



Pengaruh Suhu, *Inj ection Time* dan *Backpressure* Terhadap Cacat Penyusutan Pada Produk *Flange*

Yudhi Chandra Dwiaji¹, Iwan Muklas², Abdul Halim³

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana

³Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Samarinda

¹yudhichandra7@gmail.com*, ²hansamukhlas@gmail.com, ³halim72@polnes.ac.id

Abstract

Haspel or often called cable reel is the item or tool needed to roll the cable. Usually this cable reel is made of wood. However, over time this haspel has changed, especially in the material used, which is made of plastic or polypropylene (PP) material. This haspel consists of several components including: Flange and barrel reinforced using steel rods. All these components will be assembled and ready for sale. When assembled, the flange components must require a fairly good precision because the material used is plastic, the shrinkage factor plays a very important role when printed with an injection molding machine. At the time of assembling the plastic haspel, there was a failure when the raft product was too tight and there was also a loose raft, this was due to shrinkage in the flange which caused the barrel component to not fit into the router part of the flange. This makes the assembly work a little longer than usual. In this final project, the author takes steps on how to analyze shrinkage defects in plastic materials, especially for polypropylene materials, starting from the injection molding process and then taking product samples with different levels of testing through parameter settings. Different injection times and backpressures will result in different product sizes and shrinkage values. A good melting temperature value is used for polypropylene material with a flange thickness of 6 mm, and a flange diameter of 850 mm ranging from 210°C - 230°C. Shrinkage defects in polypropylene materials certainly exist, and may be greater than polystyrene materials but can be minimized by setting good process parameters. A good and ideal shrinkage value and according to standards occurs at a temperature setting of 220°C backpressure 0.2 Mpa with an injection time of 20 seconds. With constant parameters, starting from the injection speed of 60 mm/s. Injection pressure 18 Mpa and cooling time 250 seconds.

Keywords: haspel, injection molding, shrinkage, backpressure

Abstrak

Haspel atau yang sering disebut juga gulungan kabel merupakan barang atau alat yang dibutuhkan untuk menggulung kabel. Biasanya gulungan kabel ini dibuat dengan bahan dari kayu. Namun dengan seiring berjalannya waktu, *haspel* ini mengalami perubahan terutama pada material yang digunakan yaitu terbuat dari bahan plastik atau jenis material *polypropylene* (PP). *Haspel* ini terdiri dari beberapa komponen diantaranya: *flange* dan *barrell* yang diperkuat menggunakan besi rekstang. Semua komponen tersebut akan dirakit dan siap dijual. Pada saat dirakit komponen *flange* harus memerlukan kepresisian yang lumayan bagus oleh karena material yang digunakan plastik, maka faktor penyusutan (*shrinkage*) memegang peranan sangat penting pada saat dicetak dengan mesin *injection molding*. Pada saat perakitan *haspel* plastik pernah terjadi kegagalan produk rakit terlalu kencang dan ada juga rakit yang kendur, hal tersebut disebabkan karena adanya penyusutan pada *flange* yang menyebabkan komponen *barrell* tidak bisa masuk pada *router* bagian dari *flange*. Hal tersebut membuat pekerjaan dibagian perakitan menjadi sedikit lebih lama dari biasanya. Didalam tugas akhir ini penulis melakukan langkah-langkah bagaimana teknik menganalisa cacat penyusutan (*shrinkage*) material plastik terutama dikhususkan material *polypropylene* dimulai dari proses *injection molding* lalu diambil sampel produk dengan tingkat pengujian yang berbeda lewat *settingan* parameter. Dengan waktu injeksi dan *backpressure* yang berbeda-beda akan menghasilkan ukuran produk dan nilai *shrinkage* yang berbeda pula. Nilai temperatur leleh yang baik digunakan untuk material *polypropylene* dengan ketebalan *flange* 6 mm, dan diameter *flange* 850 mm berkisar antara 210°C - 230°C. Cacat penyusutan pada material *polypropylene* pasti ada, dan mungkin lebih besar dari material *polystyrene* namun bisa diminimalkan dengan setting parameter proses yang bagus. Nilai *shrinkage* yang baik dan ideal dan sesuai standar terjadi pada settingan temperatur 220°C backpressure 0,2 Mpa dengan waktu injeksi yaitu 20 detik. Dengan parameter yang konstan, mulai dari *injection speed* 60 mm/s, *injection pressure* 18 Mpa dan *cooling time* 250 detik..

