

ANALISIS KONSUMSI DAYA DAN LAJU ALIRAN MASSA PADA PROSES DAUR ULANG LIMBAH SAMPAH PLASTIK MENGGUNAKAN MESIN *INJECTION MOLDING*

1,2,3) Universitas Borneo
Tarakan, Jl. Amal Lama
No. 1 Kota Tarakan

4) Universitas Lambung
Mangkurat, Jl. Jend. A.
Yani, Banjarbaru

Corresponding email ¹⁾ :
Kismanti88@gmail.com

Received: 04-10-2023
Accepted: 23-10-2023
Published: 28-12-2023

©2023 Politala Press.
All Rights Reserved.

Shinta Tri Kismanti ¹⁾, Muh Firdan ²⁾, Muhammad Backhris ³⁾,
Hermei Lissa ⁴⁾

Abstrak. Mesin *Injection Molding* pada penelitian ini merupakan mesin injeksi vertikal yang mampu mengolah cacahan botol plastik kemasan air minum menjadi produk yang lebih bermanfaat. Suhu yang diperlukan pada jenis limbah plastik HDPE sebesar 300°C dan membutuhkan daya sebesar 1035 Watt, sedangkan limbah plastik PP menggunakan suhu 164°C dengan daya sebesar 957 watt. Laju aliran lelehan limbah sampah jenis HDPE sebesar 0,58 g/s sedangkan untuk limbah sampah jenis PP sebesar 0,59 g/s maka terdapat selisih yaitu 0,1 g/s.

Kata Kunci: Limbah, Plastik, Daya, Injection Molding, Daur Ulang

Abstract. The injection molding machine in this research is a vertical injection machine that is capable of processing chopped plastic bottles for drinking water into more useful products. The temperature required for HDPE plastic waste is 300°C and requires 1035 Watts of power, while PP plastic waste uses a temperature of 164°C with a power of 957 watts. The melt flow rate for HDPE type waste is 0.58 g/s while for PP type waste it is 0.59 g/s so there is a difference of 0.1 g/s.

Keywords: Waste, Plastic, Power, Injection Molding, Recycle

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v10i2.269>

1. Pendahuluan

Sampah plastik saat ini menjadi sumber bencana yang besar bagi hampir seluruh daerah di Indonesia. Plastik merupakan polimer sintesis yang bersifat sulit terurai di alam, untuk dapat terurai secara sempurna dibutuhkan waktu hampir ratusan tahun [1-3]. Permasalahan sampah plastik hampir menjadi masalah di setiap wilayah di Indonesia, salah satunya di Kota Tarakan. Menurut data dari Dinas Lingkungan Hidup Tarakan mengatakan bahwa potensi timbunan sampah yang diakumulasi oleh DLH Tarakan pada tahun 2017 perharinya mencapai 157,79 ton dan 57,593,35 ton untuk pertahunnya sedangkan pada tahun 2023 potensi timbunan sampah perharinya mencapai angka 194 ton [4].

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan di Kota Tarakan sebagai solusi dari penanganan atau pengelolaan sampah plastik adalah dengan mengolah kembali bahan dari plastik. Optimalisasi dalam melawan polusi sampah plastik adalah dengan mengoptimalkan potensi nilai ekonomisnya salah satunya dengan melakukan daur ulang [5]. Prosedur pembuatan yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini salah satunya yaitu proses *injection molding*, mesin *injection molding* dirancang dengan kemampuan menangani sampah plastik sebagai bahan yang dapat digunakan kembali [6,7]. Mesin *injection molding* berfungsi untuk menginjeksikan biji plastik sehingga dapat dicetak sesuai yang diinginkan [8,9]. Proses *injection molding* melibatkan beberapa langkah yang kompleks, diawali dengan pengisian material [10]. Kemampuan mesin ini dapat mengurangi dampak dari sampah plastik yang terbuang atau tidak terpakai.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan melakukan perancangan, pembuatan prototipe dan analisa. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan proses melelehkan sampah jenis HDPE dan PP serta

konsumsi daya yang diperlukan serta laju aliran massa yang keluar dari nozel [11]. Adapun suhu yang digunakan untuk sampah jenis HDPE sebesar 300°C sedangkan untuk sampah jenis PP suhu yang digunakan sebesar 164°C [15].

