



## Variasi Waktu dan Tekanan Injeksi terhadap Perubahan Berat Produk Corong pada Cetak Plastik Sistem Injeksi

### *Variations of Injection Time and Pressure on Changes in the Weight of Funnel Products in Plastic Injection Molding Systems*

Sulistyo Sulistyono<sup>1,a)</sup>, Agus Dani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

<sup>a)</sup>Corresponding author: [sulistyo@polinema.ac.id](mailto:sulistyo@polinema.ac.id)

#### Abstrak

Menurut kementerian perindustrian penggunaan produk plastik masih relatif tinggi di berbagai bidang manufaktur seperti industri bidang kemasan produk makanan dan minuman, bidang kosmetik, bidang elektronik, dan bidang otomotif. Tingginya penggunaan produk plastik karena plastik mempunyai beberapa keunggulan seperti ringan, tahan korosi, mudah dibentuk, dan murah harganya. Kecenderungan konsumen lebih memilih menggunakan produk plastik menyebabkan produsen bersaing ketat untuk memenuhi permintaan konsumen. Produsen sebagai penghasil produk utama plastik berusaha meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter waktu injeksi dan tekanan injeksi terhadap berat produk corong (*funnel*) dengan menggunakan plastik jenis *polypropylene*. Metode untuk pengambilan data adalah eksperimen. Penelitian ini menggunakan variabel bebas waktu injeksi dan tekanan dengan variasi waktu injeksi 5 detik, 6 detik, dan 7 detik. Sedangkan variasi tekanan injeksi adalah 36 bar, 37 bar, 38 bar, 39 bar, dan 40 bar. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan menggunakan analisis korelasi. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variabel bebas waktu injeksi 7 detik dan tekanan injeksi 40 bar berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat berat produk corong.

**Kata Kunci:** berat produk; *polypropylene*; tekanan injeksi; waktu injeksi

#### Abstract

According to the Ministry of Industry, the use of plastic products is still relatively high in various manufacturing sectors, such as the food and beverage product packaging industry, the cosmetics sector, the electronics sector, and the automotive sector. The high use of plastic products is because plastic has several advantages such as light weight, corrosion resistance, easy to shape, and low price. The tendency of consumers to prefer using plastic products causes manufacturers to compete strictly to meet consumer demand. Manufacturers as the main producer of plastic products are trying to increase the quantity and quality of production. The purpose of this study was to determine the effect of injection time and injection pressure parameters on the product weight of the funnel using *polypropylene* plastic. The method for collecting data is experimental. Research used the independent variables of injection time and pressure with injection time variations of 5 s, 6 s, and 7 s. In contrast, injection pressure variations were 36 bar, 37 bar, 38 bar, 39 bar, and 40 bar. This study uses experimental methods and uses correlation analysis. The results of this study can be concluded that the independent variable injection time of 7 seconds and injection pressure of 40 bar has a significant effect on the dependent variable of the product weight of the funnel.

**Keywords:** injection pressure; injection time; *polypropylene*; product weight

#### PENDAHULUAN

Penggunaan produk plastik masih marak terjadi di berbagai sektor produksi, antara lain kemasan makanan dan minuman, kosmetik, elektronik, dan otomotif, menurut Kementerian Perindustrian. Sepanjang tahun 2018,

industri plastik sebesar 6,92%, terjadi peningkatan dari tahun 2017 dengan peningkatan sebesar 2,47%. Jumlah produsen plastik saat ini mencapai 925 perusahaan dengan kemampuan memproduksi berbagai jenis produk plastik. Total produksi bidang ini pada tahun 2018 mencapai 7,23 juta ton. Sementara itu, permintaan produk plastik di

pasaran meningkat rata-rata sebesar 5% dalam lima tahun terakhir, Salah satu contoh permintaan produk plastik adalah untuk keperluan rumah tangga. Dengan kemajuan teknologi manufaktur yang sedang berkembang saat ini terutama dalam produksi plastik yang dihasilkan oleh *plastics injection mold (PIM)* [1-5]. Salah satu contoh produk plastik untuk keperluan rumah tangga adalah corong (*funnel*) sebagai alat pendukung minuman. Tetapi di pasaran banyak dijumpai produk corong (*funnel*) yang tidak higienis karena terbuat dari material plastik *non-foodgrade*.

