

THE EFFECT OF PARAMETER AND MATERIAL SETTING VARIATIONS ON PRODUCT QUALITY ON INJECTION MOULDING MACHINES

PENGARUH VARIASI SETTING PARAMETER DAN MATERIAL TERHADAP KUALITAS PRODUK PADA MESIN INJECTION MOULDING

Muhammad Ikhwan^{1*} · Diana Yulastuti¹

¹Department of Plastic and Rubber Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

* Corresponding author: ikhwan@atk.ac.id

Abstract :

Injection Molding is one of the production processes that is widely used to produce various plastic products. As with other fabrication methods, plastic products produced through the Injection Molding process have the potential to have product defects (defects). This research was carried out to improve the quality of the products produced. The research was conducted in four experiments using HDPE Recycle, HDPE Original, PP and ABS plastic materials with different parameter settings. The parameter settings used include temperature, Injection Speed, Injection Pressure, Holding Speed, Holding Pressure, Rotation Speed, Back Pressure, Plastification Speed, Plastification Pressure, Plastification Potition. In the first experiment using HDPE Recycle material, data was obtained in the form of product defects in Short Shot, Flow Mark, Sink Mark, Warpage. In the second experiment, using Original HDPE material which has better quality than HDPE Recycle because its purity is still maintained, data in the form of defects in Warpage products was obtained. In the third experiment using PP material, Flow Mark and Warpage defects were found in the resulting product. In the fourth experiment using ABS material, defects in Short Shot and Flow Mark were found. From this study, it is known that each material has different properties and qualities so that the setting of injection machine parameters must be adjusted to the material used. From the parameters used in each of these experiments, product defects that arise are also known so that the right solution can be found to overcome the product defect.

Keywords: injection molding, product defects, hdpe, pp, abs

Intisari :

Injection Moulding merupakan salah satu proses produksi yang banyak digunakan untuk memproduksi berbagai produk plastik. Seperti halnya metode fabrikasi lain, produk plastik yang dihasilkan melalui proses *Injection Moulding* berpotensi memiliki cacat produk (*defect*). Penelitian ini dilakukan guna meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dalam empat eksperimen menggunakan material plastik HDPE Recycle, HDPE Original, PP dan ABS dengan setting parameter yang berbeda. *Setting parameter* yang digunakan meliputi dengan *temperature, Injection Speed, Injection Pressure, Holding Speed, Holding Pressure, Rotation Speed, Back Pressure, Plastification Speed, Plastification Pressure, Plastification Potition*. Pada eksperimen pertama menggunakan material HDPE Recycle diperoleh data berupa cacat produk *Short Shot, Flow Mark,*

Sink Mark, *Warpage*. Pada eksperimen kedua menggunakan material HDPE Original yang memiliki kualitas yang lebih baik dari HDPE *Recycle* karena masih terjaga kemurniannya diperoleh data berupa cacat produk *Warpage*. Pada eksperimen ketiga menggunakan material PP ditemukan cacat *Flow Mark* dan *Warpage* pada produk yang dihasilkan. Pada eksperimen keempat menggunakan material ABS ditemukan cacat *Short Shot* dan *Flow Mark*. Dari penelitian ini diketahui masing-masing material memiliki sifat dan kualitas yang berbeda sehingga setting parameter mesin injeksi harus disesuaikan dengan material yang digunakan. Dari parameter yang digunakan dalam masing – masing eksperimen ini juga diketahui cacat produk yang timbul sehingga dapat ditemukan solusi yang tepat untuk mengatasi cacat produk tersebut.

Kata Kunci : injection molding, cacat produk, hdpe, pp, abs

Pendahuluan

Perkembangan dunia usaha pembuatan produk berbahan dasar plastik terus mengalami peningkatan, terutama yang menggunakan proses *Injection Moulding* dalam produksinya. Plastik merupakan material polimer yang banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat yang ringan, mudah dibentuk, beberapa dapat didaur ulang dan digunakan ulang, serta relatif tahan terhadap degradasi material seperti korosi. Karakteristik ini membuat penggunaan plastik lebih banyak dibandingkan dengan material logam yang karakternya memiliki massa yang lebih berat dan lebih mudah terdegradasi oleh lingkungan atau terkena korosi [1].

