

PROYEK AKHIR

**ANALISIS KUALITAS PLASTIK DAUR ULANG
CETAKAN MESIN INJECTION MOLDING**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

GEDE BERLY ISHAKA PRAMUDI

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

PROYEK AKHIR

**ANALISIS KUALITAS PLASTIK DAUR ULANG
CETAKAN MESIN INJECTION MOLDING**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

GEDE BERLY ISHAKA PRAMUDI

NIM. 2115213080

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI BALI

2024

LEMBAR PENGESAHAN OLEH PEMBIMBING

ANALISIS KUALITAS PLASTIK DAUR ULANG CETAKAN MESIN INJECTION MOLDING

Oleh

GEDE BERLY ISHAKA PRAMUDI
NIM. 2115213080

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan perkuliahan
pada Program Studi D3 Teknik Mesin
pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Komang Widhi Widantha, S.T., M.T
NIP. 199702242022031007

Pembimbing II



Dr. I Putu Gede Sopan Rahtika, BS., MS
NIP. 197203012006041025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KUALITAS PLASTIK DAUR ULANG CETAKAN MESIN INJECTION MOLDING

Oleh

GEDE BERLY ISHAKA PRAMUDI
NIM. 2115213080

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima
untuk dapat dilanjutkan sebagai buku Proyek Akhir

Tim Penguji

Tanda Tangan

Penguji I : Ketut Bangse, S.T., M.T

NIP : 196612131991031003

()

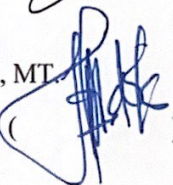
Penguji II : Ir. I Nyoman Budiartana, M. T.

NIP : 196012041989111001

()

Penguji III : I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT.

NIP : 198207102014041001

()

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gede Berly Ishaka Pramudi

NIM : 2115213080

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Judul Proyek Akhir : Analisis Kualitas Plastik Daur Ulang Cetakan Mesin
Injection Molding

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Bukuu Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang - undangan yang berlaku.

Badung, 12 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Gede Berly Ishaka Pramudi

NIM. 2115213080

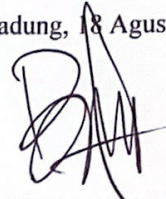
UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiyanta, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak I Wayan Suastawa, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin
5. Bapak Komang Widhi Widantha, ST., MT., selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Dr. I Putu Gede Sopan Rahtika, BS., MS. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staff akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.

10. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Badung, 18 Agustus 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Gede Berly Ishaka Pramudi

ABSTRAK

Sampah plastik merupakan salah satu masalah lingkungan yang signifikan di Indonesia, khususnya di Bali yang menjadi destinasi pariwisata utama. Dengan meningkatnya volume sampah plastik, metode pengelolaan yang efektif menjadi sangat penting. Salah satu solusi yang potensial adalah daur ulang plastik menggunakan mesin *injection molding* manual, yang mampu mengubah limbah plastik HDPE menjadi produk baru yang bermanfaat. Penelitian ini berfokus pada analisis kualitas cetakan plastik HDPE yang dipengaruhi oleh variasi suhu dan waktu pemanasan pada proses *injection molding*.

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimental di mana variasi suhu dan waktu pemanasan dijadikan variabel independen. Suhu dipilih pada 200°C dan 225°C, sedangkan waktu pemanasan dipilih pada 5 menit dan 10 menit. Limbah plastik HDPE yang telah dicacah dimasukkan ke dalam mesin *injection molding* manual untuk dicetak. Parameter kualitas hasil cetakan dievaluasi berdasarkan cacat produk seperti weld line, flashing, dan short shot. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap kualitas produk.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan waktu pemanasan berkontribusi pada peningkatan kualitas cetakan plastik, dengan berkurangnya jumlah cacat seperti retakan dan ketidaksempurnaan lainnya. Ini menunjukkan bahwa pengaturan suhu dan waktu yang tepat dapat menghasilkan produk yang lebih baik dan lebih konsisten. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pengendalian parameter suhu dan waktu pemanasan yang baik sangat penting untuk menghasilkan cetakan HDPE berkualitas tinggi menggunakan mesin *injection molding* manual, yang dapat mendukung upaya daur ulang sampah plastik di Bali.

Kata Kunci: Sampah plastik, Waktu pemanasan, Kualitas cetakan, *Injection Molding*, HDPE, Suhu, Cacat Cetakan, Weld Line, Flashing.

QUALITY ANALYSIS OF INJECTION MOLDING MACHINE MOLDED RECYCLED PLASTIC

ABSTRACT

Plastic waste is one of the significant environmental problems in Indonesia, especially in Bali, a major tourism destination. With the increasing volume of plastic waste, effective management methods have become very important. One potential solution is plastic recycling using manual injection molding machine, which is able to convert HDPE plastic waste into new useful products. This research focuses on analyzing the quality of HDPE plastic molds affected by variations in heating temperature and time in the injection molding process.

This research was conducted with an experimental approach where variations in temperature and heating time were used as independent variables. The temperature was selected at 200°C and 225°C, while the heating time was selected at 5 minutes and 10 minutes. The chopped HDPE plastic waste was put into a manual injection molding machine for molding. The quality parameters of the molded products were evaluated based on product defects such as weld line, flashing, and short shot. The data obtained were analyzed quantitatively to determine the effect of heating temperature and time on product quality.

The results showed that increasing the heating temperature and time contributed to the improvement of plastic molding quality, with a reduced number of defects such as cracks and other imperfections. This shows that proper temperature and time settings can produce better and more consistent products. The conclusion of this study is that good control of temperature and heating time parameters is essential to produce high-quality HDPE molds using manual injection molding machines, which can support waste plastic recycling efforts in Bali.

Keywords: *Plastic waste, Heating time, Mold quality, Injection Molding, HDPE, Temperature, Mold Defects, Weld Line, Flashing.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmatnya penulis bisa menyelesaikan Buku proyek Akhir ini yang berjudul Analisis Kualitas Plastik Daur Ulang Cetakan Mesin Injection Molding, tepat pada waktunya. penyusunan buku proyek akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program Pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna dan masih ada kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan dari semua pihak guna perbaikan di kesempatan berikutnya. Semoga Buku Proyek Akhir ini bisa bermanfaat.

Badung, 18 Agustus 2024



Gede Berly Ishaka Pramudi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	3
BAB II. LANDASAN TEORI	4
2.1 Mesin <i>Injection Molding</i>	4
2.1.1 Sejarah <i>Injection Molding</i>	5
2.2 Plastik.....	6
2.2.1 Jenis Jenis Plastik.....	6
2.2.2 Plastik HDPE (<i>High-Density Polyethylene</i>)	9
2.3 Daur Ulang.....	10
2.4 Proses <i>Injection Molding</i>	10
2.6 Parameter Proses <i>Injection Molding</i>	11
2.6.1 Cacat Pada Hasil Proses <i>Injection Molding</i>	13
BAB III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Jenis Penelitian.....	16
3.1.1 Bentuk Cetakan	17
3.2 Alur Penelitian	18

