste for flexible paver tile construction for outdoor application," *Heliyon*, vol. 10, no. 8, Apr 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29381.
- [54] F. U. A. Shaikh, "Tensile and flexural behaviour of recycled polyethylene terephthalate (PET) fibre reinforced geopolymer composites," *Constr. Build. Mater.*, vol. 245, Jun 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118438.
- [55] N. Z. Nkomo, L. M. Masu, dan P. K. Nziu, "Optimisation of mechanical properties of polyethylene terephthalate fibre/fly ash hybrid concrete composite," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, Des 2022, doi: 10.1016/j.cscm.2022.e01395.
- [56] M. Hoseini, J. Stead, dan T. Bond, "Ranking the accelerated weathering of plastic polymers," *Environ. Sci. Process. Impacts*, vol. 25, no. 12, hlm. 2081–2091, Okt 2023, doi: 10.1039/d3em00295k.
- [57] "5 Fungsi Jangka Sorong, Bagian dan Cara Membacanya | PT Detech Profesional Indonesia." Diakses: 27 Juni 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.detech.co.id/jangka-sorong/>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Komposisi Pembuatan Genteng

Diketahui:

- Volume adonan dibuat $= 500 \text{ cm}^3$
- Massa jenis PP $= 0,91 \text{ gr/cm}^3$
- Massa jenis *fly ash* $= 1,395 \text{ gr/cm}^3$
- Massa jenis *soda-lime glass* $= 2,44 \text{ gr/cm}^3$

1. Komposisi bahan 5% *fly ash* dan 5% *soda-lime glass* (Genteng 1)

- Massa PP

$$100\%V_c - 5\%V_{fa} - 5\%V_{slg} = 90\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,9 \times 500 \text{ cm}^3 = 450 \text{ cm}^3$$

$$M_{pp} = 450 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 409,5 \text{ gr}$$
- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,05 \times 500 \text{ cm}^3 = 25 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 25 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 34,875 \text{ gr}$$
- Massa *soda-lime glass*

$$V_{slg} = 0,05 \times 500 \text{ cm}^3 = 25 \text{ cm}^3$$

$$M_{slg} = 25 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 61 \text{ gr}$$

2. Komposisi bahan 7% *fly ash* dan 7% *soda-lime glass* (Genteng 2)

- Massa PP

$$100\%V_c - 7\%V_{fa} - 7\%V_{slg} = 86\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,86 \times 500 \text{ cm}^3 = 430 \text{ cm}^3$$

$$M_{pp} = 430 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 391,3 \text{ gr}$$
- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,07 \times 500 \text{ cm}^3 = 35 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 35 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 48,825 \text{ gr}$$
- Massa *soda-lime glass*

$$V_{slg} = 0,07 \times 500 \text{ cm}^3 = 35 \text{ cm}^3$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$M_{slg} = 35 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 85,4 \text{ gr}$$

3. Komposisi bahan 9% *fly ash* dan 9% *soda-lime glass* (Genteng 3)

- Massa PP

$$100\%V_c - 9\%V_{fa} - 9\%V_{slg} = 82\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,82 \times 500 \text{ cm}^3 = 410 \text{ cm}^3$$

$$M_{pp} = 410 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 373,1 \text{ gr}$$

- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,09 \times 500 \text{ cm}^3 = 45 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 45 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 62,775 \text{ gr}$$

- Massa *soda-lime glass*

$$V_{slg} = 0,09 \times 500 \text{ cm}^3 = 45 \text{ cm}^3$$

$$M_{slg} = 45 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 109,8 \text{ gr}$$

4. Komposisi bahan 7% *fly ash* dan 9% *soda-lime glass* (Genteng 4)

- Massa PP

$$100\%V_c - 7\%V_{fa} - 9\%V_{slg} = 84\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,84 \times 500 \text{ cm}^3 = 420 \text{ cm}^3$$

$$M_{pp} = 420 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 382,2 \text{ gr}$$

- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,07 \times 500 \text{ cm}^3 = 35 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 35 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 48,825 \text{ gr}$$

- Massa *soda-lime glass*

$$V_{slg} = 0,09 \times 500 \text{ cm}^3 = 45 \text{ cm}^3$$

$$M_{slg} = 45 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 109,8 \text{ gr}$$