Kata kunci: *haspel*, *injection molding*, cacat penyusutan, *backpressure*.

1. Pendahuluan

Plastik merupakan bahan atau material yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia, sebagai bahan yang sangat mudah didapat secara luas, praktis, ringan dan tentu saja berbagai macam fungsinya [1]. Plastik merupakan bahan polimer sintesis yang dibuat melalui proses polimerisasi dimana tidak dapat lepas dari kehidupan kita sehari-hari yang umumnya kita jumpai dalam bentuk plastik kemasan ataupun penggunaannya pada alat-alat listrik dan peralatan rumah tangga [2]. Untuk bisa membuat sebuah produk plastik yang sesuai dengan apa yang dikehendaki tentunya dibutuhkan teknologi yang memadai.

PT. SPLP merupakan salah satu perusahaan yang memanfaatkan teknologi mesin *Injection Molding*. Proses *injection molding* merupakan teknik yang sering digunakan dalam pembentukan produk yang berbahan plastik, karena dengan menggunakan metode tersebut bisa membuat bentuk fitur yang sulit untuk dibentuk dibandingkan dibandingkan metode yang lain [3]. Teknik ini juga merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk memproduksi produk plastik karena dapat diproduksi dengan tingkat produksi yang tinggi, biaya rendah, dan kemudahan dalam pembuatannya [4]. PT. SPLP merupakan salah satu perusahaan cukup besar yang memproduksi/menghasilkan produk berupa *haspel* plastik dan *haspel* kayu. Selain menghasilkan *haspel* plastik dan *haspel* kayu, PT. SPLP juga memproduksi peti dan *pallet* yang terbuat dari kayu. Sesuai namanya perbedaan *haspel* plastik dan *haspel* kayu yaitu dari bahan yang digunakan. PT. SPLP dapat menghasilkan *haspel* plastik ± 20.000 /tahun, *haspel* kayu ± 25.000 / tahun, serta peti dan *pallet* ± 15.000 /tahun.

Haspel atau yang sering disebut gulungan kabel merupakan barang hasil rakitan (*assembly*) dari beberapa komponen. Komponen utama *haspel* yaitu *flange*, *barell*, besi rektang dan mur. Dalam proses perakitannya sering terjadi *fitting* kendur dan kencang hal tersebut disebabkan karena adanya penyusutan (*shrinkage*) pada bagian *flange* yang dinamakan *router*/dudukan *barell*. *Flange* merupakan komponen utama dari *haspel* plastik yang dihasilkan melalui proses produksi menggunakan mesin *injection molding*. Dengan melihat jumlah hasil produksi terutama *haspel* plastik yang cukup besar per tahunnya, dan dalam proses produksi *flange* pasti ditemukan cacat produk. Cacat produk yang sering ditemukan pada *flange* yaitu *short-shot*, *black dot*, *flashing*, *shrinkage*, dan *scrath*.

Shrinkage/penyusutan merupakan defect visual yang ditandai oleh perbedaan ukuran antara cetakan/*molding* dengan barang yang dihasilkan. *Shrinkage* akan timbul apabila terjadi perubahan densitas dari temperatur proses ke temperatur ruangan [5]. Besarnya memang tidak terlihat signifikan, namun berpengaruh besar terhadap kualitas barang untuk dijual. *Shrinkage* dapat diminimalisasikan dengan cara mensetting *parameter* yang terdapat pada mesin *injection molding*. Waktu proses (*cycle time*) pembuatan *flange* ini bervariasi, tergantung dari berbagai macam parameter yang

berpengaruh dalam pembuatan *flange* ini. Dari berbagai macam parameter tersebut salah satu faktor yang dominan adalah pengaturan parameter setting pada mesin *injection molding*. Dimana parameter tersebut berpengaruh besar terhadap cacat produk *shrinkage*, yaitu *injection time* dan *backpressure*. Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi fokus dalam penelitian ini, yaitu untuk mengetahui sejauh mana pengaruh *injection time* dan *backpressure* terhadap hasil cetak *flange* dengan menggunakan proses *injection molding* dan bisa meminimalkan rasio cacat penyusutan (*shrinkage*).

