

Rancang Bangun Alat Injeksi Plastik Teknologi Tepat Guna

Ahmad Zubair Sultan^{1*}, Sitti Sahriana², Muh. Idham Rahmat Sholeh³, Muhammad Taufiq Husain⁴, Shuhaib Jamal⁵, Teguh Budi Raharjo⁶

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

¹Center for Material & Manufacturing Research Group, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

^{1*}ahmadzubairsultan@poliupg.ac.id, ²rianakresna@gmail.com, ³Idhamrs1@gmail.com,

⁴muhammadtaufiqhusain@gmail.com, ⁵shuhaibjamal87@gmail.com

Abstract: The primary parts of this plastic injection tool—the hopper, barrel, piston, nozzle, body, and transmission lever—are positioned vertically or perpendicularly. The mold uses the core and cavity method. The melting temperature values obtained are 245°C HDPE, 190°C LDPE, 230°C ABS, and 265°C PC. From the results of the plastic waste processing, a product with an average weight of 5.14 gr is produced. With a product tensile load that varies according to the raw material, namely the HDPE type produces a product with a tensile load of 216.6 N, LDPE of 110 N, ABS of 153.3 N, and PC material with a tensile load of 200 N. Depreciation of HDPE type of product is 0.94 %, LDPE 0.459%, ABS 0.229%, PC 3.116%.

Keywords: Plastic Waste, Plastic Injection.

Abstrak: Alat injeksi plastik ini dirancang berbentuk vertikal/tegak lurus dengan komponen utama yaitu *hopper, barrel, piston, nozzle, body*, dan *lever transmission*. Adapun cetakannya menggunakan metode *core and cavity*. Nilai temperatur leleh yang diperoleh material HDPE 245°C, LDPE 190°C, ABS 230°C, dan PC 265°C. Dari hasil proses pengolahan limbah plastik dihasilkan produk dengan berat rata-rata produk adalah 5,14 gr. Dengan beban tarik produk yang bervariasi sesuai bahan baku yaitu jenis HDPE menghasilkan produk dengan beban tarik 216,6N, LDPE sebesar 110N, ABS sebesar 153,3N, serta material PC dengan beban tarik 200N. Penyusutan produk jenis HDPE 0,94%, LDPE 0,459%, ABS 0,229%, PC 3,116%.

Kata Kunci : Sampah Plastik, Injeksi Plastik.

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman yang semakin pesat menyebabkan permasalahan lingkungan hidup yang semakin banyak. Salah satu contohnya adalah pembuangan sampah. Sampah yang dibuang kedalam air maupun tanah dapat menyebabkan kerusakan alam karena sangat sulit dan memerlukan waktu yang sangat lama untuk dapat diurai oleh bakteri pengurai. Sampah plastik yang terlalu lama tertimbun dalam tanah mengakibatkan terjadi pemanasan global yang berdampak pada kehidupan manusia itu sendiri.

Cara mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat sebuah mesin atau alat pembentukan plastik, beberapa proses pembuatannya seperti; proses *extrusion*, proses *blow moulding*, proses *Thermoforming*, proses *injection moulding*, disini perancang membuat alat injeksi plastik yang berfungsi untuk mengolah limbah plastik sebagai bahan yang berguna.