Plastik merupakan senyawa organik yang mempunyai rantai panjang yang terbentuk dari polimerisasi material organik dan punya massa molekul yang sangat besar. Plastik terbuat dari ikatan karbon, hidrogen dan atom-atom penyusun lainnya yang terikat dalam rantai molekul panjang yang disebut dengan polimer. Plastik merupakan material utama untuk membuat berbagai macam benda salah satunya perabotan rumah tangga. Ada beberapa macam proses untuk membentuk plastik menjadi berbagai macam bentuk, salah satunya adalah proses *injection moulding* [6-7].

*Injection moulding* merupakan suatu proses pembentukan suatu benda atau produk dengan material utama dari material plastik dengan bentuk dan ukuran tertentu yang membutuhkan alat bantu berupa cetakan atau *mould* serta mesin injeksi [8-9]. *Mould* plastik pada dasarnya adalah suatu alat yang difungsikan untuk membuat komponen-komponen dari material plastik dengan sarana mesin cetak plastik [10]. Proses pembentukan produk diawali dari memasukkan material plastik yang berbentuk butiran atau disebut dengan *pellet* ke dalam *hopper* mesin. Kemudian material plastik akan masuk ke dalam *barrel* dimana *barrel* dalam kondisi panas kemudian didorong ke arah *nozzle* oleh mekanisme *screw* dan *sprue bushing* masuk ke dalam rongga (*cavity*) cetakan yang sudah pada kondisi tertutup, proses pendorongan material plastik yang sudah dilelehkan menggunakan tekanan tertentu sesuai kemampuan mesin injeksi. Setelah beberapa saat didinginkan, *mould* akan dibuka dan produk akan dikeluarkan dengan mekanisme *ejector*.

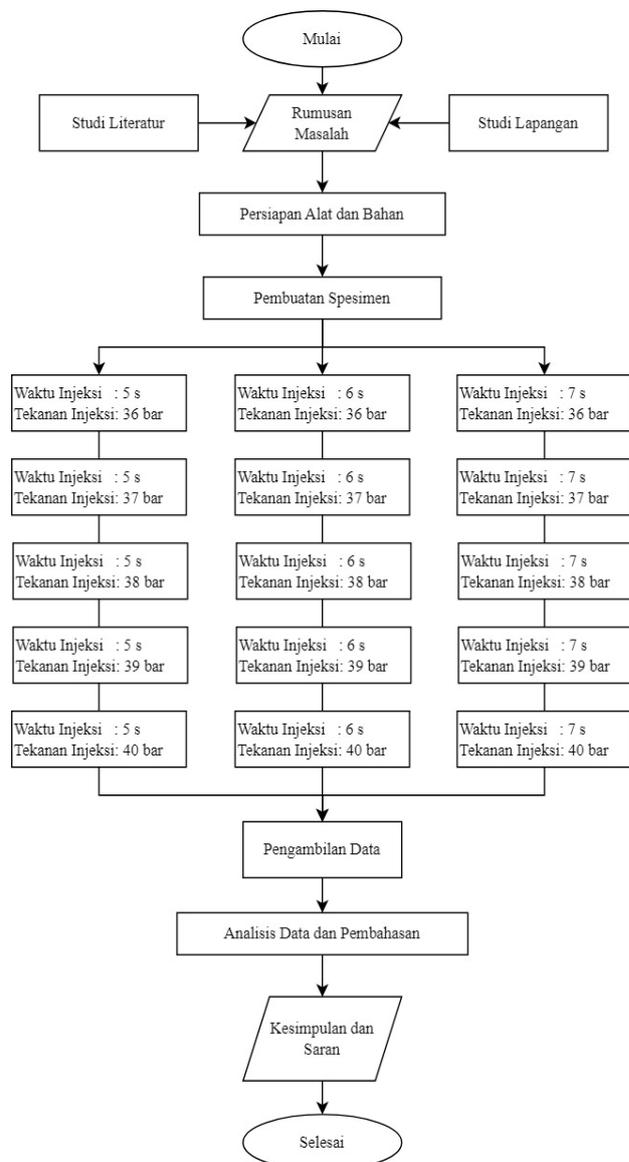
Pada proses *injection moulding* ada beberapa parameter yang berpengaruh sehingga perlu diperhatikan selain faktor desain produk, kondisi mesin injeksi juga perlu dijadikan pertimbangan dalam penentuan parameternya seperti waktu injeksi, tekanan injeksi, *shrinkage*, karakteristik material plastik yang digunakan, kualitas material plastik, serta beberapa kemungkinan cacat produk yang akan terjadi setelah proses [11-13]. Kondisi tersebut membuat sebagian para pekerja di lapangan memerlukan tindakan *trial and error* untuk menghasilkan kualitas produk yang diinginkan sesuai dengan desain awal yang direncanakan