5. Komposisi bahan 9% *fly ash* dan 5% *soda-lime glass* (Genteng 5)

- Massa PP

$$100\%V_c - 9\%V_{fa} - 5\%V_{slg} = 86\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,86 \times 500 \text{ cm}^3 = 430 \text{ cm}^3$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$M_{pp} = 430 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 391,3 \text{ gr}$$

- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,09 \times 500 \text{ cm}^3 = 45 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 45 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 62,775 \text{ gr}$$

- Massa *soda-lime glass*

$$V_{slg} = 0,05 \times 500 \text{ cm}^3 = 25 \text{ cm}^3$$

$$M_{slg} = 25 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 61 \text{ gr}$$

6. Komposisi bahan 5% *fly ash* dan 7% *soda-lime glass* (Genteng 6)

- Massa PP

$$100\%V_c - 5\%V_{fa} - 7\%V_{slg} = 88\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,88 \times 500 \text{ cm}^3 = 440 \text{ cm}^3$$

$$M_{pp} = 440 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 400,4 \text{ gr}$$

- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,05 \times 500 \text{ cm}^3 = 25 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 25 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 34,875 \text{ gr}$$

- Massa *soda-lime glass*

$$V_{slg} = 0,07 \times 500 \text{ cm}^3 = 35 \text{ cm}^3$$

$$M_{slg} = 35 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 85,4 \text{ gr}$$

7. Komposisi bahan 9% *fly ash* dan 7% *soda-lime glass* (Genteng 7)

- Massa PP

$$100\%V_c - 9\%V_{fa} - 7\%V_{slg} = 84\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,84 \times 500 \text{ cm}^3 = 420 \text{ cm}^3$$

$$M_{pp} = 420 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 382,2 \text{ gr}$$

- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,09 \times 500 \text{ cm}^3 = 45 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 45 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 62,775 \text{ gr}$$

- Massa *soda-lime glass*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$V_{slg} = 0,07 \times 500 \text{ cm}^3 = 35 \text{ cm}^3$$

$$M_{slg} = 35 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 85,4 \text{ gr}$$

8. Komposisi bahan 5% *fly ash* dan 9% *soda-lime glass* (Genteng 8)

- Massa PP

$$100\%V_c - 5\%V_{fa} - 9\%V_{slg} = 86\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,86 \times 500 \text{ cm}^3 = 430 \text{ cm}^3$$

$$M_{pp} = 430 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 391,3 \text{ gr}$$

- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,05 \times 500 \text{ cm}^3 = 25 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 25 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 34,875 \text{ gr}$$

- Massa *soda-lime glass*

$$V_{slg} = 0,09 \times 500 \text{ cm}^3 = 45 \text{ cm}^3$$

$$M_{slg} = 45 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 109,8 \text{ gr}$$