2. Metode Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis melakukan studi lapangan yang dilakukan langsung di PT. SPLP pada mesin *Injection Molding* FCS FT-1680 dan cetakan injeksi (*mold*) *flange* guna untuk mengidentifikasi kegagalan yang sering timbul pada saat produksi produk *flange* tersebut. Dari kegagalan yang ada terlihat jelas bahwa sering terjadi penyusutan dibagian *router* pada *flange* sehingga *barell* susah dipasang. Belajar dari kegagalan tersebut, dapat dianalisa bahwa ukuran atau dimensi yang akurat dapat menurunkan tingkat kegagalan tersebut. Semakin akuratnya ukuran atau toleransi antara *router* pada *flange* dan tebal *barell* sehingga dengan mudah dirakit maka semakin kecil tingkat *shrinkage*.

2.2. Pengambilan Data

Hasil pengamatan yang dilakukan secara langsung diolah dikelompokkan menjadi data dalam bentuk tabel.

Tabel 2.1 Data Defect

No	Reject Produksi	Qty (pcs)	%
1	Rakit kendur	2,055	27.48%
2	Scrath	1,003	13.41%
3	Flashing	1,059	14.16%
4	Black-dot	1,536	20.54%
5	Short-shot	1,824	24.39%
TOTAL REJECT		7,477	

2.3. Data jenis defect

Data jenis *defect* dikumpulkan dari data hasil produksi yang sedang proses. Pengamatan ini yang dilakukan pada bagian produksi dan bagian *quality control* dilakukan untuk lebih mengetahui tentang jenis *defect* yang dianggap oleh *management* memang sering terjadi:

- Short Shot* adalah *defect visual* kondisi dimana produk tidak jadi sempurna ditandai dengan tidak penuhnya produk plastik. *Defect* ini biasanya terjadi akibat terlalu cepat waktu *filling injection* atau *injection stroke* kurang. *Short short* juga dapat dikatakan *raw material* yang masuk kedalam *molding* tidak terisi secara sempurna hal ini disebabkan karena masalah suhu saat *melting* proses [6].



Gambar 3.1 Cacat Shor-shot



Gambar 3.4 Cacat Shrinkage

- b. *Black dot* adalah defect visual yang terjadi karena adanya bintik hitam yang ditimbulkan pada permukaan *part* [7]. *Defect* ini biasanya terjadi karena material dasarnya terkontaminasi oleh kotoran.



Gambar 3.2 Cacat Black dot

- e. *Scratch* adalah *defect* visual yang diakibatkan oleh tool yang kasar berupa garis pada produk yang terbentuk akibat gesekan permukaan produk [10]. *Defect* ini biasanya dipengaruhi oleh kualitas polishing permukaan *cavity* dan *core mold*.



Gambar 3.5 Cacat Scratch

- c. *Flashing* adalah jenis minor *defect* pada material, artinya material masih bisa dikatakan bagus tetapi harus dilakukan pembersihan (*finishing*) pada produk [8].



Gambar 3.3 Cacat Flashing

- d. *Shrinkage* adalah merupakan suatu cacat berupa perubahan dimensi produk hasil proses *injection molding* [9]. *Defect visual* ini ditandai oleh rakit antar *router flange* dan tebal *barell* menjadi kendor atau seret. *defect* ini biasanya terjadi dipengaruhi oleh parameter proses *setting* mesin *injection*, tipe material, kontur produk, ketebalan dinding produk, proses pendinginan diluar dan didalam cetakan.

2.4 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan pustaka-pustaka yang berkaitan dengan perhitungan *shrinkage* yang kemudian akan dipilih beberapa pustaka untuk dijadikan acuan dalam perhitungan *shrinkage*.

2.5 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian *flange* menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

- Laptop
- Software* untuk menggambar *flange* dan *haspel plastic* berupa AutoCad 2010.
- Sigmat/angka sorong dimana digunakan untuk mengukur lebar *router* yang mengalami penyusutan
- Thermometer
- Mesin *injection molding* FCS 3000 FT-1680 dimana yang digunakan untuk proses produksi *flange* dan penelitian.



Gambar 3.6 Mesin *Injection Molding* FCS 3000 FT-1680
(Sumber: PT. SPLP)

- f. Material yang digunakan pada penelitian adalah material *polypropene* (PP).