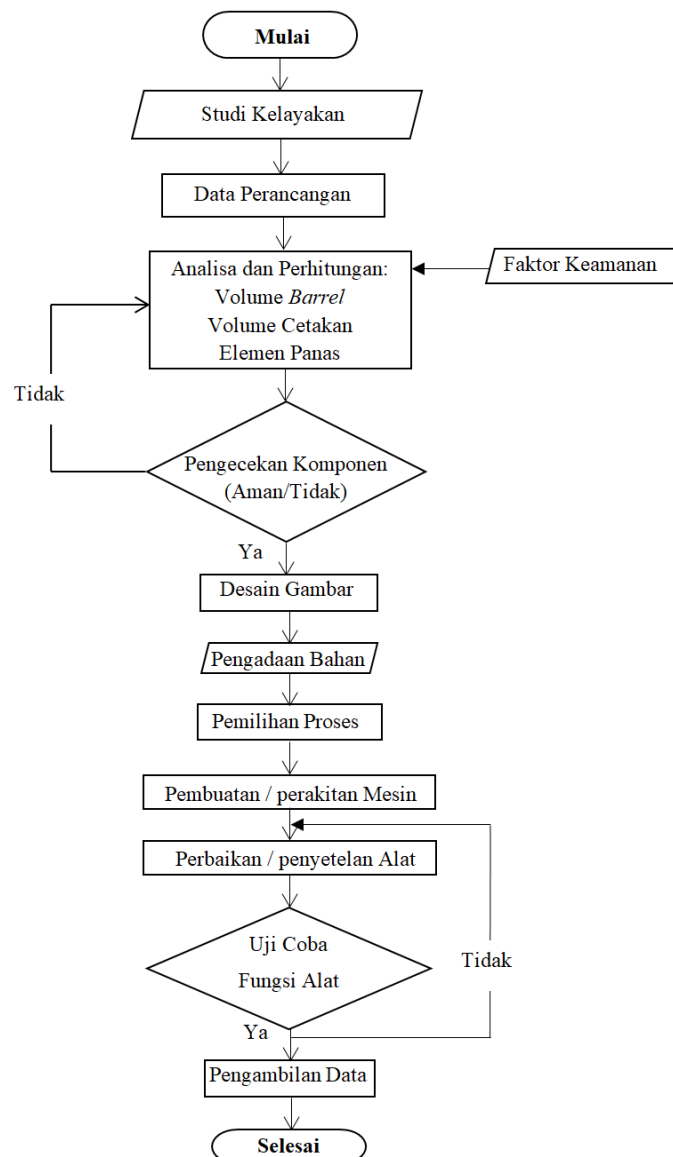
Injeksi plastik adalah suatu proses pembentukan komponen atau produk menggunakan bahan baku bijih plastik yang dipanaskan pada suhu tertentu hingga mencair kemudian di injeksikan kedalam cetakan [1]. Proses ini telah digunakan selama hampir 150 tahun dan merupakan cara yang paling banyak digunakan untuk pembuatan produk-produk berbahan plastik karena memiliki efisiensi yang tinggi dan mudah untuk dibuat [2].

Sebelumnya sudah dibuat mesin pembuat filamen yang menggunakan prinsip injeksi dengan memanfaatkan sistem pneumatik [3], dan mesin ekstrusi plastik pembuat filamen dengan prinsip *screw conveyor* [4-5], namun melihat hasil dari percobaan itu kurang maksimal yang disebabkan oleh pelelehan plastik yang tidak merata. Pencetakan produk berbahan plastic dapat dilakukan dengan menggunakan proses 3D printing [6-7].

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendesain dan membuat alat injeksi plastik yang dapat digunakan membuat produk tertentu dengan bahan baku limbah plastic. Selain itu melalui penelitian ini juga akan dioptimalkan temperatur, beban tarik dan penyusutan produk.

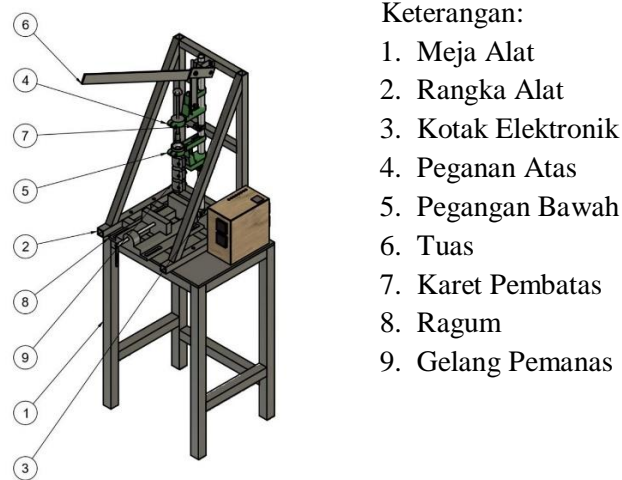
2. Metode Penelitian

Tempat melaksanakan pembuatan Alat injeksi plastik ini, bertempat di Bengkel Mekanik dan Las Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun tahapan secara detail dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Adapun bentuk desain alat injeksi plastik dan komponennya dapat dilihat pada Gambar 2.

