

SISTEM PERANCANGAN PEMBUATAN MESIN INJEKSI PLASTIK OTOMATIS (*LINEAR ACTUATOR*) UNTUK PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK YANG BERBAHAN POLYPROPYLENE

Wisnu Wijaya¹, Eza Noval Hidayat^{*2}

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana
Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

Sampah plastik mengacu pada bahan buangan yang terbuat dari plastik, yang biasa digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari. Kehadiran sampah ini memberikan dampak buruk bagi ekosistem. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Pemerintah menggalakkan Gerakan 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*). Solusi yang efektif untuk mengatasi masalah ini adalah dengan membangun peralatan atau implementasi pembentuk plastik. Beberapa metode manufaktur terlibat dalam produksinya, termasuk ekstrusi, *blow moulding*, *thermoforming*, dan *injection moulding*. Namun demikian, daur ulang terbukti tidak efektif karena tidak adanya teknologi yang layak untuk mendaur ulang sampah plastik. Untuk mengatasi masalah ini, diciptakanlah mesin atau alat pembentuk plastik, dengan salah satu pilihannya adalah penggunaan metode pencetakan injeksi yang menggunakan aktuator linier berukuran kompak yang menawarkan keuntungan dalam mengurangi biaya produksi. Salah satu keunggulan penting dari mesin ini adalah ukurannya yang ringkas, efisiensi energi, dan portabilitas. Selain itu, ini hemat biaya dan cocok untuk pembuatan barang-barang plastik kecil.

Kata kunci: Limbah Plastik; *Injection Moulding*; *Linear Actuator*;

Abstract

[Design System for Making an Automatic Plastic Injection Machine (*Linear Actuator*) for Utilizing Plastic Waste Made from Polypropylene] Plastic waste is waste that is thrown away by many people because in general many people use plastic for their daily needs. The existence of this waste causes negative impacts on the environment, to overcome this problem the Government is promoting the 3R Movement (*Reduce, Reuse and Recycle*). One way to overcome this problem is by making a plastic forming machine or tool. There are many processes in making it, such as the extrusion process, *blow molding process*, *thermoforming process*, and *injection molding process*. However, in practice, recycling cannot work well because there is no technology that can be used to recycle plastic waste. To overcome this problem, a plastic forming machine or tool is made, one of which is made using an injection molding process using a linear actuator which is compact in size and has low manufacturing costs. One of the advantages of this machine is that it has a small size, is energy efficient, and is easy to carry. everywhere, and is economical and can be used to produce small plastic products.

Keywords: Plastic Waste; *Injection Molding*; *Linear Actuator*

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman kebutuhan yang dibutuhkan oleh manusia semakin banyak, permasalahan lingkungan hidup sering sekali menjadi salah satu permasalahan besar manusia hingga saat ini,

salah satu contohnya yaitu pembuangan sampah (Santosa et al., 2019). Praktek membuang sampah plastik ke dalam air dan tanah telah meningkatkan tingkat kerusakan ekologis karena resistensi yang melekat pada sampah plastik terhadap penguraian oleh organisme mikroba. Jika terkubur di dalam tanah, maka diperlukan waktu jutaan tahun untuk dapat terurai sempurna. Setelah terbakar, ia akan berubah menjadi massa padat dan mengalami proses dekomposisi yang berkepanjangan. Tertimbunnya sampah plastik di dalam bumi dalam jangka waktu yang

*Penulis Korespondensi.
E-mail: ezanovahlidayat@gmail.com

Sistem Perancangan Pembuatan Mesin Injeksi Plastik Otomatis (*Linear Actuator*) untuk Pemanfaatan Limbah Plastik yang Berbahan Polypropylene

lama akan memberikan kontribusi terhadap pemanasan global sehingga mempengaruhi keberadaan manusia. Pembuangan limbah merupakan tantangan besar bagi masyarakat Indonesia dan merupakan salah satu faktor penyebab degradasi lingkungan (Hastarina et al., 2020)

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021, Indonesia menghasilkan total 66 juta ton sampah plastik setiap tahunnya. Yang diantisipasi adalah pertumbuhan berkelanjutan dari nilai numerik ini setiap tahunnya. Oleh karena itu, peningkatan sampah plastik tidak dapat dihindari. Survei lapangan menunjukkan bahwa sampah rumah tangga yang dihasilkan setiap tahun di Indonesia berjumlah 5,4 juta ton. DSPDI melaporkan bahwa sampah plastik menyumbang 14% dari total sampah yang dihasilkan di Indonesia. Menurut data Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) DKI Jakarta, jumlah sampah di wilayah DKI Jakarta melebihi 6.000 ton per hari, dan sekitar 13% dari jumlah tersebut merupakan sampah plastik. Hanya 6% sampah yang dapat dimanfaatkan secara efektif.