9. Komposisi bahan 7% *fly ash* dan 5% *soda-lime glass* (Genteng 9)

- Massa PP

$$100\%V_c - 7\%V_{fa} - 5\%V_{slg} = 88\%V_{pp}$$

$$V_{pp} = 0,88 \times 500 \text{ cm}^3 = 440 \text{ cm}^3$$

$$M_{pp} = 440 \text{ cm}^3 \times 0,91 \text{ gr/cm}^3 = 400,4 \text{ gr}$$

- Massa *fly ash*

$$V_{fa} = 0,07 \times 500 \text{ cm}^3 = 35 \text{ cm}^3$$

$$M_{fa} = 35 \text{ cm}^3 \times 1,395 \text{ gr/cm}^3 = 48,825 \text{ gr}$$

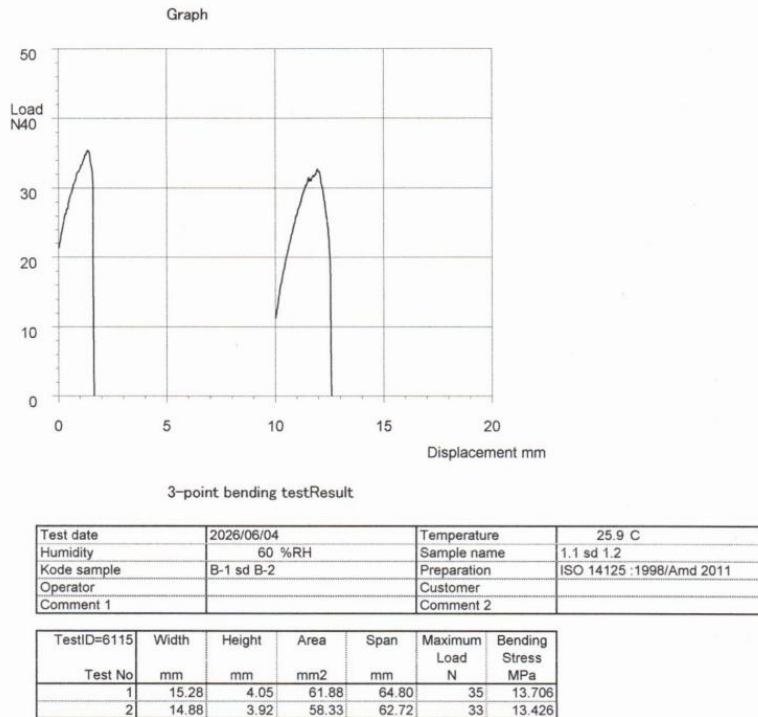
- Massa *soda-lime glass*

$$V_{slg} = 0,05 \times 500 \text{ cm}^3 = 25 \text{ cm}^3$$

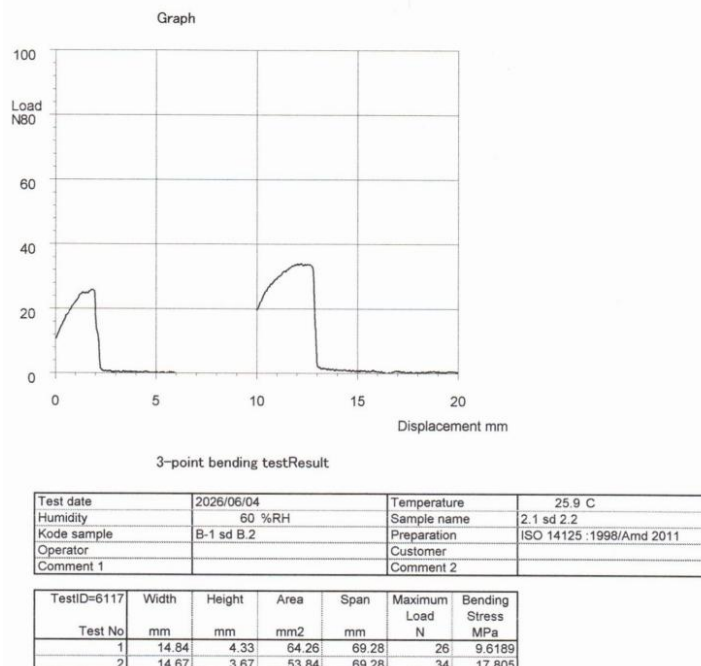
$$M_{slg} = 25 \text{ cm}^3 \times 2,44 \text{ gr/cm}^3 = 61 \text{ gr}$$