Proses *Injection Moulding* merupakan proses produksi yang menyerupai operasi pada jarum suntik. Butir-butir polimer termoplastik dilelehkan kemudian disuntikkan ke dalam mold (cetakan) yang tertutup rapat sehingga lelehan tersebut memenuhi ruang yang berada di dalam mold sesuai dengan bentuk cetakan produk. Proses siklus pada proses *Injection Moulding* terdiri dari 4 tahapan yaitu Proses *Clamping* adalah proses injeksi ke dalam mold dari cetakan antara *core* dan *cavity* harus tertutup rapat pada mesin. Proses *Injection* adalah plastik yang sudah dilelehkan disuntikkan ke dalam mold sehingga memenuhi ruangan sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Proses *Cooling* (pendinginan) terjadi pada material plastik setelah proses penyuntikan. Proses *Demold/ejection* (perolehan material) ketika mold dibuka mekanisme yang digunakan adalah mendorong produk yang sudah didinginkan dari cetakan menggunakan pin ejector [1].

Seperti halnya metode fabrikasi lain, produk plastik yang dihasilkan melalui proses *Injection Moulding* berpotensi memiliki cacat produk (*defect*). Beberapa cacat produk yang sering ditemui pada produk *Injection Moulding* cacat *Short shot* adalah cacat produk akibat pengisian yang tidak sempurna, *Flash* adalah cacat produk akibat material yang berlebih. *Sink mark* adalah cacat produk berupa bentuk cekung. *Flow mark* adalah cacat produk di mana terdapat pola bergaris pada produk. *Black spot* adalah cacat produk yang ditemukan bintik hitam pada produk. *Warpage* adalah defect produk yang terlihat pada permukaan produk berupa lengkungan atau bengkok atau sering disebut *bending*. *Colour Streaks* adalah cacat produk yang terjadi ketika ada campuran warna pada suatu produk sehingga produk yang dihasilkan menjadi belang. Penyebab terjadinya cacat produk (*defect*) bisa dibagi menjadi empat kelompok yaitu material, mesin, parameter operasi, dan cetakan (*mold*) [1].

Beberapa macam material yang sering digunakan dalam proses produksi dengan mesin injeksi moulding antara lain HDPE, PP dan ABS. HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Terdiri dari atom karbon dan hydrogen yang akan bergabung bersama membentuk produk dengan molekul yang tinggi. Dengan rasio kekuatan

dan kerapatan yang tinggi, HDPE digunakan untuk produksi botol plastik, pipa tahan korosi, dan kayu plastik [2].

HDPE merupakan salah satu komoditas thermoplastik yang paling banyak digunakan pada aplikasi rumah tangga maupun industri. Kelebihan HDPE mempunyai sifat mekanik yang ideal untuk dibentuk dan 100% dapat didaur ulang serta mampu berfungsi sebagai matrik komposit [3].

PP (Polypropylene) ditemukan pada tahun 1954 dan dengan cepat mendapatkan popularitas karena sifatnya yang memiliki kepadatan terendah di antara plastik lain yang tersedia secara komersial. Polypropylene adalah polimer yang dibuat secara katalik dari polypropylene, memiliki ketahanan kimia yang sangat baik dan dapat diproses melalui banyak proses konversi, seperti pencetakan injeksi dan ekstrusi. Memiliki titik leleh yang berada dalam kisaran yang tergantung pada bahan ataktik dan kristalinitasnya. Keuntungan utamanya adalah ketahanannya terhadap suhu tinggi yang membuat PP banyak digunakan untuk barang-barang seperti corong, ember, botol, balon, dan gelas instrument steril serta sering digunakan dilingkungan medis. Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai *specific gravity* rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain. Polypropylene mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190-200 C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130-135 C. Polypropylene mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*chemical resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah [4].

Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) merupakan salah satu jenis plastik yang terbentuk dari 3 jenis monomer yaitu *Acrylonitrile*, *Butadiene*, dan *Styrene*. ABS memiliki sifat stabil ketika terkena panas, tahan terhadap bahan kimia, tahan pukul, liat, kaku, dan mudah dibuat berbagai bentuk. Selain itu material plastik ABS dapat dicetak dengan berbagai proses yaitu cetak injeksi, cetak tiup, cetak kompresi, ekstrusi, *roto moulding*, dan *thermoforming* [5].

Permasalahan yang sering muncul adalah terjadinya cacat produk pada barang jadi, sehingga merugikan pelaku usaha dari segi adanya material yang terbuang serta tertundanya waktu pengiriman. Terjadinya cacat produk saat proses pembuatan (in-process), akan mengakibatkan perubahan pada hasil akhir barang jadi (final product). Salah satu aspek terpenting dalam industri manufaktur adalah bagaimana secara berkelanjutan memproduksi final product yang berkualitas. Untuk itu perlu dilakukan pengendalian kualitas secara berkesinambungan. Salah satunya dengan mengendalikan kualitas di lini produksi (in process) untuk mengurangi terjadinya cacat produk. Bagian in-process harus cermat dan jeli dalam melakukan diagnosa dan adjustment sehingga diharapkan produk akhir yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan [6].

Penelitian ini dilakukan guna meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dalam beberapa eksperimen dengan menggunakan beberapa jenis material plastik dan variasi setting parameter. Hal ini dilakukan guna memperoleh data kualitas produk dari setiap eksperimen yang akan digunakan untuk bahan evaluasi serta menjadi dasar penentuan setting parameter yang tepat untuk setiap jenis material plastik. Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *temperature*, *Injection Speed*, *Injection Pressure*, *Holding Speed*, *Holding Pressure*, *Rotation Speed*, *Back Pressure*, *Plastification Speed*, *Plastification Pressure* dan *Plastification Potition*.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: mesin *Injection Moulding type SM 90 HCV* Timbangan duduk kapasitas 10kg, Timbangan digital.

Bahan yang digunakan :

Eksperimen 1 menggunakan material plastik HDPE Recycle sebanyak 2kg.

Eksperimen 2 menggunakan material plastik HDPE sebanyak 2kg.

Eksperimen 3 menggunakan material plastik PP sebanyak 2kg.

Eksperimen 4 menggunakan material plastik ABS sebanyak 2kg.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif, yaitu metode yang lebih menekankan analisis atau deskripsi. Penelitian ini dilakukan di Workshop Plastik Politeknik ATK Yogyakarta. Data-data yang diperoleh dari penelitian ini berasal dari hasil eksperimen yang dilakukan, literasi jurnal dan artikel secara online, serta melalui observasi dan wawancara. Penelitian ini dilakukan dalam 4 eksperimen berbeda dengan menggunakan material bahan dan setting parameter mesin *Injeksi Moulding* yang berbeda-beda.

Pada masing masing eksperimen diawali dengan menimbang bahan sebanyak 2kg, dilanjutkan dengan melakukan proses produksi dengan mesin *Injection Moulding*. Berikut Setting parameter masing masing eksperimen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Setting parameter masing masing eksperimen

Parameter Setting	Eksperimen			
	1	2	3	4
Temperatur (°C)	210	225	240	245
Injection :				
Speed (%)	30	10	45	55
Pressure (Bar)	100	150	155	155
Holding Press: Speed (%)				
Speed (%)	30	80	35	40
Pressure (Bar)	100	100	100	100
Plastification: Rotation speed (%)				
Rotation speed (%)	50	80	80	80
Back Pressure (Bar)	25	30	25	30
Speed (%)	30	30	30	35
Pressure (Bar)	50	80	80	90
Potition (mm)	160	180	175	170

Hasil dan Pembahasan

Dari masing-masing eksperimen dilakukan pengamatan dan diperoleh data kualitas produk dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

