



PERPUSTAKAAN JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA



Jl. Jendral Soedirman KM 03 Cilegon. Email : perpus_mesin@untirta.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

Nomor : 01.15/Perpus-JTM/VI/2025

Operator Turnitin Jurusan Teknik Mesin Untirta Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa menerangkan bahwa Mahasiswa/i dengan identitas berikut:

Nama : Tubagus Arifin

NPM : 3331210036

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Jurnal : PENGARUH TEMPERATUR DI DALAM BARREL MESIN INJECTION
MOULDING TERHADAP SIFAT MEKANIK PRODUK BATANG
PLASTIK BERBAHAN LIMBAH PLASTIK

Menyatakan bahwa naskah Skripsi tersebut telah diperiksa *Index Similarity* dengan hasil sebesar **16 %**. Sesuai dengan pedoman yang berlaku *Index Similarity* $\leq 30\%$. Surat keterangan bebas plagiasi ini ditujukan sebagai syarat administrasi Tugas Akhir (TA).

Cilegon, 06 Juni 2025

Diketahui

Koordinator Asisten Perpustakaan



Agil Maulana

NPM. 3331210022

Disetujui

Petugas Perpustakaan

Dwi Bagus Setiawan

NPM. 3331220017

Note*

Operator Turnitin : Perpustakaan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

SKRIPSI_REVISI_APRIL_CEK_TUR NITIN-1747813282142

by Turnitin Checker

Submission date: 21-May-2025 09:48AM (UTC+0200)

Submission ID: 2681260931

File name: SKRIPSI_REVISI_APRIL_CEK_TURNITIN-1747813282142.pdf (2.19M)

Word count: 20987

Character count: 120018

**PENGARUH TEMPERATUR DI DALAM *BARREL* MESIN
INJECTION MOULDING TERHADAP SIFAT MEKANIK
PRODUK BATANG PLASTIK BERBAHAN LIMBAH
PLASTIK**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagai persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



Disusun oleh:

Tubagus Arifin
3331210036

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2025**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Pengaruh Temperatur Di Dalam *Barrel* Mesin *Injection Moulding* Terhadap Sifat Mekanik Produk Batang Plastik Berbahan Limbah Plastik”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana S1 Pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
2. Prof. Dr. A. Ali Alhamidi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. Hendra, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 1, yang senantiasa memberikan ilmu dan bimbingannya selama penelitian berlangsung.
4. Ibu Shofiatul Ula, M.Eng. selaku dosen pembimbing 2, yang senantiasa memberikan ilmu dan bimbingannya selama penelitian berlangsung
5. Bapak Yusvardi Yusuf, ST., MT. selaku Koordinator Tugas Akhir periode saat ini di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
6. Seluruh staff dan jajaran dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
7. Orang tua penulis yaitu Bapak Tasrif dan almarhum Ibu Rodiyah Handayani yang telah memberikan dukungan baik secara doa maupun material selama kuliah di jurusan Teknik Mesin Untirta.
8. Dahlia selaku kakak dari penulis yang senantiasa memberikan doa dan semangat selama proses perkuliahan di jurusan Teknik Mesin Untirta.
9. Terima kasih juga kepada teman teman Angkatan 2021 yang telah memberikan pandangan, arahan serta solusi dari permasalahan penulisan laporan kali ini.

13
Dengan demikian, penulisan tugas akhir dengan segala kekurangan dan segala keterbatasan. penelitian harap tugas akhir yang dibuat dapat bermanfaat untuk pembaca dan dapat bermanfaat untuk masa yang akan datang. Atas segala kekurangan dan keterbatasan penulis mohon untuk memberikan saran dan kritik yang membangun agar dapat mengevaluasi dan membuat penulisan yang baik lagi kedepannya.

Cilegon, 20 Mei 2025

Tubagus Arifin

ABSTRAK

PENGARUH TEMPERATUR DI DALAM *BARREL* MESIN *INJECTION MOULDING* TERHADAP SIFAT MEKANIK PRODUK BATANG PLASTIK BERBAHAN LIMBAH PLASTIK

Disusun Oleh :

TUBAGUS ARIFIN

NIM. 3331210036

Penggunaan plastik sebagai pengganti logam dalam berbagai aplikasi rumah tangga dan otomotif semakin meningkat karena sifatnya yang ringan, elastis, tahan lama, dan biaya produksinya yang rendah. Namun, peningkatan konsumsi plastik menimbulkan masalah lingkungan serius akibat akumulasi limbah plastik yang sulit terurai. Untuk mengurangi dampak ini, pemanfaatan plastik daur ulang menjadi alternatif yang menjanjikan, meskipun menghadapi tantangan terkait penurunan sifat mekanik akibat proses daur ulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur pada proses *injection molding* terhadap sifat mekanik batang plastik yang terbuat dari paduan LDPE, HDPE, dan PP. Metode yang digunakan meliputi pembuatan sampel dengan komposisi HDPE 50%, LDPE 20%, dan PP 30% pada dua temperatur berbeda, yaitu 190°C dan 200°C. Pengujian sifat mekanik dilakukan melalui uji tarik dan uji impak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada temperatur 200°C, paduan murni menghasilkan sifat mekanik terbaik dengan tegangan tarik maksimum sebesar 23,67 MPa, regangan 14,04%, modulus elastisitas 198,88 MPa, dan nilai impak 1,077 Joule/mm². Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan temperatur proses dapat memperbaiki sifat mekanik produk plastik daur ulang, sehingga berpotensi mendukung pengembangan material plastik yang lebih ramah lingkungan.

Kata Kunci: Plastik Daur Ulang, *Injection Molding*, LDPE, HDPE, PP, Sifat Mekanik

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE INSIDE THE INJECTION MOLDING MACHINE BARREL ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF PLASTIC ROD PRODUCTS MADE FROM PLASTIC WASTE

Compiled By :

TUBAGUS ARIFIN

NIM. 3331210036

The increasing use of plastics as substitutes for metals in household and automotive applications is attributed to their lightweight, elasticity, durability, and low production costs. However, the growing consumption of plastics has led to significant environmental concerns due to the accumulation of non-biodegradable plastic waste. To mitigate these impacts, utilizing recycled plastics presents a promising alternative, despite challenges related to the degradation of mechanical properties during recycling processes. This study aims to analyze the effect of temperature variations in the injection molding process on the mechanical properties of plastic rods composed of a blend of Low-Density Polyethylene (LDPE), High-Density Polyethylene (HDPE), and Polypropylene (PP). Samples were prepared with a composition of 50% HDPE, 20% LDPE, and 30% PP, processed at two different temperatures: 190°C and 200°C. Mechanical properties were evaluated through tensile and impact tests. The results indicated that at 200°C, the pure blend exhibited superior mechanical properties, with a maximum tensile strength of 23.67 MPa, elongation of 14.04%, elastic modulus of 198.88 MPa, and an impact value of 1.077 Joule/mm². These findings suggest that increasing the processing temperature can enhance the mechanical properties of recycled plastic products, potentially supporting the development of more environmentally friendly plastic materials.

Keywords: Recycled Plastic, Injection Molding, LDPE, HDPE, PP, Mechanical Properties

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	3 ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	
2.1 <i>State of Art</i>	4
2.2 Sampah Plastik	5
2.3 Jenis-Jenis Plastik dan Kode Plastik	7
2.4 <i>Injection Moulding</i>	11
2.5 Bagian-Bagian <i>Injection Moulding</i>	12
2.6 Pengujian Sifat Mekanik	14
2.7 Rumus Uji Tarik dan Uji Impak	16
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	
3.1 Diagram Alir Percobaan	18
3.2 Peralatan Penelitian	20
3.2.1 Alat yang Digunakan	20
3.2.2 Bahan yang Digunakan	25
3.3 Metode Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.4.1 Prosedur Proses Pencacahan Limbah Plastik dengan Jenis HDPE, LDPE, Dan PP	28
3.4.2 Prosedur Proses Pembuatan Sempel Menggunakan Mesin <i>Injection Moulding</i>	29

3.4.3	Proses Pengujian Tarik.....	33
3.4.4	Proses Pengujian Impak	34
3.4.5	Proses Pengolahan Data	34
36	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Data Hasil Pengujian Uji Tarik	36
4.2	Data Hasil Pengujian Uji Impak	65
4.3	Analisis Hasil	48
		72
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran	77
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

16
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sampah Plastik.....	7
Gambar 2.2 Kode Plastik PET.....	8
Gambar 2.3 Kode Plastik HDPE	8
Gambar 2.4 Kode Plastik PVC	9
Gambar 2.5 Kode Plastik LDPE.....	10
Gambar 2.6 Kode Plastik PP	11
Gambar 2.7 Kode Plastik PS	11
Gambar 2.8 Kode Plastik <i>Other</i>	11
Gambar 2.9 Komponen Mesin <i>Injection moulding</i>	13
Gambar 2.10 Alat Uji Tarik.....	15
Gambar 2.11 Alat Uji Impack	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.2 Mesin <i>Injection Moulding</i>	21
Gambar 3.3 Mesin Pencacah Plastik	22
Gambar 3.4 Cetakan Batang Plastik	22
Gambar 3.5 Cetakan Uji Impak	23
Gambar 3.6 Cetakan Uji Tarik	23
Gambar 3.7 Neraca Digital	23
Gambar 3.8 Klem	24
Gambar 3.9 Sikat Kawat.....	24
Gambar 3.10 Jangka Sorong.....	24
Gambar 3.11 Alat Uji Impack	25
Gambar 3.12 Alat Uji Tarik.....	25
Gambar 3.13 Limbah Plastik LDPE	26
Gambar 3.14 Limbah Plastik HDPE	26
Gambar 3.15 Limbah Plastik PP	26
Gambar 3.16 Minyak Goreng.....	27
Gambar 3.17 Mesin <i>Injection Moulding</i>	29

Gambar 3.18 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk Sempel Uji Tarik	29
Gambar 3.19 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk Sempel Uji Impak	30
Gambar 3.20 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk Produk Batang Plastik	30
Gambar 3.21 Menyiapkan Cetakan	31
Gambar 3.22 Mengoleskan Minyak Goreng Pada Cetakan	31
Gambar 3.23 Mengatur Suhu Pada Mesin <i>Injection Moulding</i>	31
Gambar 3.24 Memasukkan Cacahan Limbah Plastik	32
Gambar 3.25 Menginjeksikan Limbah Plastik	32
Gambar 3.26 Mengeluarkan Sempel Dari Cetakan	33
Gambar 4.1 Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe I	36
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni dan Daur Ulang Pada Temperatur 190°C	38
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni dan Daur Ulang Pada Temperatur 200°C	39
Gambar 4.4 Perbandingan Hasil uji tarik LDPE Murni 190°C & LDPE Murni Temperatur 200°C	40
Gambar 4.5 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Daur Ulang 190°C & LDPE Daur Ulang Temperatur 200°C	42
Gambar 4.6 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C	43
Gambar 4.7 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C	45
Gambar 4.8 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni 190°C & HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C	46
Gambar 4.9 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni 190°C & HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C	47
Gambar 4.10 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C	49
Gambar 4.11 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C	50
Gambar 4.12 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni 190°C & PP Daur Ulang	

Temperatur 200°C	52
Gambar 4.13 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Daur Ulang 190°C & PP Daur Ulang Temperatur 200°C	53
Gambar 4.14 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C	55
Gambar 4.15 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 200°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C	57
Gambar 4.16 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C	59
Gambar 4.17 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 200°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C	61
Gambar 4.18 Spesimen Uji Impak ASTM D 256	65
Gambar 4.19 Grafik Nilai Uji Impak Plastik Murni dan Daur Ulang	68
Gambar 4.20 Hasil Uji Impak Plastik Paduan Murni & Paduan Daur Ulang	70
Gambar 4.21 Cacat Pada Balok Plastik Daur Ulang Temperatur 190°C	73
Gambar 4.22 Cacat Pada Balok Plastik Daur Ulang Temperatur 200°C	74
Gambar 4.23 Cacat Pada Balok Plastik Murni Temperatur 190°C	75
Gambar 4.24 Cacat Pada Balok Plastik Murni Temperatur 200°C	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>State of Art</i>	4
Tabel 2.2 <i>Basic Properties of HDPE</i>	8
Tabel 2.3 <i>Basic Properties of LDPE</i>	9
Tabel 2.4 <i>Basic Properties of PP</i>	10
Tabel 4.1 <i>Specimen Dimensions for Thickness ASTM D638 Type I</i>	36
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C	37
Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C	38
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni 190°C & LDPE Murni Temperatur 200°C	40
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Daur Ulang 190°C & LDPE Daur Ulang Temperatur 200°C	42
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C	43
Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C	44
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni 190°C & HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C	45
Tabel 4.9 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE DU 190°C & HDPE DU 200°C	46
Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C	48
Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C	50
Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni 190°C & PP Murni Temperatur 200°C	51

Tabel 4.13	Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Daur Ulang 190°C & PP Daur Ulang Temperatur 200°C	53
Tabel 4.14	Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C	55
Tabel 4.15	Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 200°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C	56
Tabel 4.16	Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Murni Temperatur 200°C	58
Tabel 4.17	Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C	60
Tabel 4.18	Dimensi Spesimen Uji Impak ASTM D236.....	66
Tabel 4.19	Hasil Uji Impak Plastik Murni & Daur Ulang	67
Tabel 4.20	Hasil Uji Impak Plastik Paduan Murni & Paduan Daur Ulang	69
Tabel 4.21	Patahan Spesimen Paduan Daur Ulang (HDPE+ LDPE+PP)	71
Tabel 4.22	Patahan Spesimen Paduan Murni (HDPE+ LDPE+PP)	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang plastik banyak diminati, menggantikan peralatan-peralatan rumah tangga dan komponen di bidang otomotif, yang sebelumnya terbuat dari bahan logam berpindah ke bahan plastik, dikarenakan sifat elastisitasnya yang baik dan ringan, tahan lama, dan biaya produksinya yang rendah [1]. Namun, penggunaan plastik yang semakin meluas juga menimbulkan masalah lingkungan yang serius, terutama terkait dengan limbah plastik yang sulit terurai. Menurut data statistik, Indonesia menghasilkan sekitar 5,4 juta ton sampah plastik per tahun, menjadikannya salah satu negara dengan jumlah limbah plastik terbesar di dunia [2].

Dalam Plastik jenis ini memiliki sifat mekanik yang berbeda-beda, yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk temperatur proses produksi. mesin *injeksi moulding* sering digunakan untuk memproduksi barang-barang plastik secara massal. mesin *injeksi moulding* bekerja dengan cara memanaskan bahan plastik hingga meleleh, kemudian menyuntikkannya ke dalam cetakan untuk membentuk produk sesuai dengan desain yang diinginkan. Namun, penggunaan plastik daur ulang dalam proses ini menghadirkan tantangan tersendiri, terutama terkait dengan sifat mekanik produk yang dihasilkan [3]. Namun, penggunaan plastik daur ulang dalam proses ini menghadirkan tantangan tersendiri, terutama terkait dengan sifat mekanik produk yang dihasilkan. Plastik daur ulang mungkin memiliki degradasi sifat mekanik akibat proses penggunaan sebelumnya dan penurunan kualitas selama daur ulang. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana faktor-faktor seperti temperatur dalam proses *injeksi moulding* dapat mempengaruhi sifat mekanik plastik daur ulang.

Dengan melihat pentingnya pengaruh temperatur terhadap sifat mekanik produk plastik, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur pada proses *injeksi moulding* terhadap sifat mekanik produk batang

plastik yang terbuat dari paduan LDPE, HDPE, dan PP. Diharapkan hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya pengelolaan sampah plastik dan pengembangan material plastik yang lebih ramah lingkungan.

24

1.2 Rumusan Masalah

18

Berikut ini merupakan pemaparan dari rumusan masalah yang akan diteliti pada penelitian kali ini yaitu, diantaranya sebagai berikut.

1. Temperatur mana yang memberikan sifat mekanik paling bagus untuk produk batang plastik dengan paduan 3 jenis plastik yang dihasilkan dengan metode *injection moulding*?
2. Bagaimana Menganalisis hasil pengujian sifat mekanik dari paduan plastik LDPE, HDPE, dan PP?

1.3 Tujuan Penelitian

46

Berikut ini merupakan perincian terkait tujuan penelitian yang didasarkan pada rumusan masalah di atas yaitu, diantaranya sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh temperatur mana yang memberikan sifat mekanik paling bagus untuk produk batang plastik dengan paduan 3 jenis plastik yang dihasilkan dengan metode *injection moulding*.
2. Menganalisa hasil pengujian sifat mekanik dari paduan plastik LDPE, HDPE, dan PP.

24

1.4 Batasan Masalah

67

Berikut ini merupakan penjabaran dari penjelasan terkait dengan batasan masalah yang akan menjadi acuan pada penelitian kali ini, yaitu

1. Penelitian ini hanya akan memfokuskan pada tiga jenis plastik, yaitu LDPE, HDPE, dan PP.
2. Produk plastik yang dianalisis adalah batang plastik yang diproduksi menggunakan mesin *injection moulding*.
3. Variasi temperatur selama proses pemanasan yaitu 190°C & 200°C.
4. Mesin *injection moulding* yang digunakan mesin yang ada di fakultas

teknik untirta

57

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut ini merupakan manfaat dari yang akan didapatkan oleh penulis yaitu sebagai berikut.

1. Mengurangi limbah plastik dilingkungan sekitar.
2. Menghemat Biaya Produksi Dengan mengetahui pengaruh suhu terhadap kekuatan plastik, perusahaan bisa lebih efisien dalam proses produksi.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of Art*

Dalam beberapa tahun terakhir, masalah limbah plastik telah menjadi perhatian global yang mendesak. Dengan meningkatnya produksi plastik dan penggunaannya dalam berbagai sektor, limbah plastik yang dihasilkan juga meningkat secara signifikan. Adapun penelitian- penelitian tersebut ialah sebagai berikut.

Tabel 2.1 *State of Art*

NO	Judul Dan Tahun Penelitian	Deskripsi	Hasil Penelitian
1	Pengelolaan Sampah di Indonesia (2017)	Penelitian ini mengeksplorasi regulasi sampah yang lemah di Indonesia dan pengaruhnya terhadap partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah. Ditemukan bahwa program berbasis masyarakat seperti komposting dan bank sampah diperlukan.	Volume sampah harian di kota-kota besar: Jakarta 7,000 m ³ , Surabaya 3,500 m ³ , Bandung 2,500 m ³ , Semarang 1,500 m ³ , Yogyakarta 1,000 m ³ . Jenis plastik yang umum ditemukan adalah PP, LDPE, HDPE, PVC, PET, dan Styrofoam.
2	Daur Ulang Plastik HDPE Menjadi Produk Baru (2021)	Fokus pada pembuatan asbak dari plastik HDPE daur ulang dengan metode eksperimen. Penelitian ini melibatkan pengumpulan, pembersihan, pemotongan,	Penggunaan warna mempengaruhi penampilan produk akhir; meskipun ada kekurangan seperti permukaan tidak rata, ada potensi besar dalam mengurangi sampah plastik.

		pemanasan, dan pencetakan plastik HDPE.	
3	85 Pengaruh Variasi Jenis Sampah Plastik terhadap Volume Minyak Hasil Pirolisis (2024)	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk n₅₆ evaluasi volume minyak hasil pirolisis dari jenis sampah plastik HDPE, LDPE, dan PP pada temperatur 400°C.	Volume minyak: PP 921 mL (tertinggi), LDPE 449 mL, HDPE 400 mL; PP lebih mudah terdekomposisi dan memiliki volatilitas lebih tinggi.
4	Pendayagunaan Limbah Plastik Menjadi Ecopaving (2020)	Menganalisis penggunaan limbah plastik HDPE dan LDPE dalam pembuatan paving block melalui penelitian kepustakaan. Penelitian ini mengkaji kelebihan dan kekurangan dari penggunaan plastik dalam paving block.	Paving block dengan campuran 1 kg limbah plastik HDPE dan 2 kg pasir dapat mencapai kuat tekan hingga 17 MPa.
5	3 Pengaruh Temperatur Proses Injeksi Terhadap Sifat Mekanis Bahan Polypropylene Daur Ulang (2020)	Menggunakan metode eksperimen untuk melihat pengaruh variasi temperatur injeksi (190°C, 220°C, 250°C) terhadap 15 sifat mekanik polypropylene daur ulang menggunakan mesin <i>injection moulding</i> .	Kekuatan tarik tertinggi pada 190°C (33,2 MPa); semakin tinggi temperatur <i>injeksi</i> menyebabkan peningkatan rongga pada spesimen yang menurunkan

6	Analisa Pengaruh Paduan Jenis Plastik PP, HPDE, DAN LDPE Daur Ulang Pada Pembuatan Produk Plastik <i>Beam</i> Dengan Mesin <i>Injection Moulding</i> (2025)	Menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis pengaruh paduan jenis plastik daur ulang (PP, HDPE, dan LDPE) terhadap sifat mekanik produk plastik <i>beam</i> yang dihasilkan menggunakan mesin <i>injection molding</i> , temperatur injeksi 190°C	Hasil penelitian menunjukkan bahwa paduan (PP + HDPE) memberikan nilai uji tarik terbaik dengan tegangan tarik sebesar 26,2 MPa, regangan 29,2%, dan modulus elastisitas 89,6 MPa. Untuk uji impak, paduan yang sama menghasilkan nilai rata-rata sebesar 0,168 Joule/mm ² . Penelitian ini menyimpulkan bahwa paduan (PP + HDPE) dapat dijadikan referensi untuk pembuatan produk plastik <i>beam</i> yang memiliki sifat mekanik yang baik dan tahan terhadap beban serta benturan.
---	---	--	--

2.2 Sampah Plastik

Plastik merupakan salah satu jenis sampah dengan jumlah paling banyak di dunia. Komposisi sampah plastik di Indonesia setiap tahun mengalami pertambahan sekitar 5-6% sejak tahun 2000. Data ini semakin diperjelas dengan posisi Indonesia pada nomor dua teratas setelah China sebagai pembuang sampah plastik tertinggi sebanyak 8,96 ton per tahunnya [7]. Namun, penggunaan plastik yang semakin meluas juga menimbulkan masalah lingkungan yang serius, terutama terkait dengan limbah plastik yang sulit terurai. Menurut data statistik, Indonesia menghasilkan sekitar 5,4 juta ton sampah plastik per tahun, menjadikannya salah satu negara dengan jumlah limbah plastik terbesar di dunia [2].



