



Analisis Variasi *Holding Time* dan *Injection Temperature* terhadap Penyusutan Produk *Funnel* Pada Cetak Plastik Injeksi

Analysis Variation of Holding Time and Injection Temperature on Funnel Product Shrinkage in Plastic Injection Molding

Sulistiyono^{1,a)}, Elka Faizal¹, Mochamad Muzaki¹, Nike Nur Farida¹

¹Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

^{a)}Corresponding author: sulistiyono@polinema.ac.id

Abstrak

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 untuk memproduksi yang dibutuhkan konsumen. Produsen sebagai penghasil produk plastik berusaha meningkatkan kapasitas dan kualitas produksi. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh parameter *holding time* dan *injection temperature* terhadap penyusutan produk *funnel* menggunakan material *polypropylene*. Dimana parameter *holding time* dan *injection temperature* berpengaruh terhadap efisiensi waktu yang berdampak pada kualitas dan kapasitas produksi. Metode untuk pengambilan data adalah eksperimen. Penelitian ini menggunakan variabel bebas *holding time* dan *injection temperature*. Variabel terikat yaitu penyusutan produk corong (*funnel*). Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variabel bebas *holding time* dan *injection temperature* terhadap penyusutan produk *funnel*, yang terbaik di *temperature* 185 °C dan *holding time* 1,5 detik.

Kata Kunci: cetak plastik; *funnel*; *holding time*; *injection temperature*; penyusutan

Abstract

The high use of plastic products is because plastic has several advantages such as being light, corrosion resistant, easy to shape and cheap. The tendency of consumers to prefer using plastic products causes manufacturers to compete to produce what consumers need. Manufacturers as producers of plastic products are trying to increase production capacity and quality. The aim of the research is to determine the effect of holding time and injection temperature parameters on shrinkage of funnel products using polypropylene material. Where the holding time and injection temperature parameters influence time efficiency which has an impact on quality and production capacity. The method for collecting data is experimental. This research uses the independent variables holding time and injection temperature. The dependent variable is funnel product shrinkage. It is hoped that the research results can be concluded for the initial hypothesis that the independent variables are holding time and injection temperature on funnel product shrinkage.

Keywords: plastic moulding; *funnel*; *holding time*; *injection temperature*, shrinkage

PENDAHULUAN

Tingginya penggunaan produk plastik masih banyak dijumpai 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 % [19]. 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* [19].

Plastik merupakan senyawa organik yang mempunyai rantai panjang yang terbentuk dari polimerisasi material organik dan mempunyai 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 adalah 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*.

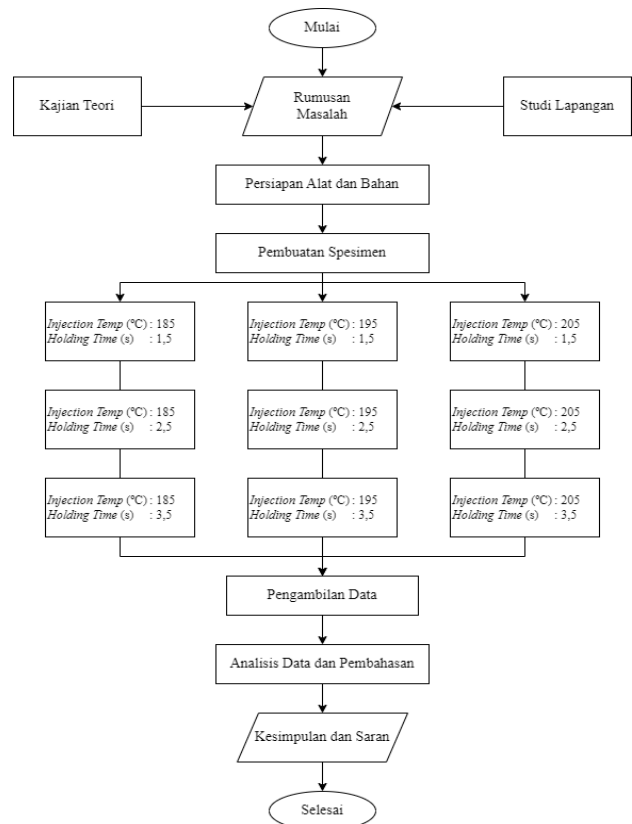
Pada proses *injection moulding* ada beberapa parameter yang berpengaruh sehingga perlu diperhatikan selain faktor desain produk, kondisi mesin injeksi juga perlu dijadikan pertimbangan dalam penentuan parameternya seperti waktu injeksi, tekanan injeksi, *shrinkage*, karakteristik material plastik yang digunakan, kualitas material plastik, serta beberapa kemungkinan cacat produk yang akan terjadi setelah proses *injection moulding* [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 [19], 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 *holding time* dan *injection temperature*. Selanjutnya dilakukan