Lampiran 2. Hasil Uji Kuat Lentur Spesimen

1. Spesimen 1.1 dan 1.2



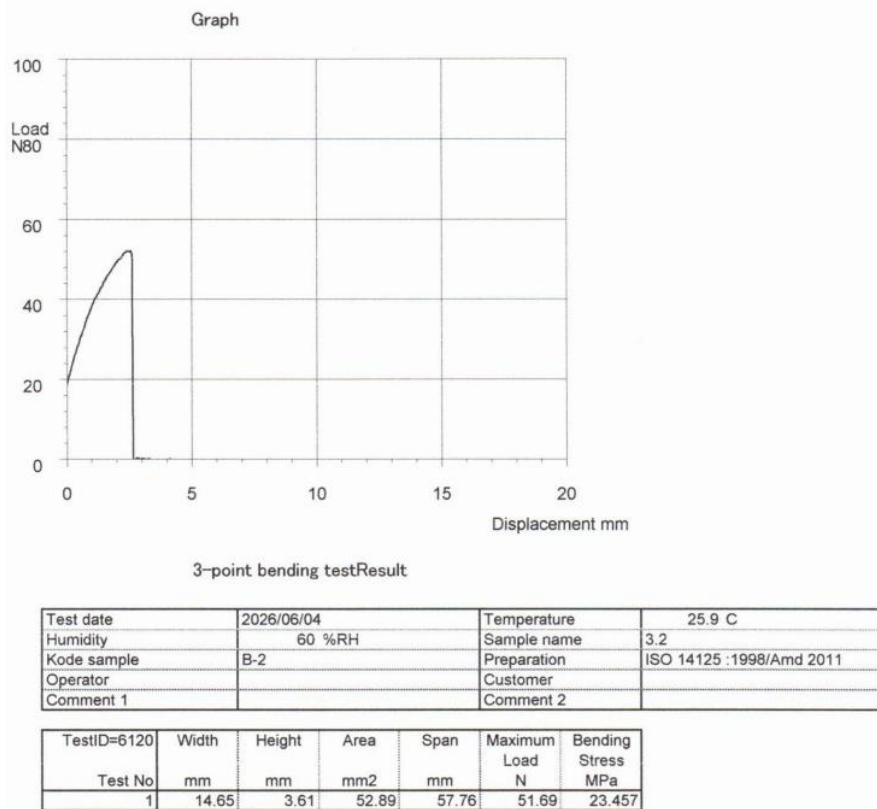
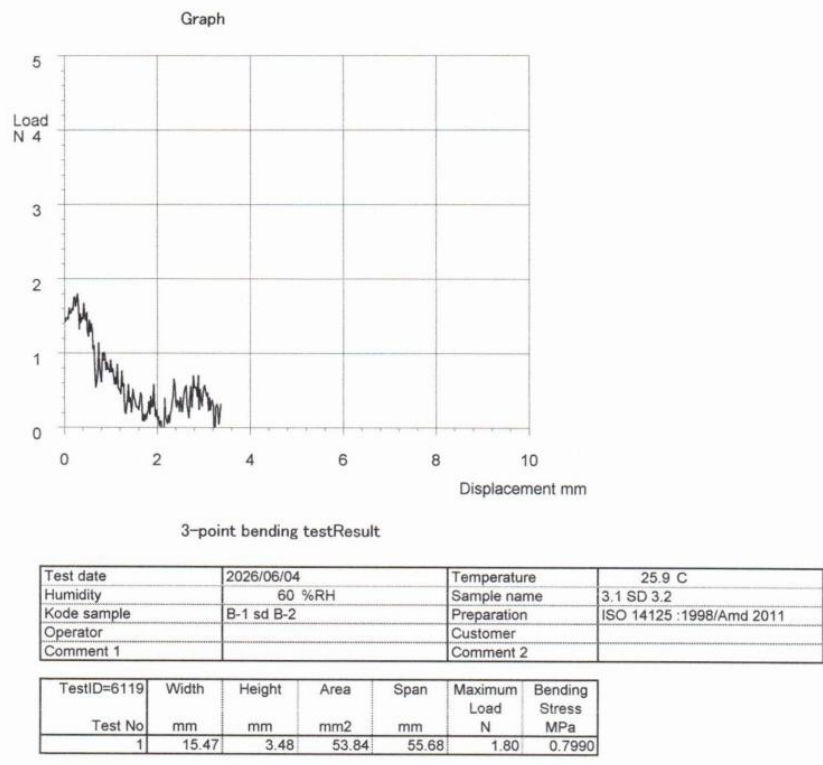
2. Spesimen 2.1 dan 2.2