Gambar 2.1 Sampah Plastik
(Sumber: limbahorganik.com)

Plastik juga senyawa organik yang sangat mudah dibentuk, punya rantai yang panjang karena tersusun atas polimerisasi bahan organik dan memiliki berat molekul yang besar. Plastik terbuat dari karbon, hidrogen dan atom-atom lainnya yang terikat dalam rantai molekul panjang yang disebut polimer. Plastik tidak ditemukan di alam, tetapi dibuat dari produk-produk batubara, minyak bumi, katun, kayu gas, garam dan air. Plastik digunakan untuk membuat berbagai macam materi, termasuk perabot, komputer dan mainan. Plastik sangat berguna karena kuat, ringan dan tahan terhadap panas dan bahan kimia dibandingkan banyak materi lain [8].

2.3 Jenis-Jenis Plastik dan Kode Plastik

Ada berbagai macam jenis plastik. Secara sederhana, jenis plastik dapat diketahui pada bagian bawah kemasan plastik terdapat kode berupa angka dari 1 sampai 7 yang menunjukkan jenis plastik yang digunakan adapun 7 jenis plastik tersebut adalah [9].

a. PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) ini adalah plastik yang bersifat tahan lama kuat dan mudah dibentuk pada saat kondisi panas. Plastik dengan kode panah segi tiga dan nomor 1 di tengah, plastik PET ini adalah plastik yang disarankan dengan satu kali pakai bila digunakan. Plastik ini dapat ditemukan sehari-hari pada beberapa wadah makanan, minuman, dan juga botol air mineral.



Gambar 2.2 Kode Plastik PET

(Sumber: aagiems.com)

1
b. HDPE (*High Density Polyethylene*)

Plastik jenis ini yaitu HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah plastik yang memiliki sedikit cabang pada rantai antara molekulnya yang menyebabkan plastik ini memiliki densitas yang rendah, dibanding dengan plastik jenis *low density*. Dengan demikian plastik *high density* adalah plastik yang mempunyai sifat bahan yang lebih kuat, keras buram dan lebih tahan terhadap suhu yang tinggi.

19
Tabel 2.2 *Basic Properties of HDPE*

Sifat	Nilai
<i>Hardness (Shore D)</i>	62
<i>Modulus of elasticity</i>	1250 Mpa
<i>Density</i>	952 kg/m ³
19 <i>Tensile Strength Ultimate</i>	30 Mpa
<i>Tensile Strength Yield</i>	21,9 Mpa
<i>Izod Impact</i>	3,7 J/cm
<i>Melting Point</i>	130°C



Gambar 2.3 Kode Plastik HDPE

(Sumber: aagiems.com)

¹
c. **PVC (Polyvinyl Chloride)**

PVC merupakan plastik yang paling sulit didaur ulang, plastik ini merupakan plastik dengan nomor kode tiga, sifat dari pvc sendiri adalah transparan sampai dengan warna keruh, plastik ini dapat tahan terhadap minyak dan lemak serta tidak mudah sobek plastik pvc dapat ditemukan pada pipa air, pipa bangunan, dan dapat juga digunakan sebagai nampan atau wadah makanan. Plastik ini diberi nomor kode dengan angka 3.



Gambar 2.4 Kode Plastik PVC

(Sumber: aagiems.com)

¹
d. **LDPE (Low Density Polyethylene)**

Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) adalah plastik dengan sifat yang kuat, agak tembus cahaya, fleksibel, dan pada permukaanya mengandung lemak. Pada suhu 60°C keadaanya sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya kekebalan terhadap uap air tergolong dalam kadar baik, akan tetapi plastik LDPE ini kurang baik terhadap gas yang lain seperti contoh gas oksigen. Plastik ini diberi nomor kode dengan angka 4.

Tabel 2.3 Basic Properties of LDPE

Sifat	Nilai
Hardness (Shore D)	54
Tensile Strength Ultimate	18 Mpa
Tensile Strength Yield	10,3 Mpa
Elongation at Break	400%
Modulus of elasticity	520 MPa
Melting Point	121°C



Gambar 2.5 Kode Plastik LDPE

(Sumber: aagiems.com)

1
e. PP (*Polypropilene Polypropene*)

PP (*Polypropilene Polypropene*) adalah plastik yang mempunyai sifat tahan panas, tahan minyak, dan tahan lemak. Plastik ini dicirikan dengan warna jernih atau transparan plastik ini juga tahan terhadap kadar asam yang sangat kuat biasanya plastik ini sering digunakan sebagai tempat makanan. Untuk kode nomor dari plastik ini ditetapkan dengan angka 5 plastik ini dapat ditemui pada wadah makanan plastik, gelas plastik, taperwerc.

Tabel 2.4 Basic Properties of PP

Sifat	Nilai
62 <i>Tensile Strength at Yield</i>	35 Mpa
<i>Tensile elongation at Yield</i>	10%
<i>Modulus of elasticity</i>	1500 MPa
15 <i>Density</i>	905 kg/m ³
<i>Notched Izod Impact Strength</i>	25 J/m
<i>Rockwell hardness (R-scale)</i>	102
<i>Melting Point</i>	160°C



Gambar 2.6 Kode Plastik PP

(Sumber: aagiems.com)

1
f. *PS (polystyrene)*

Plastik *PS (Polystyrene)* pada plastik jenis ini mempunyai sifat fisik yaitu ringan dan mudah dibentuk, mudah rusak. Jenis plastik ini diberi kode angka 6 dan plastik ini dapat dikenal dengan mudah biasanya plastik ini dapat dijumpai pada kotak makan dan lain lain.

**Gambar 2.7** Kode Plastik PS

(Sumber: aagiems.com)

1
g. *Other (O)*

Jenis plastik ini diberi kode nomor 7 dan tulisan *other*. Yang termasuk plastik other adalah plastik selain dari yang disebutkan di atas misalnya alat elektronik, sikat gigi dan mainan lego. Pengolahan sampah dengan metode pirolisis yang memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan dari pembuatan minyak pirolisis.

**Gambar 2.8** Kode Plastik *Other*

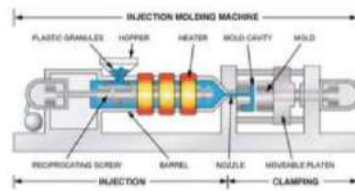
(Sumber: aagiems.com)

2.4 Injection Moulding

Injection moulding adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik yang dipanaskan dan diinjeksikan kedalam cetakan atau *mold*. *Mold* plastik pada prinsipnya adalah suatu alat (*tool*) yang digunakan untuk membuat komponen-komponen dari material plastik dengan mesin injeksi plastik. Faktor yang paling berpengaruh dalam proses *Injection moulding* yaitu luas penampang, ketebalan, *insert* yang panjang, tuntutan ukuran (toleransi) yang sesuai dan pemilihan material [10]. *Injection moulding* ialah salah satu teknik manufaktur yang paling umum digunakan dalam produksi massal produk plastik. Proses ini melibatkan melelehkan bahan baku plastik, seperti PP, menjadi bentuk cair dan menginjeksikannya ke dalam cetakan dengan tekanan tinggi [13]. Proses *injection moulding* menawarkan berbagai keunggulan, termasuk kecepatan produksi yang tinggi, presisi geometri produk yang tinggi, dan kemampuan untuk menghasilkan produk dalam volume besar dengan biaya yang relatif rendah [14]. prinsip kerja *Injection moulding* yaitu material plastik dimasukkan ke dalam *hopper* akan terbawa oleh srew yang berputar kedalam *barrel*, kemudian material plastik akan dicairkan di dalam *barrel* oleh pemanas atau *heater* dengan suhu yang sudah disesuaikan. Material plastik akan mencair dan siap diinjeksi kedalam cetakan, sebelum proses injeksi *mold* akan menutup dengan tekanan tertentu dan cairan plastik diinjeksikan kedalam cetakan atau *mold*, kemudian terjadi proses *holding* untuk menyempumakan produk dan menahan tekanan balik, setelah itu terjadi proses *charging* dan *cooling* yang berguna untuk pengisian material dan pendinginan produk plastik yang berada pada cetakan. Produk plastik yang sudah didinginkan akan dikeluarkan oleh *ejector* setelah cetakan atau *mold* membuka [15].

2.5 Bagian-Bagian Injection Moulding

Pada mesin *Injection moulding* terdapat beberapa bagian utama yang berperan penting pada saat proses pembuatan produk plastik, adapun bagian-bagian dari mesin *Injection moulding* yaitu sebagai berikut [10].



Gambar 2.9 Komponen Mesin *Injection moulding*

(Sumber: wixstatic.com)

a. *Hopper*

Hopper adalah tempat untuk menempatkan material plastik, sebelum masuk ke *barrel*. Biasanya untuk menjaga lembab material plastik, digunakan tempat penyimpanan khusus yang dapat mengatur lembab, sebab apabila kandungan air terlalu besar pada udara, dapat menyebabkan hasil injeksi yang tidak bagus

b. *Plastic Injection System*

Sistem ini berfungsi untuk melelehkan polimer sebelum diinjeksikan ke dalam cetakan. Di dalamnya terdapat *barrel* dan *screw* yang mencampur serta memanaskan polimer.

c. *Clamping System*

Clamping unit berfungsi untuk memegang dan mengatur gerakan dari *mold* unit, serta gerakan *ejector* saat melepas benda/produk dari *moulding* unit, pada *clamping* unit bisa mengatur berapa panjang gerakan *mold* saat di buka dan berapa panjang *ejector* harus bergerak

d. *Mold*

Mold Unit adalah bagian terpenting untuk mencetak produk plastik, bentuk benda/produk plastik sangat tergantung dari bentuk *mold*, karena setelah material plastik mencair kemudian akan diinjeksikan ke dalam cetakan atau *mold*, dan dinginkan maka terbentuklah produk plastik sesuai dengan bentuk *mold*, ada berbagai tipe *mold*, di sesuaikan dengan bentuk benda yang akan dibuat.

e. *Heater & Cooling System*

Sistem pemanas dan pendingin yang menjaga suhu material plastik

selama proses injeksi.

f. *Ejecting Unit*

Bagian yang berfungsi untuk mengeluarkan produk jadi dari cetakan setelah proses pendinginan selesai.

g. *Electric Hydraulic Control System*

Sistem kontrol yang mengatur operasi mesin secara keseluruhan.

2.6 Pengujian Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah karakteristik yang menggambarkan perilaku material saat menerima gaya atau deformasi. Sifat ini sangat penting dalam berbagai aplikasi industri, seperti konstruksi dan pembuatan komponen otomotif, adapun macam-macam pengujian sifat mekanik sebagai berikut.

- a. Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur. Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan-regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering diperlukan dalam kegiatan *engineering* untuk mengetahui sifat sifat mekanik suatu material. Mesin uji tarik terdiri dari beberapa bagian pendukung utama, diantaranya kerangka, mekanisme pengekam spesimen, sistem penarik dan mekanisme, serta sistem pengukur. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontiniu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai

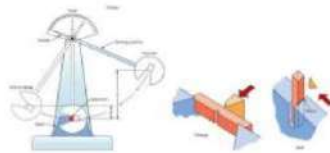
perpanjangan yang dialami benda uji [11].



Gambar 2.10 Alat Uji Tarik

(Sumber: .detech.co.id)

- b. Uji ¹⁴impak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Pada uji ⁶impak, digunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Perbedaan dari pembebanan jenis ini dapat dilihat pada strain ratenya. Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban ⁶impak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke benda uji [12]. Menurut Dieter, & Schmidt (2009) uji ⁶impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Hasil uji ⁶impak juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tiga dimensi yang terjadi pada batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian ⁶impak ini, juga tidak ada persetujuan secara umum mengenai interpretasi atau pemanfaatannya. Sejumlah uji ⁶impak batang uji bertakik dengan berbagai desain telah dilakukan dalam menentukan perpatahan rapuh pada logam. Metode yang telah menjadi standar untuk uji ⁶impak ini ada 2, yaitu uji ⁶impak metode *Charpy* dan metode *Izod*. [15].



Gambar 2.11 Uji ⁶impak

(Sumber: tensiontestmachine.com)

2.7 Rumus Uji Tarik dan Uji Impak

A. Tegangan Tarik

Tegangan adalah gaya yang bekerja pada suatu benda dibagi dengan luas permukaan tempat gaya itu bekerja [22].

Rumus:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik yang diberikan (N)

A = Luas penampang awal material (mm²)

B. Regangan

Regangan adalah seberapa banyak suatu benda berubah panjang setelah diberi gaya [22].

Rumusnya:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

ϵ = Regangan Tarik (*Strain*)

ΔL = Pertambahan Panjang spesimen

L_0 = Panjang awal spesimen

C. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah ukuran seberapa kaku atau lentur suatu bahan. Semakin besar nilai modulusnya, semakin kaku bahan itu [22].

Rumus:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ϵ = Regangan (%)

D. Nilai Impak

Rumus:

$$\text{Nilai Impak} = \frac{\text{Energi diserap (Joule)}}{\text{Luas Penampang (mm}^2\text{)}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

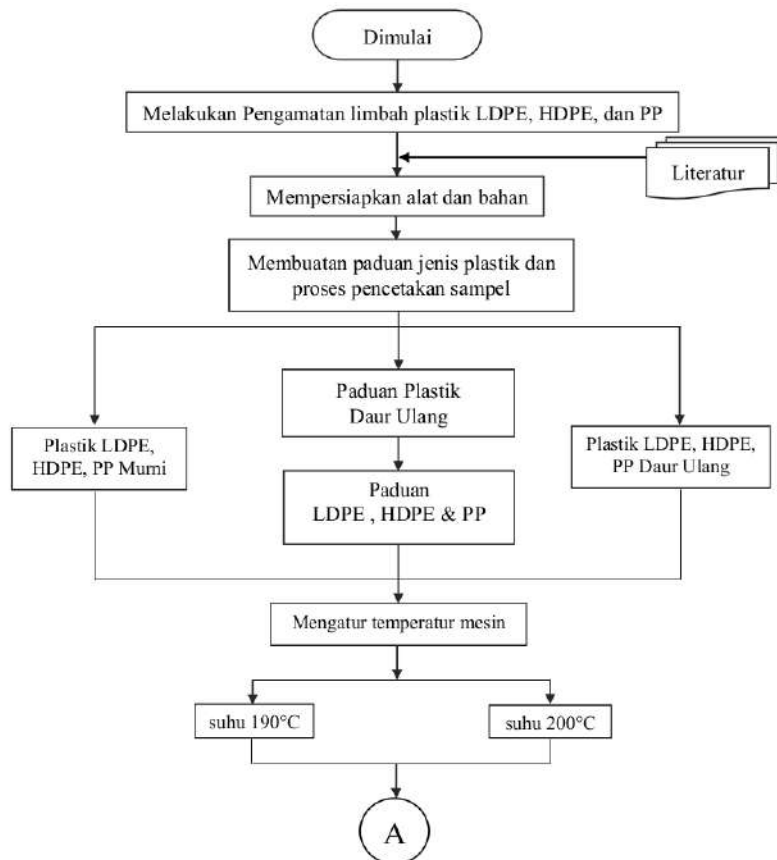
E = energi yang diserap (Joule)

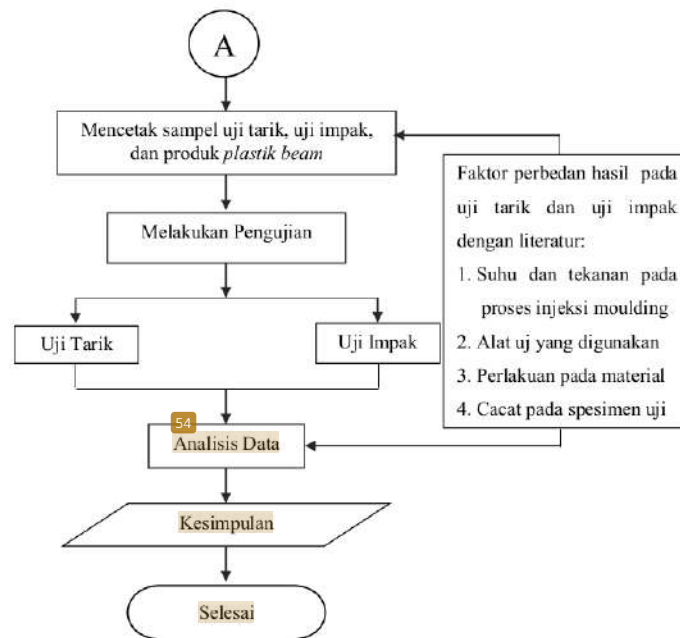
A = luas penampang di bawah takik (mm²)

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Diagram Alir Percobaan

Adapun diagram alir tahapan dari proses penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1 yaitu sebagai berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

1. Mulai

Bagian ini menandakan awal dari seluruh proses penelitian yang akan dilakukan.

2. Literatur

Tahapan ini merupakan pengumpulan informasi atau teori dari berbagai sumber referensi ilmiah yang mendukung pemahaman terhadap material LDPE, HDPE, dan PP yang digunakan dalam eksperimen.

3. Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini, alat-alat yang diperlukan seperti mesin cetak, bahan baku (LDPE, HDPE, PP), dan peralatan pengujian disiapkan untuk keperluan pembuatan paduan plastik.

4. Pembuatan Paduan Jenis Plastik dan Proses Pencetakan Sampel

Tahap pembuatan 3 paduan jenis limbah plastik melibatkan proses pencampuran LDPE 20% , HDPE 50%, dan PP 30% dengan variasi temperatur mesin barell di suhu 190°C dan 200°C. Sampel kemudian dicetak untuk keperluan uji tarik, impak, dan produk batang plastik.

5. Melakukan Pengujian

Setelah sampel dicetak dengan tiga variasi suhu tersebut, data diambil dari serangkaian uji yang melibatkan sifat mekanik material.

6. Uji Impak

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur ketahanan material terhadap benturan atau pukulan. Data yang diambil akan menunjukkan seberapa kuat material tersebut menghadapi gaya yang tiba-tiba.

7. Uji Tarik

Uji ini dilakukan untuk mengukur kekuatan tarik material, yaitu kemampuan material bertahan terhadap gaya yang menarik hingga putus.

8. Analisis Data

Setelah semua pengujian dilakukan, hasil data dari uji impak, kekerasan, dan tarik dianalisis. Tujuannya untuk melihat bagaimana variasi suhu mempengaruhi sifat mekanik paduan plastik.

9. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, peneliti menarik kesimpulan mengenai pengaruh variasi suhu terhadap sifat material paduan LDPE, HDPE, dan PP. Kesimpulan ini merangkum hasil dari keseluruhan eksperimen.

10. Selesai

Ini menandai akhir dari seluruh rangkaian proses penelitian yang dilakukan, termasuk eksperimen, pengujian, analisis, dan kesimpulan.

3.2 Peralatan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan oleh penulis pada saat penelitian yaitu sebagai berikut

3.2.1 Alat yang Digunakan

Adapun alat-alat yang akan digunakan oleh penulis pada saat

penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Mesin *Injection Moulding*

Mesin *Injection Moulding* berfungsi untuk membuat produk dari limbah plastik menjadi produk batang plastik dengan cara dilelehkan ke suatu cetakan.



Gambar 3.2 Mesin *Injection Moulding*

Berikut spesifikasi dari motor listrik dan *gearbox* yang digunakan pada alat *Injection Moulding* diatas :

a. Spesifikasi Motor Listrik

<i>Merk</i>	: NLG
<i>Time</i>	: HOC 11 – 4 – 4 – 1 – 5
<i>Power</i>	: 1.1 Kw / 1.5 HP
<i>Voltage</i>	: 220 V / 1 Phase
<i>Ampere</i>	: 9.8 A
<i>Frequency</i>	: 50 Hz
<i>Speed</i>	: 1480 r/min

b. Spesifikasi *Gearbox*

<i>Merk</i>	: WESTAR
<i>Model</i>	: WPA
<i>Ratio</i>	: 1:20

2. Mesin Pencacah Plastik

Mesin pencacah plastik berfungsi untuk mencacah limbah plastik menjadi potongan kecil untuk memudahkan Proses pengolahan dan daur ulang. Berikut spesifikasi dari mesin

pencacah plastik yang digunakan yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.3 Mesin Pencacah Plastik

Mesin Pencacah	: Tipe <i>Crusher</i>
Material Mesin	: Besi Baja
Ukuran Mesin	: 47 cm x 28 cm x 102, 2 cm
Lebar Box Pencacah	: 15 cm
Motor Listrik	: 0.37 Kw, 220V, 9.8 A

3. Cetakan (Batang Plastik , Uji Tarik, dan Uji Impak)

Cetakan plastik batang plastik dan cetakan uji impak terbuat dari bahan aluminium, sedangkan untuk cetakan uji tarik terbuat dari bahan plat besi,



Gambar 3.4 Cetakan Batang Plastik



Gambar 3.5 Cetakan Uji Impak



Gambar 3.6 Cetakan Uji Tarik

3. ⁶⁴ Neraca Digital

Neraca digital digunakan untuk mengukur massa dari bahan limbah plastik yaitu HDPE, LDPE, dan PP



Gambar 3.7 Nerca Digital

4. *Klem*

Klem berfungsi untuk menjepit dan mengamankan cetakan agar tetap tertutup rapat selama proses pencetakan.