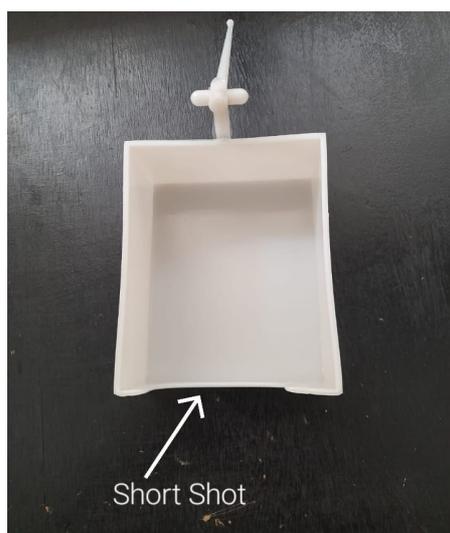
Tabel 2. kualitas produk

Eksperimen	Material Plastik	Kondisi Produk (Cacat Produk)
1	HDPE Recycle	Short Shot, Flow Mark, Sink Mark, Warpage
2	HDPE	Warpage
3	PP	Flow Mark, Warpage
4	ABS	Short Shot, Flow Mark

Dari data eksperimen diketahui bahwa hampir seluruh produk mengalami cacat produk berupa Warpage kecuali pada produk dengan material ABS. Cacat produk Warpage yang terjadi pada penelitian ini disebabkan karena kondisi mold yang kurang baik akan tetapi cacat tersebut tidak terjadi pada material ABS karena Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) memiliki sifat stabil ketika terkena panas, tahan terhadap bahan kimia, tahan pukul, liat, kaku, dan mudah dibuat berbagai bentuk [5].

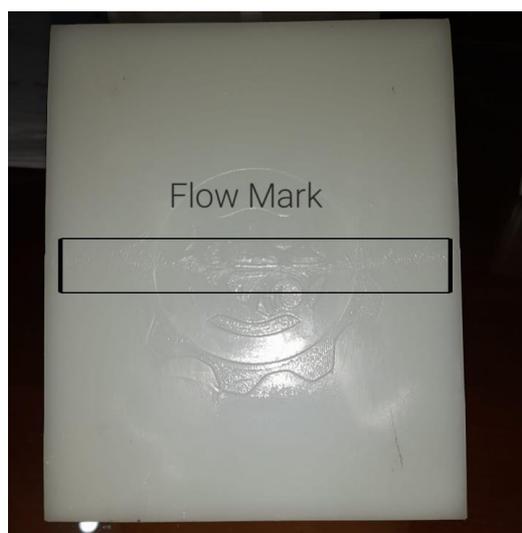
Pada eksperimen pertama menggunakan material HDPE Recycle dengan temperature 210°C, Injection Speed 30%, Injection Pressure 100 Bar, Holding Speed 30%, Holding Pressure 100 Bar, Rotation Speed 50%, Back Pressure 25 Bar, Plastification Speed 30%, Plastification Pressure 50 Bar, Plastification Potition 160mm diperoleh data berupa cacat produk Short Shot, Flow Mark, Sink Mark, Warpage.

Cacat Short Shot ini terjadi akibat proses pelelehan bijih plastik yang tidak sempurna, proses injeksi yang lambat, tekanan injeksi yang lemah, udara tidak keluar dari mold cavity, temperatur mold yang rendah, volume bijih plastik yang disuntikkan terlalu kecil, aliran leleh terhambat karena masalah ventilasi. Untuk mengatasi cacat Short Shot dapat dilakukan dengan meningkatkan dosis/jumlah material yang disuntikkan serta memeriksa katup satu arah, meningkatkan tekanan injeksi maksimum, meningkatkan suhu leleh, memeriksa lubang dan suhu nozel [7].