pengukuran penyusutan produk untuk mengetahui pengaruh *holding time* dan *injection temperature* terhadap penyusutan produk.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tahapan yang telah disajikan dalam diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

ALAT DAN BAHAN

Alat

1. Mesin *Injection Moulding*

Mesin Injeksi yang digunakan untuk pembuatan produk seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin injection moulding KT 105 G

Spesifikasi Mesin:

- a. Tipe Mesin : KT 105 G
- b. Shoot Volume : 136 cm³
- c. Injection Rate : 81 cm³/detik
- d. Max. Injct Pres : 1816 kg/cm³
- e. Clamping Force : 130 ton

2. Cetakan Injection Moulding

Cetakan *injection moulding* digunakan dalam pembentukan produk corong [10] untuk dianalisis penyusutannya yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Cetakan injection moulding

Spesifikasi Cetakan:

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

3. Mistar Sorong

Mistar sorong digunakan untuk mengetahui ukuran penyusutan produk corong hasil proses injeksi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Mistar sorong

Spesifikasi Mistar Sorong:

- a. Kapasitas : 0-150 mm
- b. Ketelitian : 0,02 mm

Bahan

1. Biji polypropylene

Polypropylene merupakan jenis material plastik *food grade* yang berbentuk biji yang digunakan untuk

pembuatan produk corong seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5.



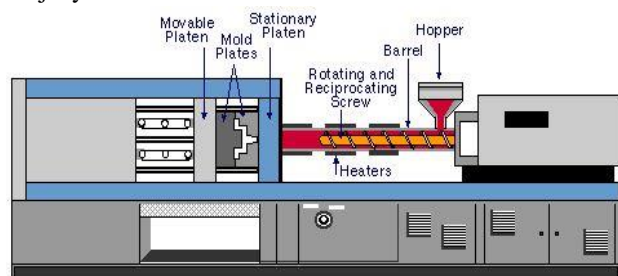
Gambar 5. Biji polypropylene

Spesifikasi Polipropilen:

- a. Titik Lebur : 130°C - 171°C
- b. Massa Jenis : 0.855 g/cm³
- c. Rumus Kimia : (C₃H₆)_n
- d. Kekuatan Tarik : 30-40 N/mm²
- e. Kekuatan Impact : 3,28-5,9 kJ/m²

Proses Pembuatan Produk

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 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, dimana 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

Pengukuran Penyusutan

Pengukuran dilakukan hanya di beberapa titik tertentu untuk mengetahui dimensi produk kemudian hasil pengukuran digunakan untuk mengetahui penyusutan menggunakan rumus penyusutan produk plastik. Pengukuran dimensi produk menggunakan mistar sorong dengan ketelitian 0,02 mm. Pengukuran penyusutan produk dilakukan pada 3 sampel setiap variasi dengan total sampel sebanyak 27 sampel produk corong.

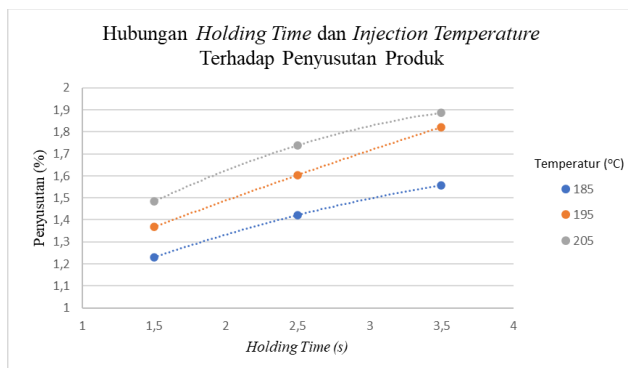
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa data penyusutan produk yang telah disajikan pada **Tabel 1.** di bawah ini:

Tabel 1. Data Penyusutan Produk

No	Injection Temperature (C°)	Holding Time (s)		
		1,5	2,5	3,5
1	185	1,291	1,287	1,572
		1,119	1,389	1,337
		1,281	1,591	1,761
	Rerata	1,230	1,422	1,557
2	195	1,499	1,724	1,729
		1,395	1,668	1,937
		1,211	1,419	1,799
	Rerata	1,368	1,604	1,822
3	205	1,434	1,903	1,938
		1,505	1,602	1,817
		1,511	1,711	1,906
	Rerata	1,483	1,739	1,887

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



Gambar 7. Grafik hubungan holding time dan injection temperature terhadap penyusutan produk corong

Dari grafik yang disajikan pada **Gambar 7** dapat dianalisis bahwa semakin meningkatnya temperatur injeksi menyebabkan peningkatan persentase penyusutan pada produk tetapi sebaliknya dengan parameter holding time, dengan peningkatan holding time akan menyebabkan penurunan persentase. Hal ini dikarenakan pemilihan temperatur injeksi yang tepat yaitu yang sesuai dengan titik leleh material berpengaruh signifikan terhadap shrinkage

yang dihasilkan. Jika temperatur injeksi yang digunakan terlalu tinggi melebihi titik leleh material maka, shrinkage yang dihasilkan akan semakin besar dan bahkan bisa melebihi desain produk. Sebaliknya, jika temperatur injeksi yang digunakan sesuai dengan titik leleh material, maka shrinkage yang dihasilkan akan semakin kecil atau mendekati ukuran pada desain produk funnel. Parameter yang paling berpengaruh pada besar atau kecil volume shrinkage adalah temperatur injeksi [17].

Sebaliknya untuk parameter holding time, jika semakin singkat holding time, maka shrinkage yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini dapat disebabkan oleh waktu yang terlalu singkat sehingga lelehan plastik belum sepenuhnya memadati cetakan dan menyebabkan shrinkage produk funnel yang dihasilkan menjadi lebih besar dan tidak merata. Jika holding time diperpanjang, maka shrinkage yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan lelehan plastik memiliki waktu yang cukup untuk memadati seluruh rongga cetakan. Holding time berpengaruh signifikan untuk mengurangi besar shrinkage [7]. Memanjangkan holding time terbukti dapat mengurangi shrinkage secara signifikan pada semua jenis plastik [18].

PENUTUP

Simpulan

Semakin tinggi temperatur injeksi saat proses injection moulding, maka shrinkage yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena molekul plastik yang diinjeksikan ke dalam cavity semakin padat. Dapat disimpulkan bahwa temperatur injeksi berpengaruh signifikan terhadap shrinkage produk. Hal ini dibuktikan oleh grafik pada **Gambar 7** bahwa shrinkage terbesar dihasilkan dari temperatur injeksi paling tinggi.

Semakin singkat holding time saat proses injection moulding, maka shrinkage produk yang dihasilkan akan semakin menurun. Dapat disimpulkan bahwa holding time berpengaruh signifikan terhadap shrinkage produk. Hal ini dibuktikan oleh grafik pada **Gambar 7** bahwa shrinkage tertinggi dihasilkan dari holding time paling lama.

Saran

Sebaiknya pada penelitian selanjutnya menambah parameter selain holding time dan injection temperature untuk mengetahui pengaruh parameter lain terhadap penyusutan produk untuk meningkatkan kualitas 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] Gotlih, Janez, Miran Brezoznik, and Igor Drstvensek. 2018. "Influence of Injection Molding Process Parameters on Part Quality." 42(January): 0–7.
- [18] Chang, Tao C., and Ernest Faison. 2001. "Shrinkage Behavior and Optimization of Injection Molded Parts Studied by the Taguchi Method." *Polymer Engineering and Science* 41(5): 703–10.
- [19] S. Sulistyono and A. Dani, "Variasi Waktu dan Tekanan Injeksi terhadap Perubahan Berat Produk Corong pada Cetak Plastik Sistem Injeksi," 2023, doi: 10.32528/jp.v7i2.9235.