Gambar 3.8 Klem

63

5. Sikat Kawat

Sikat kawat berfungsi untuk membersihkan *screw* yang kotor akibat limbah plastik yang sudah mengeras dan masi panas.



Gambar 3.9 Sikat kawat

42

6. Jangka Sorong

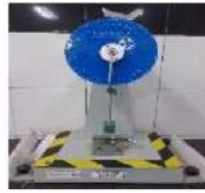
Jangka sorong suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang, lebar, dan tinggi suatu produk plastik yang telah dibuat.



Gambar 3.10 Jangka Sorong

7. Uji *Impack*

Alat uji *impack* berfungsi untuk menilai sejauh mana plastik beam dapat menyerap energi benturan tanpa mengalami kerusakan.



Gambar 3.11 Alat Uji *Impact*

8. Uji Tarik

Alat uji tarik berfungsi untuk mengevaluasi kemampuan batang plastik dalam menahan gaya tarik sebelum mengalami kegagalan.



Gambar 3.12 Alat Uji Tarik

43

3.2.2 Bahan yang Digunakan

Adapun alat-alat yang akan digunakan oleh penulis pada saat penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Limbah Plastik LDPE

LDPE adalah jenis plastik dengan kepadatan rendah dan fleksibilitas tinggi. Bahan ini tahan terhadap lembab dan memiliki sifat kimia yang baik. LDPE sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan daya tahan terhadap bahan kimia ringan. Contohnya yaitu Kantong plastik belanja dan Botol infus.



Gambar 3.13 Limbah Plastik LDPE

2. Limbah Plastik HDPE (*High-Density Polyethylene*)

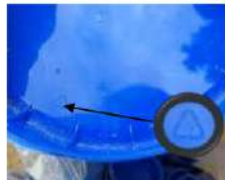
HDPE memiliki kepadatan tinggi dan kekuatan yang lebih besar dibandingkan LDPE. Bahan ini tahan terhadap benturan, suhu, dan bahan kimia. HDPE ideal untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan struktural. Contohnya Botol deterjen atau pembersih.



Gambar 3.14 Limbah Plastik HDPE

3. Limbah Plastik PP (*Polypropylene*)

²¹ *Polypropylene* adalah bahan plastik yang ringan dan memiliki ketahanan baik terhadap suhu dan bahan kimia. PP memiliki kekuatan tarik tinggi dan ketahanan terhadap deformasi, menjadikannya cocok untuk produk yang memerlukan ketahanan dan fleksibilitas Contohnya tutup kaleng susu dan aqua gelas.



Gambar 3.15 Limbah Plastik PP

4. Minyak Goreng

Minyak goreng dapat berfungsi sebagai pelumas untuk membantu melepaskan plastik beam dari cetakan selama proses *injection moulding*. Penggunaan minyak ini mencegah plastik menempel pada permukaan cetakan, sehingga memudahkan pengambilan produk tanpa merusak bagian luar plastik.



Gambar 3.16 Minyak Goreng

3.3 Metode Penelitian

Penelitian skripsi ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen, di mana penulis akan melaksanakan pembuatan batang plastik serta membuat sampel untuk pengujian (uji tarik dan uji impak) menggunakan berbagai paduan plastik daur ulang (LDPE, HDPE, Dan PP), suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 190°C dan 200°C untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap sifat mekanik dari setiap sampel yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, terdapat tiga jenis variabel yang dianalisis, yaitu variabel terikat, variabel bebas, dan variabel terkontrol. Rincian mengenai variabel yang digunakan dalam proses pengujian dapat dilihat di bawah ini.

1. Variabel Terikat

- a. Data yang diperoleh dari pengujian uji *impact*
- b. Data yang diperoleh dari pengujian uji tarik

2. Variabel Bebas

- a. Komposisi material yaitu LDPE 20%, HDPE 50%, dan PP 30%
- b. Jenis paduan plastik daur ulang (LDPE, HDPE, PP)

3. Variabel Kontrol

- a. Suhu dipakai 190°C dan 200°C
- b. Bentuk sampel dan ukuran sampel

66

3.4 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat dua prosedur utama yang dilaksanakan, yaitu prosedur proses pencacahan limbah plastik dari jenis HDPE, LDPE, dan PP, serta prosedur proses mesin *Injection moulding* untuk proses pembuatan produk.

3.4.1 Prosedur Proses Pencacahan Limbah Plastik dengan Jenis HDPE, LDPE, Dan PP

Adapun Prosedur Proses Pencacahan Limbah Plastik dengan Jenis HDPE, LDPE, Dan PP yaitu sebagai berikut

1. Mempersiapkan plastik daur ulang dari jenis LDPE, HDPE, atau PP serta mesin pencacah plastik.
2. Membersihkan plastik yang akan dicacah untuk memastikan tidak ada kotoran yang menempel, dan pilih berdasarkan jenisnya (LDPE, HDPE, atau PP).
3. Memeriksa kondisi pisau mesin pencacah untuk memastikan bahwa pisau dalam keadaan tajam dan terpasang dengan benar.
4. Mengatur parameter mesin sesuai spesifikasi yang diinginkan, termasuk kecepatan putaran pisau dan ukuran hasil cacahan.
5. Memasukkan plastik secara bertahap ke dalam *hopper* untuk menghindari penumpukan atau kelebihan beban pada mesin.
6. Memonitor proses pencacahan secara terus-menerus untuk memastikan mesin beroperasi dengan baik dan tidak mengalami masalah.
7. Mematikan mesin setelah semua limbah plastik dari jenis LDPE, HDPE, dan PP telah dicacah dengan baik.
8. Mengumpulkan hasil cacahan ke dalam wadah penampung yang sesuai dengan masing-masing jenis plastik.
9. Membersihkan mesin pencacah dari sisa-sisa hasil cacahan yang

mungkin masih menempel untuk menjaga kebersihan dan performa mesin.

3.4.2 Prosedur Proses Pembuatan Sempel Menggunakan Mesin *Injection Moulding*

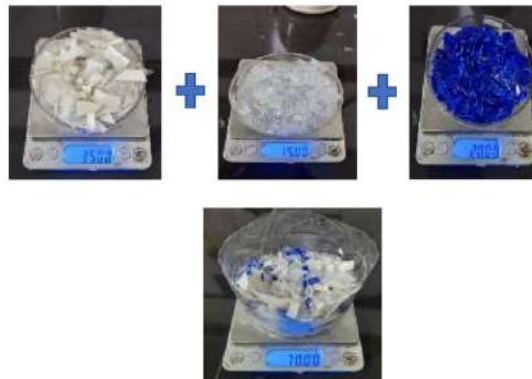
Adapun Prosedur Proses Pencacahan Limbah Plastik dengan Jenis LDPE, HDPE, dan PP yaitu sebagai berikut

1. Mempersiapkan alat mesin *Injection moulding* yang ingin digunakan.



Gambar 3.17 Mesin *Injection Moulding*

2. Menyiapkan bahan baku dari limbah plastik yaitu LDPE, HDPE, dan PP yang telah dicacah, sambil memastikan bahwa cacahan tersebut dalam kondisi kering.
 - a. Minimbang cacahan limbah plastik untuk sampel uji tarik dengan Paduan 3 jenis limbah plastik yaitu (HDPE) 35g , (LDPE) 15g, dan (PP) 20g% pada neraca timbangan dengan berat total 70g.



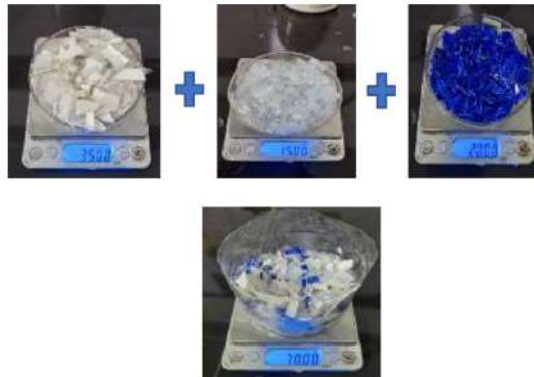
Gambar 3.18 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk
Sempel Uji Tarik

- b. Minimbang cacahan limbah plastik untuk sampel uji impak dengan Paduan 3 jenis limbah plastik yaitu (HPDE) 25g, (LDPE) 10g, dan (PP) 15g pada neraca timbangan dengan berat total 50g.



Gambar 3.19 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk
Sempel Uji Impak

- c. Minimbang cacahan limbah plastik untuk sampel batang plastik dengan Paduan 3 jenis limbah yaitu (HPDE) 35g, (LDPE) 15g, dan (PP) 20g pada neraca timbangan dengan berat total 70g.



Gambar 3.20 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk
Produk Batang Plastik

3. Menyiapkan cetakan yang akan digunakan.



Gambar 3.21 Menyiapkan Cetakan

4. Mengoleskan minyak goreng pada cetakan.



Gambar 3.22 Mengoleskan Minyak Goreng Pada Cetakan

5. Menyalakan mesin *Injection moulding* dan menunggu hingga suhu mesin mencapai tingkat yang diperlukan untuk memanaskan bahan baku dari cacahan limbah plastik Paduan LDPE, HDPE, dan PP.
6. Mengatur suhu pada mesin *Injection moulding* sesuai dengan kebutuhan penelitian untuk langkah ini, suhu diatur yaitu ada 2 variasi 190°C dan 200°C.



Gambar 3.23 Mengatur Suhu Pada Mesin *Injection Moulding*

7. Memasukkan cacahan limbah plastik yaitu HDPE, LDPE, dan PP kedalam *hopper* dengan komposisi yang telah di gabungkan HDPE 50 %, LDPE 20%, dan PP 30%.



Gambar 3.24 Memasukkan Cacahan Limbah Plastik

8. Menginjeksikan limbah plastik yang telah meleleh ke dalam cetakan melalui sistem *injeksi* yang ada pada mesin.



Gambar 3.25 Menginjeksikan Limbah Plastik

9. Menunggu hingga bahan plastik mengeras dan Mengeluarkan sempel dari cetakan dengan hati-hati.



Gambar 3.26 Mengeluarkan Sempel Dari Cetakan

10. Mengulangi proses pembuatan batang plastik dengan limbah plastik dengan temperatur yang berbeda serta menggunakan masing-masing cetakan yang berbeda seperti cetakan uji tarik dan uji impak.

3.4.3 Proses Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik dilakukan untuk mengukur kekuatan tarik dari material plastik yang mencakup nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas. Berikut adalah langkah-langkah dalam pengujian tarik tersebut.

1. Mempersiapkan alat uji tarik beserta dengan sampel yang akan diuji sesuai dengan standar ASTM D638 Tipe I
2. Mengukur panjang dan luas penampang awal sampel yang akan diuji tarik
3. Menyalakan mesin uji tarik dengan menghubungkannya pada stop kontak
4. Memasangkan benda uji pada bagian *grip*
5. Mengatur *grip* dengan menekan tombol *up* atau *down*. Tekan *stop* jika telah sesuai
6. Mengencangkan *grip* pada benda uji
7. Menginput data panjang awal sampel pada *display* melalui langkah-langkah berikut: klik *setup* – *enter* – tanda panah bawah – *length* – *enter*.
8. Menginput nilai luas area sampel pada *display* dengan langkah-langkah berikut: klik tombol panah bawah – *area* – *enter*

9. Menekan tombol *esc – esc* hingga muncul N dan mm pada *display*
10. Nolkan angka pada N dan mm dengan menekan tombol *zero*
11. Menekan tombol *test* sebanyak dua kali hingga warna merah menyala
12. Menekan tombol *down* untuk memulai pengujian tarik
13. Menggunakan handphone untuk merekam pertambahan panjang dan beban yang diberikan pada spesimen uji yang muncul pada *display* alat uji tarik.

3.4.4 Proses Pengujian Impak

Pengujian impak bertujuan untuk menentukan jumlah energi maksimum yang dapat diserap oleh material paduan sebelum mengalami keretakan. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah metode izod. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian impak.

1. Menyiapkan benda uji sesuai standar ASTM D256.
2. Mengukur kedalaman takik dan luas penampang spesimen uji impak.
3. Mengatur posisi skala 150 Joule pada bandul.
4. Meletakkan benda uji pada mesin uji impak dengan metode izod.
5. Melepaskan bandul dengan pembebanan 11 Joule dan catat energi yang diserap setelah bandul mengenai benda uji.
6. Melakukan percobaan dengan paduan dan jenis plastik yang berbeda.
7. Menghitung harga impak (HI) yang didapatkan pada setiap spesimen uji.

3.4.5 Proses Pengolahan Data

Setelah semua pengujian selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah mengumpulkan data hasil dari setiap pengujian. Data ini kemudian dianalisis. bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap sifat mekanik, yang dimana akan bisa menentukan kondisi optimal dalam proses produksi menggunakan *injeksi moulding* yang menunjukkan sifat mekanik terbaik berdasarkan hasil

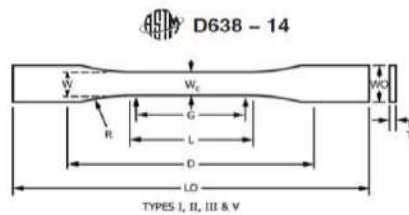
dari nilai pengujian. Hasil dari analisis ini akan digunakan untuk merumuskan kesimpulan dari penelitian yang telah dijalankan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian Uji Tarik

Pengujian uji tarik merupakan salah satu metode penting dalam analisis sifat mekanik material, khususnya untuk mengetahui kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian uji tarik pada material daur ulang dan murni yaitu LDPE, HDPE, dan PP. Dalam penelitian ini, standar yang digunakan untuk pengujian tarik adalah ASTM D638 Tipe I yang dapat dilihat pada gambar dan tabel yang ada dibawah ini.



Gambar 4.1 Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe I

Tabel 4.1 Specimen Dimensions for Thickness ASTM D638 Type I

Dimensions Type I	
W-Width of narrow section	13 mm
L- Length of narrow section	57 mm
WO-Width overall	19 mm
LO-Length Overall	165 mm
G-Gage Length	50 mm
D-Distance Between grips	115 mm
R-Radius of fillet	76 mm
T- Thick	3,2 mm

Pengujian ini merupakan langkah dalam menilai kualitas material yang dirancang untuk aplikasi balok plastik. Dengan menganalisis perilaku material terhadap gaya tarik, kita dapat memahami bagaimana variasi dalam komposisi material memengaruhi sifat mekanik yang diinginkan, seperti kekuatan dan elastisitas. Dibagian ini, akan dilakukan perbandingan hasil pengujian sifat mekanik antara material plastik daur ulang yang digunakan dalam penelitian ini yaitu LDPE, HDPE, dan PP dengan jenis plastik murni yang sama yaitu LDPE, HDPE, dan PP, sebagai acuan. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengevaluasi perbedaan dalam kinerja mekanik, terutama dalam hal kekuatan tarik, yang dapat memberikan wawasan mengenai potensi dan batasan dari paduan plastik daur ulang dibandingkan dengan material plastik murni.

Adapun hasil dari perhitungan uji tarik yaitu pada lampiran 1 yang akan disajikan dalam sub bab 4.1.1 dan 4.1.2. meliputi Tegangan Tarik Max (MPa), Regangan (%), Modulus Elastisitas (MPa) yaitu sebagai berikut:

4.1.1 Perbandingan Hasil Uji Tarik Non Paduan Plastik Murni dan Daur Ulang

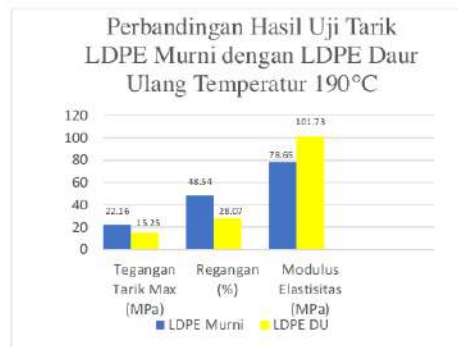
Berikut disajikan data perbandingan antara plastik daur ulang PP, HDPE, dan LDPE dengan material plastik LDPE, HDPE, dan PP murni.

1. Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni dan LDPE Daur Ulang

A. Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni dengan LDPE Daur Ulang Temperatur 190°C

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
LDPE Murni	22.16	48.54	78.65
LDPE DU	15.25	28.07	101.7



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni dan Daur Ulang Pada Temperatur 190°C

Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum LDPE murni mencapai 22,16 MPa, sedangkan pada LDPE DU mengalami penurunan menjadi 15,25 MPa, dengan penurunan sekitar 31,2%. Selain itu, regangan pada LDPE murni tercatat sebesar 48,54%, namun pada LDPE DU mengalami penurunan menjadi 28,07%, yang berarti terdapat penurunan sekitar 42,2%. Pada modulus elastisitas, LDPE murni memiliki nilai sebesar 78,65 MPa, sedangkan pada LDPE DU terjadi peningkatan menjadi 101,73 MPa, dengan kenaikan sekitar 29,4%. dapat disimpulkan bahwa proses daur ulang menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum dan regangan pada LDPE, namun di sisi lain, modulus elastisitas mengalami peningkatan, yang mengindikasikan adanya peningkatan kekakuan material setelah didaur ulang.

7
B. Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni dengan LDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
----------	--------------------	--------------	---------------------------

	(MPa)		
LDPE Murni	16.60	29.82	134.75
LDPE DU	12.30	15.79	117.90



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni dan Daur Ulang Pada Temperatur 200°C

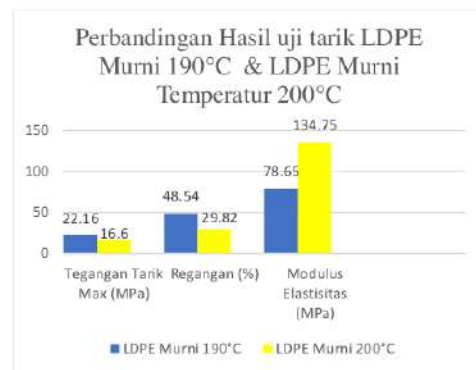
Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada LDPE murni mencapai 16,60 MPa. Sementara itu, LDPE DU mengalami penurunan tegangan tarik maksimum menjadi 12,30 MPa, dengan penurunan sekitar 25,9%. Selain itu, regangan pada LDPE murni tercatat sebesar 29,82%, namun setelah melalui proses daur ulang, regangan pada LDPE DU menurun menjadi 15,79%, yang menunjukkan adanya penurunan sebesar 47%. Pada modulus elastisitas, LDPE murni memiliki nilai sebesar 134,75 MPa. Setelah didaur ulang, modulus elastisitas pada LDPE DU mengalami penurunan menjadi 117,90 MPa, dengan penurunan sekitar 12,5%. Hal ini menunjukkan bahwa LDPE DU menjadi lebih rapuh dibandingkan dengan LDPE murni. Dapat disimpulkan bahwa proses daur ulang menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum, regangan, serta modulus elastisitas pada

LDPE. Hal ini menunjukkan bahwa material menjadi lebih lemah dan kurang elastis setelah melalui proses daur ulang.

C. Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni Temperatur 190°C dengan LDPE Murni Temperatur 200°C

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni 190°C & LDPE Murni Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
LDPE Murni 190°C	22.16	48.54	78.65
LDPE Murni 200°C	16.60	29.82	134.75



Gambar 4.4 Perbandingan Hasil uji tarik LDPE Murni 190°C & LDPE Murni Temperatur 200°C

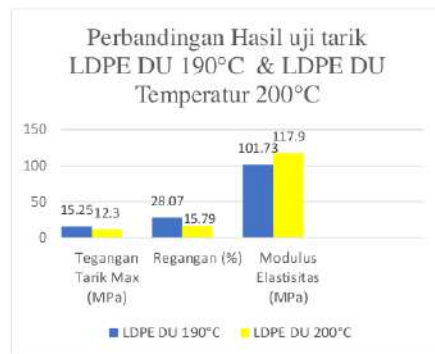
Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada LDPE murni pada suhu 190°C mencapai 22,16 MPa. Sementara itu, pada suhu 200°C, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan menjadi 16,60 MPa, dengan penurunan sekitar 25,1%. Selain itu, regangan pada LDPE murni pada suhu 190°C tercatat sebesar 48,54%, namun setelah

suhu meningkat menjadi 200°C, regangan menurun menjadi 29,82%, yang menunjukkan adanya penurunan sebesar 38,5%. Pada modulus elastisitas, LDPE murni pada suhu 190°C memiliki nilai sebesar 78,65 MPa. Ketika suhu meningkat menjadi 200°C, modulus elastisitas mengalami peningkatan menjadi 134,75 MPa, dengan kenaikan sekitar 71,4%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa material menjadi lebih kaku seiring dengan meningkatnya suhu pemrosesan. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu dari 190°C ke 200°C menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum dan regangan pada LDPE murni, yang mengindikasikan berkurangnya kelenturan material. Namun, di sisi lain, modulus elastisitas mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa material menjadi lebih kaku pada suhu yang lebih tinggi.

D. Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Daur Ulang Temperatur 190°C dengan LDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Daur Ulang 190°C & LDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
LDPE DU 190°C	15.25	28.07	101.73
LDPE DU 200°C	12.30	15.79	117.90



Gambar 4.5 Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Daur Ulang 190°C & LDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

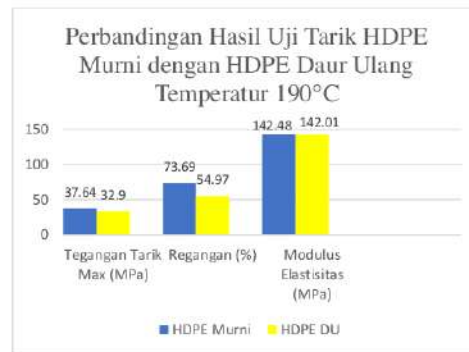
Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada LDPE DU pada suhu 190°C mencapai 15,25 MPa. Sementara itu, pada suhu 200°C, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan menjadi 12,30 MPa, dengan penurunan sekitar 19,4%. Selain itu, regangan pada LDPE DU pada suhu 190°C tercatat sebesar 28,07%, namun setelah suhu meningkat menjadi 200°C, regangan menurun menjadi 15,79%, yang menunjukkan adanya penurunan sebesar 43,7%. Pada modulus elastisitas, LDPE DU pada suhu 190°C memiliki nilai sebesar 101,73 MPa. Ketika suhu meningkat menjadi 200°C, modulus elastisitas mengalami peningkatan menjadi 117,90 MPa, dengan kenaikan sekitar 15,9%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa material menjadi lebih kaku seiring dengan meningkatnya suhu pemrosesan. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu dari 190°C ke 200°C menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum dan regangan pada LDPE DU, yang mengindikasikan berkurangnya kelenturan material. Namun, di sisi lain, modulus elastisitas mengalami peningkatan, yang menunjukkan bahwa material menjadi lebih kaku pada suhu yang lebih tinggi.

2. Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni dan HDPE Daur Ulang

A. Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni dengan HDPE Daur Ulang Temperatur 190°C

Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
HDPE Murni	37.64	73.69	142.48
HDPE DU	32.90	54.97	142.01



Gambar 4.6 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C

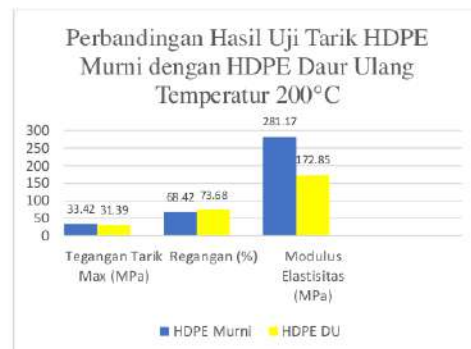
Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada HDPE murni mencapai 37,64 MPa. Sementara itu, pada HDPE DU, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan menjadi 32,90 MPa, dengan penurunan sekitar 12,6%. Selain itu, regangan pada HDPE murni tercatat sebesar 73,69%, namun setelah melalui proses daur ulang, regangan pada HDPE DU menurun menjadi 54,97%, yang menunjukkan adanya penurunan sebesar 25,4%. Pada modulus

elastisitas, HDPE murni memiliki nilai sebesar 142,48 MPa. Setelah didaur ulang, modulus elastisitas pada HDPE DU sedikit menurun menjadi 142,01 MPa, dengan penurunan yang sangat kecil sekitar 0,3%. Hal ini menunjukkan bahwa proses daur ulang tidak memberikan perubahan signifikan pada kekakuan material. Dapat disimpulkan bahwa proses daur ulang menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum dan regangan pada HDPE, yang mengindikasikan berkurangnya kekuatan dan elastisitas material. Namun, modulus elastisitas tetap hampir sama, menunjukkan bahwa kekakuan material tidak mengalami perubahan yang berarti setelah didaur ulang.

B. Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni dengan HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
HDPE Murni	33.42	68.42	281.17
HDPE DU	31.39	73.68	172.85



Gambar 4.7 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C

Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada HDPE murni mencapai 33,42 MPa. Sementara itu, pada HDPE DU, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan menjadi 31,39 MPa, dengan penurunan sekitar 6,1%. Selain itu, regangan pada HDPE murni tercatat sebesar 68,42%, namun setelah melalui proses daur ulang, regangan pada HDPE DU meningkat menjadi 73,68%, menunjukkan adanya peningkatan sekitar 7,7%.

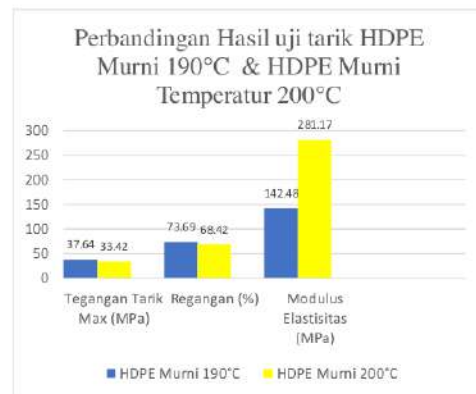
Pada modulus elastisitas, HDPE murni memiliki nilai sebesar 281,17 MPa. Setelah didaur ulang, modulus elastisitas pada HDPE DU mengalami penurunan menjadi 172,85 MPa, dengan penurunan sekitar 38,5%. Penurunan ini menunjukkan bahwa HDPE DU menjadi lebih fleksibel dibandingkan dengan HDPE murni. Dapat disimpulkan bahwa proses daur ulang menyebabkan sedikit penurunan pada tegangan tarik maksimum, namun meningkatkan regangan HDPE, yang mengindikasikan bahwa material menjadi lebih elastis. Di sisi lain, modulus elastisitas mengalami penurunan yang cukup signifikan, menunjukkan bahwa material menjadi lebih lunak dan kurang kaku setelah melalui proses daur ulang.

C. Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Murni Temperatur 190°C dengan HDPE Murni Temperatur 200°C

Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni 190°C & HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
HDPE Murni 190°C	37.64	73.69	142.48

HDPE Murni 200°C	33.42	68.42	281.17
---------------------	-------	-------	--------



Gambar 4.8 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni 190°C & HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

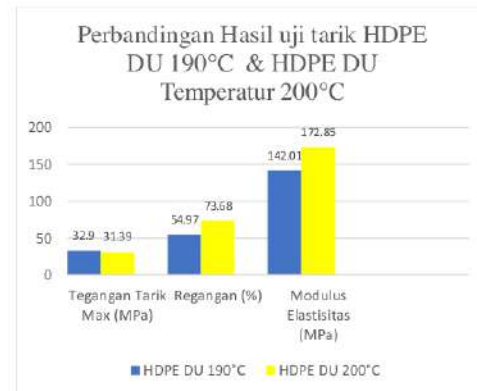
Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada HDPE murni pada suhu 190°C mencapai 37,64 MPa. Sementara itu, pada suhu 200°C, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan menjadi 33,42 MPa, dengan penurunan sekitar 11,2%. Selain itu, regangan pada HDPE murni pada suhu 190°C tercatat sebesar 73,69%, namun setelah suhu meningkat menjadi 200°C, regangan menurun menjadi 68,42%, yang menunjukkan adanya penurunan sebesar 7,2%. Pada modulus elastisitas, HDPE murni pada suhu 190°C memiliki nilai sebesar 142,48 MPa. Ketika suhu meningkat menjadi 200°C, modulus elastisitas mengalami peningkatan signifikan menjadi 281,17 MPa, dengan kenaikan sekitar 97,4%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa material menjadi lebih kaku seiring dengan meningkatnya suhu pemrosesan. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu dari 190°C ke 200°C menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum dan

regangan pada HDPE murni, yang mengindikasikan berkurangnya elastisitas material. Namun, di sisi lain, modulus elastisitas mengalami peningkatan yang cukup besar, menunjukkan bahwa material menjadi lebih kaku pada suhu yang lebih tinggi.

D. Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Daur Ulang Temperatur 190°C dengan HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Tabel 4.9 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni 190°C & HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
HDPE DU 190°C	32.90	54.97	142.01
HDPE DU 200°C	31.39	73.68	172.85



Gambar 4.9 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni 190°C & HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada HDPE DU pada suhu 190°C mencapai 32,90 MPa. Sementara itu, pada suhu 200°C, tegangan tarik

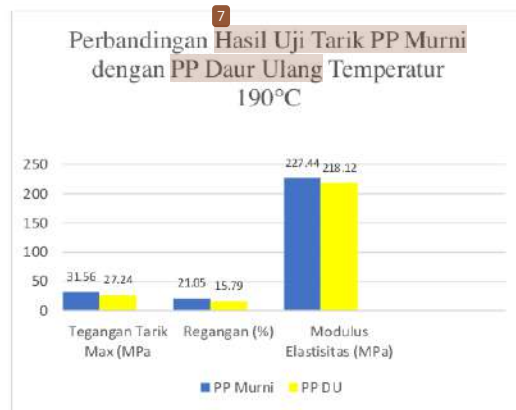
maksimum mengalami sedikit penurunan menjadi 31,39 MPa, dengan penurunan sekitar 4,6%. Selain itu, regangan pada HDPE DU pada suhu 190°C tercatat sebesar 54,97%, namun setelah suhu meningkat menjadi 200°C, regangan justru meningkat menjadi 73,68%, yang menunjukkan adanya kenaikan sekitar 33,9%. Pada modulus elastisitas, HDPE DU pada suhu 190°C memiliki nilai sebesar 142,01 MPa. Ketika suhu meningkat menjadi 200°C, modulus elastisitas juga mengalami peningkatan menjadi 172,85 MPa, dengan kenaikan sekitar 21,7%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa material menjadi lebih kaku saat diproses pada suhu yang lebih tinggi. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu dari 190°C ke 200°C menyebabkan sedikit penurunan pada tegangan tarik maksimum, tetapi meningkatkan regangan dan modulus elastisitas HDPE DU. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu yang lebih tinggi, material menjadi lebih elastis namun juga lebih kaku.

3. Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni dengan PP Daur Ulang

A. Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni dengan PP Daur Ulang Temperatur 190°C

Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
PP Murni 190°C	31.56	21.05	227.44
PP DU 190°C	27.24	15.79	218.12



Gambar 4.10 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C

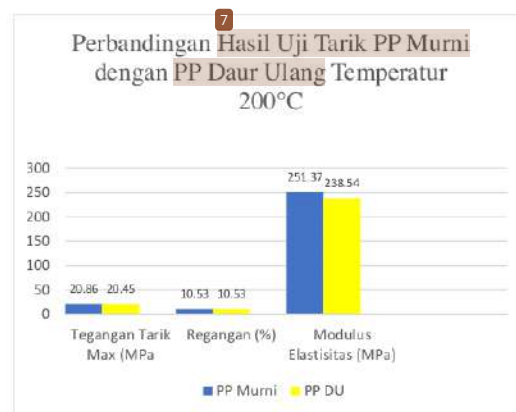
Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada PP murni mencapai 31,56 MPa. Sementara itu, pada PP DU, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan menjadi 27,24 MPa, dengan penurunan sekitar 13,7%. Selain itu, regangan pada PP murni tercatat sebesar 21,05%, namun setelah melalui proses daur ulang, regangan pada PP DU menurun menjadi 15,79%, yang menunjukkan adanya penurunan sekitar 25%. Pada modulus elastisitas, PP murni memiliki nilai sebesar 227,44 MPa. Setelah didaur ulang, modulus elastisitas pada PP DU mengalami sedikit penurunan menjadi 218,12 MPa, dengan penurunan sekitar 4,1%. Penurunan ini menunjukkan bahwa proses daur ulang menyebabkan sedikit berkurangnya kekakuan material. Dapat disimpulkan bahwa proses daur ulang menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum dan regangan pada PP, yang mengindikasikan berkurangnya kekuatan dan elastisitas material. Namun, modulus elastisitas hanya mengalami sedikit penurunan, yang menunjukkan bahwa kekakuan material tetap

relatif stabil setelah melalui proses daur ulang.

B. Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni dengan PP Daur Ulang Temperatur 200°C

Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
PP Murni 200°C	20.86	10.53	251.37
PP DU 200°C	20.45	10.53	238.54



Gambar 4.11 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C

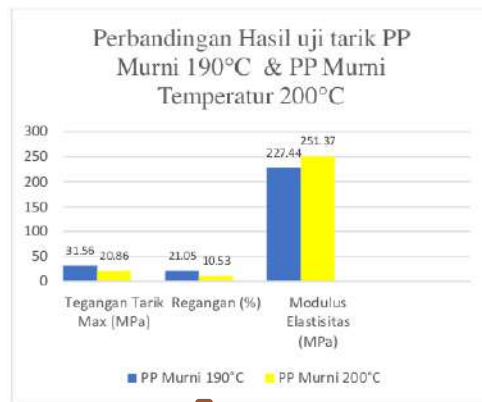
Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada PP murni yang diproses pada suhu 200°C mencapai 20,86 MPa, sedangkan pada PP daur ulang (PP DU) dengan suhu yang sama, nilai ini sedikit menurun menjadi 20,45 MPa, dengan selisih sekitar 2%. Penurunan ini relatif kecil, yang menunjukkan bahwa kekuatan tarik PP DU masih mendekati PP

murni meskipun telah mengalami proses daur ulang. Selain itu, nilai regangan pada PP murni dan PP DU tercatat sama, yaitu sebesar 10,53%, yang berarti bahwa proses daur ulang tidak memberikan dampak signifikan terhadap elastisitas material pada suhu 200°C. Dari segi kekakuan, modulus elastisitas PP murni berada di angka 251,37 MPa, sedangkan pada PP DU mengalami sedikit penurunan menjadi 238,54 MPa, dengan selisih sekitar 5,1%. Penurunan ini menunjukkan bahwa PP DU memiliki sedikit kekakuan yang lebih rendah dibandingkan dengan PP murni, tetapi masih dalam kisaran yang cukup baik untuk aplikasi struktural. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pada suhu 200°C, sifat mekanik PP DU masih cukup mendekati PP murni, terutama dalam hal tegangan tarik dan regangan, meskipun terdapat sedikit penurunan pada modulus elastisitas.

C. Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni Temperatur 190°C dengan PP Murni Temperatur 200°C

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni 190°C & PP Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
PP Murni 190°C	31.56	21.05	227.44
PP Murni 200°C	20.86	10.53	251.37



Gambar 4.12 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni 190°C & PP Daur Ulang Temperatur 200°C

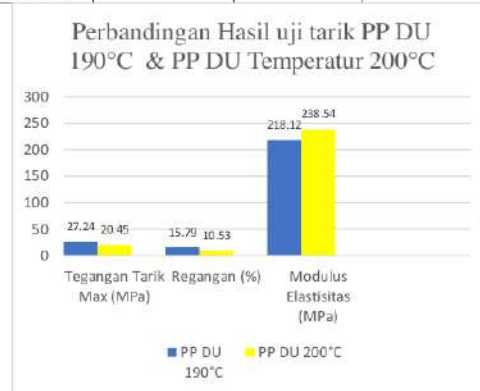
Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada PP murni yang diproses pada suhu 190°C mencapai 31,56 MPa, sedangkan pada PP murni yang diproses pada suhu 200°C, nilai ini menurun menjadi 20,86 MPa, dengan persentase penurunan sekitar 33,9%. Penurunan ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu pemrosesan hingga 200°C dapat mengurangi kekuatan tarik material PP murni, yang kemungkinan disebabkan oleh perubahan struktur molekul atau degradasi material akibat suhu tinggi. Selain itu, nilai regangan pada PP murni yang diproses pada suhu 190°C tercatat sebesar 21,05%, sementara pada suhu 200°C, nilai regangan turun drastis menjadi 10,53%, atau mengalami penurunan sekitar 50%. Penurunan yang cukup signifikan ini mengindikasikan bahwa material yang diproses pada suhu lebih tinggi menjadi kurang elastis dan lebih rentan terhadap patahan ketika menerima beban tarik. Namun, dari segi kekakuan, modulus elastisitas PP murni justru mengalami peningkatan dari 227,44 MPa pada suhu 190°C menjadi 251,37 MPa pada suhu

200°C, dengan kenaikan sekitar 10,5%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa meskipun kekuatan tarik dan elastisitas menurun, kekakuan material meningkat, sehingga material menjadi lebih kaku dan stabil dalam mempertahankan bentuknya di bawah beban. Secara keseluruhan, pemrosesan PP murni pada suhu 190°C menghasilkan material dengan kekuatan tarik dan elastisitas yang lebih baik dibandingkan dengan suhu 200°C.

D. Perbandingan Hasil Uji Tarik LDPE Daur Ulang Temperatur 190°C dengan PP Daur Ulang Temperatur 200°C

Tabel 4.13 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Daur Ulang 190°C & PP Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
PP DU 190°C	27.24	15.79	218.12
PP DU 200°C	20.45	10.53	238.54



Gambar 4.13 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Daur Ulang 190°C & PP Daur Ulang Temperatur 200°C

Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa tegangan

tarik maksimum pada PP daur ulang (PP DU) yang diproses pada suhu 190°C mencapai 27,24 MPa. Sementara itu, pada PP DU yang diproses pada suhu 200°C, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan menjadi 20,45 MPa, dengan penurunan sekitar 24,9%. Penurunan ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu pemrosesan cenderung mengurangi kekuatan tarik material daur ulang. Selain itu, regangan pada PP DU 190°C tercatat sebesar 15,79%, sedangkan pada PP DU 200°C, nilai regangan mengalami penurunan menjadi 10,53%, dengan penurunan sekitar 33,3%. Penurunan ini mengindikasikan bahwa peningkatan suhu pemrosesan menyebabkan berkurangnya elastisitas material daur ulang. Pada modulus elastisitas, PP DU yang diproses pada suhu 190°C memiliki nilai sebesar 218,12 MPa. Setelah suhu pemrosesan dinaikkan menjadi 200°C, modulus elastisitas mengalami peningkatan menjadi 238,54 MPa, dengan kenaikan sekitar 9,4%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa meskipun kekuatan tarik dan elastisitas menurun, material daur ulang yang diproses pada suhu lebih tinggi memiliki kekakuan yang lebih baik. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu pemrosesan dari 190°C menjadi 200°C pada PP daur ulang menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum dan regangan, yang mengindikasikan berkurangnya kekuatan dan elastisitas material. Namun, peningkatan pada modulus elastisitas menunjukkan bahwa kekakuan material meningkat, sehingga suhu pemrosesan berpengaruh terhadap sifat mekanik material daur ulang secara signifikan.

4.1.2 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Plastik Murni dan Daur Ulang

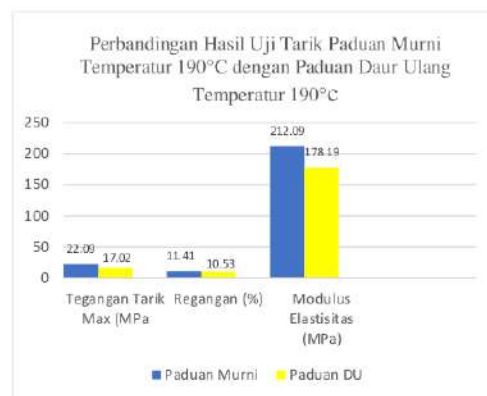
Berikut merupakan data perbandingan antara plastik paduan daur ulang (LPDE, HDPE, dan PP) dengan material plastik Paduan murni

(LDPE, HDPE, dan PP)

1. Perbandingan hasil uji tarik plastik paduan murni (LPDE, HDPE, dan PP) pada temperatur 190°C dengan material plastik paduan daur ulang (LPDE, HDPE, dan PP) pada temperatur 190°C.

Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
Paduan (LPDE, HDPE, dan PP) Murni 190°C	22.09	11.41	212.09
Paduan (LPDE, HDPE, dan PP) DU 190°C	17.02	10.53	178.19



Gambar 4.14 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C

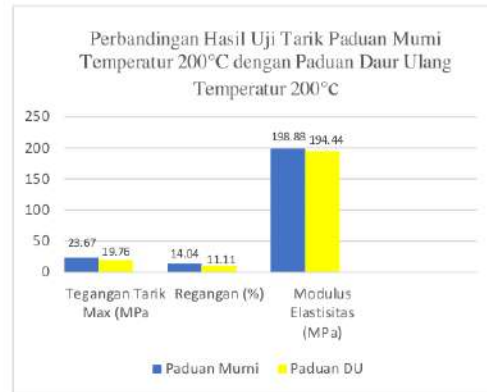
Hasil pengujian Uji Tarik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada paduan LDPE, HDPE, dan PP dalam kondisi murni yang diproses pada suhu 190°C mencapai 22,09 MPa. Namun, pada material daur ulang (DU) yang diproses pada suhu yang sama, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan sebesar 22,9% menjadi 17,02 MPa. Penurunan ini menunjukkan

bahwa penggunaan material daur ulang dalam paduan menyebabkan berkurangnya kekuatan tarik material. Selain itu, nilai regangan pada paduan murni tercatat sebesar 11,41%, sedangkan pada paduan daur ulang, regangan mengalami penurunan sebesar 7,7% menjadi 10,53%. Hal ini mengindikasikan bahwa material daur ulang memiliki elastisitas yang lebih rendah dibandingkan material murni. Pada modulus elastisitas, paduan murni memiliki nilai sebesar 212,09 MPa, sedangkan pada paduan daur ulang, modulus elastisitas mengalami penurunan sebesar 16% menjadi 178,19 MPa. Penurunan ini menunjukkan bahwa kekakuan material juga menurun ketika menggunakan material daur ulang dalam paduan. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan material daur ulang pada paduan LDPE, HDPE, dan PP menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum, regangan, serta modulus elastisitas. Hal ini mengindikasikan bahwa material daur ulang memiliki kekuatan tarik dan elastisitas yang lebih rendah dibandingkan material murni, serta mengalami penurunan dalam hal kekakuan.

