

RANCANG BANGUN MESIN INJEKSI PLASTIK SEDERHANA TIPE VERTIKAL DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH PLASTIK PET (POLYETHYLENE TEREPHTHALATE)

Badruzzaman¹⁾, Felix Dionisius²⁾, Rachmatullah³⁾, dan Rubaetul Maula⁴⁾

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu
E-mail: badruzzaman@polindra.ac.id

Abstract

The process of making this plastic product printing machine seeks to help the community in processing the plastic bottle waste that is scattered around. The machine's working process is to heat the shredded plastic and then inject the melted plastic into a tightly closed mold so that the melt fills the space in the mold according to the desired product shape. The plastic chosen to be melted is PET (Polyethylene Terephthalate) plastic waste. It is hoped that with this machine the problem of plastic waste can be resolved and provide an opportunity to convert plastic waste which initially pollutes the environment into useful goods and even goods with high selling value. One of the products of this plastic injection machine is coasters. The product results are in accordance with the molds made, the specifications of this product are a weight of 79 grams, a circle diameter of 100 mm, a center diameter for the coaster of 80 mm, an outer thickness of 10 mm and an inner thickness of 7 mm.

Keywords: *Injection, Plastic, PET, Bottle, Recycle*

Abstrak

Proses pembuatan mesin pencetak produk plastik ini berupaya membantu masyarakat dalam mengolah sampah botol plastik yang berserakan. Proses kerja mesin adalah dengan memanaskan plastik yang telah dicacah kemudian menginjeksikan lelehan plastik tersebut ke dalam cetakan (*mold*) yang tertutup rapat sehingga lelehan tersebut mengisi ruang pada cetakan sesuai dengan bentuk produk yang di inginkan. Plastik yang dipilih untuk dicairkan adalah sampah plastik jenis PET (Polyethylene Terephthalate). Diharapkan dengan adanya mesin ini permasalahan sampah plastik dapat teratasi dan dapat memberikan peluang untuk mengkonversi sampah plastik yang awalnya mencemari lingkungan menjadi barang yang bermanfaat bahkan barang yang memiliki nilai jual yang tinggi. Salah satu produk mesin injeksi plastik ini yaitu tatakan gelas. Hasil produk telah sesuai dengan cetakan yang dibuat, spesifikasi dari produk ini yakni berat 79 gram, diameter lingkaran 100 mm, diameter tengah untuk tatakan 80 mm, ketebalan luar 10 mm dan ketebalan bagian dalam 7 mm.

Kata Kunci : *Injeksi, Plastik, PET, Botol, Daur Ulang*

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu perkembangan penduduk senantiasa mengalami peningkatan. Dengan meningkatnya jumlah penduduk maka meningkat pula aktivitas masyarakat diiringi dengan perubahan pola konsumsi, dan gaya hidup. Peningkatan dua hal tersebut juga akan menyebabkan kenaikan produksi limbah/sampah, maka hal tersebut harus di ikuti dengan pengembangan sarana dan prasarana pengelolaan persampahan. Menurut Undang-Undang nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan

sampah disebutkan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan [1]. Sampah organik contohnya yaitu sampah sayuran, kulit buah, dan daun. Sedangkan sampah anorganik berasal dari sumber daya alam tak terbarukan seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Sedangkan sampah anorganik adalah sampah plastik dari berbagai macamnya salah satunya adalah PET.

Sampah anorganik sulit teruraikan karena memerlukan waktu puluhan bahkan ratusan tahun untuk membuat sampah plastik benar-benar terurai oleh tanah secara terdekomposisi atau terurai dengan sempurna. Saat terurai, partikel-partikel plastik akan mencemari tanah dan air tanah. Jika dibakar, sampah plastik akan menghasilkan asap beracun yang berbahaya bagi kesehatan yaitu jika proses pembakarannya tidak sempurna, plastik akan mengurai di udara sebagai dioksin. Senyawa ini sangat berbahaya bila terhirup manusia. Jenis-jenis plastik dibagi menjadi tujuh macam, yaitu *Polyethylene Terephthalate* (PET), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), *Other* atau yang biasanya disebut dengan *Polycarbonate* (PC) serta plastik *multilayer* [2].