Cara mengatasi permasalahan tersebut disini salah satunya dapat diatasi yakni dengan membuat mesin atau alat pembentukan plastik, salah satu pembuatannya yaitu dengan proses injection moulding (Mawardi, 2014). Mesin injection moulding pada umumnya berukuran besar dan harganya relatif tinggi (Wijaya & Deharisdi, 2023). Terdapat mesin dengan ukuran ringkas dan biaya pembuatannya rendah, oleh karena itu penulis tertarik untuk merancang mesin injeksi plastik menggunakan linear actuator untuk proses penekanannya dan band heater sebagai pemanas dengan tujuan tidak membutuhkan tenaga manusia dalam proses penekanannya sehingga mesin tersebut dapat bekerja secara otomatis (Surawan et al., 2020). Salah satu keunggulan penting dari mesin ini adalah ukurannya yang ringkas, efisiensi energi, portabilitas, dan efektivitas biaya, sehingga cocok untuk pembuatan produk plastik berukuran kecil.

2. Metode Penelitian

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a) Metode Observasi

Metode ini yaitu melakukan pengumpulan data secara langsung ke lapangan dengan cara mengamati segala bentuk kebutuhan baik dari segi komponen maupun material yang akan digunakan pada penelitian ini (Syarifudin, 2017). Alat dan bahan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2, yakni:

Tabel 1. Alat dalam perancangan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Kunci pas 14	2 buah

No	Nama Alat	Jumlah
2	Kunci pas 12	2 buah
3	Kunci pas 13	2 buah
4	Kunci pas 24	2 buah
5	Las listrik	1 buah
6	Mesin bubut	1 buah
7	Gerindra tangan	1 buah
8	Bor listrik	1 buah
9	Palu	1 buah
10	Penggaris siku	1 buah
11	Meteran	1 buah
12	Jangka sorong	1 buah
13	Kikir	1 buah
14	Tang	1 buah
15	Waterpass	1 buah
16	Obeng	1 buah
17	Kunci pas 7	1 buah

Tabel 2. Bahan dalam perancangan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Besi Hollow	Secukupnya
2	Plat Besi	Secukupnya
3	Linear Aktuator	1 buah
4	<i>Band Heater</i>	2 buah
5	<i>Power Supply</i>	1 buah
6	Thermostat Rex C-100	1 buah
7	<i>Thermocouple</i>	1 buah
8	SSR Fotek 40DA	1 buah
9	Saklar Toggle	2 buah
10	Box Elektrik	1 buah

b) Metode literatur

Metode ini yaitu mengumpulkan atau memperkuat data yang sudah didapat pada metode sebelumnya dengan melihat, membaca, dan memahami segala bentuk referensi yang

Sistem Perancangan Pembuatan Mesin Injeksi Plastik Otomatis (*Linear Actuator*) untuk Pemanfaatan Limbah Plastik yang Berbahan Polypropylene

didapat dari Sumber daya tambahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini agar dapat mempermudah penulis dalam perancangan.

Injection Molding Cara membentuk plastik menjadi bentuk yang diinginkan dengan cara mengompresnya ke dalam suatu ruangan disebut cetakan plastik. Injection moulding merupakan suatu metode yang digunakan pada sektor manufaktur untuk membentuk bahan plastik (Silitonga, 2021). Prosedur dasar injeksi bahan termoplastik melibatkan penerapan energi panas ke silinder pembakaran untuk melunakkan atau membuat bahan padat menjadi fleksibel. Selanjutnya bahan yang telah melunak diinjeksikan ke dalam rongga dengan tekanan (Irwansyah dkk., 2017). Zat yang ada di dalam cetakan akan mengeras dan selanjutnya dikeluarkan dari cetakan. Proses pencetakan injeksi yang optimal hanya dapat dicapai jika mesin, cetakan, dan bahan yang digunakan sesuai (Irwansyah et al., 2017). Zat yang ada di dalam cetakan akan mengeras dan selanjutnya dikeluarkan dari cetakan. Proses pencetakan injeksi yang optimal hanya dapat dicapai jika mesin, cetakan, dan bahan yang digunakan sesuai (Permana et al., 2021)