2. Perbandingan hasil uji tarik plastik paduan murni (LPDE, HDPE, dan PP) pada temperatur 200°C dengan material plastik paduan daur ulang (LPDE, HDPE, dan PP) pada temperatur 200°C.

Tabel 4.15 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 200°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
Paduan Murni (LPDE, HDPE, dan PP) 200°C	23.67	14.04	198.88
Paduan DU (LPDE, HDPE, dan PP) 200°C	19.76	11.11	194.44



Gambar 4.15 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 200°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C

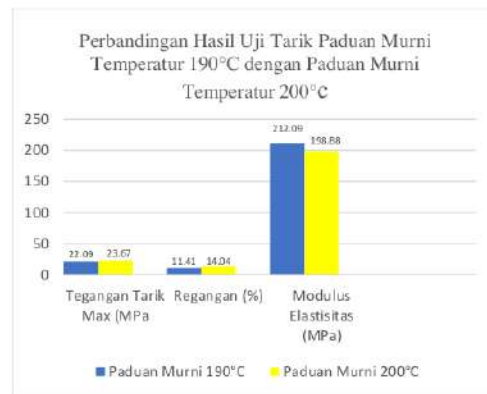
Hasil Pengujian Uji Tarik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum pada paduan LDPE, HDPE, dan PP dalam kondisi mumi yang diproses pada suhu 200°C mencapai 23,67 MPa. Namun, pada material daur ulang (DU) yang diproses pada suhu yang sama, tegangan tarik maksimum mengalami penurunan sebesar 16,5% menjadi 19,76 MPa. Penurunan ini menunjukkan bahwa penggunaan material daur ulang menyebabkan berkurangnya kekuatan tarik material, yang dapat disebabkan oleh degradasi termal dan perubahan struktur makromolekul selama proses daur ulang. Selain itu, nilai regangan pada paduan mumi tercatat sebesar 14,04%, sedangkan pada paduan daur ulang, regangan mengalami penurunan sebesar 20,9% menjadi 11,11%. Penurunan regangan ini mengindikasikan bahwa material daur ulang memiliki elastisitas yang lebih rendah dibandingkan material mumi. Hal ini dapat dikaitkan dengan perubahan struktur polimer akibat pemrosesan ulang yang mengurangi fleksibilitas rantai polimer. Pada modulus elastisitas, paduan mumi memiliki nilai sebesar 198,88 MPa,

sedangkan pada paduan daur ulang, modulus elastisitas hanya mengalami sedikit penurunan sebesar 2,2% menjadi 194,44 MPa. Meskipun terjadi penurunan kecil, nilai modulus elastisitas yang relatif stabil menunjukkan bahwa kekakuan material tidak mengalami perubahan signifikan meskipun menggunakan bahan daur ulang. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan material daur ulang pada paduan LDPE, HDPE, dan PP yang diproses pada suhu 200°C menyebabkan penurunan tegangan tarik maksimum dan regangan, yang mengindikasikan berkurangnya kekuatan serta elastisitas material.

3. Perbandingan hasil uji tarik plastik paduan daur ulang (LPDE, HDPE, dan PP) pada temperatur 190° dengan material plastik paduan murni (LPDE, HDPE, dan PP) pada temperatur 200°c.

Tabel 4.16 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
Paduan Murni (LPDE, HDPE, dan PP) 190°C	22.09	11.41	212.09
Paduan Murni (LPDE, HDPE, dan PP) 200°C	23.67	14.04	198.88



Gambar 4.16 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C

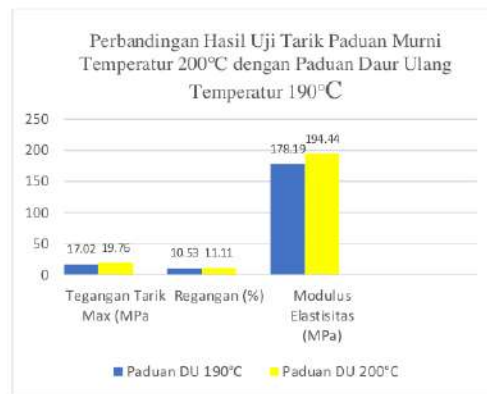
Berdasarkan hasil pengujian Uji Tarik, dengan komposisi paduan HDPE 50%, LDPE 20%, dan PP 30% dalam kondisi murni yang diproses pada suhu 190°C memiliki tegangan tarik maksimum sebesar 22,09 MPa. Ketika suhu pemrosesan dinaikkan menjadi 200°C, tegangan tarik maksimum mengalami peningkatan sebesar 7,2% menjadi 23,67 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa suhu pemrosesan yang lebih tinggi dapat meningkatkan kekuatan tarik material. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh peningkatan homogenitas pencampuran antara HDPE, LDPE, dan PP pada suhu yang lebih tinggi, yang dapat menghasilkan ikatan antar rantai polimer yang lebih kuat. Selain itu, nilai regangan pada paduan murni yang diproses pada suhu 190°C tercatat sebesar 11,41%. Setelah suhu dinaikkan menjadi 200°C, nilai regangan meningkat sebesar 23,1% menjadi 14,04%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa material yang diproses pada suhu lebih tinggi menjadi lebih elastis. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap hal ini adalah sifat LDPE yang memiliki fleksibilitas lebih tinggi dibandingkan HDPE dan PP, sehingga pada suhu yang lebih tinggi, distribusi komponen LDPE dalam

paduan menjadi lebih merata, meningkatkan kemampuan deformasi material sebelum mengalami kegagalan. Pada modulus elastisitas, paduan yang diproses pada suhu 190°C memiliki nilai sebesar 212,09 MPa. Namun, setelah suhu pemrosesan dinaikkan menjadi 200°C, modulus elastisitas mengalami penurunan sebesar 6,2% menjadi 198,88 MPa. Penurunan ini menunjukkan bahwa meskipun kekuatan tarik dan elastisitas meningkat, kekakuan material sedikit berkurang. Hal ini dapat terjadi karena pada suhu yang lebih tinggi, struktur molekul menjadi lebih longgar, sehingga material menjadi lebih fleksibel tetapi dengan kekakuan yang sedikit lebih rendah. Secara keseluruhan, peningkatan suhu pemrosesan dari 190°C menjadi 200°C pada paduan HDPE 50%, LDPE 20%, dan PP 30% berdampak pada peningkatan tegangan Tarik maksimum dan regangan, yang menunjukkan bahwa material menjadi lebih kuat dan elastis. Namun, penurunan modulus elastisitas mengindikasikan bahwa material menjadi sedikit lebih lunak atau kurang kaku. Dalam aplikasi yang membutuhkan kombinasi antara kekuatan tarik dan fleksibilitas, suhu pemrosesan yang lebih tinggi dapat menjadi pilihan yang lebih baik.

4. Perbandingan hasil uji tarik plastik paduan daur ulang (LPDE, HDPE, dan PP) pada temperatur 190°C dengan material plastik paduan daur ulang (LPDE, HDPE, dan PP) pada temperatur 200°C.

Tabel 4.17 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C

Material	Tegangan Tarik Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
Paduan DU (LPDE, HDPE, dan PP) 190°C	17.02	10.53	178.19
Paduan DU (LPDE, HDPE, dan PP) 200°C	19.76	11.11	194.44



Gambar 4.17 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 200°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C

Hasil pengujian Uji Tarik menunjukkan bahwa paduan daur ulang (DU) LDPE 20%, HDPE 50%, dan PP 30% yang diproses pada suhu 190°C memiliki tegangan tarik maksimum sebesar 17,02 MPa. Ketika suhu pemrosesan dinaikkan menjadi 200°C, tegangan tarik maksimum mengalami peningkatan sebesar 16,1% menjadi 19,76 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa suhu pemrosesan yang lebih tinggi mampu memperbaiki kekuatan tarik material daur ulang, kemungkinan akibat perbaikan dalam reorientasi molekul selama proses pelelehan yang menghasilkan interaksi antar rantai polimer yang lebih baik. Selain itu, nilai regangan pada paduan daur ulang yang diproses pada suhu 190°C tercatat sebesar 10,53%. Setelah suhu dinaikkan menjadi 200°C, nilai regangan meningkat sebesar 5,5% menjadi 11,11%. Peningkatan regangan ini menunjukkan bahwa material yang diproses pada suhu lebih tinggi menjadi lebih elastis. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah peningkatan mobilitas rantai polimer pada suhu yang lebih tinggi, sehingga material dapat menahan deformasi lebih baik sebelum mengalami kegagalan. Pada modulus elastisitas, paduan yang diproses pada suhu 190°C

memiliki nilai sebesar 178,19 MPa. Namun, setelah suhu pemrosesan dinaikkan menjadi 200°C, modulus elastisitas mengalami peningkatan sebesar 9,1% menjadi 194,44 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa material yang diproses pada suhu lebih tinggi menjadi lebih kaku, yang kemungkinan terjadi akibat pengurangan cacat mikro dalam struktur polimer dan meningkatnya kristalinitas pada suhu yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, peningkatan suhu pemrosesan dari 190°C menjadi 200°C pada paduan daur ulang LDPE 20%, HDPE 50%, dan PP 30% berdampak pada peningkatan tegangan tarik maksimum, regangan, dan modulus elastisitas. Hal ini menunjukkan bahwa suhu pemrosesan yang lebih tinggi dapat meningkatkan kekuatan, elastisitas, dan kekakuan material daur ulang. Oleh karena itu, dalam aplikasi yang membutuhkan material dengan sifat mekanik yang lebih baik, pemrosesan pada suhu yang lebih tinggi dapat menjadi pilihan yang lebih efektif.

4.1.3 Analisa Hasil Uji Tarik Dari Material Daur Ulang dan Plastik Murni

Berdasarkan hasil uji tarik antara plastik murni dan plastik daur ulang, terlihat bahwa nilai tegangan tarik, regangan, dan modulus elastisitas pada plastik daur ulang mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena plastik daur ulang telah mengalami proses pemanasan ulang saat didaur ulang, yang menyebabkan perubahan pada struktur materialnya. Akibatnya, plastik daur ulang menjadi lebih rapuh dan kekuatan tariknya berkurang [17].

Selain itu, ada beberapa faktor lain yang juga dapat menyebabkan penurunan hasil uji tarik plastik daur ulang, yaitu:

1. Kontaminasi material yang dimana Plastik daur ulang bisa saja tercampur dengan debu, minyak, atau residu plastik lain, yang dapat mengurangi kualitasnya.
2. Degradasi termal yang Dimana suatu Proses pemanasan berulang pada suhu tinggi dapat merusak struktur polimer plastik, yang

menyebabkan kekuatannya menurun [18].

Dapat dilihat pada jenis material plastik LDPE yang Dimana Menurut Simbolon (2020), modulus elastisitas adalah ukuran kekakuan suatu material. Jika modulus elastisitas semakin tinggi, material menjadi lebih kaku dan sulit berubah bentuk saat diberi gaya [9]. Hal ini terjadi karena LDPE murni memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah, yang berarti materialnya lebih fleksibel dan bisa meregang lebih jauh sebelum putus. Sebaliknya, LDPE daur ulang lebih kaku setelah diproses ulang, sehingga modulus elastisitasnya menjadi lebih tinggi dibandingkan LDPE murni.

Hasil pengujian Uji Tarik juga menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar dalam nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas pada LDPE, HDPE, dan PP dibandingkan dengan referensi di Tabel 2.1, 2.2, dan 2.3. Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kondisi pemrosesan *injection molding* yang digunakan dalam penelitian ini [18].

1. Mesin *injection molding* yang digunakan masih bersifat sederhana, sehingga memiliki beberapa keterbatasan, seperti:
 - a. Tidak bisa mengontrol suhu pemrosesan dengan presisi,
 - b. Tidak bisa mengatur tekanan injeksi.
 - c. Tidak memiliki sistem pendinginan yang optimal.

Dimana Akibatnya akan terjadi perubahan dalam struktur molekul plastik, yang berdampak pada sifat mekaniknya. Selain itu, nilai modulus elastisitas yang lebih rendah dibandingkan literatur menandakan bahwa material menjadi kurang kaku. Beberapa alasan yang dapat menyebabkan hal ini adalah [18].

1. Perbedaan suhu pemrosesan yang dimana Dalam penelitian ini, suhu injeksi yang digunakan adalah 190°C dan 200°C, sedangkan dalam literatur tidak disebutkan dengan jelas suhu pemrosesan yang digunakan. Bisa saja suhu dalam referensi lebih tinggi atau lebih rendah, sehingga hasilnya berbeda.
2. Kualitas material plastik yang Dimana Meskipun jenis plastiknya

sama, cara penyimpanan material berpengaruh terhadap sifat mekaniknya. Dalam penelitian ini, plastik disimpan di tempat terbuka dan tidak dikeringkan sebelum dicetak, sehingga berpotensi menyerap kelembaban yang bisa memengaruhi hasil uji tarik.

3. Metode pengujian yaitu Mesin uji tarik yang digunakan merupakan versi lama, yang mungkin memiliki keterbatasan dalam akurasi pengukuran.
4. Kondisi lingkungan saat Pengujian yang Dimana Faktor seperti suhu dan kelembaban ruangan bisa saja berbeda dengan kondisi pengujian dalam referensi literatur, yang juga dapat memengaruhi hasilnya.

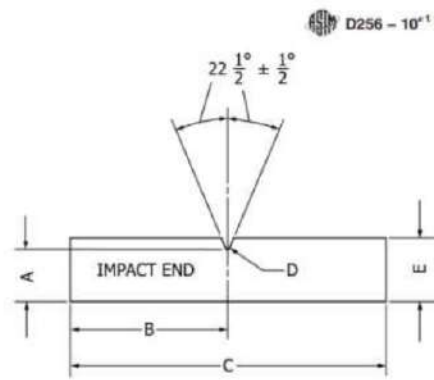
Setelah dilakukan pengujian uji tarik diperoleh paduan dan non paduan yang cocok untuk dijadikan bahan sebagai rujukan atau referensi untuk membuat batang plastik dan nantinya akan di rujukan sebagai pembuatan sampel uji impak, untuk dari paduan yang cocok yaitu paduan murni temperatur 200°C dengan nilai tegangan Tarik tertinggi sehingga dapat memberikan kekuatan mekanik terbaik, sedangkan dari regangan tertingginya juga dari paduan murni temperatur 200°C sehingga dapat cukup tahan Ketika terjadinya deformasi, sedangkan modulus elastisitas tertinggi ada di Paduan murni juga sehingga mampu memberikan kekauan yang dibutuhkan untuk menjaga batang plastik dibawah beban.

sedangkan untuk yang non Paduan yang cocok untuk dijadikan rujukan temperatur mana yang cocok untuk membuat sampel uji impak yaitu HDPE Murni dengan temperatur 190°C dengan nilai tegangan Tarik tertinggi sehingga dapat memberikan kekuatan mekanik terbaik, sedangkan dari regangan tertingginya juga dari HPDE murni temperatur 190°C sehingga dapat cukup tahan Ketika terjadinya deformasi, sedangkan modulus elastisitas tertinggi ada di non Paduan murni juga sehingga mampu memberikan kekauan yang dibutuhkan.

4.2 Data Hasil Pengujian Uji Impak

Pengujian impak merupakan salah satu metode dalam menentukan ketahanan material terhadap beban kejut yang diberikan secara tiba-tiba. Dalam penelitian ini, uji impak dilakukan pada berbagai jenis plastik, termasuk HDPE, LDPE, dan PP murni, serta HDPE, LDPE, dan PP daur ulang, yang diproses pada dua temperatur berbeda, yaitu 190°C dan 200°C. Selain itu, pengujian juga dilakukan pada paduan ketiga jenis plastik tersebut (HDPE 50%, LDPE 20%, PP 30%), baik dalam kondisi murni maupun daur ulang, untuk mengetahui sejauh mana kombinasi material ini mampu menyerap energi sebelum mengalami kegagalan.

Hasil pengujian ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai kekuatan dan ketahanan impak dari setiap material serta perbandingan antara material murni, daur ulang, dan paduan tiga jenis plastik. Hasil uji impak akan dianalisis dan dibandingkan guna mengidentifikasi keunggulan serta keterbatasan masing-masing material. Standar yang digunakan ASTM D256 dengan metode Izod digunakan sebagai acuan dalam pengujian ini, sebagaimana ditampilkan pada gambar dan tabel berikut.



Gambar 4.18 Spesimen Uji Impak ASTM D256

Tabel 4.18 Dimensi Spesimen Uji Impak ASTM D236

Kode	Deskripsi	Dimensi (mm)
A	Tebal Spesimen	10,16
B	Panjang dari ujung spesimen ke dasar takik	31,8
C	Panjang total spesimen	63,5
D	Dimensi dan profil takik	2,54
	Radius dasar takik	0,25
E	Lebar spesimen	12,70

Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam mencari nilai impak yaitu sebagai berikut:

Diketahui:

$$b = 12,7 \text{ mm}$$

$$h = 12,7 \text{ mm}$$

$$a = 2,54 \text{ mm}$$

Adapun untuk mencari luas penampang yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A &= b \times (h - a) \\
 &= 12,7 \times (12,7 - 2,54) \\
 &= 12,7 \times 10,16 \\
 &= 129,03 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Setelah mengetahui luas penampangnya, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai impak, seperti yang ditunjukkan pada contoh berikut:

Contoh:

Mencari Nilai Impak spesimen LDPE (*low Density Polypropylene*) Murni:

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{135 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 1,046 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{136 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 1,054 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen 3

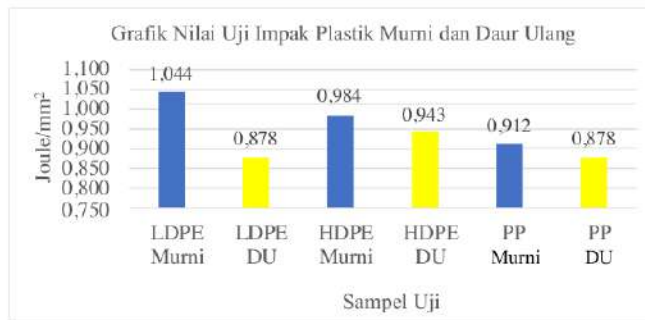
$$\text{Nilai Impak} = \frac{133 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 1,031 \text{ J/mm}^2$$

4.2.1 Analisis Perbandingan Hasil Uji Impak Plastik Murni dengan Plastik Daur Ulang

Setelah pengujian impak dilakukan pada tiga spesimen, langkah berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata impak dari ketiga spesimen tersebut. Hasil rata-rata ini kemudian dicatat dan disajikan dalam tabel yang dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 4.19 Hasil Uji Impak Plastik Murni & Daur Ulang

Variabel Sampel	Spesimen Ke-	Luas Penampang (mm ²)	Energi Diserap (Joule)	Nilai Impak (J/mm ²)	Rata-rata nilai impak (J/mm ²)
PP Murni 190°C	Spesimen 1	129,03	120	0,930	0,912
	Spesimen 2	129,03	119	0,922	
	Spesimen 3	129,03	114	0,884	
HDPE Murni 190°C	Spesimen 1	129,03	126	0,977	0,984
	Spesimen 2	129,03	130	1,008	
	Spesimen 3	129,03	125	0,969	
LDPE Murni 190°C	Spesimen 1	129,03	135	1,046	1,044
	Spesimen 2	129,03	136	1,054	
	Spesimen 3	129,03	133	1,031	
PP DU 190°C	Spesimen 1	129,03	114	0,884	0,878
	Spesimen 2	129,03	114	0,884	
	Spesimen 3	129,03	112	0,868	
HDPE DU 190°C	Spesimen 1	129,03	122	0,946	0,943
	Spesimen 2	129,03	119	0,922	
	Spesimen 3	129,03	124	0,961	
LDPE DU 190°C	Spesimen 1	129,03	114	0,884	0,878
	Spesimen 2	129,03	112	0,868	
	Spesimen 3	129,03	114	0,884	



Gambar 4.19 Grafik Nilai Uji Impak Plastik Murni dan Daur Ulang

Berdasarkan data yang diperoleh diatas yaitu dalam grafik, dapat diketahui bahwa sampel dengan nilai uji impak tertinggi adalah LDPE murni, yang mencapai 1.044 Joule/mm². Nilai ini dipengaruhi oleh karakteristik LDPE murni yang memiliki struktur molekul dengan banyak percabangan, densitas tinggi, serta sifat keuletan yang baik. Kombinasi faktor-faktor tersebut membuat LDPE murni lebih mampu menyerap energi impact dibandingkan dengan HDPE dan PP.