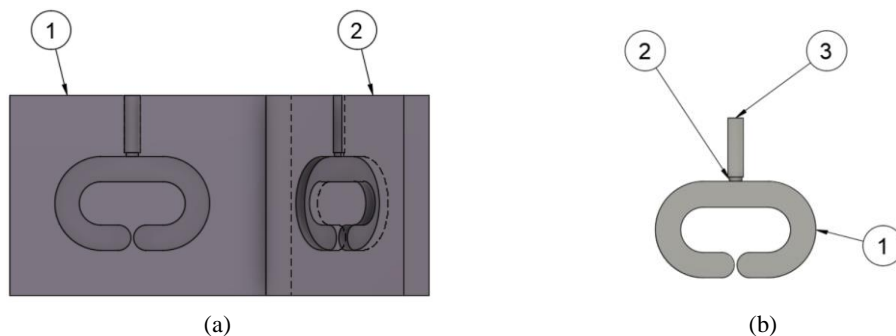


Keterangan:

1. Meja Alat
2. Rangka Alat
3. Kotak Elektronik
4. Pegangan Atas
5. Pegangan Bawah
6. Tuas
7. Karet Pembatas
8. Ragum
9. Gelang Pemanas

Gambar 2. Desain Alat Injeksi Plastik dan Komponennya

Bentuk cetakan injeksi plastik dengan metode *core* dan *cavity* dapat dilihat pada Gambar 3(a), dimana dibuat cetakan atas (1) dan cetakan bawah (2), serta produk hasil cetakan pada Gambar 3(b).



Gambar 3. Cetakan dan Hasil Cetakan Injeksi Plastik

3. Hasil Pengujian dan Pembahasan

Hasil perancangan dan pembuatan Alat Injeksi Plastik dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil pengujian alat Injeksi Plastik untuk melelekan biji plastik dan plastic cacah tipe HDPE, LDPE, ABS dan PC dengan suhu yang bervariasi digunakan dalam pengujian.



Gambar 4. Alat Injeksi Plastik

3.1 Pengujian Temperatur plastik

Pengujian temperatur plastik dilakukan dengan menginput nilai temperatur maksimal dan minimal untuk mendapatkan temperatur yang tepat, maka diperoleh data berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Temperatur

Material	Tingkat suhu (°C)	Keterangan
HDPE	300	Encer
	200	Pekat
	245	Optimal
	Suhu optimal yang cocok adalah 245°C	
LDPE	270	Encer
	150	Pekat
	190	Optimal
	Suhu optimal yang cocok adalah 190°C	
ABS	260	Encer
	200	Pekat
	230	Optimal
	Suhu optimal yang cocok adalah 230°C	
PC	380	Encer
	270	Encer
	265	Optimal
	Suhu optimal yang cocok adalah 265°C	

3.2 Pengujian fill time rata-rata 2,05 detik

Pengujian fill time dilakukan untuk mengetahui waktu pengisian cavity [8]. Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan apakah cetakan akan terisi di waktu 2,05 detik dan hasilnya bagaimana. Dari hasil pengujian didapat produk yang dihasilkan tidak sempurna atau mengalami cacat seperti yang terlihat pada gambar.

Gambar 4.7 Cacat *sink mark* produk

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, maka didapatkan data hasil pengujian dalam Tabel 1.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Full time*

Material	Temperatur Leleh (°C)	Temperatur Cetakan (°C)	Fill Time (detik)	Massa (gr)
HDPE	245	40	4,1	5,29
LDPE	190	40	2,28	5,13
ABS	230	60	3,46	5,12
PC	265	75	3,51	5,03

Hasil dari pengujian secara teori dan aktual berbeda. *Fill time* rata-rata adalah 3,34 detik dengan massa rata-rata 5,14 gr. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- Faktor tekanan yang tidak konstan
- Hasil cetakan yang kurang halus

3.3 Pengujian Beban Tarik

Pengujian ini dilakukan di laboratorium mekanik menggunakan mesin uji Tarik untuk mengetahui kemampuan maksimal material. Pengujian tarik juga telah dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik pada produk hasil bending [9-11]. Pengujian dilakukan dengan variasi material. Langkah-langkah dalam pengujian beban tarik material adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu sampel material dan pengait.
- Pengukuran akan dilakukan 3 kali untuk setiap sampel material.