dan dengan memperhatikan kualitas produk yaitu dari tampilan serta berat produk tersebut [14-16].

Pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan variasi waktu injeksi dan tekanan injeksi yang tetap, sedangkan pada penelitian ini difokuskan pada pengaruh variasi parameter proses *injection moulding* dengan menggunakan material *polypropylene*. Parameter proses yang telah digunakan dalam penelitian ini adalah waktu injeksi dan tekanan injeksi. Selanjutnya dilakukan penimbangan berat produk untuk mengetahui pengaruh parameter waktu injeksi dan tekanan injeksi terhadap berat produk.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan beberapa tahapan yang dapat dilihat melalui *flowchart* pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

## ALAT DAN BAHAN

### Alat

1) Mesin Injeksi yang digunakan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin injeksi

#### Spesifikasi Mesin:

- Tipe mesin : KT 105 G
- Shoot volume : 136 cm<sup>3</sup>
- Injection rate : 81 cm<sup>3</sup>/detik
- Max. injection pressure: 1816 kg/cm<sup>3</sup>
- Clamping force : 130 ton

2) Cetakan (Mould)

Cetakan *injection moulding* digunakan untuk membentuk produk plastik yang akan diteliti seperti pada Gambar 3. berikut [10]



Gambar 3. Cetakan (mould)

#### Spesifikasi Cetakan:

- Ukuran : 180 mm x 200 mm x 250 mm
- Jumlah Cavity : 1 cavity
- Material : ST 42 (all parts)  
: SKD 11 (core and cavity)
- Kapasitas : 120 produk/jam
- Massa : 48,5 kg

#### Neraca Digital

Gambar 4. neraca digital digunakan untuk menimbang berat produk hasil injeksi.



Gambar 4. Neraca digital

#### Spesifikasi Neraca:

- Kapasitas : 4100 g
- Ketelitian : 0.01 g
- Satuan : g, kg, ct, lb, oz, dwt, tical, tola, mommes, bath, grain, mesghal, Newton, ozt, teals.
- Ukuran Pan : 180 mm