Jika dibandingkan dengan LDPE daur ulang, terjadi penurunan nilai impact sebesar 0.166 dari 1.044 Joule/mm² menjadi 0.878 Joule/mm². Pada penurunan ini juga terjadi pada sampel HDPE dan PP. HDPE daur ulang mengalami penurunan nilai impact sebesar 0.041 dari HDPE murni, sedangkan pada PP, terjadi penurunan sebesar 0.034 dari nilai impact PP murni.

plastik mengalami oksidasi dan mulai mengalami retakan akibat interaksi dengan faktor lingkungan seperti cahaya, panas, dan oksigen. Seiring berjalannya waktu, oksigen dan panas semakin menembus material, menyebabkan oksidasi lebih lanjut pada rantai molekul bagian dalam. Proses ini berkontribusi terhadap penurunan berat molekul serta munculnya retakan yang lebih banyak di permukaan. Dengan demikian, penyebaran retakan dan degradasi merupakan faktor utama yang menyebabkan perubahan mikrostruktur material serta penurunan sifat mekaniknya [20].

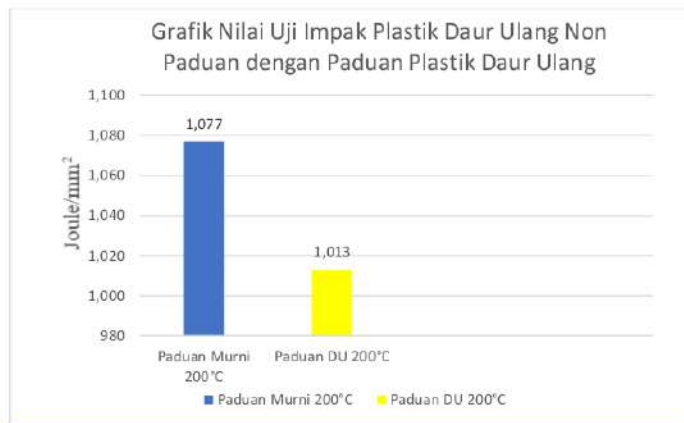
Selain itu, plastik daur ulang umumnya telah terkontaminasi oleh berbagai zat asing (impuritas), seperti debu, minyak, dan air yang berasal dari lingkungan tempat pembuangan sampah. Paparan sinar matahari dalam jangka waktu yang lama juga mempercepat degradasi plastik, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kualitas material secara keseluruhan.

4.2.1 Analisis Perbandingan Hasil Uji Impak Plastik Murni dengan Plastik Daur Ulang

Setelah pengujian impak dilakukan pada tiga spesimen, langkah berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata impak dari kedua paduan spesimen tersebut. Hasil rata-rata ini kemudian dicatat dan disajikan dalam tabel yang dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 4.20 Hasil Uji Impak Plastik Paduan Murni & Paduan Daur Ulang

Variabel Sampel	Spesimen Ke-	¹⁸ Luas Penampang (mm ²)	Energi Diserap (Joule)	Nilai Impak (J/mm ²)	Rata-rata nilai impak (J/mm ²)
Paduan Murni 200°C	Spesimen 1	129,03	137	1,062	1,077
	Spesimen 2	129,03	140	1,085	
	Spesimen 3	129,03	140	1,085	
Paduan DU 200°C	Spesimen 1	129,03	132	1,023	1,013
	Spesimen 2	129,03	124	0,961	
	Spesimen 3	129,03	136	1,054	



Gambar 4.20 Hasil Uji Impak Plastik Paduan Murni & Paduan Daur Ulang

Berdasarkan ⁷⁹ grafik di atas, dapat dilihat bahwa nilai impak paduan plastik murni pada suhu 200°C lebih tinggi dibandingkan dengan paduan plastik daur ulang pada suhu yang sama. Paduan plastik murni memiliki nilai impak sebesar 1,077 Joule/mm², sedangkan paduan plastik daur ulang memiliki nilai impak 1,013 Joule/mm². Hal ini menunjukkan bahwa proses daur ulang menyebabkan penurunan ketahanan terhadap benturan pada material plastik. Penurunan nilai impak pada plastik daur ulang dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah degradasi termal yang terjadi selama proses pelelehan ulang, yang dapat merusak struktur rantai polimer dan mengurangi kekuatan material. Selain itu, plastik daur ulang sering mengalami kontaminasi dari residu material lain, yang dapat mempengaruhi sifat mekaniknya. Struktur kristal pada plastik juga dapat berubah akibat pemrosesan ulang, sehingga menyebabkan penurunan ketangguhan dan kemampuan menyerap energi saat terkena benturan.

Pada analisa yang dilakukan terhadap patahan yang dihasilkan dari uji impak pada dua jenis plastik, yaitu plastik murni paduan (HDPE+ LDPE+PP) dan plastik daur ulang paduan (HDPE+ LDPE+PP) , Analisis patahan ini bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan sifat-sifat ketangguhan antara kedua jenis plastik.

Tabel 4.21 Patahan Spesimen Paduan Daur Ulang (HDPE+ LDPE+PP)

Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
		
Energi Impak 132 J	Energi Impak 124 J	Energi Impak 136 J

Pada tabel di atas, terdapat tiga spesimen hasil uji impact dari material plastik daur ulang yang terdiri dari campuran HDPE, LDPE, dan PP. Setiap spesimen menunjukkan karakteristik patahan yang berbeda berdasarkan energi impact yang diterima, yaitu spesimen 1 dengan energi impact 132 J, spesimen 2 dengan 124 J, dan spesimen 3 dengan 136 J.

Dari bentuk patahan yang terlihat, semua spesimen menunjukkan karakteristik patahan yang berserat dan tidak sepenuhnya rapih, yang mengindikasikan bahwa material ini memiliki sifat ulet (*ductile*) tetapi tetap mengalami deformasi sebelum akhirnya patah. Spesimen 1 dan spesimen 3 memiliki energi impact yang lebih tinggi dibandingkan spesimen 2, yang berarti material pada spesimen ini mampu menyerap lebih banyak energi sebelum mengalami kegagalan. Ini bisa disebabkan oleh distribusi komposisi material yang lebih merata atau adanya faktor lain seperti ketebalan dan homogenitas campuran plastik daur ulang. Spesimen 2, dengan energi impact 124J, memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dua spesimen lainnya, yang dapat diinterpretasikan bahwa material pada spesimen ini memiliki kekuatan impact yang sedikit lebih rendah. Hal ini bisa terjadi karena adanya ketidak sempurnaan dalam pencampuran material atau faktor internal lainnya seperti porositas atau ikatan antar molekul yang kurang kuat.

Tabel 4.22 Patahan Spesimen Paduan Murni (HDPE+ LDPE+PP)

Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
		

Energi Impak 137 J	Energi Impak 140 J	Energi Impak 140 J
--------------------	--------------------	--------------------

Pada tabel di atas menunjukkan hasil uji impact dari material plastik paduan murni yang terdiri dari HDPE, LDPE, dan PP. Ketiga spesimen mengalami patahan dengan karakteristik yang mirip, yang menandakan bahwa material ini memiliki sifat mekanik yang relatif seragam. Berdasarkan nilai energi impact yang diperoleh, yaitu spesimen 1 dengan 137J, spesimen 2 dengan 140J, dan spesimen 3 dengan 140J, dapat disimpulkan bahwa material ini memiliki ketahanan impact yang tinggi dan konsisten.

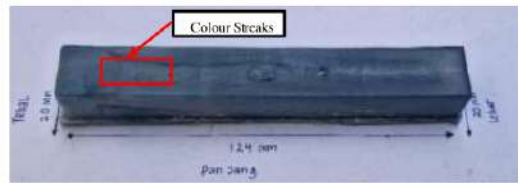
Dari bentuk patahan yang terlihat, spesimen menunjukkan pola patahan yang berserat dan tidak sepenuhnya rapih, yang merupakan indikasi bahwa material ini memiliki sifat ulet (*ductile fracture*). Perbedaan kecil pada energi impact spesimen 1 dibandingkan dengan spesimen 2 dan 3 kemungkinan disebabkan oleh faktor ketidaksempurnaan mikrostruktur atau perbedaan kecil dalam homogenitas material. Namun, secara umum, material ini mampu menyerap energi dalam jumlah besar sebelum mengalami kegagalan, menunjukkan bahwa paduan murni dari HDPE, LDPE, dan PP memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan material daur ulang yang diuji sebelumnya. Dibandingkan dengan hasil uji impact material daur ulang, paduan murni ini memiliki nilai energi impact yang lebih tinggi dan lebih konsisten, yang mengindikasikan bahwa proses daur ulang dapat sedikit mengurangi ketahanan impact material akibat adanya degradasi atau kontaminasi dalam proses pencampuran.

39

4.3 Analisis Hasil

Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap cacat produk dengan tujuan mengevaluasi kualitas dari balok plastik yang dihasilkan dari paduan plastik daur ulang dan paduan murni dengan temperatur berbeda. Paduan plastik yang digunakan dalam penelitian ini meliputi (HDPE+LDPE+PP), adapun jenis jenis cacat pada produk batang plastik yang telah di buat yaitu sebagai berikut:

A. Paduan Plastik Daur Ulang Temperatur 190°C



Gambar 4.21 Cacat Pada Balok Paduan Plastik DU Temperatur 190°C

Selama proses pencetakan yang telah dilakukan, diperoleh hasil berupa balok plastik seperti yang tampak pada gambar 4.21 di atas. Dari gambar tersebut terlihat bahwa balok plastik hasil campuran (LDPE 20% + HDPE 50% + PP 30%) mengalami penyusutan ukuran setelah dikeluarkan dari cetakan. Cetakan sendiri memiliki volume sebesar 52 cm³ (130 mm x 20 mm x 20 mm), sedangkan produk akhir yang dihasilkan hanya memiliki volume 50 cm³ (125 mm x 20 mm x 20 mm). Penyusutan panjang pada produk ini dikenal dengan istilah cacat warpage, yaitu cacat yang ditandai dengan adanya perubahan bentuk atau pembengkokan setelah produk dilepaskan dari cetakan. Warpage merupakan salah satu cacat yang sering terjadi pada produk hasil *injection molding* dan dapat memengaruhi kualitas maupun penampilan produk akhir [21].

Penyebab utama terjadinya warpage pada proses *injection molding* adalah adanya penyusutan plastik yang tidak merata selama proses pendinginan setelah plastik cair dimasukkan ke dalam cetakan. Akibat penyusutan yang tidak seragam ini, produk bisa mengalami perubahan bentuk atau melengkung saat dikeluarkan dari cetakan. Untuk mencegah terjadinya warpage, sebaiknya produk tidak langsung dikeluarkan dari cetakan ketika masih panas. Jika produk dikeluarkan saat suhunya masih tinggi, risiko terjadinya deformasi atau pembengkokan akan semakin besar [21].

Ditemukan cacat berupa garis-garis warna (*colour streaks*), yaitu masalah yang terjadi akibat warna pada material tidak tercampur secara sempurna. Hal ini menyebabkan tampilan produk menjadi tidak rata

warnanya atau terlihat belang. Sebagai contoh, pada gambar 4.21 tampak bahwa plastik paduan (LDPE 20% + HDPE 50% + PP 30%) tidak tercampur homogen, sehingga pada bagian tertentu muncul perbedaan warna yang mencolok [21].

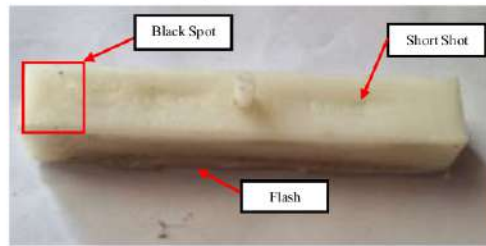
B. Paduan Plastik Daur Ulang Temperatur 200°C



Gambar 4.22 Cacat Pada Balok Paduan Plastik DU Temperatur 200°C

Balok plastik yang terlihat pada gambar 4.22 dengan paduan (LDPE 20% + HDPE 50% + PP 30%) menunjukkan beberapa jenis cacat yang sering ditemukan dalam proses *injection moulding*. Cacat *short shot*, yang juga dikenal sebagai *short mold*, yang dimana terjadi ketika material plastik yang diinjeksikan tidak sepenuhnya mengisi cetakan. Akibatnya, beberapa bagian produk tidak terbentuk dengan sempurna karena kekurangan material. Untuk mencegah terjadinya *short shot*, penting untuk mengontrol berbagai parameter, seperti suhu dan volume bahan yang diinjeksi ke dalam cetakan [19]. Selain Cacat *short shot*, cacat *flash* juga merupakan cacat yang cukup umum dalam *injection moulding*. Cacat *flash* terjadi akibat kelebihan material saat proses pencetakan, di mana plastik cair keluar dari rongga cetakan dan membentuk lapisan tipis yang meluber di sekitar tepi atau sambungan cetakan. Keberadaan cacat ini tidak hanya mengurangi nilai estetika produk, tetapi juga dapat memengaruhi fungsi serta kualitas keseluruhannya. Penyebab utama cacat *flash* adalah volume material yang melebihi kapasitas cetakan, sehingga saat pengepresan, material berlebih keluar dan cetakan tidak tertutup dengan sempurna. solusi untuk cacat *flash* ini yaitu menutup cetakan dengan rapat pada saat setelah material diinjeksikan kedalam suatu cetakan [20].

C. Paduan Plastik Murni Temperatur 190°C



Gambar 4.23 Cacat Pada Balok Paduan Plastik Murni Temperatur 190°C

Balok plastik yang terlihat pada gambar 4.23 dengan paduan (LDPE 20% + HDPE 50% + PP 30%) menunjukkan beberapa jenis cacat yang sering ditemukan dalam proses *injection moulding*. *Black spot* adalah cacat berupa bintik hitam atau noda kecil yang muncul pada permukaan plastik. Cacat ini biasanya terjadi akibat kontaminasi material. Penyebab utama dari *black spot* ini adalah kurangnya kebersihan pada bagian dalam *barrel* dan *screw* saat proses pergantian material. Jika tidak dibersihkan dengan baik, sisa material sebelumnya dapat mengalami degradasi termal dan bercampur dengan material baru selama proses pencetakan, sehingga menyebabkan munculnya noda hitam pada produk akhir [21].

Selain *black spot*, *flash* juga merupakan cacat yang cukup umum dalam *injection moulding*. Cacat *flash* terjadi akibat kelebihan material saat proses pencetakan, di mana plastik cair keluar dari rongga cetakan dan membentuk lapisan tipis yang meluber di sekitar tepi atau sambungan cetakan. Keberadaan cacat ini tidak hanya mengurangi nilai estetika produk, tetapi juga dapat memengaruhi fungsi serta kualitas keseluruhannya. Penyebab utama cacat *flash* adalah volume material yang melebihi kapasitas cetakan, sehingga saat pengepresan, material berlebih keluar dan cetakan tidak tertutup dengan sempurna. solusi untuk cacat *flash* ini yaitu menutup cetakan dengan rapat pada saat setelah material diinjeksikan kedalam suatu cetakan [20].

Cacat lainnya adalah *short shot*, Cacat *short shot*, yang juga dikenal sebagai *short mold*, yang dimana terjadi ketika material plastik yang diinjeksikan tidak sepenuhnya mengisi cetakan. Akibatnya, beberapa bagian produk tidak terbentuk dengan sempurna karena kekurangan material. Untuk mencegah terjadinya *short shot*, penting untuk mengontrol berbagai parameter, seperti suhu dan volume bahan yang diinjeksi ke dalam cetakan [19].

D. Paduan Plastik Murni Temperatur 200°C



Gambar 4.24 Cacat Pada Balok Paduan Plastik Murni Temperatur 200°C

Pada produk balok plastik hasil campuran daur ulang (LDPE 20% + HDPE 50% + PP 30%), juga ditemukan cacat berupa *sink mark*. Cacat ini ditandai dengan munculnya cekungan atau lekukan pada permukaan produk. Salah satu penyebab utama terjadinya *sink mark* adalah tekanan injeksi yang terlalu rendah saat proses pencetakan, sehingga material cair tidak mampu mengisi cetakan secara sempurna. Selain itu, cacat ini juga bisa muncul jika produk dilepaskan dari cetakan terlalu cepat setelah injeksi, sehingga pendinginan tidak berlangsung cukup lama dan bagian dalam produk masih dalam kondisi lunak atau belum sepenuhnya mengeras. Untuk mengatasi masalah ini, disarankan agar proses penekanan injeksi (*hold pressure*) dilakukan dengan baik dan produk tidak segera dikeluarkan dari cetakan, sehingga penyusutan dan pembentukan cekungan dapat diminimalkan [23].

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, adapun kesimpulan yang dapat diambil yaitu sebagai berikut:

1. Hasil dari pengujian uji tarik dan uji impak pada paduan plastik murni yang dibuat dengan menggunakan mesin *injection molding* dengan temperatur pelelehan 190°C dan 200°C dengan paduan (LDPE+HDPE+PP) menunjukkan adanya peningkatan kekuatan tarik dibandingkan plastik paduan daur ulang, pada temperatur 200°C tercatat sebagai paduan dengan kekuatan tarik tertinggi dibanding paduan lainnya dengan nilai tegangan tarik sebesar 23,67 MPa, dengan nilai regangan 14,04%, dan nilai modulus elastisitas sebesar 198,88 Mpa dan untuk nilai impak tertinggi juga di 200°C dengan nilai impak 1,013 J/mm². Yang dimana pada hasil pengujian mekanik di temperatur 200°C memiliki patahan ulet yang menunjukkan deformasi plastik yang cukup besar sebelum akhirnya patah. Hal ini menandakan material mampu menyerap energi lebih banyak dan tidak langsung retak saat mendapat beban, sehingga produk batang plastik lebih tahan terhadap gaya tarik dan benturan.
2. Hasil pengujian mekanik pada paduan plastik LDPE, HDPE, dan PP menunjukkan perbedaan antara paduan murni dan paduan daur ulang (DU) pada temperatur 200°C. Pada uji tarik, paduan murni memiliki nilai tegangan tarik sebesar 23,67 MPa, regangan 14,04%, dan modulus elastisitas 198,88 MPa, sementara paduan DU menunjukkan nilai tegangan 19,76 MPa, regangan 11,11%, dan modulus elastisitas 194,44 MPa. Hal ini mengindikasikan bahwa paduan murni cenderung memiliki kemampuan deformasi yang lebih besar dibandingkan paduan daur ulang. Dari hasil uji impak, paduan murni juga menunjukkan nilai energi yang diserap lebih tinggi dengan rata-rata nilai impak 1,077 J/mm², sedangkan paduan DU memiliki nilai impak rata-rata 1,013 J/mm². Perbedaan ini bisa disebabkan

oleh adanya cacat atau degradasi pada material daur ulang yang berpengaruh pada kemampuan material menyerap energi benturan. Secara umum, data tersebut menggambarkan bahwa sifat mekanik paduan plastik dipengaruhi oleh kondisi material, di mana paduan murni dan daur ulang menunjukkan karakteristik mekanik yang berbeda dalam hal kekuatan, elastisitas, dan ketahanan terhadap benturan.

28

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Untuk melakukan pengujian tambahan, seperti uji kekerasan dan *scanning electron microscopy* untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai permukaan serta mikrostruktur material.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Variasi, P. Kandungan, and F. Caco, "Komparasi Sifat Mekanis Material Polypropylene," 2002.
- [2] F. L. Sahwan, D. H. Martono, and S. Wahyono, "Sistem pengelolaan limbah plastik di indonesia," no. 1, pp. 311–318, 2005.
- [3] K. Tongkat, K. Dari, and M. Polypropylene, "Online : <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm> Jurnal Teknik Mesin S-1 , Vol . 11, No . 3 , Tahun 2023 Online : <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm>," vol. 11, no. 3, pp. 386–395, 2023.
- [4] S. Mahasiswa, P. Geografi, F. I. Sosial, U. N. Surabaya, D. B. Hariyanto, and M. Pd, "Kajian Tentang Pengelolaan Sampah Di Indonesia"1–9, 2008.
- [5] A. Masyruroh and I. Rahmawati, "Pembuatan Recycle Plastik Hdpe Sederhana Menjadi," vol. 3, no. 1, pp. 53–63, 2021.
- [6] K. Kunci, "i j," vol. 9, no. 2, 2020, doi: 10.15294/ijc.v9i2.27549.
- [7] J. Hakim *et al.*, "Pengaruh Beda Temperatur Proses Injeksi Terhadap Sifat Mekanis Bahan Polypropylene (PP) Daur Ulang," vol. 4, no. 2, pp. 124–134, 2020.
- [8] Y. A. Permana, S. Mulyadi, and H. Sutjahjono, "Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pemanasan Pada Proses Pirolisis Pet / Pp Terhadap Karakteristik Bahan Bakar " vol. 12, no. November, pp. 1–4, 2019.
- [9] N. Putu *et al.*, "Sampah plastik dan upaya pengurangan timbulan sampah plastik," vol. 5, no. 1, pp. 72–82, 2022.
- [10] P. High and D. Polyetilene, "Komparasi Parameter Injeksi Optimum Pada Hdpe Recycled Dan Virgin Material," vol. 1, no. 1, pp. 11–20, 2017.
- [11] R. D. Salindeho, J. Soukota, R. Poeng, J. Teknik, M. Universitas, and S. Ratulangi, "Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material," pp. 1–11.
- [12] C. U. Wardani, Y. Samantha, H. Budiman, F. Teknik, and U. Majalengka, "Analisis Pengujian Impak Metoda Izod Dan Charpy Menggunakan," no. 1, pp. 2–5.