Untuk mengoperasikan mesin injeksi plastik, pertama-tama harus menghubungkannya ke sumber listrik dan kemudian mengaktifkan tombol pemanas untuk melelehkan sisa plastik. Hal ini memastikan bahwa tindakan mekanis beroperasi dengan lancar (Rizkika, 2018). Pertama, aktifkan generator untuk mengaktifkan putaran sekrup putar atau pengiriman pelet plastik dari proses peleburan hingga proses injeksi. Kemudian, sesuaikan suhu seperti yang ditunjukkan pada layar LCD. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, masukkan pelet plastik ke dalam hopper untuk disimpan sebelum dimasukkan ke dalam sistem. Konveksi termal (Taufiqi, 2020)

c) Waktu dan Tempat

Waktu : Agustus 2022 – Januari 2023
Tempat : Lab. Mesin Universitas Sangga Buana YPKP Bandung dan CV Kurnia Teknik Bandung

d) Diagram Alur Perancangan



Gambar 1. Diagram alur perancangan

e) Tahap Penelitian

1. Menghitung kekuatan tekan linear actuator
2. Menghitung berat biji plastic
3. Menghitung suhu barrel yang tepat untuk melelehkan biji plastik
4. Menghitung waktu proses pembuatan produk

f) Prosedur Pengujian Alat

Sebelum melakukan pengujian alat periksa bahan bakar gas lpg, apakah masih terisi atau tidak, dan periksa blower udara apakah berjalan dengan baik. Ada beberapa prosedur yang harus diperhatikan dalam pengujian system pengeringan padi:

1. Memperisapkan mesin injeksi plastik
2. Memeriksa dan memantau peralatan injeksi plastik yang akan menjalani pengujian.
3. Mendokumentasikan data yang diperoleh dari hasil pengujian peralatan injeksi plastik yang diproduksi.
4. Setelah data dari hasil tes dikumpulkan, buatlah tabel dan grafik yang sesuai (Manek et al., 2022).

3. Hasil dan Pembahasan

Desain mesin injeksi plastik Seperti pada Gambar 2.

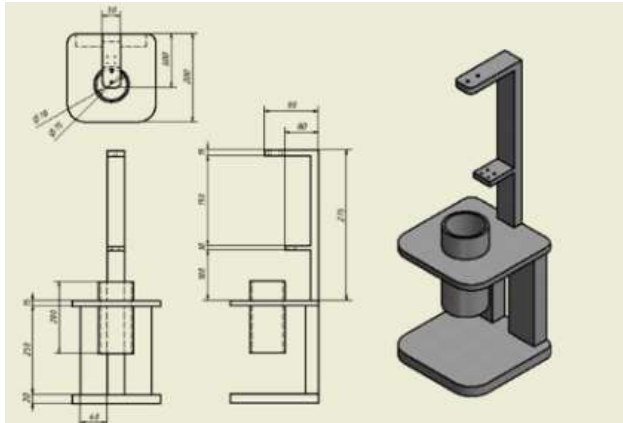


Gambar 2. Desain mesin injeksi plastik

Sistem Perancangan Pembuatan Mesin Injeksi Plastik Otomatis (*Linear Actuator*) untuk Pemanfaatan Limbah Plastik yang Berbahan Polypropylene

Salah satu komponennya saling berhubungan secara sistematis agar efektif menahan stres yang timbul. Simulasi Analisis Mies dilakukan untuk memastikan tegangan pada rangka mesin injeksi plastik, dengan menggunakan beban 1000 N yang diterapkan pada tuas pengepres. Detail teknis bingkai:

Bahan : Besi Hollow Hitam
Kekuatan tarik : 122,6 Kg/mm²
Masa Jenis : -
Panjang Rangka : 20x40mm



Gambar 3. Desain rangka mesin injeksi plastik

Tabung pemanas pada mesin injeksi plastik berupa pipa dengan bahan *stainless steel* sebagai tempat melelehkan biji plastik

Spesifikasi perancangan tabung

Bahan : *Stainless Steel 304*
Tegangan tarik :
Masa jenis bahan : 7400 – 8000 Kg/m³
Panjang tabung : 100mm
Diameter luar tabung : 22mm
Diameter dalam tabung : 21mm
Diameter luar lubang : 21mm

3.1 Hasil rancangan alat

Mesin injeksi plastik merupakan mesin pembuatan plastik menggunakan cetakan diisi dengan bahan plastik yang terlebih dahulu Dengan adanya mekanisme injeksi, zat dipanaskan hingga mencapai titik lelehnya. Prosedur ini memerlukan beberapa komponen mesin dimana mesin bekerja secara sistematis agar terbentuknya hasil produksi sesuai dengan bentuk yang diinginkan atau dirancang pada cetakan, seperti pada Gambar 4:



Gambar 4. Hasil rancangan

A. Prosedur sebelum pengujian

Mencatat data beserta temperature ruangan

B. Prosedur mengoprasikan instalasi pengujian

1. Menghitung berat biji plastik sebelum dipanaskan
2. Memasang kabel untuk hubungan listrik dan mengoprasikan *Band Heater* dan *Linear Aktuator*.
3. Memeriksa *barrel* tabung pemanas
4. Menyalakan *Band Heater*
5. Menyesuaikan suhu yang diinginkan untuk melelehkan plastik
6. Menghitung waktu pemanasan *barrel* dengan menggunakan stop watch
7. Mengukur atau mengecek suhu pada *barrel* dengan menggunakan thermometer.

Setelah menyelesaikan pengujian, dilanjutkan dengan membuat pengolahan data untuk dilakukan analisis terhadap hasil pengujian dan mendapatkan kesimpulan mengenai perancangan mesin injeksi molding sistem otomatis (*linear actuator*) untuk pemanfaat limbah plastik.

3.2 Hasil uji coba

Setelah pembuatan mesin injeksi plastic dengan sistem otomatis (*linear actuator*) langkah selanjutnya yakni pengujian alat. Tabel 3 merupakan data yang diperoleh dari hasil pengujian mesin injeksi plastic dengan sistem otomatis (*linear actuator*).

Sistem Perancangan Pembuatan Mesin Injeksi Plastik Otomatis (*Linear Actuator*) untuk Pemanfaatan Limbah Plastik yang Berbahan Polypropylene

Tabel 3. Hasil pengujian

Suhu (°C)	Waktu (menit)	Tekanan (N)	Daya (Watt)	Berat Plastik (gram) Sebelum	Berat Plastik (gram) Sesudah
120	10	900	300	257 gr	229 gr
130	12	900	300	257 gr	220 gr
135	15	900	300	257 gr	223 gr
140	12	900	300	257 gr	214 gr
150	12	900	300	257 gr	224 gr

Selanjutnya pada Gambar 5 terdapat foto proses pada saat pengujian lelehan plastik, yakni pada proses tersebut lelehan plastik belum sempurna masih terdapat gumpalan-gumpalan plastik yang belum mencair.



Gambar 5. Uji coba 1

Setelah dilakukan dengan berbagai pengujian suhu. Suhu yang paling ideal digunakan ialah 150 °C dalam waktu 12 menit, hasilnya dapat terlihat pada gambar 4.2 yakni lelehan plastik mencair dengan sempurna dengan berat sebelum mencair yakni 257 gr setelah di injeksi menjadi 224 gr.



Gambar 6. Uji coba 5

Proses pengujian mesin injeksi plastik dengan sistem otomatis (*linear actuator*) ini dilakukan di bengkel mesin Universitas Sangga Buana YPKP Bandung dan CV. Kurnia Teknik Bandung. Bahan yang digunakan dalam pengujian yakni plastik jenis polyethylene. Pengujian alat dilakukan untuk menilai keefektifan alat mesin injeksi plastik, menentukan kemampuannya untuk bekerja secara optimal dan memenuhi standar yang dipersyaratkan.

Pada tahap pengujian, data hasil pengujian dengan mengukur beberapa faktor antara lain tekanan 900 N dan daya 300 Watt (yang terdiri dari tiga elemen band heater yang melekat pada tabung pemanas), waktu dan suhu, besar suhu yang digunakan yakni 120 °C, 130 °C, 135 °C, 140 °C, dan 150 °C dengan menggunakan variasi waktu 10 sampai dengan 15 menit. Setiap akan melakukan uji coba mesin dipanaskan terlebih dahulu 10 menit sebelum uji coba, hal ini bertujuan untuk mencairkan plastic sisa yang ada pada tabung dan mempercepat memperoleh suhu yang ingin dicapai.

