

**PENGARUH TEMPERATUR DI DALAM *BARREL* MESIN
INJECTION MOLDING 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**

TUGAS AKHIR

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

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

TUBAGUS ARIFIN

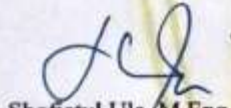
3331210036

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 26 Juni 2025

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Eng Ir. Hendra, S.T., M.T.
NIP. 197311182003121002



Shofiatul Ula, M.Eng.
NIP. 198403132019032009

Anggota Dewan Penguji



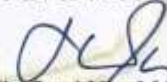
Sidik Susilo, S.T., M.Sc.
NIP. 198806052019031006



Dr. Hery Tri Waloyo, T., M.T.
NIP. 198206212022031001



Prof. Dr. Eng Ir. Hendra, S.T., M.T.
NIP. 197311182003121002



Shofiatul Ula, M.Eng.
NIP. 198403132019032009

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 09 Juli 2025

Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Ir. Dhanes Satrio, ST., M.Eng.
NIP. 198305102012121006

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Yang beranda tanagn dibawah ini:

Nama : Tubagus Arifin
NPM : 3331210036
Judul : Pengaruh Temperatur Di Dalam Barrel Mesin Injection Molding Terhadap
Sifat Mekanik Produk Batang Plastik Berbahan Limbah Plastik
Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan tidak ada duplikasi dari pihak lain,
kecuali yang sudah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 11 Juli 2025



Tubagus Arifin
3331210036

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 Molding* 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, S.T., M.T 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.

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, 11 Juni 2025

Tubagus Arifin

ABSTRAK

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

Disusun Oleh :

TUBAGUS ARIFIN

NIM. 3331210036

Penggunaan plastik sebagai pengganti metal non metal 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. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa produk plastik daur ulang, Dapat 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 use of plastic as a substitute for non-metallic metals in various household and automotive applications is increasing due to its lightweight, elasticity, durability, and low production cost. However, the rising consumption of plastics poses serious environmental problems due to the accumulation of non-biodegradable plastic waste. To mitigate this impact, the utilization of recycled plastics presents a promising alternative, although it faces challenges related to the degradation of mechanical properties during the recycling process. This study aims to analyze the effect of temperature variation in the injection molding process on the mechanical properties of plastic rods made from a blend of LDPE, HDPE, and PP. The method involves producing samples with a composition of 50% HDPE, 20% LDPE, and 30% PP at two different temperatures: 190°C and 200°C. Mechanical property testing was conducted through tensile and impact tests. The results show that at 200°C, the virgin plastic blend exhibited the best mechanical properties, with a maximum tensile strength of 23.67 MPa, strain of 14.04%, elastic modulus of 198.88 MPa, and impact value of 1.077 Joules/mm². This study demonstrates that recycled plastic products have the potential to support the development of more environmentally friendly plastic materials.

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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
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 Molding</i>	11
2.5 Bagian-Bagian <i>Injection Molding</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 Percobaa.....	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 <i>Sampel</i> Menggunakan Mesin <i>Injection Molding</i>	29
3.4.3	Proses Pengujian Tarik.....	33
3.4.4	Proses Pengujian Impak	34
3.4.5	Proses Pengolahan Data	34

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	72

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran.....	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

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 Molding</i>	13
Gambar 2.10 Alat Uji Tarik.....	15
Gambar 2.11 Alat Uji Impack	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Mesin <i>Injection Molding</i>	20
Gambar 3.3 Mesin Pencacah Plastik	21
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.....	24
Gambar 3.8 Klem	24
Gambar 3.9 Sikat Kawat.....	24
Gambar 3.10 Jangka Sorong.....	25
Gambar 3.11 Alat Uji Impack	25
Gambar 3.12 Alat Uji Tarik.....	26
Gambar 3.13 Limbah Plastik LDPE	26
Gambar 3.14 Limbah Plastik HDPE.....	27
Gambar 3.15 Limbah Plastik PP.....	27
Gambar 3.16 Minyak Goreng.....	28
Gambar 3.17 Mesin <i>Injection Molding</i>	30