- [13] Wibowo, S. S. (2018). Pengaruh Variasi Temperatur dan Lama Perendaman Terhadap Kekuatan Tarik Material Komposit Serat Alam Termodifikasi. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 29(1), 23-30.
- [14] Novitasari, D. A., Pramutadi, A., & Nuryani, Y. (2017). A Review of Biomechanical Analysis of Axillary Crutch during Stance and Swing Phase. In *Journal Of Physics: Conference Series* (Vol. 812, No. 1, P. 012031).
- [15] Soejito, I. 2009. Desain Experimen Dengan Metode Taguchi. Yogyakarta : Garaha Ilmu. 19 – 22.
- [16] Nurdin. (2009).Pengujian Impak Metode Charpy. Lhokseumawe : Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [17] M. Ghilman, "Sifat Mekanik Dan Cacat Penyusutan (Shrinkage) Akibat Variasi Komposisi Campuran Daur Ulang Polyethylene Pada Injection Moulding," ROTOR 7.1, Pp. 14-18., 2014
- [18] S. S. Oktorina, "The Karakterisasi Plastik Pengemas Makanan Dari Tepung Maizena Dan Batang Pisang," Novasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan, Vol. 8, No. 01, Pp. 17-17, 2020.
- [19] W. Zhang, "Comprehensive Investigation into the Impact of Degradation of Recycled Polyethylene and Recycled Polypropylene on the Thermo-Mechanical Characteristics and Thermal Stability of Blends," *Molecules*, vol. 29, no. 18, p.4499, 2024.
- [20] H. W. S. Muhammad Arif, "Analisa Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses *Injection molding* Dan Tindakan Perbaikan Di Pt. Patco Elektronik Teknologi," *Jurnal Jurnal Sains Dan Teknologi (JSIT)*, vol. 4, no. 2, pp. 158-167, 2024.
- [21] A. A. Sulung Wibawansyah, "Identify Product Defects In The *Injection molding* Process," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 7, pp. 223-226, 2024.
- [22] Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS, dan DIKMEN. (2020). Modul Fisika Kelas XI KD 3.2: Elastisitas Bahan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

- [23] I. Apriawan Nur Huda, "Analisis Pengaruh Temperatur dan Durasi Preheat terhadap Cacat Produk pada Mesin *Injection molding* Manual," Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material, vol. 8, no. 2, pp. 106-112, 2024.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Perhitungan Uji Tarik

I. Plastik Murni Non Paduan

1. Perhitungan Tegangan Tarik

Rumus ¹¹ Tegangan Tarik:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik yang diberikan (N)

A = Luas penampang awal material (mm²)

³

Menghitung luas penampang

A = Luas penampang spesimen

A = Tebal x Lebar

$$= 3.2 \times 13$$

$$= 41.6 \text{ mm}^2 = 41.6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

a. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{910.4}{41.6 \times 10^{-6}} = 21884615 \text{ Pa} \\ &= 21.88 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{893.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 21485576 \text{ Pa} \\ &= 21.49 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{961.1}{41.6 \times 10^{-6}} = 23103365 \text{ Pa} \\ &= 23.11 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

b. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{746.6}{41.6 \times 10^{-6}} = 17947115 \text{ Pa} \\ &= 17.95 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{627.3}{41.6 \times 10^{-6}} = 15079326 \text{ Pa} \\ &= 15.08 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{698}{41.6 \times 10^{-6}} = 16778846 \text{ Pa} \\ &= 16.78 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

c. HDPE (*High Density Polyethylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1733.6}{41.6 \times 10^{-6}} = 41673076 \text{ Pa} \\ &= 41.67 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1682.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 40451923 \text{ Pa} \\ &= 40.45 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1281.5}{41.6 \times 10^{-6}} = 30805288 \text{ Pa} \\ &= 30.81 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

d. HDPE (*High Density Polyethylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1384.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 33288461 \text{ Pa} \\ &= 33.29 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1416.1}{41.6 \times 10^{-6}} = 34040865 \text{ Pa} \\ &= 34.04 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1369.3}{41.6 \times 10^{-6}} = 32915865 \text{ Pa} \\ &= 32.92 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

e. PP (*Polypropylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1387.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 33360576 \text{ Pa} \\ &= 33.36 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1329.3}{41.6 \times 10^{-6}} = 31954326 \text{ Pa} \\ &= 31.95 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1221.7}{41.6 \times 10^{-6}} = 29367788 \text{ Pa} \\ &= 29.37 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

f. PP (*Polypropylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{690.1}{41.6 \times 10^{-6}} = 1659892 \text{ Pa} \\ &= 16.59 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{994.4}{41.6 \times 10^{-6}} = 23903846 \text{ Pa} \\ &= 23.9 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{918.9}{41.6 \times 10^{-6}} = 22098942 \text{ Pa} \\ &= 22.09 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Regangan

Rumus Regangan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

Keterangan:

ε = Regangan Tarik (Strain)

ΔL = Pertambahan Panjang spesimen

L_0 = Panjang awal spesimen

a. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{33}{57} \times 100 \\ &= 57.89 \%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{24}{57} \times 100 \\ &= 42.11 \%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{26}{57} \times 100 \\ &= 45.61\%\end{aligned}$$

b. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{17}{57} \times 100 \\ &= 29.82\%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{17}{57} \times 100 \\ &= 29.82\%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{17}{57} \times 100 \\ &= 29.82\%\end{aligned}$$

c. HDPE (*High Density Polyethylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{48}{57} \times 100 \\ &= 84\%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{50}{57} \times 100 \\ &= 87\%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{48}{57} \times 100 \\ &= 84\%\end{aligned}$$

d. HDPE (*High Density Polyethylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{39}{57} \times 100 \\ &= 68.42\%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{63}{57} \times 100 \\ &= 110.53\%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{24}{57} \times 100 \\ &= 73.69 \%\end{aligned}$$

e. PP (*Polypropylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{12}{57} \times 100 \\ &= 21.05 \%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{12}{57} \times 100 \\ &= 21.05 \%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{12}{57} \times 100 \\ &= 21.05 \%\end{aligned}$$

f. PP (*Polypropylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{6}{57} \times 100 \\ &= 10.53 \%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{6}{57} \times 100 \\ &= 10.53 \%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{6}{57} \times 100 \\ &= 10.53 \%\end{aligned}$$

3. Perhitungan Modulus Elastisitas

Rumus Modulus Elastisitas:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan (%)

a. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$E = \frac{14.38}{22.81} \\ = 63.06 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{17.16}{19.30} \\ = 88.93 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{19.15}{22.81} \\ = 83.95 \text{ Mpa}$$

b. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$E = \frac{13.92}{8.77} \\ = 158.64 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{10.06}{8.77} \\ = 114.69 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{13.78}{10.53} \\ = 130.92 \text{ Mpa}$$

c. HDPE (*High Density Polyethylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$E = \frac{33.12}{25.56} \\ = 134.9 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{37.89}{21.05} \\ = 180 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{26.38}{22.81} \\ = 115.64 \text{ Mpa}$$

d. HDPE (*High Density Polyethylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$E = \frac{27.09}{8.77}$$
$$= 308.87 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{26.66}{8.77}$$
$$= 303.94 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{24.28}{10.53}$$
$$= 230.69 \text{ Mpa}$$

e. PP (*Polypropylene*) Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$E = \frac{23.77}{10.53}$$
$$= 225.81 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{23.72}{8.77}$$
$$= 270.45 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{26.12}{14.04}$$
$$= 186.07 \text{ Mpa}$$

f. PP (*Polypropylene*) Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$E = \frac{16.59}{8.77}$$
$$= 210.22$$

Spesimen 2

$$E = \frac{23.90}{8.77}$$
$$= 272.50 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{22.09}{8.77}$$
$$= 251.81 \text{ Mpa}$$

II. Plastik Daur Ulang Non Paduan

1. Perhitungan Tegangan Tarik

Rumus ¹¹ Tegangan Tarik:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik yang diberikan (N)

A = Luas penampang awal material (mm²)

³ Menghitung luas penampang

A = Luas penampang spesimen

A = Tebal x Lebar

$$= 3.2 \times 13$$

$$= 41.6 \text{ mm}^2 = 41.6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

a. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{783.5}{41.6 \times 10^{-6}} = 18834134 \text{ Pa} \\ &= 18.83 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{650.5}{41.6 \times 10^{-6}} = 15637019 \text{ Pa} \\ &= 15.64 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{468.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 11269230 \text{ Pa} \\ &= 11.27 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

b. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{549.3}{41.6 \times 10^{-6}} = 13204329 \text{ Pa} \\ &= 13.20 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{413.7}{41.6 \times 10^{-6}} = 9944711 \text{ Pa} \\ &= 9.94 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{571.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 13745192 \text{ Pa} \\ &= 13.75 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

c. HDPE (*High Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1028.2}{41.6 \times 10^{-6}} = 24726346 \text{ Pa} \\ &= 24.72 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1489.1}{41.6 \times 10^{-6}} = 35895673 \text{ Pa} \\ &= 35.8 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1588.9}{41.6 \times 10^{-6}} = 38194711 \text{ Pa} \\ &= 38.19 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

d. HDPE (*High Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1386.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 33336538 \text{ Pa} \\ &= 33.34 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1254}{41.6 \times 10^{-6}} = 30144230 \text{ Pa} \\ &= 30.14 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1276.6}{41.6 \times 10^{-6}} = 30687500 \text{ Pa} \\ &= 30.69 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

e. PP (Polypropylene) Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1145.5}{41.6 \times 10^{-6}} = 27546057 \text{ Pa} \\ &= 27.54 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1079.4}{41.6 \times 10^{-6}} = 25957115 \text{ Pa} \\ &= 25.95 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1174.6}{41.6 \times 10^{-6}} = 28245576 \text{ Pa} \\ &= 28.24 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

f. PP (Polypropylene) Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{947}{41.6 \times 10^{-6}} = 22764423 \text{ Pa} \\ &= 22.76 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{777.2}{41.6 \times 10^{-6}} = 18682692 \text{ Pa} \\ &= 18.68 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban } (N)}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{828.2}{41.6 \times 10^{-6}} = 19908653 \text{ Pa} \\ &= 19.9 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Regangan

Rumus Regangan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

Keterangan:

ε = Regangan Tarik (Strain)

ΔL = Pertambahan Panjang spesimen

L_0 = Panjang awal spesimen

a. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{29}{57} \times 100 \\ &= 50.88\%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{11}{57} \times 100 \\ &= 19.30 \%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{8}{57} \times 100$$

$$= 14.04\%$$

b. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\varepsilon = \frac{11}{57} \times 100$$

$$= 19.30\%$$

Spesimen 2

$$\varepsilon = \frac{6}{57} \times 100$$

$$= 10.53 \%$$

Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{10}{57} \times 100$$

$$= 17.54 \%$$

c. HDPE (*High Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\varepsilon = \frac{12}{57} \times 100$$

$$= 21.05 \%$$

Spesimen 2

$$\varepsilon = \frac{52}{57} \times 100$$

$$= 91.23\%$$

Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{30}{57} \times 100$$

$$= 52.63 \%$$

d. HDPE (*High Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\varepsilon = \frac{42}{57} \times 100$$

$$= 73.68 \%$$

Spesimen 2

$$\varepsilon = \frac{42}{57} \times 100$$

$$= 73.68 \%$$

Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{42}{57} \times 100$$

$$= 73,68 \%$$

e. PP (*Polypropylene*) Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\varepsilon = \frac{9}{57} \times 100$$

$$= 15,79 \%$$

Spesimen 2

$$\varepsilon = \frac{9}{57} \times 100$$

$$= 15,79\%$$

Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{9}{57} \times 100$$

$$= 15,79 \%$$

f. PP (*Polypropylene*) Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\varepsilon = \frac{6}{57} \times 100$$

$$= 10,53\%$$

Spesimen 2

$$\varepsilon = \frac{6}{57} \times 100$$

$$= 10,53\%$$

Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{6}{57} \times 100$$

$$= 10,53\%$$

3. Perhitungan Modulus Elastisitas

Rumus Modulus Elastisitas:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan (%)

a. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$E = \frac{16.51}{17.54}$$

$$= 94.12 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{12.90}{12.28}$$

$$= 105.05 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{9.30}{8.77}$$

$$= 106.03 \text{ Mpa}$$

b. LDPE (*Low Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$E = \frac{9.46}{8.77}$$

$$= 107.83 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{8.85}{7.02}$$

$$= 126.16 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{8.40}{7.02}$$

$$= 119.72 \text{ Mpa}$$

c. HDPE (*High Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$E = \frac{22.16}{15.79}$$

$$= 140.34 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{22.70}{17.54}$$

$$= 155.04 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{32.12}{24.56}$$

$$= 130.77 \text{ Mpa}$$

d. HDPE (*High Density Polyethylene*) Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$E = \frac{16.51}{8.77}$$

$$= 188.18 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{23.70}{14.04}$$

$$= 168.88 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{22.67}{14.04}$$

$$= 161.49 \text{ Mpa}$$

e. **PP (*Polypropylene*) Daur Ulang Temperatur 190°C**

Spesimen 1

$$E = \frac{23.46}{10.53}$$

$$= 222.86 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{22.31}{10.53}$$

$$= 212.54 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{23.05}{10.53}$$

$$= 218.96 \text{ Mpa}$$

f. **PP (*Polypropylene*) Daur Ulang Temperatur 200°C**

Spesimen 1

$$E = \frac{19.35}{7.02}$$

$$= 275.68 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{18.68}{8.77}$$

$$= 212.98 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{19.91}{8.77}$$

$$= 226.96 \text{ Mpa}$$

III. Plastik Daur Ulang Paduan (LDPE, HDPE, dan PP)

1. Perhitungan Tegangan Tarik

Rumus Tegangan Tarik:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik yang diberikan (N)

A = Luas penampang awal material (mm²)

3

Menghitung luas penampang

A = Luas penampang spesimen

A = Tebal x Lebar

$$= 3.2 \times 13$$

$$= 41.6 \text{ mm}^2 = 41.6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

a. Plastik Daur Ulang Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{799.9}{41.6 \times 10^{-6}} = 19238365.3 \text{ Pa} \\ &= 19.23 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{684.6}{41.6 \times 10^{-6}} = 1646730.7 \text{ Pa} \\ &= 16.46 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A (\text{mm}^2)} \\ &= \frac{639.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 15389807.6 \text{ Pa} \\ &= 15.38 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

b. Plastik Daur Ulang Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{838.6}{41.6 \times 10^{-6}} = 20168653 \text{ Pa} \\ &= 19.23 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{843.6}{41.6 \times 10^{-6}} = 20288846.1 \text{ Pa} \\ &= 20.28 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{783.8}{41.6 \times 10^{-6}} = 18841346.1 \text{ Pa} \\ &= 18.84 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Regangan

Rumus Regangan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

Keterangan:

4

ε = Regangan Tarik (Strain)

ΔL = Pertambahan Panjang spesimen

L_0 = Panjang awal spesimen

a. Plastik Daur Ulang Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{6}{57} \times 100 \\ &= 10.53 \%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\varepsilon = \frac{6}{57} \times 100$$

$$= 10.53 \%$$

Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{6}{57} \times 100$$

$$= 10.53 \%$$

b. Plastik Daur Ulang Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\varepsilon = \frac{6}{57} \times 100$$

$$= 10.53 \%$$

Spesimen 2

$$\varepsilon = \frac{7}{57} \times 100$$

$$= 12.28 \%$$

Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{6}{57} \times 100$$

$$= 10.53 \%$$

3. Perhitungan Modulus Elastisitas

Rumus **Modulus Elastisitas:**

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan (%)

a. Plastik Daur Ulang Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$E = \frac{12.04}{7.02}$$

$$= 171.62 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{16.46}{8.77}$$

$$= 187.61 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{15.38}{8.77}$$

$$= 175.33 \text{ Mpa}$$

b. Plastik Daur Ulang Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$E = \frac{11.72}{7.02}$$

$$= 166.99 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{17.68}{8.77}$$

$$= 201.53 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{18.84}{8.77}$$

$$= 214.79 \text{ Mpa}$$

IV. Plastik Murni Paduan (LDPE, HDPE, dan PP)

1. Perhitungan Tegangan Tarik

Rumus ¹¹ Tegangan Tarik:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik yang diberikan (N)

A = Luas penampang awal material (mm²)

Menghitung luas penampang

A = Luas penampang spesimen

A = Tebal x Lebar

$$= 3.2 \times 13$$

$$= 41.6 \text{ mm}^2 = 41.6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

a. Plastik Murni Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{864.4}{41.6 \times 10^{-6}} = 207877746.1 \text{ Pa} \\ &= 20.78 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{898.9}{41.6 \times 10^{-6}} = 21608173.0 \text{ Pa} \\ &= 21.61 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{993.1}{41.6 \times 10^{-6}} = 23872596.1 \text{ Pa} \\ &= 23.87 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

b. Plastik Murni Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{953.6}{41.6 \times 10^{-6}} = 22923076.9 \text{ Pa} \\ &= 22.92 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{968.4}{41.6 \times 10^{-6}} = 23288846.1 \text{ Pa} \\ &= 23.28 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1032.3}{41.6 \times 10^{-6}} = 24814903.8 \text{ Pa} \\ &= 24.81 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Regangan

Rumus Regangan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

Keterangan:

ε = Regangan Tarik (Strain)

ΔL = Pertambahan Panjang spesimen

L_0 = Panjang awal spesimen

a. Plastik Murni Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{6}{57} \times 100 \\ &= 10.53 \%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{7}{57} \times 100 \\ &= 12.28 \%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{8}{57} \times 100 \\ &= 14.04 \%\end{aligned}$$

b. Plastik Murni Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{8}{57} \times 100 \\ &= 14.04 \%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{7}{57} \times 100 \\ &= 12.28 \%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{9}{57} \times 100 \\ &= 15.79 \%\end{aligned}$$

3. Perhitungan Modulus Elastisitas

Rumus Modulus Elastisitas:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan (%)

a. Plastik Murni Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$E = \frac{20.78}{8.77} \\ = 236.88 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{21.61}{10.53} \\ = 205.00 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{23.87}{12.28} \\ = 194.39 \text{ Mpa}$$

b. Plastik Murni Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$E = \frac{22.92}{12.28} \\ = 198.20 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

$$E = \frac{23.28}{10.53} \\ = 205 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

$$E = \frac{23.75}{12.28} \\ = 193.43 \text{ Mpa}$$

Lampiran 2. Perhitung Uji Impak

Perhitungan Luas Penampang

$$A = b \times (h - a) \\ = 12,7 \times (12.7 - 2.54)$$

$$= 12,7 \times 10.16$$

$$= 129.03 \text{ mm}^2$$

Rumus Mencari Nilai Impak:

$$\text{Nilai Impak} = \frac{\text{Energi diserap (Joule)}}{\text{Luas Penampang (mm}^2\text{)}}$$

1. Plastik Murni

a. Plastik Murni HDPE (*High-Density Polyethylene*) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{126 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 0,977 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{130 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 1,008 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen 3

$$\text{Nilai Impak} = \frac{125 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 0,969 \text{ J/mm}^2$$

b. Plastik Murni LDPE (*Low-Density Polyethylene*) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{135 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 1,046 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{136 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 1,054 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen 3

$$\text{Nilai Impak} = \frac{133 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 1,031 \text{ J/mm}^2$$

c. Plastik Murni PP (*Polypropylene*) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{120 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 0,930 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{119 \text{ J}}{129,03 \text{ (mm}^2\text{)}} = 0,922 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen 3

$$\text{Nilai Impak} = \frac{114 J}{129,03 (mm^2)} = 0,884 J/mm^2$$

2. Plastik Daur Ulang

a. Plastik Daur Ulang HDPE (*High-Density Polyethylene*) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{122 J}{129,03 (mm^2)} = 0,946 J/mm^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{119 J}{129,03 (mm^2)} = 0,922 J/mm^2$$

Spesimen 3

$$\text{Nilai Impak} = \frac{124 J}{129,03 (mm^2)} = 0,961 J/mm^2$$

b. Plastik Daur Ulang LDPE (*Low-Density Polyethylene*) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{114 J}{129,03 (mm^2)} = 0,884 J/mm^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{112 J}{129,03 (mm^2)} = 0,868 J/mm^2$$

Spesimen 3

$$\text{Nilai Impak} = \frac{114 J}{129,03 (mm^2)} = 0,844 J/mm^2$$

c. Plastik Daur Ulang PP (*Polypropylene*) Temperatur 190°C

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{114 J}{129,03 (mm^2)} = 0,844 J/mm^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{114 J}{129,03 (mm^2)} = 0,844 J/mm^2$$

Spesimen 3

$$\text{Nilai Impak} = \frac{112 J}{129,03 (mm^2)} = 0,868 J/mm^2$$

3. Plastik Paduan Murni

a. Plastik Murni Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{137 J}{129,03 (mm^2)} = 1,062 J/mm^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{140 J}{129,03 (mm^2)} = 1,085 J/mm^2$$

Spesimen 3

$$\text{Nilai Impak} = \frac{140 J}{129,03 (mm^2)} = 1,085 J/mm^2$$

4. Plastik Paduan Daur Ulang

a. Plastik Daur Ulang Paduan (LDPE, HDPE, dan PP) Temperatur 200°C

Spesimen 1

$$\text{Nilai Impak} = \frac{132 J}{129,03 (mm^2)} = 1,023 J/mm^2$$

Spesimen 2

$$\text{Nilai Impak} = \frac{124 J}{129,03 (mm^2)} = 0,961 J/mm^2$$

Spesimen 3

$$\text{Nilai Impak} = \frac{136 J}{129,03 (mm^2)} = 1,054 J/mm^2$$

Lampiran 2 . Dokumentasi Sempel Uji Tarik

1. Plastik PP Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 33,36 Mpa	Regangan = 21,05%	Modulus Elastisitas = 225,8 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 31,95 Mpa	Regangan = 21,05%	Modulus Elastisitas = 270,5 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 29,37 Mpa	Regangan = 21,05%	Modulus Elastisitas = 186,1 MPa
		