Gambar 1 Cacat Short shot

Cacat Flow Mark terjadi karena proses injeksi yang lambat, suhu mold yang rendah, suhu peleburan material yang rendah, permukaan mold yang terkontaminasi minyak serta terdapat udara yang terjebak pada cetakan. Untuk mengatasi cacat Flow mark dapat dilakukan dengan mengubah pengaturan suhu sesuai kebutuhan (menaikan suhu), meningkatkan kecepatan dan tekanan aliran material (Injection Speed dan Injection Pressure), membersihkan mold serta memeriksa saluran ventilasi dari kotoran.



Gambar 2 cacat *Flow Mark*

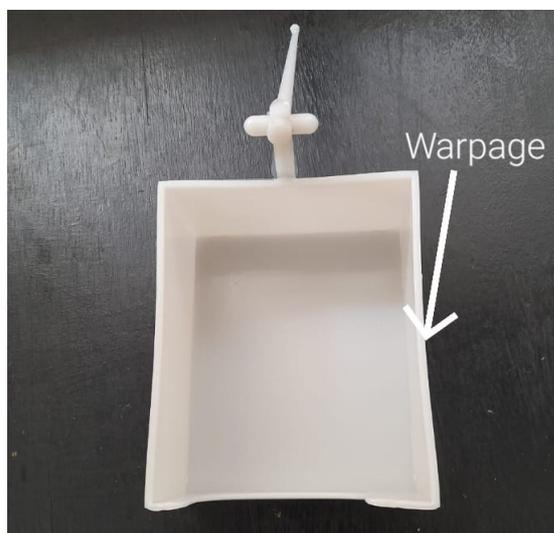
Cacat *Sink Mark* terjadi karena perbedaan ketebalan produk, temperatur core dengan cavity berbeda, loading time material terlalu cepat, sistem pendinginan mold yang kurang, putaran screw yang terlalu cepat sehingga mengakibatkan peningkatan suhu [8]. Untuk mengatasi cacat Sink mark dapat dilakukan dengan cara memeriksa dan mengubah setelan mesin, mengganti cetakan atau senyawa cetakan, meningkatkan waktu pendinginan, meningkatkan langkah metering dan memeriksa katup satu arah, mengoptimalkan waktu holding pressure, mengubah suhu leleh, mengubah laju injeksi (*Injection Speed*) [7].



Gambar 3 cacat *Shink Mark*

Cacat Warpage terjadi karena holding pressure yang rendah, Pendinginan mold yang tidak seragam, Perbedaan temperatur disebagian cetakan, serta kerusakan pada mold/cetakan. Pada kasus yang terjadi di mesin injeksi yang ada di Workshop Plastik Politeknik ATK, terdapat perbedaan ukuran mold dengan mesin sehingga untuk dapat digunakan dilakukan rekayasa namun kekurangan dari rekayasa ini adalah beberapa produk tidak dapat tercetak sempurna dan mengalami warpage.

Cacat warpage ini dapat diatasi dengan cara mengganti cetakan / mold yang sesuai dengan ukuran mesin, mengoptimalkan pengaturan holding pressure, serta menambah waktu pendinginan. Pada eksperimen pertama material yang digunakan HDPE recycle merupakan polimer termoplastik yang memiliki struktur rapat dan densitas tinggi [8].



Gambar 4 cacat *Warpage*

Pada eksperimen kedua menggunakan material HDPE Original yang memiliki struktur rapat dan densitas tinggi. HDPE original memiliki kualitas yang lebih baik dari HDPE Recycle karena masih terjaga kemurniannya, belum pernah terpakai tidak terkontaminasi zat kimia lain serta memiliki ketahanan panas yang lebih baik. Setting parameter yang digunakan adalah temperature 225°C, Injection Speed 10%, Injection Pressure 150 Bar, Holding Speed 80%, Holding Pressure 100 Bar, Rotation Speed 80%, Back Pressure 30 Bar, Plastification Speed 30%, Plastification Pressure 80 Bar, Plastification Potition 180mm diperoleh data berupa cacat produk *Warpage*.