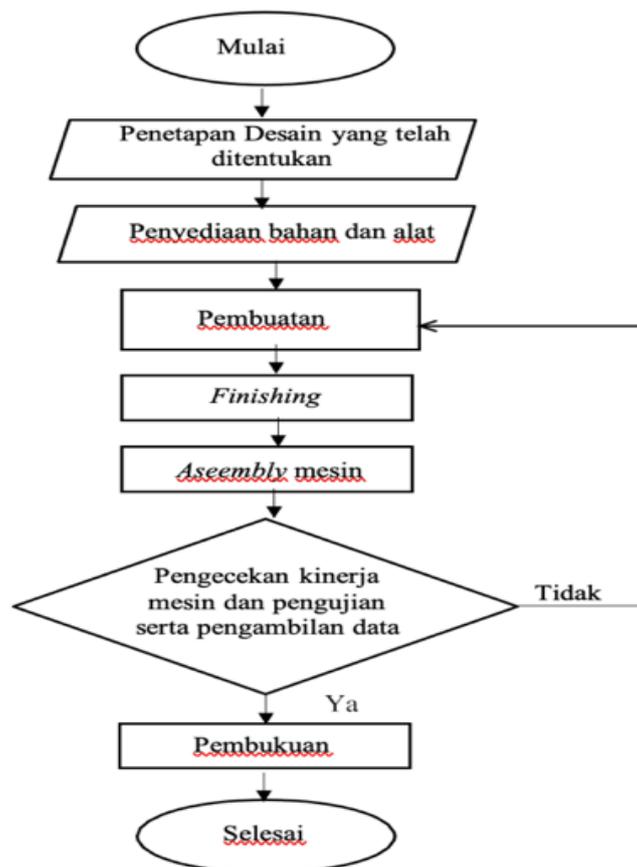
Gambar 1. Jenis-jenis plastik

Dari seluruh jenis plastik, kemasan minuman ringan termasuk dalam jenis yang paling banyak didaur ulang yaitu botol PET. PET atau PETE merupakan jenis plastik *Thermoplastic* dengan kode 1, jenis tersebut dapat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, bersifat *reversible* (dapat kembali ke bentuk semula atau mengeras bila didinginkan) merupakan plastik. Jenis plastik ini memang banyak digunakan untuk botol minuman seperti botol air mineral atau botol jus. Botol dari jenis ini hanya direkomendasikan untuk satu kali pemakaian. Karakteristik dari jenis plastik ini adalah berwarna jernih, transparan atau tembus pandang, liat, kuat, kekuatan tarik dan kekuatan impact yang sangat baik, serta dimensi yang stabil dan tidak beracun.

Tabel 1.
Karakteristik PET

No	Indikator	Nilai
1.	Temperatur leleh	70 °C -80 °C
2.	Temperatur lebur	200 °C-260 °C
3.	Kepadatan	1,38 gr/cm ³
4.	Kalor Jenis	3,472 j/kg

Salah satu upaya pengolahan kembali plastik PET yaitu melalui proses fabrikasi plastik, proses ini dapat dilakukan dengan beberapa metode tergantung pada jenis dan karakternya serta geometri dan ukuran produk akhir yang diinginkan. Metode fabrikasi plastik di antaranya yaitu *compression molding*, *vacuum molding*, *blow molding*, *injection molding*, dan ekstrusi. Upaya pengolahan sampah plastik yang dapat dilakukan yaitu dengan mengolah kembali sampah plastik tersebut dengan menggunakan *Plastic Injection Mold Machine*. Proses kerja mesin tersebut yaitu dengan cara memanaskan cacahan plastik kemudian menyuntikkan lelehan plastik kedalam mold (cetakan) yang tertutup rapat sehingga lelehan tersebut memenuhi ruang yang berada pada cetakan sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan.