3. Hasil dan Pembahasan

Setah mesin berfungsi maka dilakukan pengaturan suhu, titik leleh plastik dari kedua jenis sampah plastik yang digunakan tidak sama. Jenis sampah Plastik *Polypropylene* (PP) suhu yang diperlukan sebesar 164°C dan untuk sampah jenis *High-Density polyethylene* (HDPE) sebesar 300°C setelah itu tunggu $\pm 3 - 4$ menit hingga mencapai temperatur yang kita inginkan. Setelah itu memasukan sampah yang sudah dicacah kedalam *hopper*/corong kedalam lubang *plunger barrel* dan tunggu $\pm 4 - 5$ menit agar sampah didalam *plunger* meleleh lalu tekan tuas penekan agar lelehan Plastik keluar melewati *nozzel* dan masuk ke cetakan. Setelah lelehan sampah plastik masuk kedalam cetakan biarkan selama $\pm 15 - 20$ menit sampai cetakan benar-benar dingin dan lelehan sampah mengeras kemudiann buka cetakan tersebut dan ambil hasil sampah.

Setelah dilakukan proses molding maka didapatkan hasil lelehan sampah jenis HDPE dan PP yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 .



Gambar 1. Hasil Cetakan Sampah Jenis HDPE



Gambar 2. Hasil Cetakan Sampah Jenis PP

Tabel 1. Data hasil pengujian sampah Plastik *High-Density polyethylene* (HDPE)

| No | Massa sampah awal (g) | Massa Sampah akhir (g) | Waktu Pemanasan sampah (s) | Waktu lelehan pada nozzel (s) | Temper suhu (°C) | Tegangan listrik (V) | Arus listrik (A) |
|-----------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|------------------|
| 1. | 210 | 138 | 300 | 240 | 300 | 224,7 | 4,696 |
| 2. | 210 | 152 | 360 | 300 | 300 | 224,5 | 4,683 |
| 3. | 210 | 160 | 600 | 540 | 300 | 224,9 | 4,680 |
| Rata-rata | 210 | 150 | 420 | 360 | 300 | 224,7 | 4,686 |

Hasil pengujian yang ditunjukkan oleh Tabel 1 merupakan proses pelelehan sampah plastik jenis HDPE dan dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dan nilai rata-rata selisih dari berat sampah awal dan sampah akhir sebesar 60 gram pengurangan berat sampah ini diakibatkan beberapa tumpahan lelehan sampah serta masih tertinggalnya sampah pada bagian tabung pemanas. Dengan tertinggalnya lelehan sampah pada tabung pemanas ini sangat mempengaruhi waktu sampah meleleh yang berbeda disetiap pengujiannya. Sehingga rata-rata waktu pelelehan sampah sebesar 420 menit hal ini juga mempengaruhi laju aliran lelehan sampah pada *nozzel*. Hal tersebut terjadi

dikarenakan sampah pada tabung pemanas bertambah sehingga mendapatkan nilai sebesar 360 s dan ketika mesin berkerja dalam suhu 300°C mempunyai nilai rata-rata tegangan listrik sebesar 224,7 A dan arus listrik 4,686 V.