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam menganalisa suatu produk apakah terjadi cacat penyusutan atau tidak, tentu tidak terlepas dari pengukuran suatu panjang *mold* pada produk tersebut. Setelah itu membandingkan dengan panjang produk yang telah jadi, apakah ada selisih diantara keduanya dan bila terdapat selisih maka terjadi cacat penyusutan. Cacat penyusutan/ shrinkage ini dapat diketahui besar kecilnya dengan perhitungan. Misalkan perhitungan dengan temperatur 210 – 230°C yang menggunakan injection time 15 detik, dan 20 detik dengan backpressure 0,1 dan 0,2 Mpa.

a) Perhitungan I

Waktu injeksi 15 detik dengan backpressure 0,1 MPa dan temperatur leleh 210 – 230°C dengan lebar router flange 16 mm

$$S = \frac{16-15,85}{16} \times 100 (\%) = 0,94 \%$$

Waktu injeksi 15 detik dengan backpressure 0,2 MPa dan temperatur leleh 210 – 230°C dengan lebar router flange 16 mm

$$S = \frac{16-15,88}{16} \times 100 (\%) = 0,75 \%$$

b) Perhitungan II

➤ Waktu injeksi 20 detik dengan backpressure 0,1 MPa dan temperatur leleh 210 – 230°C dengan lebar router flange 16 mm

$$S = \frac{16-15,92}{16} \times 100 (\%) = 0,5 \%$$

➤ Waktu injeksi 20 detik dengan backpressure 0,2 MPa dan temperatur leleh 210 – 230°C. dengan lebar router flange 16 mm

$$S = \frac{16-15,95}{16} \times 100 (\%) = 0.31 \%$$

3.1. Hasil Data Perhitungan

Tabel 3.1 Hasil Data Perhitungan

DATA PENGUJIAN					
No	Waktu Injeksi (sec)	Backpressure (Mpa)	Temp. leleh (°C)	Lp (mm)	Shrinkage (%)
1	15	0,1	210 -230	15,85	0.94
2	15	0,2	210 -230	15,88	0.75
3	20	0,1	210 -230	15,92	0.50
4	20	0,2	210 -230	15,95	0.31

Mesin injection yang digunakan adalah type FCS 3000 FT-1680 dengan tonase 3000 ton dan putaran motor screw mesin 1600 rpm. Dalam pengujian pertama ini diambil waktu injeksi 15 detik dengan backpressure 0,1 Mpa dengan temperature 210°C - 230°C. Dengan parameter yang konstan, mulai dari injection speed 60 mm/s dan kemudian cooling time 250 detik dengan temperatur mold 600°C. Untuk mengetahui seberapa besar cacat penyusutan yang terjadi pada pengujian pertama ini maka bisa diketahui dengan menghitung presentasi shrinkage-nya.

Dari hasil tabel dengan waktu injeksi 15 detik dan backpressure 0,1 MPa diatas, cacat penyusutan dipengaruhi oleh backpressure dan waktu injeksi serta temperature leleh material plastik. Dimana hubungan ketiga parameter proses tersebut dengan cacat

penyusutan berbanding lurus, dengan kata lain semakin kecil backpressure dan waktu injeksi maka semakin tinggi tingkat penyusutannya. Hal ini disebabkan karena waktu injeksi yang singkat hanya 15 detik dan waktu tahan hanya sebesar 0.5 detik dan pendinginan yang relatif lama maka produk akan mengalami deformasi atau perubahan bentuk saat dikeluarkan dari cetakan.

Dalam kondisi yang panas pergerakan molekul resin cenderung lebih cepat, hal ini yang menyebabkan penyusutan lebih besar jika dibandingkan dengan produk yang saat keluar dari cetakan dalam kondisi dingin karena pergerakan molekul resin-nya cenderung lambat sehingga penyusutannya lebih kecil.