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

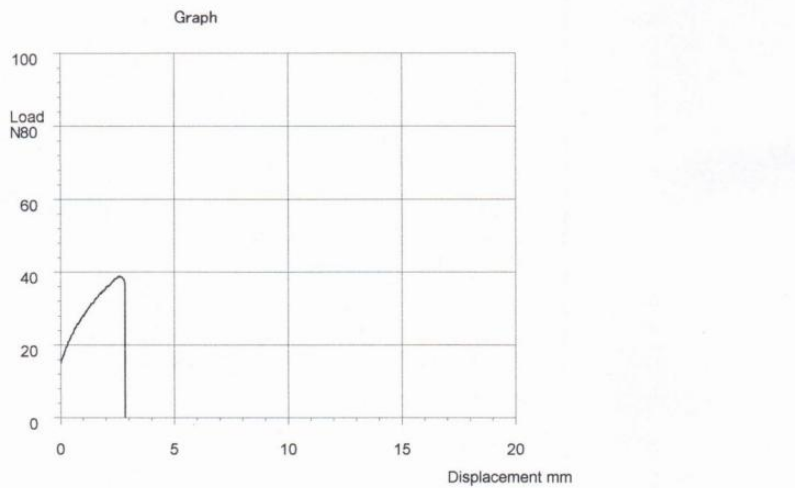
3. Spesimen 3.1 dan 3.2



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

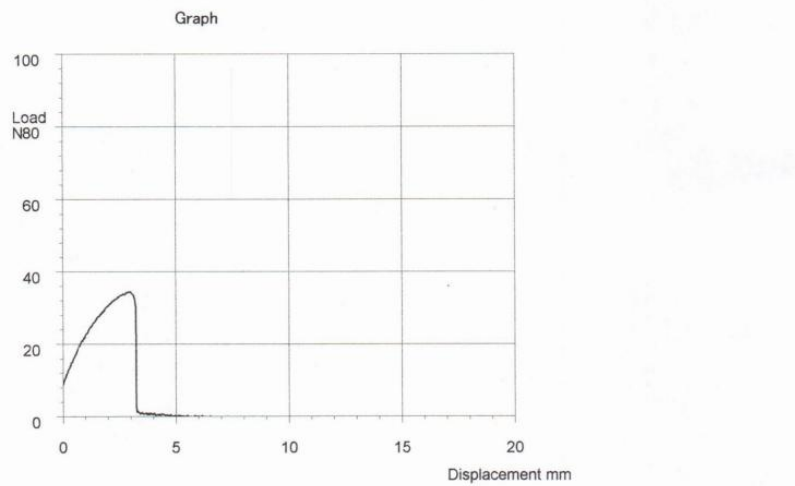
4. Spesimen 4.1 dan 4.2



3-point bending testResult

Test date	2026/06/04	Temperature	25.9 C
Humidity	60 %RH	Sample name	4.1
Kode sample	B-1	Preparation	ISO 14125 :1998/Amd 2011
Operator		Customer	
Comment 1		Comment 2	

TestID=6111	Width	Height	Area	Span	Maximum Load N	Bending Stress MPa
Test No	mm	mm	mm2	mm		
1	15.09	3.87	58.40	61.92	39	15.926



3-point bending testResult

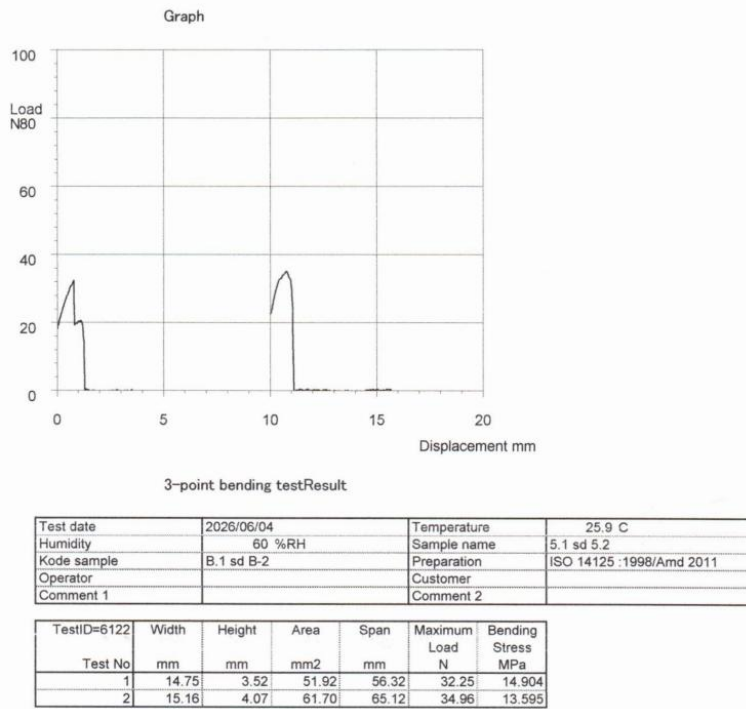
Test date	2026/06/04	Temperature	25.9 C
Humidity	60 %RH	Sample name	4.2
Kode sample	B-1	Preparation	ISO 14125 :1998/Amd 2011
Operator		Customer	
Comment 1		Comment 2	

TestID=6113	Width	Height	Area	Span	Maximum Load N	Bending Stress MPa
Test No	mm	mm	mm2	mm		
1	15.18	4.14	62.85	70.56	34	13.952