Setelah dilakukannya proses pengujian dapat diketahui bahwa pembuatan rancangan mesin injeksi moulding sistem otomatis (*linear actuator*) dapat berfungsi dengan baik, walaupun pada tahap pengujian awal tidak sesuai dengan yang diharapkan dan sempat terdapat kendala pada mesin yakni overheat pada mesin yang melampaui kapasitas panas yang seharusnya, namun setelah uji coba ke lima terdapat suhu ideal yang dapat digunakan pada mesin yakni pada suhu 150 °C, tekanan 900N dengan

Sistem Perancangan Pembuatan Mesin Injeksi Plastik Otomatis (*Linear Actuator*) untuk Pemanfaatan Limbah Plastik yang Berbahan Polypropylene

300Watt panas, dapat melelehkan bahan plastic dalam waktu 12 menit.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian yang diperoleh dengan melakukan variasi suhu pada beberapa mesin injeksi plastik dan melakukan tiga percobaan untuk setiap variasi suhu menunjukkan potensi yang menjanjikan, walaupun pada ketiga percobaan tersebut terdapat perbedaan tekstur dalam lelehan plastik tersebut.. selain itu:

- a) Dimensi alat atau mesin secara keseluruhan direncanakan adalah mesin injeksi plastik sistem otomatis dengan linear actuator
- b) Tekanan yang digunakan agar dapat melakukan uji coba secara ideal dan baik yakni 900 N
- c) Daya pemanas yang digunakan agar dapat melakukan uji coba secara ideal dan baik yakni 300 Watt.
- d) Temperatur maksimal pemanas dalam pengujian adalah 300 °C
- e) Suhu ideal injeksi dan baik adalah 150 °C dengan waktu 12 menit.

Mesin injeksi plastik diharapkan dapat dikembangkan dengan lebih baik, diantaranya:

- a) Waktu pengeringan dioprasikan dengan otomatis
- b) Studi komparasi hasil pengeringan dengan metode menggunakan lainnya
- c) Studi kelayakan implementasi mesin injeksi plastik dalam skala yang besar.

Daftar Pustaka

- Hastarina, M., Masruri, A., & Saputra, S. A. (2020). Perancangan Mesin Peleleh Biji Plastik Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Plastik dengan Penerapan Metode Value Engineering. *Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 4(2), 49. <https://doi.org/10.32502/js.v4i2.2879>
- Irwansyah, D., Budiyanoro, C., & Sunardi. (2017). Perancangan Mesin Vacuum Forming Untuk Material Plastik Polystyrene (Ps) Dengan Ukuran Maksimal Cetakan. *Material Dan Proses Manufaktur*, 1(2), 87–95.
- Manek, D. D., Mangesa, D. P., & Bale, J. S. (2022). Rancang Bangun Mesin Mixer Iodisasi Garam Halus Sistem Injeksi Skala Home Industri Dengan Metode VDI 2222. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(2), 130–141. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v10i2.18565>
- Mawardi, I. D. (2014). *Pengembangan Mesin Injeksi Plastik Skala Industri Kecil*.
- Permana, H., Topan, & Anwar, S. (2021). Produksi Proses Komponen Plastik Flip Flop Dengan Mesin Injeksi Molding Type Hidrolik. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, 03(02), 2686–5351.
- Rizkika, F. (2018). *Rancang Bangun Mesin Injeksi Mini Pengolahan Limbah Cangkir Plastik*.
- Santosa, A., Dirja, I., Mesin, P. T., & Pendahuluan, I. (2019). Rancang Bangun Mesin Injection Moulding Untuk Keperluan Home Industri Dengan Bahan Baku Sampah Plastik. *Infomatek*, 21(2), 87–90. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v21i2.1980>
- Silitonga, Y. F. (2021). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet Skala Industri Rumah Tangga (Home Industry). *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 3(2), 7. <https://doi.org/10.32662/gojise.v3i2.1197>
- Surawan, T., Yulianto, R., Kurniawati, N., Digdoyo, A., Sabekti, A., & Syahbuddin, S. (2020). Pengaruh Laju Pendinginan Terhadap Penyusutan Dan Dimensi Produk Isolasi Gasket (Insulation Bushing) Bahan Plastik Pom Pada Proses Cetakan Injeksi (Injection Molding). *Jurnal Teknologi*, 8(1), 57–64. <https://doi.org/10.31479/jtek.v1i8.65>
- Syaifudin, M. (2017). *Rancangan Bangun Plastic Moulding Pada Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Gagang Pisau*.
- Taufiqi, A. K. (2020). *Analisa Variasi Suhu Pemanas Mesin Injeksi Plastik Pada Pengolahan Limbah Plastik*. 1–67.
- Wijaya, W., & Deharisdi, A. (2023). Proses Pembuatan Produk Pisin Gelas Pada Mesin Injeksi Molding Plastik dengan Berbasis Sistem Otomatis. *Rekayasa Industri Dan Mesin (ReTIMS)*, 5(1), 33. <https://doi.org/10.32897/retims.2023.5.1.2429>