Tabel 2. Data hasil pengujian sampah Plastik *Polypropylene* (PP)

| No | Massa sampah awal (g) | Massa Sampah akhir (g) | waktu sampah meleleh(s) | Waktu lelehan pada nozzle (s) | Temper suhu (°C) | Tegangan listrik (V) | Arus listrik (A) |
|-----------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|------------------|
| 1. | 200 | 124 | 310 | 300 | 164 | 224,7 | 4,549 |
| 2. | 200 | 131 | 350 | 300 | 164 | 224,5 | 4,542 |
| 3. | 200 | 142 | 590 | 420 | 164 | 224,9 | 4,544 |
| Rata-rata | 200 | 132 | 417 | 340 | 300 | 224,7 | 4,545 |

Pada Tabel 2 sama seperti pengujian jenis sampah plastik HDPE pengujian sampah plastik jenis PP mendapatkan nilai selisih berat awal dan berat akhir sebesar 68 gram dengan nilai waktu lama sampah meleleh sebesar 417 menit. Sedangkan untuk nilai rata-rata laju aliran lelehan sampah pada *nozzel* sebesar 340 s dan untuk mesin bekerja pada suhu 164°C mendapatkan tegangan listrik sebesar 218 V sedangkan untuk arus listrik 4,545 A.

a. Kapasitas *Injection Barrel*

Diameter plunger yaitu 4,8 cm dan untuk panjangnya 25 cm dengan massa jenis sampah HDPE (*High-Density polyethylene*) itu sebesar 0,941 $\frac{g}{cm^3}$. Parameter tersebut digunakan untuk menentukan kapasitas *Injection barrel* [12]. Berdasarkan hasil perhitungan rancangan diperoleh kapasitas *Injection barrel* 420 g, akan tetapi untuk pengambilan data diperlukan setengah dari kapasitas *injection* yaitu 210 g hal ini dikarenakan ukuran diameter *Injection framwork plunger* terdapat selisih ± 2 mm dari diameter *Injection barrel* yang mengakibatkan hasil lelehan dari plastik banyak tumpah keluar dari *Injection barrel* jika menggunakan tarakaraan sampah 420 g. Dengan demikian sampah plastik yang akan digunakan adalah 120 g untuk menentukan laju aliran massa. Berikut perhitungan laju aliran masa dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [13].

$$m : \text{massa (Kg)} = 210 \text{ g}$$

$$t : \text{Waktu pemanasan (s)} = 360 \text{ s}$$

$$\dot{m} : \text{laju aliran massa } (\frac{g}{s}) = \frac{m}{t}$$

$$\dot{m} = \frac{210 \text{ g}}{360 \text{ s}} = 0,58 (\frac{g}{s})$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh laju aliran massa pada jenis sampah plastik HDPE sebesar 0,58 ($\frac{g}{s}$).

Diketahui *volume barrel* sebesar 0,00045 m^3 dan untuk *massa* jenis sampah plastik PP sebesar 0,91 $\frac{g}{cm^3}$ [6] untuk menentukan kapasitas *Injection barrel* maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$d : \text{dimensi plunger (m)} = 4,8 \text{ cm} = 0,048 \text{ m}$$

$$h : \text{panjang plunger (m)} = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

$$\rho : \text{masa jenis sampah PP} = 0,91 \frac{g}{cm^3} = 910 \frac{kg}{m^3}$$

$$V : \text{volume barrel } (m^3) = 0,00045 \text{ m}^3$$

Kapasitas *Injection barrel*.

$$\text{massa (Kg)} = \rho \times V$$

$$m = 910 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,00045 \text{ m}^3$$

$$m = 0,40 \text{ Kg} = 400 \text{ g}$$

Setelah melakukan perhitungan didapatkan untuk kapasitas injection 400 g sama seperti pengambilan data sampah plastik HDPE, sampah plastik jenis PP juga menggunakan setengah dari kapasitas *Injection barrel* yaitu sebesar 200 g lalu dari hasil ini akan dipergunakan untuk melakukan perhitungan waktu laju aliran *massa*.

$$m : \text{massa (Kg)} = 200 \text{ g}$$

t : Waktu pemanasan (s) = 340 s

\dot{m} : laju aliran masa lelehan Plastik ($\frac{g}{s}$) = $\frac{m}{t}$

$$\dot{m} = \frac{200 \text{ g}}{340 \text{ s}} = 0,59 \text{ g/s}$$

Untuk laju aliran massa dari sampah jenis PP (*Polypropylene*) sebesar $0,59 \text{ g/s}$.