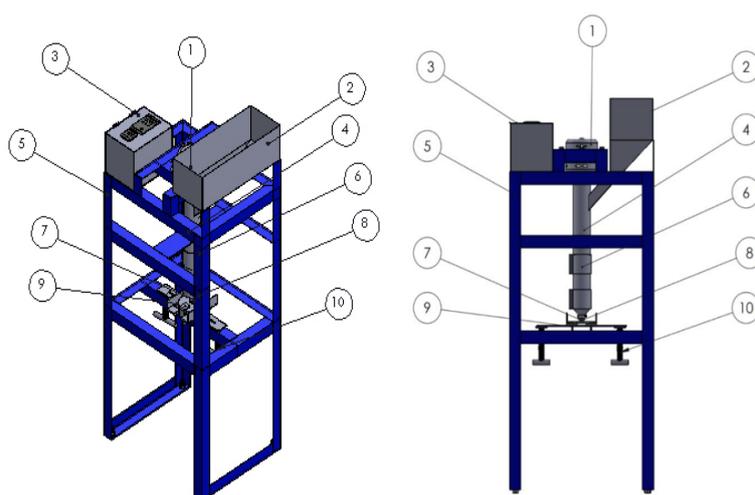
Gambar 2. Metode pelaksanaan

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui analisa kekuatan komponen dan temperature mesin pada mesin injeksi plastik sederhana tipe vertikal untuk pembuatan produk sparepart mesin yaitu dimulai dari penetapan desain, pengumpulan data dan kajian literatur, penyediaan alat dan bahan, proses pembuatan mesin,

Pengecekan kinerja mesin dan pengujian serta pengambilan data Pengolahan data, simpulan dan laporan.

Berikut ini adalah desain produk dari mesin injeksi plastic sederhana tipe vertikal.



Gambar 3. Desain Mesin Injeksi Plastik

Berikut daftar komponen utama pada mesin injeksi plastik sederhana tipe vertikal diantaranya :

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Motor listrik ¼ HP, 1 Phase | 6. Nozzle |
| 2. Hopper | 7. Molding |
| 3. Box panel | 8. Dudukan molding |
| 4. Barell dan screw | 9. Bandheater |
| 5. Kerangka | 10. Baut pengepres cetakan |



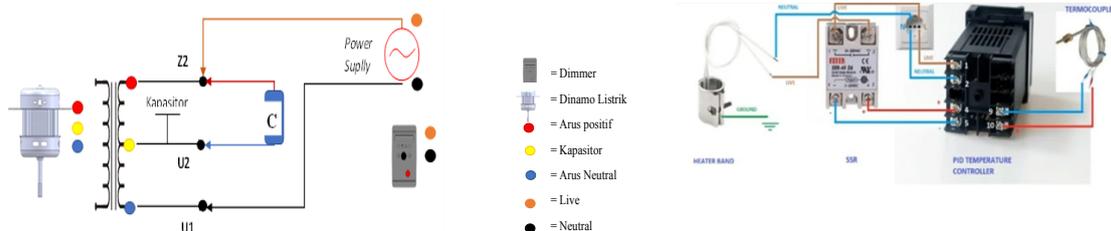
Gambar 4. Desain Mesin Injeksi Plastik

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses pembuatan mesin

Terdapat dua proses dalam pembuatan mesin ini, yaitu : proses permesinan dan proses fabrikasi. Proses permesinan menggunakan mesin bubut, mesin bor tegak dan mesin milling. Dalam proses fabrikasi meliputi proses marking, bending, grinding, cutting dan pengelasan. Untuk menunjang proses pembuatannya. Berikut ini adalah mesin yang telah dibuat sesuai dengan desain gambar yang ada.

Langkah selanjutnya yakni melakukan pembuatan diagram wiring untuk acuan rangkaian kelistrikan pada mesin yang akan dioperasikan, ada dua rangkaian kelistrikan yang dibuat yaitu kelistrikan penggerak dan pemanas. Berikut langkah merangkai kelistrikan pada mesin injeksi plastik.



Gambar 5. Rangkaian kelistrikan penggerak dan pemanas

Perpindahan panas konduksi

$$q = 57,426 \text{ W/m}^{\circ}\text{C} \times 0,00785 \text{ m}^2 \times \frac{250 - 30}{0,17 \text{ m}}$$

$$= 1294,12 \times 0,451 = 583,648 \text{ Watt}$$

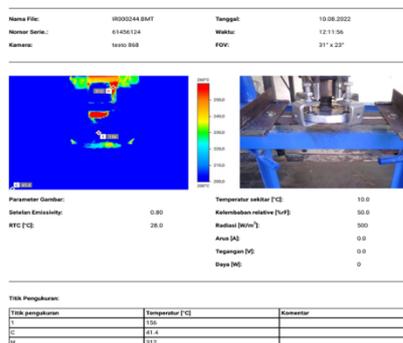
= 0,583648 Kwh

2. Pengujian

Proses pengujian menggunakan bahan kemasan minuman dan bahan yang di ambil untuk pengujian yaitu botol plastik kemasan air mineral. Langkah selanjutnya yakni mencacah botol-botol plastik yang telah dikumpulkan dan dibersihkan. Bahan yang telah dicacah memiliki beberapa variasi berat dan waktu berbeda, dengan variasi berat dan waktu sebagai berikut :