Pada eksperimen kedua setting paramater di atur secara optimal sehingga dapat meminimalkan *defect* yang timbul. Namun pada eksperimen kedua ini tetap ditemukan cacat *warpage* pada produk. Cacat *warpage* terjadi karena holding pressure yang rendah, Pendinginan mold yang tidak seragam, Perbedaan temperatur disebagian cetakan, serta kerusakan pada mold/cetakan. Cacat *warpage* ini dapat diatasi dengan cara mengganti cetakan / mold yang sesuai dengan ukuran mesin, mengoptimalkan pengaturan holding pressure, serta menambah waktu pendinginan. Pada eksperimen kedua ini holding pressure sama dengan eksperimen sebelumnya yaitu 100bar untuk holding speed lebih tinggi yaitu sebesar 80% namun hal tersebut belum dapat mengatasi munculnya *warpage*. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mengoptimalkan cooling time dengan menambahkan sirkulasi air ke dalam mold [8].

Pada eksperimen ketiga menggunakan material PP dengan temperature 240°C, Injection Speed 45%, Injection Pressure 155 Bar, Holding Speed 35%, Holding Pressure 100 Bar, Rotation Speed 80%, Back Pressure 25 Bar, Plastification Speed 30%, Plastification Pressure 80 Bar, Plastification Potition 175mm ditemukan cacat Flow Mark dan *Warpage* pada produk yang dihasilkan. Polypropylene merupakan material plastik yang mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190-200 C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130-135 C, mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (hemical resistance) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (impact strength) nya rendah. (Zainuri, 2014). Pada

eksperimen ini ditemukan adanya Cacat Flow Mark pada produk yang disebabkan oleh karena proses injeksi yang lambat, suhu mold yang rendah, suhu peleburan material yang rendah, permukaan mold yang terkontaminasi minyak serta terdapat udara yang terjebak pada cetakan [8].

Untuk mengatasi cacat Flow mark pada produk yang dihasilkan dari material Polypropylene dapat dilakukan dengan mengubah pengaturan suhu sesuai kebutuhan (menaikkan suhu) karena sifat dari material yang memiliki titik leleh tinggi, meningkatkan kecepatan dan tekanan aliran material (Injection Speed dan Injection Pressure), membersihkan mold serta memeriksa saluran ventilasi dari kotoran. Pada eksperimen ketiga juga ditemukan cacat warpage, cacat terjadi karena holding pressure yang rendah, Pendinginan mold yang tidak seragam, Perbedaan temperatur disebagian cetakan, serta kerusakan pada mold/cetakan. Cacat warpage ini dapat diatasi dengan cara mengganti cetakan / mold yang sesuai dengan ukuran mesin, mengoptimalkan pengaturan holding pressure, serta menambah waktu pendinginan dengan mengoptimalkan cooling time yaitu menambahkan sirkulasi air ke dalam mold [8].

Pada eksperimen keempat menggunakan material ABS dengan temperature 245°C, Injection Speed 55%, Injection Pressure 155 Bar, Holding Speed 40%, Holding Pressure 100 Bar, Rotation Speed 80%, Back Pressure 30 Bar, Plastification Speed 35%, Plastification Pressure 90 Bar, Plastification Potition 170 mm ditemukan cacat Short Shot dan Flow Mark. Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) memiliki sifat stabil ketika terkena panas, tahan terhadap bahan kimia, tahan pukul, liat, kaku, dan mudah dibuat berbagai bentuk. (Mujiarto, 2015). Cacat Short Shot pada eksperimen ini terjadi akibat proses pelelehan bijih plastik yang tidak sempurna, proses injeksi yang lambat, tekanan injeksi yang lemah, udara tidak keluar dari mold cavity, temperatur mold yang rendah, volume bijih plastik yang disuntikkan terlalu kecil, aliran leleh terhambat karena masalah ventilasi. Untuk mengatasi cacat Short Shot dapat dilakukan dengan meningkatkan dosis/jumlah material yang disuntikkan serta memeriksa katup satu arah, meningkatkan tekanan injeksi maksimum, meningkatkan suhu leleh, memeriksa lubang dan suhu nozel [7].