b. Kosumsi Daya Mesin di Suhu 300°C

Suhu yang diperlukan untuk melelehkan sampah jenis HDPE yang ditentukan harus diketahui konsumsi daya saat melakukan proses pelelehan, untuk mengukur daya alat ukur yang digunakan adalah *power* meter dari alat ukur tersebut didapatkan untuk tegangan listrik 224,7 (Volt) dan untuk arus listrik sebesar 4,686 (Amper) sedangkan lama proses satu kali pelelehan 880 detik dan untuk mencari daya maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

V : Tegangan listrik (Volt) = 224,7 (Volt)
 I : Arus listrik (Amper) = 4,686 (Amper)
 t : Total waktu = 880 (detik) = 0,24 (jam)

Sebelum menentukan konsumsi daya listrik maka harus diketahui terlebih dahulu daya yang diperlukan dengan persamaan sebagai berikut ;

$$P : \text{Daya listrik (W)} = V \times I$$

$$P = 224,7 \text{ V} \times 4,686 \text{ I}$$

$$= 1052 \text{ W}$$

Maka daya yang dibutuhkan pada temperatur 300°C adalah 1052 W dan hasil dari perhitungan ini akan digunakan untuk menghitung konsumsi daya, dengan persamaan sebagai berikut [14]:

W : konsumsi daya listrik (Kilowatt) = $P \times t$

$$W = 1052 \times 0,24 \text{ jam}$$

$$W = 252,72 \text{ Kwh}$$

Jadi daya yang dibutuhkan untuk mesin *injection molding* beroperasi selama 0,24 jam sebesar 252,72 Kwh pada suhu 300°C

c. Konsumsi Daya Mesin di Suhu 164°C

Suhu yang diperlukan untuk melelehkan sampah jenis PP yaitu sebesar 164°C dan hasil pengukuran dari alat ukur *power* meter didapatkan untuk tegangan listrik 218 (Volt) dan untuk arus listrik sebesar 4,389 (Amper) waktu proses pemanasan sampah jenis PP selama 840 detik dan untuk mencari daya maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

V : Tegangan listrik (Volt) = 218 V
 I : Arus listrik (Amper) = 4,389 I
 t : Total waktu = 840 (detik) = 0,23 (jam)

Sebelum menentukan konsumsi daya listrik maka harus diketahui terlebih dahulu daya yang diperlukan dengan persamaan sebagai berikut ;

$$P : \text{Daya listrik (W)} = V \times I$$

$$P = 218 \text{ V} \times 4,386 \text{ I}$$

$$= 956 \text{ w}$$

Maka daya yang dibutuhkan pada temperatur 164°C adalah 956 w dan hasil dari perhitungan ini akan digunakan untuk menghitung konsumsi daya, dengan persamaan sebagai berikut [14] :

W : konsumsi daya listrik (Kilowatt) = $P \times t$

$$W = 956 \text{ w} \times 0,23 \text{ jam}$$

$$W = 229,44 \text{ Kwh}$$

Jadi daya yang dibutuhkan untuk mesin *injection molding* beoprasi selama 0,23 jam sebesar 229,44 Kwh pada suhu 164°C

Tabel 3. Perbandingan Hasil Perhitungan

| No | Jenis sampah | Laju aliran massa (g/s) | Kapasitas injection (g) | Konsumsi daya yang diperlukan mesin (Kwh) | Perencanaan daya yang dibutuhkan (watt) |
|----|--------------|-----------------------------|-------------------------|---|---|
| 1 | HDPE | 0,58 | 420 | 252,72 | 1032 Watt |
| 2 | PP | 0,59 | 400 | 220,11 | |

Dari Tabel 3 didapatkan hasil perbandingan kapasitas *Injection barrel* memiliki selisih 20 g, serta perbandingan laju aliran *massa* selisih sebesar 0,1 (g/s) dan juga konsumsi daya yang dibutuhkan untuk sampah jesin sampah HDPE sebesar 252,72 Kwh sedangkan konsumsi daya untuk sampah jenis PP sebesar 220,11 Kwh. Dan untuk perancangan daya pada suhu 400°C didapatkan hasil 1032 Watt.