2. Plastik PP Murni Temeperatur 200°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 16.59 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 210.22 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 23.9 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 272.50 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 22.0 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 271.40 MPa
		

3. Plastik HDPE Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1

Tegangan Tarik = 41,67 Mpa

Regangan = 68,42%

Modulus Elastisitas = 134,9 MPa



Spesimen 2

Tegangan Tarik = 40,45 Mpa

Regangan = 110,5%

Modulus Elastisitas = 180 MPa

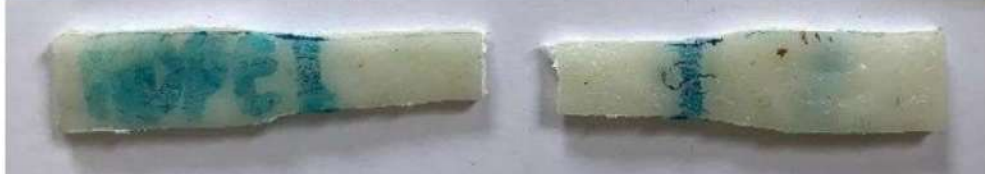


Spesimen 3

Tegangan Tarik = 30,81 Mpa

Regangan = 42,11%

Modulus Elastisitas = 115,64 MPa



4. Plastik HDPE Murni Temperatur 200 °C

Spesimen 1

Tegangan Tarik = 33.29 Mpa	Regangan = 68.42 %	Modulus Elastisitas = 308.87 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



Spesimen 2

Tegangan Tarik = 34.04 Mpa	Regangan = 68.42 %	Modulus Elastisitas = 303.94 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



Spesimen 3

Tegangan Tarik = 32.92 Mpa	Regangan = 68.42 %	Modulus Elastisitas = 230.69 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



5. Plastik LDPE Murni Temeperatur 190°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 21,88 Mpa	Regangan = 57,89%	Modulus Elastisitas = 63,1 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 21,49 Mpa	Regangan = 42,11%	Modulus Elastisitas = 88,93 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 23,11 Mpa	Regangan = 45,61%	Modulus Elastisitas = 83,95 MPa
		

6. Plastik LDPE Murni Temperatur 200 °C

Spesimen 1

Tegangan Tarik = 17.95 Mpa	Regangan = 29.82 %	Modulus Elastisitas = 158.64 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



Spesimen 2

Tegangan Tarik = 15.08 Mpa	Regangan = 29.82 %	Modulus Elastisitas = 114.69 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



Spesimen 3

Tegangan Tarik = 16.78 Mpa	Regangan = 29.82 %	Modulus Elastisitas = 130.92 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



7. Plastik PP Daur Ulang Temeperatur 190°C

Spesimen 1

Tegangan Tarik = 27,54 Mpa	Regangan = 15,79%	Modulus Elastisitas = 222,86 MPa
----------------------------	-------------------	----------------------------------



Spesimen 2

Tegangan Tarik = 25,95 Mpa	Regangan = 15,79%	Modulus Elastisitas = 212,54 MPa
----------------------------	-------------------	----------------------------------



Spesimen 3

Tegangan Tarik = 28,24 Mpa	Regangan = 15,79%	Modulus Elastisitas = 218,96 MPa
----------------------------	-------------------	----------------------------------



8. Plastik PP Daur Ulang Temeperatur 200°C

Spesimen 1

Tegangan Tarik = 22.76 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 275.68 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



Spesimen 2

Tegangan Tarik = 18.68 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 212.98 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



Spesimen 3

Tegangan Tarik = 19.91 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 226.96 MPa
----------------------------	--------------------	----------------------------------



9. Plastik HDPE Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 24,72 Mpa	Regangan = 21,05%	Modulus Elastisitas = 140,34 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 35,8 Mpa	Regangan = 91,23%	Modulus Elastisitas = 154,91 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 38,19 Mpa	Regangan = 52,63%	Modulus Elastisitas = 130,77 MPa
		

10. Plastik HDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

1. Spesimen 1

Tegangan Tarik = 33.34 Mpa

Regangan = 73.68 %

Modulus Elastisitas = 188.18 MPa



Spesimen 2

Tegangan Tarik = 30.14 Mpa

Regangan = 73.68 %

Modulus Elastisitas = 168.88 MPa



Spesimen 3

Tegangan Tarik = 30.69 Mpa

Regangan = 73.68 %

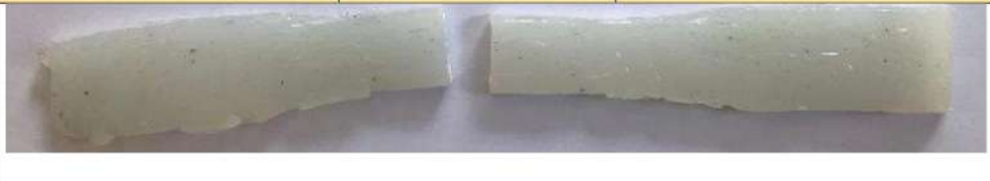
Modulus Elastisitas = 161.49 MPa



11. Plastik LDPE Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 18,83 Mpa	Regangan = 50,88%	Modulus Elastisitas = 94,12 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 15,64 Mpa	Regangan = 19,30%	Modulus Elastisitas = 105,05 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 11,27 Mpa	Regangan = 14,04%	Modulus Elastisitas = 106,03 MPa
		

12. Plastik LDPE Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 13.2 Mpa	Regangan = 19.30 %	Modulus Elastisitas = 107.83 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 9.94 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 126.16 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 13.75 Mpa	Regangan = 17.54 %	Modulus Elastisitas = 119.72 MPa
		

13. Plastik Paduan Murni Temperatur 190°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 19.23 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 171.62 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 16.46 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 187.61 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 15.38 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 175.33 MPa
		

14. Plastik Paduan Murni Temperatur 200°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 20.16 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 166.99 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 20.28 Mpa	Regangan = 12.28 %	Modulus Elastisitas = 201.53 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 18.84 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 214.79 MPa
		

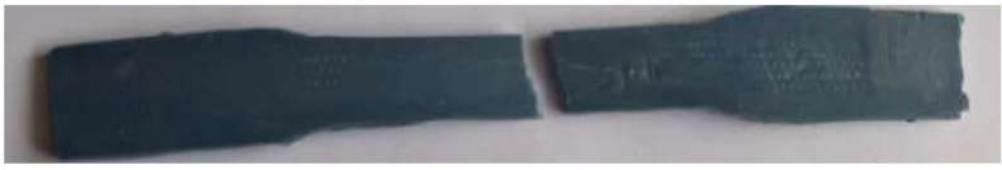
15. Plastik Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 13.2 Mpa	Regangan = 19.30 %	Modulus Elastisitas = 107.83 MPa
		

Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 9.94 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 126.16 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 13.75 Mpa	Regangan = 17.54 %	Modulus Elastisitas = 119.72 MPa
		

16. Plastik Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C

Spesimen 1		
Tegangan Tarik = 13.2 Mpa	Regangan = 19.30 %	Modulus Elastisitas = 107.83 MPa
		

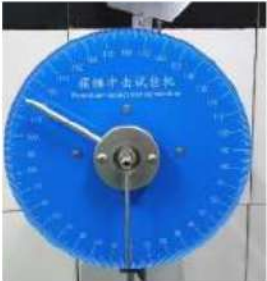
Spesimen 2		
Tegangan Tarik = 9.94 Mpa	Regangan = 10.53 %	Modulus Elastisitas = 126.16 MPa
		

Spesimen 3		
Tegangan Tarik = 13.75 Mpa	Regangan = 17.54 %	Modulus Elastisitas = 119.72 MPa
		

Lampiran 3. Dokumentasi Uji Impak

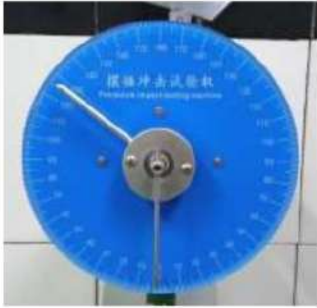
1. Plastik PP Murni

Spesimen 1	
Energi impak yang diserap = 120 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

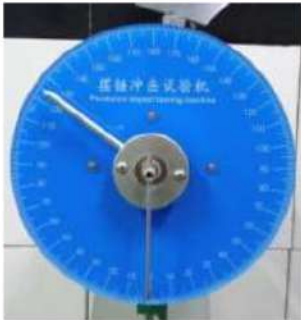
Spesimen 2	
Energi impak yang diserap = 119 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 3	
Energi impak yang diserap = 114 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

2. Plastik HDPE Murni

Spesimen 1	
Energi impak yang diserap = 126 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 2	
Energi impak yang diserap = 130 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 3	
Energi impak yang diserap = 125 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

3. Plastik LDPE Murni

Spesimen 1	
Energi impak yang diserap = 135 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 2	
Energi impak yang diserap = 136 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 3	
Energi impak yang diserap = 133 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

4. Plastik PP Daur Ulang

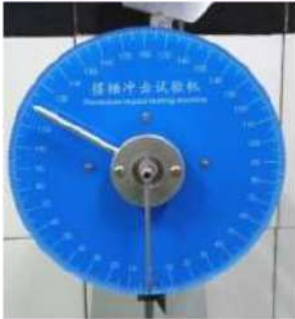
Spesimen 1	
Energi impak yang diserap = 114 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 2	
Energi impak yang diserap = 114 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 3	
Energi impak yang diserap = 112 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

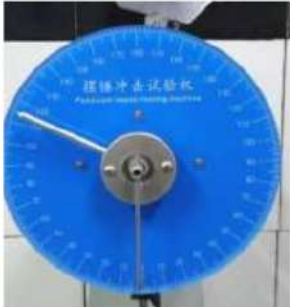
5. Plastik HDPE Daur Ulang

Spesimen 1	
Energi impak yang diserap = 122 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

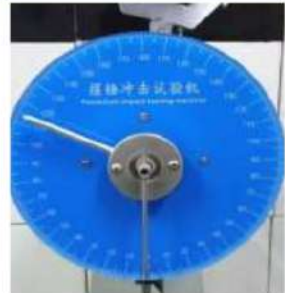
Spesimen 2	
Energi impak yang diserap = 119 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 3	
Energi impak yang diserap = 124 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

6. Plastik LDPE Daur Ulang

Spesimen 1	
Energi impak yang diserap = 114 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 2	
Energi impak yang diserap = 112 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

Spesimen 3	
Energi impak yang diserap = 114 Joule	Dokumentasi patahan spesimen uji
	

7. Plastik Murni Paduan LDPE, HDPE, PP

Spesimen 1

Energi impak yang diserap = 137 Joule

Dokumentasi patahan spesimen uji



Spesimen 2

Energi impak yang diserap = 140 Joule

Dokumentasi patahan spesimen uji



Spesimen 3

Energi impak yang diserap = 140 Joule

Dokumentasi patahan spesimen uji



8. Plastik Daur Ulang Paduan LDPE, HDPE, PP

Spesimen 1

Energi impact yang diserap = 132 Joule

Dokumentasi patahan spesimen uji



Spesimen 2

Energi impact yang diserap = 124 Joule

Dokumentasi patahan spesimen uji

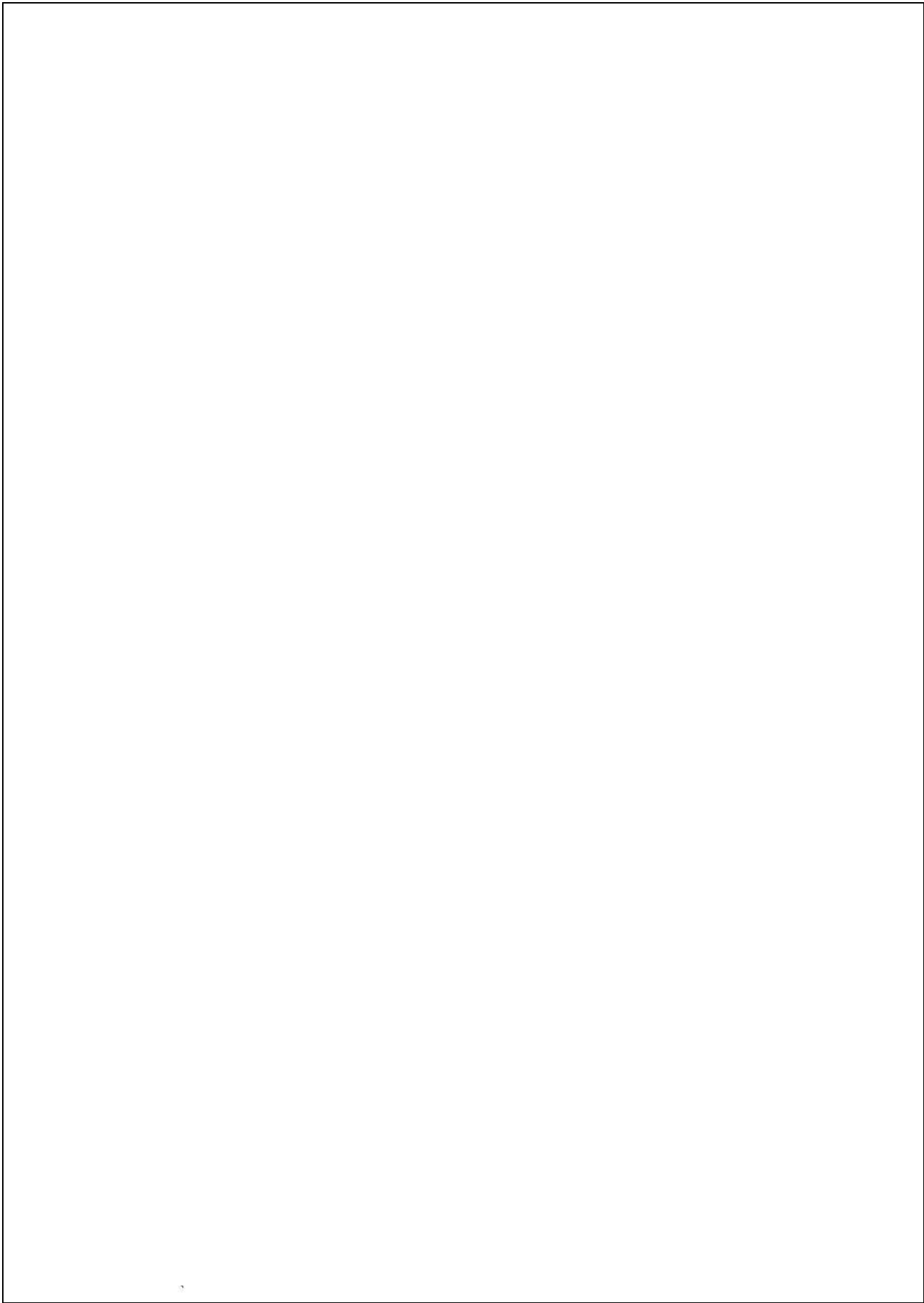


Spesimen 3

Energi impact yang diserap = 136 Joule

Dokumentasi patahan spesimen uji





ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	eprints.polsri.ac.id Internet Source	2%
2	docplayer.info Internet Source	1%
3	eprints.untirta.ac.id Internet Source	1%
4	repository.its.ac.id Internet Source	1%
5	repository.itk.ac.id Internet Source	1%
6	www.researchgate.net Internet Source	1%
7	scholarhub.ui.ac.id Internet Source	1%
8	repository.unej.ac.id Internet Source	<1%
9	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1%

10 repository.usd.ac.id <1 %
Internet Source

11 Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium <1 %
Student Paper

12 ejournal3.undip.ac.id <1 %
Internet Source

13 Submitted to Universitas Sultan Ageng Tirtayasa <1 %
Student Paper

14 core.ac.uk <1 %
Internet Source

15 journal.umy.ac.id <1 %
Internet Source

16 Submitted to Universitas Brawijaya <1 %
Student Paper

17 www.jurnal.minartis.com <1 %
Internet Source

18 123dok.com <1 %
Internet Source

19 ethesis.nitrkl.ac.in <1 %
Internet Source

20 jurnal.ft.uns.ac.id <1 %
Internet Source

repository.ub.ac.id

21

Internet Source

<1 %

22

karya.brin.go.id

Internet Source

<1 %

23

repository.umy.ac.id

Internet Source

<1 %

24

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

25

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

<1 %

26

digilib.isi.ac.id

Internet Source

<1 %

27

eprints.undip.ac.id

Internet Source

<1 %

28

repository.uin-suska.ac.id

Internet Source

<1 %

29

pt.scribd.com

Internet Source

<1 %

30

repository.unj.ac.id

Internet Source

<1 %

31

kumparan.com

Internet Source

<1 %

32

repositori.uin-alauddin.ac.id

Internet Source

<1 %

33	pdfcookie.com Internet Source	<1 %
34	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
35	repository.upstegal.ac.id Internet Source	<1 %
36	Submitted to Universitas Bung Hatta Student Paper	<1 %
37	id.scribd.com Internet Source	<1 %
38	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
39	fr.scribd.com Internet Source	<1 %
40	ojs.unpkediri.ac.id Internet Source	<1 %
41	repository.ubb.ac.id Internet Source	<1 %
42	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
43	Submitted to Universitas Khairun Student Paper	<1 %
44	Submitted to Universitas Pelita Harapan Student Paper	<1 %

45	digilib.uns.ac.id Internet Source	<1 %
46	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
47	Submitted to itera Student Paper	<1 %
48	moam.info Internet Source	<1 %
49	library.binus.ac.id Internet Source	<1 %
50	repository.ustjogja.ac.id Internet Source	<1 %
51	Submitted to Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia Student Paper	<1 %
52	repository.unifa.ac.id Internet Source	<1 %
53	Lucas Cunha, Elídio Angioletto, Márcio Roberto Rocha. "AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE AGENTES PERLITIZANTES NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM FERRO FUNDIDO NODULAR", Tecnologia em Metalurgia Materiais e Mineração, 2019 Publication	<1 %

54

Internet Source

<1 %

55

repository.unpas.ac.id

Internet Source

<1 %

56

e-journals.unmul.ac.id

Internet Source

<1 %

57

repo.itera.ac.id

Internet Source

<1 %

58

repository.ppns.ac.id

Internet Source

<1 %

59

sipora.polije.ac.id

Internet Source

<1 %

60

tasco.co.id

Internet Source

<1 %

61

www.alodokter.com

Internet Source

<1 %

62

www.eceurope.com

Internet Source

<1 %

63

cisnablog.blogspot.com

Internet Source

<1 %

64

edoc.tips

Internet Source

<1 %

65

idoc.pub

Internet Source

<1 %

66	repository.ptiq.ac.id Internet Source	<1 %
67	repository.upbatam.ac.id Internet Source	<1 %
68	skripsiyuk.com Internet Source	<1 %
69	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
70	Rezza Ruzuqi, Victor Danny Waas. "ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN IMPAK MATERIAL KOMPOSIT POLIMER DALAM APLIKASI FIBERBOAT", ALE Proceeding, 2021 Publication	<1 %
71	WAHYU ZADHA HUTAHAEAN, SULIANA MAFIROH, ADITYA PURNAMA. "EFISIENSI PENGGUNAAN JALAN RAYA BERBAHAN BETON UNTUK JALAN RAYA PRODUKSI", JURNAL DAKTILITAS, 2024 Publication	<1 %
72	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	<1 %
73	docobook.com Internet Source	<1 %
74	docplayer.com.br Internet Source	<1 %

75	docplayer.net Internet Source	<1 %
76	ejournal.atmajaya.ac.id Internet Source	<1 %
77	eprints.umpo.ac.id Internet Source	<1 %
78	media.neliti.com Internet Source	<1 %
79	ojs.unm.ac.id Internet Source	<1 %
80	repository.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
81	repository.unib.ac.id Internet Source	<1 %
82	stp-bandung.net Internet Source	<1 %
83	www.ourshoppingstore.com Internet Source	<1 %
84	Ángel Agüero Rodríguez. "Desarrollo y caracterización de materiales sostenibles con subproductos de la industria del lino para aplicaciones de envasado bajo el marco de la Economía Circular.", Universitat Politecnica de Valencia, 2020 Publication	<1 %

85

jurnal.untan.ac.id

Internet Source

<1 %

86

Rapid Prototyping Journal, Volume 18, Issue 5
(2012-07-21)

Publication

<1 %

87

dspace.uii.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

SKRIPSI_REVISI_APRIL_CEK_TURNITIN-1747813282142

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106

PAGE 107

PAGE 108

PAGE 109

PAGE 110

PAGE 111

PAGE 112

PAGE 113

PAGE 114

PAGE 115

PAGE 116

PAGE 117

PAGE 118

PAGE 119

PAGE 120

PAGE 121

PAGE 122

PAGE 123

PAGE 124

PAGE 125

PAGE 126

PAGE 127

PAGE 128

PAGE 129

PAGE 130

PAGE 131

PAGE 132

PAGE 133

PAGE 134

PAGE 135

PAGE 136

PAGE 137

PAGE 138

PAGE 139

PAGE 140

PAGE 141

PAGE 142

PAGE 143

PAGE 144

PAGE 145

PAGE 146

PAGE 147