Tabel 1.
Variasi material cacahan plastik

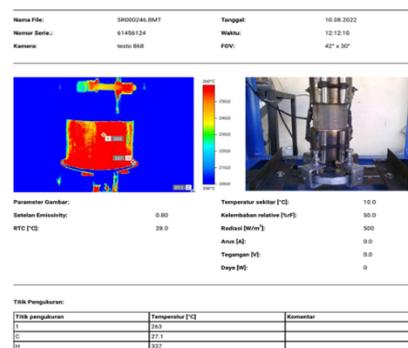
No.	Berat	Volume	Visual
1.	120 gram	90,22 cm ³	
2.	105 gram	78,94 cm ³	



Gambar 6. Pengujian suhu nozzle

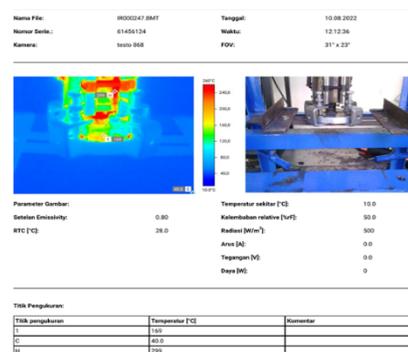
Menurut gambar 6, pengujian temperature pada bagian nozzle dengan pengaturan suhu pada Thermal imager yaitu 10° sampai 260° Celcius dengan data yang dihasilkan yaitu: Suhu ruang sekitar nozzle 41,4° C dan suhu pada nozzle berada pada suhu 156° C.

Menurut gambar 7, pengujian temperature pada bagian barell dengan pengaturan suhu pada Thermal imager yaitu 10° sampai 260° Celcius dengan data yang dihasilkan yaitu: Suhu ruang sekitar barell 27,1° C dan suhu pada barell berada pada suhu 263° C.



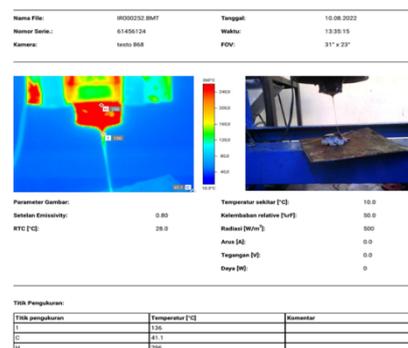
Gambar 7. Pengujian Suhu Barell

Menurut gambar 8, pengujian temperature pada bagian cetakan dengan pengaturan suhu pada Thermal imager yaitu 10° sampai 260° Celcius dengan data yang dihasilkan yaitu: Suhu ruang sekitar cetakan 41,1° C dan suhu pada cetakan berada pada suhu 136° C.



Gambar 8. Pengujian Shuhu Cetakan

Sedangkan menurut gambar 9, pengujian temperatur pada bagian lelehan plastik dengan pengaturan suhu pada Thermal imager yaitu 10° sampai 260° Celcius dengan data yang dihasilkan yaitu: Suhu ruang sekitar lelehan plastik 41,1° C dan suhu pada lelehan plastik berada pada suhu 136° C.



Gambar 9. Pengujian suhu lelehan plastic

Tabel 2.
Rekap Pengujian Suhu

No.	Bagian yang di Uji	Waktu Pemanasan	Temperatur C°
1	Nozzle	14 menit	156°
2	Barel	14 menit	263°
3	Cetakan	14 menit	169°
4	Hasil lelehan	2 menit	136°

Hasil contoh produk mesin injeksi plastik ini yaitu tatakan gelas, dengan hasil pengukuran visual produk diameter lingkaran 100 mm dan diameter tengah untuk tatakan 80 mm ketebalan luar 10 mm dan ketebalan bagian dalam untuk tatakan 7 mm, dan berat sebesar 79 gram.