### Bahan

1) Polypropylene



Gambar 5. Polypropylene

#### Spesifikasi Polypropylene:

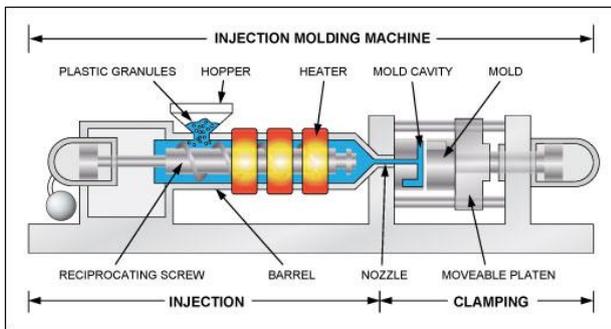
- Titik Lebur : 130°C - 171°C
- Massa Jenis : 0.855 g/cm<sup>3</sup>
- Rumus Kimia : (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)<sub>n</sub>
- Kekuatan Tarik : 30-40 N/mm<sup>2</sup>
- Kekuatan Impact : 3,28-5,9 kJ/m<sup>2</sup>

### Proses Injeksi

*Injection Moulding* merupakan proses pembentukan suatu benda atau produk dari material utama plastik dengan bentuk dan ukuran tertentu yang membutuhkan alat bantu berupa cetakan atau *mould* [8-9]. *Mould* plastik pada dasarnya adalah suatu alat yang difungsikan untuk membuat komponen-komponen dari material utama plastik dengan sarana mesin cetak plastik [10]. Proses pembentukan produk diawali dari memasukkan material

3)

plastik yang berbentuk butiran ke dalam *hopper* mesin. Kemudian material akan masuk ke dalam *barrel* dimana *barrel* dalam kondisi panas kemudian didorong ke arah *nozzle* oleh mekanisme *screw* dan *sprue bushing* masuk ke dalam rongga (*cavity*) cetakan yang sudah pada kondisi tertutup, yang mana proses pendorongan material plastik yang sudah dilelehkan menggunakan tekanan tertentu sesuai kemampuan mesin injeksi. Setelah beberapa saat didinginkan, *mould* akan dibuka dan produk akan dikeluarkan dengan mekanisme *ejector*. Pada Gambar 6. dapat dilihat bagian-bagian mesin injeksi berdasarkan cara kerjanya.



Gambar 6. Bagian-bagian mesin injeksi

### Penimbangan Produk

Penimbangan produk merupakan proses pengambilan data sebelum data diolah dan dianalisis. Sebelum ditimbang produk dipilah untuk menentukan produk yang tidak terdapat cacat. Produk ditimbang menggunakan neraca digital dengan ketelitian 1/100 atau dua angka di belakang koma dan dengan satuan gram. Setiap variasi terdapat 3 kali pengulangan jadi total keseluruhan produk yang ditimbang adalah sebanyak 45 produk.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

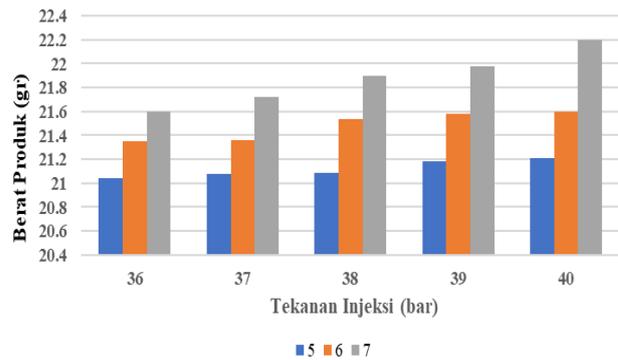
Hasil penelitian berupa data berat produk yang disajikan dalam Tabel 1. di bawah ini:

Tabel 1. Data berat produk

No.	Waktu Injeksi (s)	Tekanan Injeksi (bar)				
		5	6	7	8	9
1	5	21.13 gr	21.05 gr	21.00 gr	21.31 gr	21.12 gr
		21.10 gr	21.02 gr	21.15 gr	21.13 gr	21.29 gr
		20.90 gr	21.17 gr	21.11 gr	21.11 gr	21.22 gr
		Rerata	21.04 gr	21.08 gr	21.09 gr	21.18 gr
	2	6	21.40 gr	21.37 gr	21.65 gr	21.71 gr
21.35 gr			21.40 gr	21.69 gr	21.31 gr	22.00 gr
21.29 gr			21.30 gr	21.28 gr	21.72 gr	21.39 gr
Rerata			21.35 gr	21.36 gr	21.54 gr	21.58 gr
3		7	22.07 gr	22.09 gr	22.11 gr	21.93 gr
	21.35 gr		21.51 gr	21.83 gr	22.02 gr	22.21 gr
	21.37 gr		21.56 gr	21.77 gr	21.99 gr	22.30 gr
	Rerata		21.60 gr	21.72 gr	21.90 gr	21.98 gr

Dari data yang disajikan pada tabel 1 di atas, maka data diolah dan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 7.

untuk memudahkan proses analisis dan penarikan kesimpulan.



Gambar 7. Hubungan waktu injeksi dan tekanan injeksi terhadap berat produk

Dari grafik yang disajikan pada Gambar 7. dapat dianalisis bahwa semakin meningkatnya waktu injeksi dan tekanan injeksi menyebabkan peningkatan pada berat produk seperti yang diasumsikan sebelumnya bahwa hubungan tekanan injeksi dan waktu injeksi berbanding lurus dengan berat produk seperti penelitian yang dilakukan oleh Hassan [17]. Hal tersebut dikarenakan produk semakin padat seiring peningkatan waktu injeksi dan tekanan injeksi, karena semakin lama waktu pengisian maka *cavity* akan terisi penuh dan begitu juga dengan tekanan injeksi, semakin besar tekanan maka aliran material saat injeksi juga akan mengalami peningkatan. Semakin padat produk yang terbentuk maka akan semakin minimum tingkat cacatnya maupun penyusutan yang terjadi, karena jika produk menyusut maksimal maka produk tetap dalam toleransi dengan acuan desain produk yang sudah dibuat sebelumnya [18-19]. Sehingga dalam setiap penelitian diperlukan *trial and error* parameter waktu dan tekanan injeksi untuk mengetahui kondisi dan karakteristik setiap mesin dengan tujuan untuk menentukan level dari setiap parameter agar produk yang dihasilkan masih dalam batas toleransi untuk menekan jumlah cacat produk [20].

### PENUTUP

#### Simpulan

Semakin lama waktu injeksi saat proses *injection moulding*, maka berat produk yang dihasilkan akan semakin meningkat nilainya. Hal ini disebabkan karena molekul plastik yang diinjeksikan ke dalam *cavity* semakin padat. Dapat disimpulkan bahwa waktu injeksi berpengaruh signifikan terhadap berat produk corong (*funnel*). Hal ini dibuktikan oleh grafik pada gambar 7 bahwa berat produk terbesar dihasilkan dari waktu injeksi paling lama.

Semakin tinggi tekanan injeksi saat proses *injection moulding*, maka berat produk yang dihasilkan akan

semakin meningkat. Dapat disimpulkan bahwa tekanan injeksi berpengaruh signifikan terhadap berat produk corong (*funnel*). Hal ini dibuktikan oleh grafik pada gambar 7 bahwa berat produk terbesar dihasilkan dari tekanan injeksi paling besar.

#### **Saran**

Sebaiknya pada penelitian selanjutnya menambah parameter selain waktu dan tekanan injeksi, untuk mengetahui pengaruh parameter lain terhadap berat produk.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Kitayama S, Tamada K, Takano M, Aiba S. Numerical optimization of process parameters in plastic injection molding for minimizing weldlines and clamping force using conformal cooling channel. *Journal of Manufacturing Processes*. 2018 Apr 1;32:782–90. doi: 10.1016/j.jmapro.2018.04.007
- [2] Farotti E, Natalini M. Injection molding. Influence of process parameters on mechanical properties of polypropylene polymer. A first study. *Procedia Structural Integrity*. 2018 Jan 1;8:256–64. doi: 10.1016/j.prostr.2017.12.027.
- [3] Gao H, Zhang Y, Fu Y, Mao T, Zhou H, Li D. Process parameters optimization using a novel classification model for plastic injection molding. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2018;94(1):357–70. doi: 10.1007/s00170-017-0812-1.
- [4] Mohan M, Ansari M, Shanks RA. Review on the effects of process parameters on strength, shrinkage, and warpage of injection molding plastic component. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 2017;56(1):1–12. doi: 10.1080/03602559.2015.1132466.
- [5] Hentati F, Hadriche I, Masmoudi N, Bradai C. Optimization of the injection molding process for the PC/ABS parts by integrating Taguchi approach and CAE simulation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019;104(9):4353–63. doi: 10.1007/s00170-019-04283-z.
- [6] Wijaya, H. (2015). *Teknologi Pengolahan Plastik Injection Molding, e-Book*. Bekasi.
- [7] Mawardi, I., Hasrin, & Hanif. (2015). Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses Injection Molding. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal Vol. 4 No.2*, 30-35. doi: 10.53912/iejm.v4i2.110.
- [8] Iskandar, N., & Vendiza, F. R. (2019). Analisis Cacat Short Shot Dalam Proses Injection Molding Pada Komponen Shroud Fan . *Prosiding SNST 10*, 101-106.
- [9] Khadliq, M., Budiyanoro, C., & Sosiati, H. (2017). Komparasi Parameter Injeksi Optimum Pada Hdpe Recycled Dan Virgin Material. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur Vol. 1, No.1*, 11-20.
- [10] Budiarto. (2002). *PERANCANGAN PERALATAN PENCETAK, Modul*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung.
- [11] Firdaus M. Pengaruh Variasi Temperatur Injeksi Pada Rancang Bangun Mesin Injection Molding Untuk Hasil Produk Particulate Composite. 2020.
- [12] Prasanko AW, Djumhariyanto D, Triono A. Analisis Parameter Injection Molding Terhadap Waktu Siklus dan Cacat Flash Produk Tutup Botol 180 ml Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal ROTOR*. 2017
- [13] Nurhudha A. Simulasi Dan Analisa Proses Injection Molding Pada Produk Frame Faceshield Untuk Reduksi Sink Mark. 2021.
- [14] Liu J, Guo F, Gao H, Li M, Zhang Y, Zhou H. Defect detection of injection molding products on small datasets using transfer learning. *Journal of Manufacturing Processes*. 2021;70:400–13.
- [15] Hwang S, Kim J. Injection mold design of reverse engineering using injection molding analysis and machine learning. *Journal of Mechanical Science and Technology*. 2019;33(8):3803–12.
- [16] Zwicke F, Behr M, Elgeti S. Predicting shrinkage and warpage in injection molding: Towards automatized mold design. In AIP Publishing LLC; 2017. p. 100001.
- [17] Hassan, H. (2013). An Experinmetal Wonk on The Effect of Injection Molding Parameters on The Cavity Pressure and Product Weight. *Int J Adv Manuf Technol*, 67, 675-686.
- [18] Hassan, H., Nicolas, RN., Defaye G. (2009). 3D Study on The Effect Of Process Parameters on The Cooling Of Polymer By Injection Molding. *J Appl Polym Sci* 114:2901–2914.
- [19] Jansen KMB, Van Dijk DJ, Husselman MH. (1998). Effect Of Processing Conditions on Shrinkage in Injection. *Polym Eng Sci* 38:838–846.
- [20] Media, R.I., Adhiharto, R., Erlangga, Y.Y., Friyadi, M.F., "Analisis Parameter Cetakan Injeksi Plastik Menggunakan Simulasi CAE untuk Memprediksi Kegagalan Produk Front Cover MiFUS," *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol. 17, No. 2, Agustus 2022, hal. 241-248. doi: <http://dx.doi.org/10.32497/jrm.v17i2.3210>.