Dengan menguji sampel material maka akan diperoleh data untuk melihat beban tarik maksimal material sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel hasil pengujian tarik

Material		Beban Tarik F(N)	Keterangan
HDPE	Sampel 1	250	Liat
	Sampel 2	200	Liat
	Sampel 3	200	Liat
	Rerata	216,6N (21,6 kg)	
LDPE	Sampel 1	130	Liat
	Sampel 2	100	Liat
	Sampel 3	100	Liat
	Rerata	110 N (11 kg)	
ABS	Sampel 1	160	Getas
	Sampel 2	160	Getas
	Sampel 3	140	Getas

Material		Beban Tarik F(N)	Keterangan
PC	Rerata	153,3 N (15,3 kg)	
	Sampel 1	200	Getas
	Sampel 2	200	Getas
	Sampel 3	200	Getas
	Rerata	200 N (20 kg)	

3.4 Pengujian Penyusutan Material

Pengujian penyusutan material dilakukan untuk melihat seberapa banyak penyusutan yang terjadi pada produk yang telah di cetak. Penyusutan ini terjadi karena adanya kadar air yang terdapat dalam produk. Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu jangka sorong, timbangan dan produk. Hasil dari pengukuran yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel hasil pengujian penyusutan material

Material	Hari Pengukuran	Panjang L (mm)	Tinggi H (mm)	Tebal t (mm)	Lebar W (mm)	Massa (gr)
HDPE	H-1	29	48,61	7,2	7,75	5,29
	H-3	28,96	48,51	7,18	7,74	5,28
	H-6	28,96	48,51	7,18	7,74	5,28
	H-9	28,96	48,51	7,18	7,74	5,28
	Panjang (L) = 0,138%, Tinggi (H) = 0,206%, Tebal (t) = 0,278%, Lebar (W) = 0,129%, Berat (m) = 0,189%. Total penyusutan yang terjadi selama 9 hari adalah 0,94%. Penyusutan ini dapat dikategorikan baik.					
LDPE	H-1	29,19	48,68	7,34	7,85	5,13
	H-3	29,15	48,68	7,34	7,85	5,13
	H-6	29,15	48,68	7,34	7,84	5,12
	H-9	29,15	48,68	7,34	7,84	5,12
	Panjang (L) = 0,137%, Tinggi (H) = 0%, Tebal (t) = 0%, Lebar (W) = 0,127%, Berat (m) = 0,195%. Total penyusutan yang terjadi selama 9 hari adalah 0,459%. Penyusutan ini dapat dikategorikan baik.					
ABS	H-1	29,12	49,04	7,4	7,84	5,12
	H-3	29,12	49,04	7,4	7,84	5,12
	H-6	29,11	49,04	7,4	7,84	5,11
	H-9	29,11	49,04	7,4	7,84	5,11
	Panjang (L) = 0,034%, Tinggi (H) = 0%, Tebal (t) = 0%, Lebar (W) = 0%, Berat (m) = 0,195%. Total penyusutan yang terjadi selama 9 hari adalah 0,229%. Penyusutan ini dapat dikategorikan baik.					
PC	H-1	29,31	49,24	7,39	7,94	5,03
	H-3	29,22	49,21	7,38	7,83	5,01
	H-6	29,10	49,10	7,38	7,83	5
	H-9	29,10	49,10	7,38	7,83	5
	Panjang (L) = 0,716%, Tinggi (H) = 0,284%, Tebal (t) = 0,135%, Lebar (W) = 1,385%, Berat (m) = 0,596%. Total penyusutan yang terjadi selama 9 hari adalah 3,116%. Penyusutan ini dapat dikategorikan kurang baik, karena melebihi penyusutan maksimal 0,5%.					