Gambar 10. Berat Hasil Produk

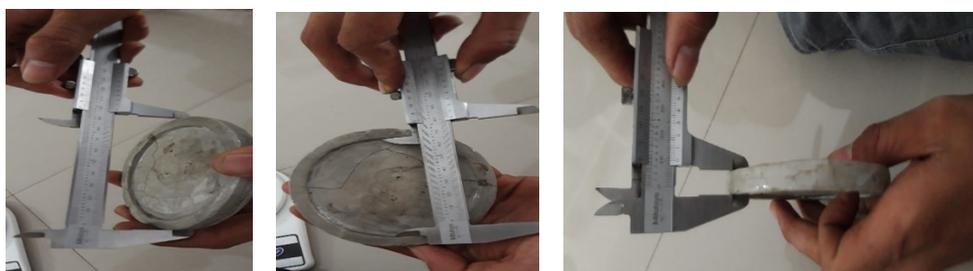
Perbandingan hitungan:

$$V = 3,14 \times 5^2 \times 1 - V = 3,14 \times 4^2 \times 0,3$$

$$= 78,5 - 15,072 = 63,428 \text{ cm}^3$$

$$m = 1,33 \times 63,428 = 84,35924 \text{ g}$$

Hasil massa dari perhitungan sebesar 84,36 gram sedangkan massa sebenarnya pada hasil visual yaitu 79 gram. Jadi *shrinkage* dari hasil produk sebesar 5,36 atau jika dipersentasekan yaitu 6,34%. Toleransi pada pemanasan plastik pada suhu di atas 225 °C yaitu 12,68% jadi produk yang dihasilkan masih termasuk kedalam toleransi dari cacat produk atau bisa dipergunakan tanpa mengalami kerusakan ketika dipakai.



Gambar 11. Produk Sederhana Hasil Mesin Injeksi

SIMPULAN

Pembuatan dan pengujian mesin ini dinyatakan telah berhasil karena hasil mesin yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan pada hasil produk yang diperoleh sudah cukup baik, dengan kriteria dapat mengeluarkan hasil lelehan plastik yang

diinginkan. Pembuatan cetakan produk merupakan sampel hasil atau hanya sebagai contoh yang dapat diberikan untuk menguji mesin injeksi plastik. Hasil produk sesuai dengan cetakan yang dibuat, produk mesin injeksi plastik ini yaitu tatakan gelas, dengan berat 79 gram diameter lingkaran 100 mm dan diameter tengah untuk tatakan 80 mm ketebalan luar 10 mm dan ketebalan bagian dalam untuk tatakan 7 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurokhman, M. 2012. "Analisis Konsumsi Energi pada Proses Injection Moulding untuk Efisiensi Energi". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Depok: Fakultas Teknik UI.
- Badruzzaman, Felix Dionisius, & Rudi Handoyo. (2023). ANALISIS VARIASI DIAMETER PIPA KAPILER MENGGUNAKAN DUA VARIASI DESAIN TERHADAP PENGARUH LAJU KALOR PADA SISTEM INDIRECT HEAT EXCHANGER DALAM PROSES KRISTALISASI GARAM DENGAN METODE FLOW SIMULATION. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 8(1), 81- 88.
- Badruzzaman, Felix Dionisius, Naufal Ibnu Adnan. (2021). ANALISIS PENGARUH LAJU KALOR DARI VARIASI PANJANG PIPA KAPILER PADA SISTEM INDIRECT HEAT EXCHANGER UNTUK PROSES KRISTALISASI GARAM DENGAN METODE FLOW SIMULATION. *Prosiding National Conference of Industry, Engineering, and Technology (NCIET)* Vol. 2. B10-B18
- Dharini, Mega, and Yulinah Trihadiningrum. 2011. "Studi Terhadap Timbulan Sampah Plastik Multilayer Serta Upaya Reduksi Yang Dapat Diterapkan Di Kecamatan Jambangan Surabaya." (Teknik Lingkungan ITS): 1–13.
- Mufid, Ali Khaerul et al. 2017. "Perancangan Injection Molding Dengan Sistem Three Plate Mold Pada Produk Glove Box." *JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur* 1(2): 72–81.
- Okatama, Irvan. 2017. "Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik." *Jurnal Teknik Mesin* 5(3): 20.
- Purwaningrum, Pramiati. 2016. "Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan." *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* 8(2): 141–47.
- Sulistiyanto, Dwi. 2016. "Analisis Parameter Injection Moulding Terhadap Waktu Siklus Tutup Botol 500 Ml Menggunakan Desain Box-Behnken." : 72.
- Widiastuti, Hanifah et al. 2019. "Identifikasi Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Plastic Injection Molding." *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan* 1(2): 76–80.