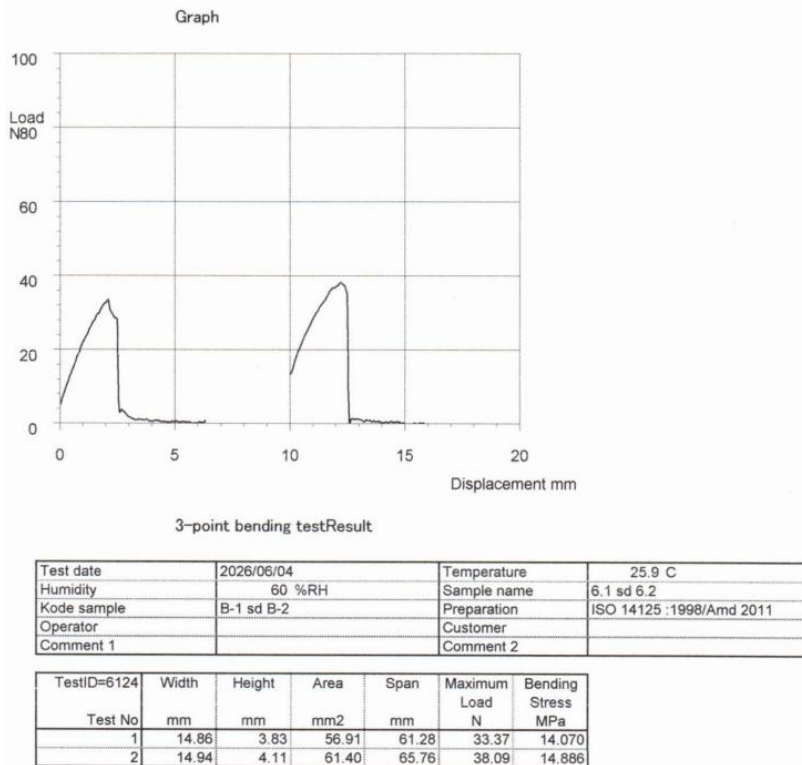
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Spesimen 5.1 dan 5.2