Produk flange ini mempunyai ketebalan standar 9 mm, temperatur yang tinggi biasanya digunakan untuk mempercepat pengisian material kedalam rongga cetakan karena semakin tinggi suhunya maka semakin rendah viskositasnya. Selain itu tekanan injeksi (inject pressure) dan kecepatan injeksi (inject speed) yang digunakan juga semakin rendah. Tapi hal ini berdampak pada penyusutan produk yang semakin besar.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat di simpulkan sebagai berikut:

- Diantara parameter proses injection molding yang ada cacat penyusutan sangat dipengaruhi oleh waktu injeksi, backpressure dan temperature leleh, terlihat dari hasil pengujian dari data rekapitulasi reject periode bulan Januari - Maret 2021 terlihat bahwa cacat rakit kendur atau shrinkage menduduki peringkat teratas untuk defect produk dengan persentase 27,48%.
- Berdasarkan rekapitulasi reject, cacat penyusutan (rakit kendur) terjadi pada saat proses setting awal produk flange dikarenakan tidak menggunakan data setting yang sudah distandarkan dan masih melakukan trial and error.
- Nilai penyusutan yang baik dan ideal sesuai standar terjadi pada settingan backpressure 0,2 Mpa dengan waktu injeksi yaitu 20 detik dengan temperatur leleh berkisar 210°C - 230°C.

Adapun saran dari analisa ini adalah sebagai berikut:

- Untuk menghindari reject cacat penyusutan sebaiknya pada saat setting awal produk plastik Flange harus menggunakan data setting yang sudah distandarkan, supaya cacat penyusutan bisa dihindari dan waktu setting awal produk lebih efisien.
- Sebaiknya tidak menggunakan waktu injeksi yang terlalu cepat dan backpressure yang kecil pada produk flange dengan material polypropylene, karena dapat menimbulkan cacat penyusutan yang relative besar karena akan berpengaruh terhadap rakit antara router pada flange dan tebal barell menjadi kendur.

Daftar Rujukan

- [1] A. A. Gazal and S. H. Gheewala, "Plastics, microplastics and other polymer materials-A threat to the environment," *J. Sustain. Energy Environ. J. Sustain. Energy Environ.*, vol. 11, pp. 113–122, 2020, [Online]. Available: [https://jseejournal.com/media/240/attachment/Plastics, microplastics and pp. 113-122.pdf](https://jseejournal.com/media/240/attachment/Plastics_microplastics_and_pp_113-122.pdf)
- [2] R. S. Nasution, "Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik," *Elkawnie J. Islam. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 97–104, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.araniry.ac.id/index.php/elkawnie/article/view/522>
- [3] I. Yulianto, Rispiana, and H. Prassetiyo, "Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas pada Proses Injection Molding," *Reka Integr.*, vol. 2, no. 3, pp. 140–151, 2014.
- [4] C. Nitnara and K. Tragangoon, "Simulation-Based Optimization of Injection Molding Process Parameters for Minimizing Warpage by ANN and GA," *Int. J. Technol.*, vol. 14, no. 2, pp. 422–433, 2023, doi: 10.14716/ijtech.v14i2.5573.
- [5] M. Puji Ibnu Mimbar Maulana, C. Budiyanoro, and H. Sosiati, "Optimalisasi Parameter Proses Injeksi Pada Abs Recycle Material Untuk Memperoleh Shrinkage Longitudinal Dan Transversal Minimum," *J. Mater. dan Proses Manufaktur*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2017, [Online]. Available: <http://journal.umy.ac.id/index.php/jmpm>
- [6] M. Y. Nurfani and I. S. Mulyana, "Thermal Analisis Injection Molding Pada Cover Air Flow Terhadap Short Mold Defect," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 26, no. 2, pp. 103–110, 2021, doi: 10.35760/tr.2021.v26i2.4563.
- [7] M. Y. Nurfani, "Analisa Delta E pada Material ASA Injection," *J. Ilm. Tek. Mesin, Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–8, 2021.
- [8] Siti Qomariah and Agus Dani, "Pengaruh Inject Pressure Dan Clamping Force Terhadap Cacat Flashing Pada Proses Injection Molding Cover Pot," *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 6, no. 01, pp. 21–28, 2023, doi: 10.33795/jetm.v6i01.2855.
- [9] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and M. Darojo, "Analisa Penyusutan Produk Plastik di Proses Injection Molding Menggunakan Media Pendingin Cooling Tower dan Udara dengan Material Polypropylene," *Jrst J. Ris. Sains Dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, p. 65, 2017, doi: 10.30595/jrst.v1i2.1577.
- [10] A. Irwanto, D. Arifin, and M. M. Arifin, "Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan Dmaic Six Sigma Pada Pt. X, Y, Z," *J. Kalibr. - Karya Lintas Ilmu Bid. Rekayasa Arsitektur, Sipil, Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/teknik/article/view/638>