Gambar 3.18 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk <i>Sampel</i> Uji Tarik	30
Gambar 3.19 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk <i>Sampel</i> Uji Impak	31
Gambar 3.20 Minimbang Cacahan Limbah Plastik Untuk Produk Batang Plastik.....	31
Gambar 3.21 Menyiapkan Cetakan	32
Gambar 3.22 Mengoleskan Minyak Goreng Pada Cetakan	32
Gambar 3.23 Mengatur Suhu Pada Mesin <i>Injection Molding</i>	32
Gambar 3.24 Memasukkan Cacahan Limbah Plastik.....	33
Gambar 3.25 Menginjeksikan Limbah Plastik	33
Gambar 3.26 Mengeluarkan <i>Sampel</i> Dari Cetakan	33
Gambar 4.1 Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe I	36
Gambar 4.2 Spesimen Uji Impak ASTM D 256	49
Gambar 4.3 Grafik Nilai Uji Impak Plastik Murni dan Daur Ulang	51
Gambar 4.4 Hasil Uji Impak Plastik Paduan Murni & Paduan Daur Ulang	53
Gambar 4.5 Cacat Pada Balok Plastik Daur Ulang Temperatur 190°C	58
Gambar 4.6 Cacat Pada Balok Plastik Daur Ulang Temperatur 200°C	59
Gambar 4.7 Cacat Pada Balok Plastik Murni Temperatur 190°C	60
Gambar 4.8 Cacat Pada Balok Plastik Murni Temperatur 200°C	61

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 HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C	39
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Uji Tarik HDPE Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C	40
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 190°C	41
Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Uji Tarik PP Murni & Daur Ulang Temperatur 200°C	43
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 190°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 190°C.....	44
Tabel 4.9 Perbandingan Hasil Uji Tarik Paduan Murni Temperatur 200°C & Paduan Daur Ulang Temperatur 200°C.....	46
Tabel 4.10 Dimensi Spesimen Uji Impak ASTM D236.....	49
Tabel 4.11 Hasil Uji Impak Plastik Murni & Daur Ulang	50
Tabel 4.12 Hasil Uji Impak Plastik Paduan Murni & Paduan Daur Ulang.....	52
Tabel 4.13 Patahan Spesimen Paduan Daur Ulang (HDPE+ LDPE+PP)	54
Tabel 4.14 Patahan Spesimen Paduan Murni (HDPE+ LDPE+PP)	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang plastik banyak diminati, menggantikan peralatan–peralatan rumah tangga dan komponen dibidang otomotif, yang sebelumnya terbuat dari bahan logam berpindah ke bahan plastik, dikarenakan sifat elastisnya 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].

Plastik memiliki berbagai jenis dengan sifat mekanik yang berbeda-beda, yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk temperatur proses produksi. mesin *injeksi Molding* sering digunakan untuk memproduksi barang-barang plastik secara massal. mesin *injeksi Molding* bekerja dengan cara memanaskan bahan plastik hingga meleleh, kemudian mengalirkan 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 Molding* dapat mempengaruhi sifat mekanik plastik daur ulang.

Melihat pentingnya pengaruh temperatur terhadap sifat mekanik produk plastik, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur pada proses *injeksi Molding* 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.

1.2 Rumusan Masalah

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 Molding* ?
2. Bagaimana Menganalisa hasil pengujian sifat mekanik dari paduan plastik LDPE, HDPE, dan PP?

1.3 Tujuan Penelitian

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 Molding* .
2. Menganalisa hasil pengujian sifat mekanik dari paduan plastik LDPE, HDPE, dan PP.

1.4 Batasan Masalah

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 Molding* .
3. Variasi temperatur selama proses pemanasan yaitu 190°C & 200°C.
4. Mesin *injection Molding* yang digunakan mesin yang ada di FT untirta.