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan Alat Injeksi Plastik dengan cetakan produk rantai, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah dihasilkan *prototype* alat Injeksi Plastik yang dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah plastik menjadi produk berupa rantai pembatas, dengan spesifikasi alat berikut:
 - Daya 440W dengan volume *barrel* 64.265,33mm³.
 - Cetakan rantai yang di desain memiliki volume 6.332,2 mm³ dengan *clamping force* 626,21 N.
 - Metode cetakan yang digunakan adalah *core* dan *cavity*.
 - Waktu rata-rata untuk mengisi cetakan adalah 3,34 detik.
2. Nilai temperatur leleh plastik telah di dapatkan dengan cara mencoba suhu temperatur yang ada lalu melakukan *trial and error* sehingga di dapatkan temperatur leleh yang optimal sesuai material yaitu jenis HDPE 245oC, LDPE 190oC, ABS 230oC, dan PC 265°C.
3. Dari hasil proses pengolahan limbah plastik telah dihasilkan produk dengan berat rata-rata produk adalah 5,14 gr. Dengan beban tarik produk yang bervariasi sesuai bahan baku yaitu jenis HDPE menghasilkan produk dengan beban tarik 216,6N, LDPE sebesar 110N, ABS sebesar 153,3N, serta material PC dengan beban tarik 200N. Penyusutan total produk jenis HDPE 0,94%, LDPE 0,459%, ABS 0,229%, PC 3,116%.
4. Total biaya pembuatan Alat Injeksi Plastik yaitu Rp 3.840.000,-

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djunarso. 2011. Dasar Mold Design. Surakarta.
- [2] Menges, 2001. "how to make injection mold," Hanser.
- [3] Alfara. Muhammad Devo, Yunus. Muhammad Asrul Adhani, Amal. Mujahid Ikhlasul, 2020, "Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik dengan Sistem Penekan Pneumatik", Program Studi D4 Teknik Manufaktur, Jurusan teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- [4] Parahdiba. Nursyahbani Putri, Ikhlas Abdullah, Dimas Fahmi Fahrul Roji. 2021. "Rancang Bangun Mesin Ekstrusi Pembuat Filamen Dengan Sistem Screw Conveyor", Program Studi D4 Teknik Manufaktur, Jurusan teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- [5] Nari, H. P., Sirman, M., Risal, S., & Nur, R. 2024. Manufacturing analysis of the extrusion machine for the filament of 3D printing. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2838, No. 1). AIP Publishing.
- [6] Syaharuddin, R., Rusdi, N., & Muas, M. 2022. Simulation and Experimental Evaluation of Tensile Properties and Macrostructure Changed of 3D printer PLA Filaments. *Jurnal Polimesin*, 20(2).
- [7] Syamsir, N., Nur, R., Salam, A., & Busrah, Y. 2022. Analyzing and modelling gripper arm using shape optimization of fusion 360 and 3D printing of polylactic acid. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2543, No. 1). AIP Publishing.
- [8] Cox, H. W., & Mentzer, C. C. 1986. Injection molding: the effect of fill time on properties. *Polymer Engineering & Science*, 26(7), 488-498.
- [9] Nur, R., Suyuti, M. A., Iswar, M., & Muttaqin, A. N. 2024. Springback Analysis in the Bending Process of V-shaped Stainless Steel AISI 304 Using Central Composite Design (CCD) Approach. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 517, p. 12001). EDP Sciences.

- [10] Rusdi, N., Muhammad Arsyad, S., & Muhammad, I. 2024. Optimizing the Punch Parameters for V-Bending Stainless Steel Using Response Surface Methodology Approach. *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*, 18(1), 37-44.
- [11] Nur, R., Suyuti, M. A., & Iswar, M. 2021. Rancang bangun die set sebagai alat bantu press tool untuk proses V-bending stainless steel. *Jurnal Energi dan Manufaktur Vol*, 14(1), 20-26.