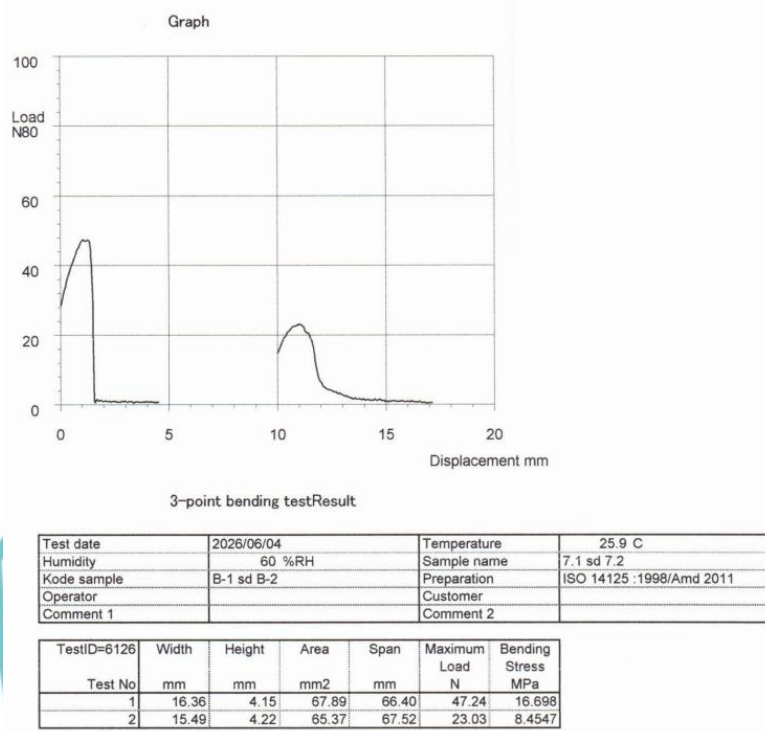
6. Spesimen 6.1 dan 6.2



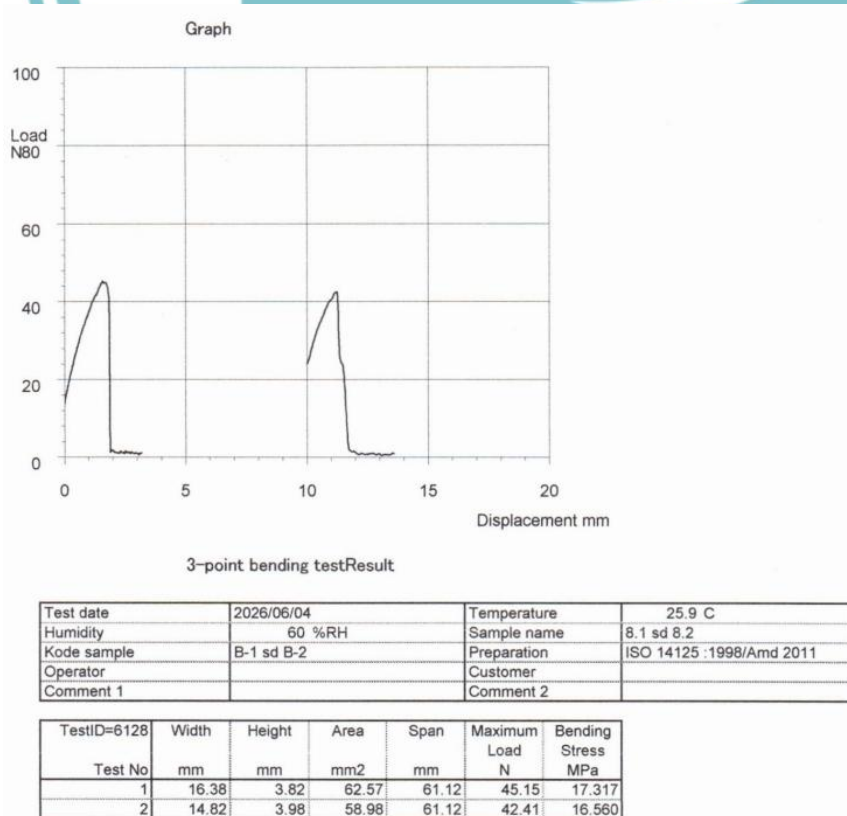
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Spesimen 7.1 dan 7.2



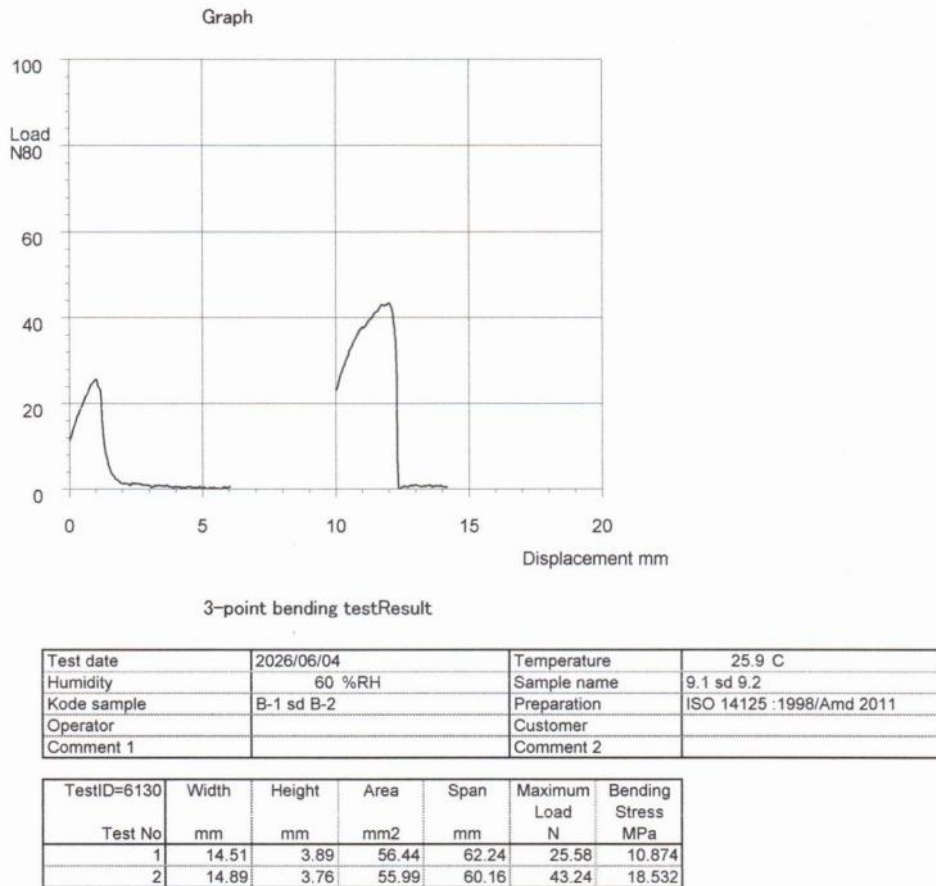
8. Spesimen 8.1 dan 8.2



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Spesimen 9.1 dan 9.2



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA