

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN INJEKSI PLASTIK
DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH BAHAN PLASTIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

ANDERIAS LEDI BANYO

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN INJEKSI PLASTIK
DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH BAHAN PLASTIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

ANDERIAS LEDI BANYO

2115213084

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGASAHAN

RANCANG BANGUN MESIN INJEKSI PLASTIK DENGAN MENGUNAKAN LIMBAH BAHAN PLASTIK

Oleh:

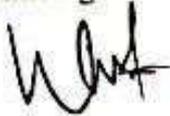
ANDERIAS LEDI BANYO

1215213084

Diajukan sebagai pernyataan untuk menyelesaikan Pendidikan
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

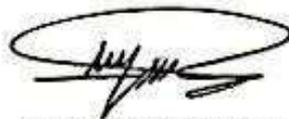
Pembimbing I



Komang Widhi Widantha S, T.MT

NIP:199702242022031007

Pembimbing II



Dr.M. Yusuf, S.Si.,M.Erg

NIP:197511201999031003

Diserahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg

NIP:196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN MESIN INJEKSI PLASTIK DENGAN MENGUNAKAN BAHAN LIMBAH PLASTIK

Oleh

ANDERIAS LEDI BANYO
NIM. 2115213084

Proposal Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal: Kamis 22 Agustus 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

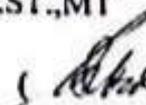
Penguji I : Risa Nurin Baiti, ST., MT.

NIP :199202162020122006

 28/08'24)

Penguji II : I Gede Nyoman Suta Waisnawa, S.ST., MT

NIP :197204121994121001

 21/08/2024)

Penguji III : I Nyoman Suparta, ST., MT

NIP :196312311992031004

 22/08-24)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anderias Ledi Banyo

Nim : 2115213084

Program Studi : D3 Teknik Mesin

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

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

Badung 22 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



Anderias Ledi Banyo

NIM. 2115213084

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan 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, S.T., M.T, 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., M.T., selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Dr.M. Yusuf, Ssi., M.Erg selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta mekanik PT. Sejahtera Indobali Trada Benoa 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. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu, semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 22 Agustus 2024

Anderias ledi banyo

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmatnya penulis bisa menyelesaikan buku proyek akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik dengan Menggunakan Limbah Bahan Plastik, 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 22 agustus 2024

Anderias Ledi Banyo

ABSTRAK

Banyaknya kebutuhan manusia terhadap plastik juga berkontribusi pada permasalahan lingkungan, terutama dalam pembuangan sampah plastik. Cara mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan membuat sebuah mesin atau alat pembentukan yang dapat mengelola limbah plastik, seperti mesin injeksi plastik. Tujuan rancang bangun ini adalah merancang mesin injeksi plastik dengan bahan baku limbah plastik. Dan Dapat mengetahui bentuk hasil cetakan lelehan plastik daur ulang mesin injeksi plastik sesuai dengan yang diharapkan. Peneliti akan melakukan perancangan teknis material dan komponen, uji simulasi, serta pembuatan model alat sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan. Pada proses pengujian serta pengambilan data hasil pengujian menggunakan daya Listrik 600 watt (yang terdiri dari tiga elemen band heater yang melekat pada tabung pemanas), waktu dan suhu, besar suhu yang digunakan yakni 175°C, 200°C dan 225°C dengan menggunakan variasi waktu 5 menit, dan 10 menit. Untuk proses pengujian kedua, ketiga dan seterusnya yakni dengan suhu 200°C dan 225°C dengan variasi waktu 5 dan 10 menit menggunakan proses yang sama dengan pengujian sebelumnya. Dari data hasil pengujian mesin injeksi plastik diatas kami mencoba untuk menggunakan berbagai variasi suhu, mulai dari suhu 175°C, 200°C dan 225°C dan berbagai variasi waktu pemanasan plastik didalam tabung mulai dari 5 menit dan 10 menit dengan tekanan dan daya yang konstan. Pada suhu 175°C waktu pemanasan 5 menit dan 10 menit, dihasilkan lelehan plastik yang belum sempurna (masih terdapat gumpalan plastik yang belum mencair). Berat plastik sebelum mencair adalah 25 gram, sedangkan setelah proses injeksi adalah 20 gram. Sedangkan, pada suhu 200°C waktu pemanasan 5 menit, dihasilkan lelehan plastik sangat bagus dan begitupun pada suhu 200°C waktu 10 menit. Berat plastik sebelum mencair adalah 25 gram, sedangkan setelah proses injeksi adalah 20 gram. Sehingga suhu dan waktu yang paling ideal digunakan ialah 200°C waktu 5 menit dan 10 menit. Berat plastik sebelum mencair adalah 25 gram, sedangkan setelah proses injeksi adalah 21 gram. Keberhasilan proses injeksi plastik sangat ditentukan oleh proses pemanasan yang dipergunakan untuk pencairan plastik, selain itu kecepatan mekanisme penghantar plastik cair serta dimensinya juga sangat menentukan keberhasilan proses injeksi dan pencetakan plastik. Dari data hasil pengujian diperoleh rata-rata selisih berat plastik sebelum mencair dan setelah proses injeksi adalah 33 gram, selisih berat ini dikarenakan terdapat sisa plastik pada hopper yang tidak ikut meleleh dan adanya celah antara poros penekan dengan pipa penampungan plastik.

Kata kunci: Rancang bangun, injeksi, plastik, limbah plastik

DESIGN AND BUILD A PLASTIC INJECTION MACHINE USING PLASTIC WASTE

ABSTRACT

The large number of human needs for plastic also contributes to environmental problems, especially in plastic waste disposal. The way to overcome this problem is to make a machine or forming tool that can manage plastic waste, such as a plastic injection machine. The purpose of this design is to design a plastic injection machine with plastic waste raw materials. And can find out the shape of the plastic melt molding recycled plastic injection machine according to expectations. Researchers will carry out technical design of materials and components, simulation tests, and making tool models according to predetermined parameters. In the testing process and data collection of test results using 690 watts of electrical power (which consists of three heater band elements attached to the heating tube), time and temperature, the temperature used is 175^oC, 200 oC and 225 oC using 5 minutes, and 10 minutes of time variation. For the second, third and so on, namely with temperatures of 200^oC and 225 oC with a time variation of 5 and 10 minutes using the same process as the previous test. From the data of the plastic injection machine test results above, we try to use various temperature variations, ranging from temperatures of 175^oC, 200 oC and 225 oC and various variations of the heating time of plastic in the tube starting from 5 minutes and 10 minutes with constant pressure and power. At a temperature of 175^oC with a heating time of 5 minutes and 10 minutes, incomplete plastic melting is produced (there are still plastic lumps that have not yet melted). The weight of plastic before melting is 25 grams, while after the injection process it is 20 grams. Meanwhile, at a temperature of 200^oC with a heating time of 5 minutes, the melting of plastic is produced very well and the same at a temperature of 200^oC for 10 minutes. The weight of plastic before melting is 25 grams, while after the injection process it is 20 grams. So the ideal temperature and time to use is 200^oC for 5 minutes and 10 minutes. The weight of plastic before melting is 25 grams, while after the injection process it is 21 grams. The success of the plastic injection process is largely determined by the heating process used to melt plastic, in addition to the speed of the liquid plastic delivery mechanism and its dimensions also greatly determine the success of the plastic injection and molding process. From the data of the test results, it was obtained that the average difference in the weight of the plastic before melting and after the injection process was 33 grams, this weight difference was due to the remaining plastic in the hopper that did not melt and the gap between the pressing shaft and the plastic storage pipe.

Keywords: *Design, injection, plastic, plastic waste*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Mesin Injeksi Plastik	5
2.2 Plastik	6
2.2.1 Jenis-Jenis Plastik	7
2.2.2 Plastik jenis HDPE (<i>High-Density Polyethylene</i>).....	8
2.3 Daur Ulang Plastik	9
2.4 Metode Perancangan	10
2.4.1 Mengkonsep.....	11
2.4.2 Merancang	12
2.4.3 Penyelesaian	13

2.5 Bahan-Bahan Yang Digunakan	13
2.5.1 Pipa <i>Stainless</i>	13
2.5.2 Pemanas (<i>heater</i>)	14
2.5.3 Baut dan Mur	16
2.5.4 Besi Siku	17
2.5.5 Volume <i>Hopper</i>	17
2.5.6 Pendorong	18
2.6 Fabrikasi	18
2.7 Proses Pemesinan	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian	22
3.2 Alur Penelitian	25
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	26
3.4 Pembuatan Sumber Data	27
3.5 Sumber Daya Penelitian	28
3.5.1 Alat	28
3.5.2 Bahan	28
3.6 Instrumen penelitian	29
3.7 Prosedur Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Penelitian	30
4.1.1 Desain Rancangan	30
4.1.2 Prinsip kerja alat	31
4.1.3 Perhitungan rancang bangun	32
4.2. Hasil Pembuatan	35
4.2.1 Spesifikasi Mesin/Alat	35
4.2.2 Hasil Uji Coba Alat	38
4.3 Pembahasan Hasil	39
4.4 Perhitungan Biaya Manufaktur Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik	42

BAB V PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis plastik.....	8
Gambar 2.2 Pipa stainless steel	13
Gambar 2.3 Band heater	14
Gambar 2.4 Baut dan mur.....	16
Gambar 2.5 Besi siku	17
Gambar 2.6 Hopper	17
Gambar 2.7 Pendorong.....	18
Gambar 3.1 Mesin injeksi plastik	23
Gambar 3.2 <i>Flow chart</i>	25
Gambar 4.1 Mesin injeksi plastik.....	30
Gambar 4.2 Volume Plastik dalam Tabung Pemanas	32
Gambar 4.3 <i>Hopper</i>	32
Gambar 4.4 Tabung Pemanas	33
Gambar 4.5 <i>Nozzle</i>	33
Gambar 4.6 Mesin injeksi plastik dengan penakan manual	35
Gambar 4.7 Rangka	35
Gambar 4.8 Tabung pemanas	36
Gambar 4.9 <i>Nozzle</i>	36
Gambar 4.10 Pemanas	37
Gambar 4.11 <i>Thermo controller</i>	37
Gambar 4.12 Lelehan plastik.....	37
Gambar 4.13 Biji plastik.....	38
Gambar 4.14 Hasil produk mesin injeksi plastik.....	39
Gambar 4.15 Produk suhu 175°C waktu 5 menit dan 10 menit	40
Gambar 4.16 Produk suhu 200°C waktu 5 menit dan 10 menit	41
Gambar 4.17 Hasil Produk suhu 225°c waktu 5 menit dan 10 menit.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Energi kalor plastik terhadap bahan lain	10
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Pembuatan Proposal Proyek Akhir	27
Tabel 4.1 Hasil uji coba.....	39
Tabel 4.2 Perhitungan biaya.....	42
Tabel 4.3 Perhitungan biaya tidak langsung	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman yang semakin pesat seperti sekarang ini membuat plastik memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat diamati dari peningkatan kebutuhan produk berbahan dasar plastik setiap tahunnya. Plastik sering dipilih sebagai bahan baku untuk berbagai jenis produk karena memiliki sifat yang ringan, kuat, dan harganya terjangkau. Namun, banyaknya kebutuhan manusia terhadap plastik juga berkontribusi pada permasalahan lingkungan, terutama dalam pembuangan sampah plastik.

Pembuangan sampah plastik ke dalam air dan tanah telah meningkatkan tingkat kerusakan alam karena plastik sangat sulit dan tidak mungkin diurai oleh bakteri pengurai. Apabila ditimbun dalam tanah, proses penguraian membutuhkan waktu berjuta-juta tahun. Jika dibakar, plastik hanya akan menjadi gumpalan dan memerlukan waktu yang lama untuk terurai. Akibat dari penimbunan 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).

Cara mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan membuat sebuah mesin atau alat pembentukan yang dapat mengelola limbah plastik, seperti mesin injeksi plastik. Ada beberapa proses pembuatannya, antara lain proses *extrusi*, proses *blow moulding*, proses *thermoforming*, dan proses *injection moulding*. Dalam konteks ini,

perancang membuat mesin *injection moulding* yang berfungsi untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan yang bermanfaat bagi masyarakat.

Salah satu keunggulan mesin ini adalah kemampuannya mengurangi atau menekan dampak limbah plastik yang terbuang atau tidak terpakai. Limbah plastik dibedakan menjadi dua jenis: termosetting, yang setelah dipanaskan tidak dapat kembali mencair, dan termoplastik, yang dapat melunak ketika dipanaskan kembali. Beberapa jenis plastik termoplastik meliputi PETE (*Polyethylene Terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LHDPE (*Low Density Polyethylene*), PS (*Polystyrene*), PP (*Polypropylene*), dan jenis lainnya (OTHER).

Kode-kode yang tertera pada kemasan plastik dikeluarkan oleh *the Society of Plastic Industry* pada tahun 1998 di Amerika Serikat dan diadopsi oleh lembaga-lembaga pengembangan sistem kode, seperti ISO (*International Organization for Standardization*). Ciri umum adalah segitiga pada plastik yang terletak di bagian bawah kemasan, berbentuk segitiga dengan anak panah searah, terdapat angka di dalam segitiga tersebut, dan menyertakan nama jenis plastik (Linda Windia Sundarti, 2013). Pada proyek akhir ini, limbah plastik yang akan diolah merupakan HDPE karena memiliki sifat fisik dan sifat kimia yang stabil.

Limbah plastik HDPE diolah dengan membersihkannya dan diproses menjadi plastik berukuran kecil. Plastik berukuran kecil kemudian dipanaskan hingga mencapai titik lelehnya, setelah itu, lelehan plastik tersebut akan ditekan ke dalam tabung silinder (barrel). Selanjutnya, lelehan plastik keluar melalui lubang yang disebut nozzel, yang terhubung dengan cetakan yang dirancang untuk membentuk lelehan plastik menjadi balok plastik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun indentifikasi masalah dan rumus masalah dalam perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana rancang bangun mesin injeksi plastik dengan silinder vertikal?

- 2) Apakah hasil rancang bangun dapat menghasilkan lelehan plastik hasil daur ulang yang homogen?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perencanaan ini perlu adanya pembatasan permasalahan yang timbul supaya tidak terlalu meluas, antara lain.

- 1) Analisis dilakukan pada sistem pemanas agar hambatan panas tidak terjadi pada konstruksi rangka.
- 2) Perancang mesin injeksi plastik dengan bentuk vertikal
- 3) Sistem pemanasan menggunakan *band heater* yang terpasang pada barrel
- 4) Mesin ini dirancang untuk mendaur ulang plastik jenis HDPE

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

- a) 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.
- b) Merancang bangun mesin injeksi plastik dengan bahan baku limbah plastik.

1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

- a) Merancang mesin injeksi plastik dengan bahan baku limbah plastik.
- b) Dapat mengetahui bentuk hasil cetakan lelehan plastik daur ulang mesin injeksi plastik sesuai dengan yang diharapkan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat rancang bangun mesin ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menambah pengetahuan dan wawasan dalam bidang rancang bangun

- 2) Membuat TA rancang bangun mesin injeksi plastik, perancang bisa mengetahui pembuatan balok plastik dengan baik.
- 3) Hasil rancangan ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dengan menambah bacaan dperpustakaan Politeknik Negeri Bali.
- 4) Kegiatan ini diharapkan mampu menghasilkan mahasiswa-mahasiswi yang cerdas dan terampil dibidang masing-masing agar dikemudian hari lulusan Politeknik Negeri Bali mampu memanfaatkan teknologi yang berguna bagi Masyarakat, dan dengan adanya tugas akhir ini bisa membantu memperat hubungan Lembaga dengan Masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil rancang bangun mesin injeksi plastik dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- 1) Dimensi Alat/Mesin secara keseluruhan direncanakan adalah 500mm x 400mm x 300mm dengan Daya Pemanas : 605 *watt* dan titik Temperatur Maksimal pelehan palstik HDPE dari pemanas adalah 225°c
- 2) Untuk menghasilkan lelehan plastik yang homogen maka suhu dan waktu injeksi yang digunakan adalah 200 ° c dengan waktu 5 menit dan 10 menit

5.2 Saran

Setelah melihat perencanaan dari perhitungan serta kesimpulan pada proses pembuatan alat/mesin ini, maka penulis ingin memberikan beberapa saran atau masukan :

1. Rancang bangun mesin injeksi plastik dengan menggunakan limbah bahan plastik ini, dari sisi konstruksi masih terdapat kekurangan yaitu pada bagian poros injeksi dan tabung pemanas yang masih terdapat celah pada diameter dalam tabung pemanas terhadap diameter poros injeksi. Hal ini menyebabkan proses injeksi plastik kurang maksimal.
2. Penulis berharap penelitian ini adalah studi awal sehingga diharapkan mampu dilanjutkan oleh peneliti berikutnya untuk kesempurnaan alat/mesin ini.

DAFAR PUSTAKA

- Arjun, R. (2021). Perancangan Mesin Injeksi plastic *High-Density Polyethylene*. Menggunakan *Software Solidworks*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Ali Syahbana, (2013). Contoh perhitungan volume untuk mendapataka kapasitas *hopper* yang maksimal pada mesin injeksi plastic.
- Budiyantoro, C., (2010), *Thermoplastik dalam Industri*, Teknik Media, Surakarta.
- Charis Muhammad, 2014, Bahan Plastik (Pengetahuan Bahan Teknik) (<http://charis7512.blogspot.co.id/2014/05/bahan-plastik-pengetahuanbahan-teknik.html>)
- Kumar S., Panda, A.K., dan Singh, R.K., (2011), “A *Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling*”, vol. 55, pp. 893– 910.
- Okatama, I. (2016). Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis *High-Density polyethylene* (HDPE) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 20.
- Untoro, (2013). Daur ulang quarter adalah proses untuk mendapatkan energi yang terkandung di dalam sampah plastik dengan 3r (*reuse, reduce, recycle*).
- Tedmond, G, (2023). *Handbook for Mechanical Engineers* memiliki *tensile strength* lebih rendah dari *stainless 201*, yaitu 586 Mpa, sementara *stainless 304* lebih mahal dari pada *stainless 201*.