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.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. L. S. Fikri, “Komparasi Sifat Mekanis Material Polypropylene dengan Variasi Persentase Kandungan Filler CaCO_3 ,” Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2017.
- [2] F. L. Sahwan, D. H. Martono, dan S. Wahyono, “Sistem Pengelolaan Limbah Plastik di Indonesia,” *J. Teknologi Lingkungan BPPT*, vol. 1, no. 1, pp. 311–318, 2005.
- [3] A. L. Safrudin, A. Junaidi, dan M. Yunus, “Studi Fisis dan Mekanis serta Penyusutan Plastik Polypropylene Dipadukan dengan Plastik Polyethylene,” *J. Teknologi Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 58–65, Feb. 2021.
- [4] S. Mahasiswa, P. Geografi, F. I. Sosial, U. N. Surabaya, D. B. Hariyanto, dan M. Pd, “Kajian Tentang Pengelolaan Sampah di Indonesia,” *J. Pengelolaan Sampah*, vol. 2, no. 1, pp. 45–50, 2008.
- [5] A. Masyrurroh dan I. Rahmawati, “Pembuatan Recycle Plastik HDPE Sederhana Menjadi Bahan Baku,” *J. Pengabdian dan pemberdayaan masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 53–63, 2021.
- [6] Meyrena, “Analisis Pendayagunaan Limbah Plastik Menjadi Ecopaving Sebagai Upaya Pengurangan Sampah” *J. Indonesian Journal of Conservation*, vol. 9, no. 2, pp. 1–10, 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,” *J. Material dan Proses Manufaktur*, vol. 4, no. 2, pp. 124–134, 2020.
- [8] Y. A. Permana, “Pengaruh Temperatur dan Waktu Pemanasan pada Proses Pirolisis PET/PP terhadap Karakteristik Bahan Bakar,” Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, 2020.
- [9] N. Putu et al., “Sampah Plastik dan Upaya Pengurangan Timbulan Sampah Plastik,” *J. Ilmiah vastuwidya*, vol. 5, no. 1, pp. 72–82, 2022.
- [10] P. High dan D. Polyetilene, “Komparasi Parameter Injeksi Optimum pada HDPE Recycled dan Virgin Material,” *J. Material dan Proses Manufaktur*, vol. 1, no. 1, pp. 11–20, 2017.

- [11] R. D. Salindeho, J. Soukota, R. Poeng, “Pemodelan Pengujian Tarik untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material,” *J. Poros Teknik Mesin Unsrat*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2013.
- [12] C. U. Wardani, Y. Samantha, H. Budiman, “Analisis Pengujian Impak Metoda Izod dan Charpy Menggunakan Benda Uji Alumunium dan Baja ST37,” *J. Proceeding Stima*, vol. 6, no. 1, pp. 2–5, 2016.
- [13] S. S. Wibowo, “Pengaruh Variasi Temperatur dan Lama Perendaman terhadap Kekuatan Tarik Material Komposit Serat Alam Termodifikasi,” *J. Dinamika Penelitian Industri*, vol. 29, no. 1, pp. 23–30, 2018.
- [14] D. A. Novitasari, A. Pramutadi, dan Y. Nuryani, “A Review of Biomechanical Analysis of Axillary Crutch during Stance and Swing Phase,” *J. Physics.: Conf. Ser.*, vol. 812, no. 1, p. 012031, 2017.
- [15] I. Soejito, *Desain Experimen dengan Metode Taguchi*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009, pp. 19–22.
- [16] I. Apriawan Nur Huda, “Analisis Pengaruh Temperatur dan Durasi Preheat terhadap Cacat Produk pada Mesin Injection Molding Manual,” *J. Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 8, no. 2, pp. 106–112, 2024.
- [17] M. Ghilman, “Sifat Mekanik dan Cacat Penyusutan (Shrinkage) Akibat Variasi Komposisi Campuran Daur Ulang Polyethylene pada Proses Injection Molding,” *J. Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 14–18, 2014.
- [18] S. S. Oktorina, “Karakterisasi Plastik Pengemas Makanan dari Tepung Maizena dan Batang Pisang,” *J. balitbangdalampong*, vol. 8, no. 1, 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,” *J. 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,” *J. 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," J. Procedia of Engineering and Life Science, vol. 7, pp. 223–226, 2024.
- [22] D. A. Hakim dan M. Syahrial, Pengujian Bahan Teknik, Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.