3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	19
3.4 Penentuan Sumber Data	20
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	20
3.6 Instrumen Penelitian	20
3.7 Prosedur	22
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Penelitian	23
4.1.1 Persiapan dan Pegumpulan Data Awal	23
4.1.2 Proses Pengolahan Plastik HDPE	25
4.1.3 Prinsip Kerja Alat.....	25
4.1.4 Proses Pengambilan Data.....	26
4.2 Pembahasan.....	29
BAB V. PENUTUP.....	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simbol Daur Ulang Plastik.....	7
Gambar 2.2 Gambar contoh weld line	13
Gambar 2.3 Plastik yang mengalami short shoot.....	13
Gambar 2.4 Plastik yang mengalami flashing.....	14
Gambar 2.5 Contoh benda yang mengalami black spot.....	14
Gambar 2.6 Plastik cacat gelembung	15
Gambar 3.1 Rancangan Mesin Injection Molding	16
Gambar 3.2 Rancangan Cetakan Molding	17
Gambar 3.3 Gagang pisau dari plastik HDPE.....	17
Gambar 3.4 <i>Stopwatch</i>	19
Gambar 3.5 Jangka sorong	19
Gambar 3.6 Gerinda	20
Gambar 3.7 Timbangan digital	20
Gambar 4.1 Mesin <i>injection molding</i>	22
Gambar 4.2 Cetakan.....	23
Gambar 4.3 Mesin <i>injection molding</i>	23
Gambar 4.4 Plastik HDPE	24
Gambar 4.5 Pengguntingan plastik HDPE	24
Gambar 4.6 Pencucian plastik HDPE	24
Gambar 4.7 Penjemuran plastik HDPE.....	25
Gambar 4.8 Pemanasan mesin injection molding	26
Gambar 4.9 Penuangan plastik HDPE ke dalam hopper.....	26
Gambar 4.10 Penekanan tuas	27
Gambar 4.11 Proses holding time	27
Gambar 4.12 Proses pembukaan cetakan.....	27
Gambar 4.13 Hasil cetakan	27
Gambar 4.14 Hasil cetakan	28
Gambar 4.15 Hasil cetakan	29
Gambar 4.16 Hasil cetakan	29

Gambar 4.17 Hasil cetakan	30
Gambar 4.18 Grafik perbandingan densitas hasil cetakan	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Titik leleh plastik.....	8
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Pembuatan Proyek Akhir.....	18
Tabel 3.2 Tabel pengujian hasil cetakan.....	21
Tabel 4.1 Data pengujian hasil cetakan.....	28

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kita semua mengharapkan adanya lingkungan yang asri, bersih dan dengan udara yang sehat namun kenyataannya pengelolaan sampah di Indonesia, termasuk di Bali, merupakan tantangan besar yang membutuhkan perhatian serius. Dengan populasi yang terus meningkat dan aktivitas pariwisata yang intensif, Bali menjadi salah satu provinsi penghasil sampah terbesar di Indonesia. Sebagian besar sampah yang dihasilkan berupa sampah plastik yang sulit terurai dan dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (The Bali Sun, 2022).

Pertumbuhan populasi yang cepat, urbanisasi, dan konsumsi yang meningkat telah menyebabkan peningkatan volume sampah yang dihasilkan setiap tahun. Bali menghasilkan jumlah sampah yang sangat besar setiap harinya, sebagian besar disebabkan oleh industri pariwisata. Dengan lebih dari 6,8 juta ton sampah plastik yang dihasilkan setiap tahun di Indonesia, Bali menyumbang sebagian besar dari jumlah tersebut. Banyak komunitas di Bali yang belum memiliki akses ke pengelolaan sampah formal. Akibatnya, sampah sering kali berakhir di lingkungan, mencemari pantai dan sungai yang indah di pulau ini (The Bali Sun, 2022).

Pembuangan limbah plastik ke dalam perairan dan daratan telah meningkatkan level kerusakan lingkungan karena plastik sangat sulit dan tidak mungkin dihancurkan oleh mikroorganisme pengurai. Apabila dikubur dalam tanah, proses dekomposisi membutuhkan waktu berjuta-juta tahun. Jika dihanguskan, plastik hanya akan menjadi bekuan dan memerlukan waktu yang lama untuk terurai. Akibat dari pengendapan sampah plastik yang terlalu lama dalam tanah adalah pemanasan global, yang berdampak pada kehidupan manusia itu sendiri. Salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan lingkungan yang masih menjadi tanggung jawab kita sebagai masyarakat Indonesia adalah pembuangan limbah sampah plastik. Oleh karena itu, perlu adanya kesadaran dan tindakan bersama untuk

mengatasi permasalahan ini demi menjaga keberlanjutan lingkungan hidup (Arjun, 2021).

Salah satu cara mengelola sampah plastik ialah dengan mesin *injection molding*. *Injection molding* merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari berbahan thermoplastik. Dalam proses *injection molding* terdapat tiga komponen penting, yaitu bagian *Injection Unit*, *Molding Unit*, *Clamping Unit*. Ketiga komponen ini merupakan satu kesatuan yang saling berhubungan. Pada saat ini alat yang di uji ialah mesin *injection molding* dengan penekan manual yang Untuk menunjang kebutuhan di masyarakat kecil dibuatlah mesin *injection molding* dengan ukuran yang kecil dan cara penggunaan sederhana yang mudah digunakan dan nantinya hasil cetakan plastik lebih berguna atau bisa digunakan kembali. Pada saat ini *molding* yang digunakan atau cetakan bentuk balok dan sampah plastik yang digunakan ialah sampah plastik jenis HDPE, hasil cetakan nantinya bisa dibuat untuk gagang pisau atau dadu.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh temperatur pada plastik HDPE hasil cetakan mesin *injection molding*.
- 2) Apa saja cacat umum yang terjadi pada plastik hasil cetakan mesin *injection molding*.

1.3 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah sebagai berikut:

- 1) Menggunakan *molding* dengan bentuk balok.
- 2) Plastik yang digunakan ialah hanya plastik HDPE yang di potong kecil.
- 3) Mesin yang digunakan mesin *injection* plastik dengan penekanan yang ditekan secara manual dan bentuk mesin vertikal

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari proyek akhir Analisis Kualitas Plastik Daur Ulang Cetakan Mesin *Injection Molding* adalah sebagai berikut:

- 1) Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang di peroleh selama mengikuti perkuliahan di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- 2) Sebagai syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Bali, dan dapat menerapkan ilmu yang telah di pelajari selama kuliah.

1.4.2 Tujuan Khusus

Berikut adalah tujuan analisis ini di buat sebagai berikut:

- 1) Menentukan pengaruh temperatur terhadap plastik hasil cetakan mesin *injection molding*.
- 2) Menilai kualitas permukaan hasil cetakan.

1.5 Manfaat

Terakhir Adapun manfaat yang bisa di ambil dari analisis ini dibuat:

- 1) Sebagai syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Bali, dan dapat menerapkan ilmu yang telah di pelajari selama kuliah.
- 2) Pemahaman tentang kualitas hasil cetakan yang nantinya mesin bisa di pergunakan dengan baik.
- 3) Penulis dapat mengembangkan ketrampilan teknis dan pemecahan masalah.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian plastik HDPE menggunakan mesin injection molding manual vertikal, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1) Pengaruh Suhu pada Kualitas Plastik:

Suhu 200°C, Waktu 5 Menit: Menghasilkan *weld line*, *flashing*, dan *hole* pada cetakan. *Weld line* menunjukkan masalah aliran material, *flashing* disebabkan oleh kelebihan material, dan *hole* akibat kekurangan material atau distribusi yang tidak merata.

Suhu 200°C, Waktu 10 Menit: *Weld line* dan *flashing* berkurang, menunjukkan bahwa waktu yang lebih lama memperbaiki distribusi material, meskipun suhu ini belum optimal.

Suhu 225°C, Waktu 5 Menit: *Weld line* berkurang, namun muncul cekungan pada bagian samping. Peningkatan suhu membantu aliran material, tetapi cekungan menunjukkan kemungkinan masalah pengisian yang tidak sempurna.

Suhu 225°C, Waktu 10 Menit: *Weld line* dan cekungan menurun, tetapi muncul *short shot* pada bagian atas cetakan. Suhu dan waktu yang lebih tinggi memperbaiki kualitas cetakan, tetapi *short shot* menunjukkan bahwa material tidak sepenuhnya mengisi cetakan.

2) Cacat Umum pada Cetakan:

Weld Line: Aliran material yang tidak sempurna.

Flashing: Kelebihan material keluar dari area cetakan.

Hole (Cekungan): Kurangnya material atau distribusi yang tidak merata.

Short Shot: Material tidak mengisi seluruh area cetakan.

5.2 Saran

- 1) Optimalkan Suhu dan Waktu: Gunakan suhu 225°C dan sesuaikan waktu injeksi untuk mengurangi cacat cetakan.

- 2) Tekanan Injeksi: pada saat tekanan injeksi usahakan tekanannya konstan untuk mencegah *flashing* dan *short shot*.
- 3) Perbaiki Desain Cetakan: Sesuaikan desain cetakan untuk mengatasi *weld line* dan *hole*.

DAFTAR PUSTAKA

- The Bali Sun. 2022. *Bali Announces New Partnership To Tackle Waste Management Issues* Terdapat Pada: <https://thebalisun.com/bali-announces-new-partnership-to-tackle-waste-management-issues/>
Diakses tanggal 11 Juni 2024.
- Paramita V. 2022. *Partnering with Bali's Capital to Transform Waste Management and Create a Clean and Thriving Future*. Terdapat Pada: <https://delterra.org/knowledgehub/partnering-with-balis-capital-to-transform-waste-management-and-create-a-clean-and-thriving-future/>
Diakses tanggal 11 Juni 2024.
- Diani H. 2023. *Operating with PPP Scheme, Integrated Waste Management Facility in Bali Turning Waste to Energy*. Terdapat Pada: <https://rkcmpd-eria.org/news/operating-with-ppp-scheme-integrated-waste-management-facility-in-bali-turning-waste-to-energy>
Diakses tanggal 11 Juni 2024.
- Supardi A. 2023. Sampah Plastik dan Perubahan Iklim, Seperti Apa? Terdapat Pada: <https://www.mongabay.co.id/2023/06/02/sampah-plastik-dan-perubahan-iklim-seperti-apa/>
Diakses tanggal 11 Juni 2024
- Mohamed Angky Al Fajr. 2019. Penggunaan Material Limbah *High Density Polyethylene* (HDPE) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton.
- Bryce D. M. 1998. *Plastic Injection Molding Mold Design and Construction Fundamentals*,.
- Rosato, D. V., & Rosato, D. V. (2012). *Injection Molding Handbook*. Springer.
- Goodship, V. (2017). *Injection Molding: A Practical Guide*. Smithers Rapra Technology.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2013). *Physics for Scientists and Engineers (9th ed.)*. Cengage Learning.

- Michaeli, W. (2003). *Plastics Processing: An Introduction*. Hanser Publishers.
- Bozzelli, J. (2014). *Plastics Injection Molding: Scientific Molding, Recommendations, and Best Practices*. Hanser Publishers.
- Harper, C. A. (2006). *Handbook of Plastics Technologies: The Complete Guide to Properties and Performance*. McGraw-Hill.
- Mawardi. I., Hasrin, Hanif, 2015, Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses *Injection Molding*. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*. Vol. 4 No. 2.
- Arendra. A., Akhmad. S., 2017. Rancang Bangun Mesin Hot Press untuk Recycle Plastik Hdpe dan Karakterisasi Pengaruh Temperatur Pemanasan Waktu Pemanasan dan Temperatur Pembukaan terhadap Cacat Flashing Cacat Warpage dan Konsumsi Energi Pencetakan. *Jurnal Ilmiah Rekayasa*. Vol. 10. No 2.
- https://repo.itera.ac.id/assets/file_upload/SB2106100023/17117015_4_131001.pdf
Diakses tanggal 25 Januari 2024.
- Floaton Bahari, 2022, Pengertian, Manfaat, dan Keunggulan plastik HDPE (<https://www.flootank.com/post/pengertian-manfaat-dan-keunggulan-plastik-hdpe>) Diakses Pada Tanggal 29 Januari 2024.
- Lardnois and Klundert. A., (1993), *Organic Waste –Technology Transfer for Development Waste Consultants, TOOL, Amsterdam*.
<https://digilib.polban.ac.id/files/disk1/195/jbptppolban-gdl-andrihendr-9744-3-bab2--3.pdf>
Diakses pada tanggal 12 Februari 2024
- Abismold, 2018, *Sejarah Pencetakan Injeksi*. Terdapat pada:
<https://id.abismoldengineering.com/info/injection-moulding-history-26449683.html>
Diakses pada tanggal 12 Februari 2024.
- Sybridge, 2021, *A Brief History of Plastic Injection Molding*. Terdapat pada:

<https://sybridge.com/a-brief-history-of-plastic-injection-molding/>

Diakses pada tanggal 12 Februari 2024.