4. Kesimpulan

Pengujian dilakukan pada dua jenis limbah sampah plastik yang berbeda maka suhu yang digunakan juga berbeda, untuk sampah plastik jenis HDPE menggunakan suhu 300°C dan membutuhkan daya sebesar 1035 Watt sedangkan sampah plastik PP menggunakan suhu 164°C untuk daya yang dibutuhkan sebesar 957 watt. Laju aliran lelehan sampah jenis HDPE dan PP memiliki selisih yaitu sebesar 0,1 g/s .

Daftar Pustaka

- [1] Aripin, Santosa, A., Dirja, I. Rancang Bangun Mesin Injection Moulding untuk Keperluan Home Industry dengan Bahan Baku Sampah Plastik. *Infomatek*, 21(2).79-90. 2019.
- [2] Surono, U. B., Ismanto. Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)*, 1(1). 32-37. 2016
- [3] Nasution, A. Y., Yusuf, D., Julianto, E. Analisis Kalor pada Alat Pengolah Sampah Plastik dengan Metode Pyrolysis dengan Perbandingan Tipe Sampah Plastik. *Jurnal Suara Teknik*, 11(2). 25-51. 2020.
- [4] Kota Tarakan. Sampah Plastik di Laut Jadi Perhatian DLH. 2023
- [5] Isanto, T., Nurfajriah. Usulan Perancangan Mesin Injection Plastik Daur Ulang pada Ecoro Project dengan Pendekatan Ergonomi. Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gajah Mada. ER-55. 2019
- [6] Mawardi, I., Zuhaimi, Hanif. Pengembangan Mesin Injeksi Plastik Skala Industri Kecil. *Prosiding SnaPP2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan*. 4(1). EISSN 2303-2480. 2014.
- [7] Sultan, A. Z., Suyuti, M. A., Alfara, M. D., Yunus, M. A. A., Amal, M. I. Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik dengan Sistem Penekan Pneumatik. *Jurnal Sinergi*, 19(2). 244-251. 2021.
- [8] Nuraini, L., Galang, S. P., Roni, R., R., Khoirus, R. Perancangan Mesin Injection Molding Sistem Screw. *Jurnal Techno Bahari*. 7(1), 29-35. 2020.
- [9] Widi, K. A., Ekasari, L. D. Studi Analisa Pengembangan Produk Limbah Plastik Berbasis Tekanan Teknologi Injection Moulding. *Jurnal Flywheel*, 8(2). 14-18. 2017.
- [10] Ramadhan, A. I., Diniardi, E., Daroji, M. Analisa Penyusutan Produk Plastik pada Proses Injection Molding Menggunakan Media Pendingin Cooling Tower dan Udara dengan Material Polypropylene. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*. 1(2). 65-74. 2017.
- [11] Adhiharto, R., Krismawanto, T., Hakim, A.R., Komara, A. I. Studi Rancang Bangun Mesin Benchtop Injection Molding Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Botol Plastik. Conference : Seminar Nasional Pengkajian dan Penerapan Teknologi III, Universitas Mercubuana. 2017
- [12] Tjipto S. Pengaruh Radiasineutron Cepat Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Polimer Hdpe, Ldpe Dan Ps. Program Study Rekayasa Nuklir, Jurusan Teknik Malerial Nuklir Fakultas Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung. 1995.
- [13] Barus A. N. Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Aliran Plastik Pada Mesin Extruder. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 2021.
- [14] Abrar, T., Masnur P. H., Donal I. Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Pengolahan Kelapa Sawit di PT. Dian Anggara Persada. *Prosiding SENKIM: Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 103-117. 2022.
- [15] Annisa, J.R. Kajian Pembakaran Sampah Plastik Jenis Polipropilena (PP) Menggunakan Insinerator. Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). 2020.