Material ABS memiliki ketahanan panas yang tinggi. Pada temperatur 180°C bahan limbah plastik ABS tidak dapat mencair dengan sempurna dan pada temperatur 260°C baru bisa mencair dengan sempurna. Pada eksperimen keempat juga ditemukan adanya Cacat Flow Mark yang terjadi karena proses injeksi yang lambat, suhu mold yang rendah, suhu peleburan material yang rendah, permukaan mold yang terkontaminasi minyak serta terdapat udara yang terjebak pada cetakan. Untuk mengatasi cacat Flow mark dapat dilakukan dengan mengubah pengaturan suhu sesuai kebutuhan (menaikkan suhu), meningkatkan kecepatan dan tekanan aliran material (Injection Speed dan Injection Pressure), membersihkan mold serta memeriksa saluran ventilasi dari kotoran [8].

Kesimpulan

Pada eksperimen pertama diperoleh data berupa cacat produk Short Shot, Flow Mark, Sink Mark, Warpage. Pada eksperimen kedua menggunakan material HDPE Original yang memiliki kualitas yang lebih baik dari HDPE Recycle karena masih terjaga kemurniannya diperoleh data berupa cacat produk Warpage. Pada eksperimen ketiga menggunakan material PP ditemukan cacat Flow Mark dan Warpage pada produk yang dihasilkan. Pada eksperimen keempat menggunakan material ABS ditemukan cacat Short Shot dan Flow Mark.

Penelitian ini diketahui masing - masing material memiliki sifat dan kualitas yang berbeda sehingga setting parameter mesin injeksi harus disesuaikan dengan material yang digunakan. Dari parameter yang digunakan dalam masing – masing eksperimen ini juga diketahui cacat produk yang

timbul sehingga dapat ditemukan solusi yang tepat untuk mengatasi cacat produk tersebut. Cacat Short Shot dapat diatasi dengan meningkatkan dosis/jumlah material yang disuntikkan serta memeriksa katup satu arah, meningkatkan tekanan injeksi maksimum, meningkatkan suhu leleh, memeriksa lubang dan suhu nozel [7].

Cacat Flow Mark dapat diatasi dengan mengubah pengaturan suhu sesuai kebutuhan (menaikkan suhu), meningkatkan kecepatan dan tekanan aliran material (Injection Speed dan Injection Pressure), membersihkan mold serta memeriksa saluran ventilasi dari kotoran. Cacat Sink mark dapat diatasi dengan cara memeriksa dan mengubah setelan mesin, mengganti cetakan atau senyawa cetakan, meningkatkan waktu pendinginan, meningkatkan langkah metering dan memeriksa katup satu arah, mengoptimalkan waktu holding pressure, mengubah suhu leleh, mengubah laju injeksi (*Injection Speed*) [7]. Cacat warpage dapat diatasi dengan cara mengganti cetakan / mold yang sesuai dengan ukuran mesin, mengoptimalkan pengaturan holding pressure, serta mengoptimalkan cooling time dengan menambahkan sirkulasi air ke dalam mold.

Ucapan terima kasih

Kami sampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Manajemen Politeknik ATK Yogyakarta atas sarana dan parasarana yang telah di berikan kepada kami, sehingga kami bisa menyusun jurnal ini. Semoga jurnal ini bisa menginspirasi teman-teman Pranata Laboratorium Pendidikan lainnya untuk dapat mengangkat permasalahan yang ada di Laboratorium masing – masing untuk dapat dijadikan bahan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] D. Hanifah Widiastuti;, "Identifikasi Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Plastic Injection Molding," *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan*, Vols. Volume 1, Nomor 2 (Desember 2019), ISSN: 2685-4910, no. <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>, pp. 76-80, 2019.
- [2] E. A. Supriyanto;, "Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis High Density Polyethylene (Hdpe) Ada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus Ac- Wc (Asphalt Concrete Wearing Course)," 2019.
- [3] A. Nurhidayat, "Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit HDPE Limbah-Cantula Dan Berbagai Jenis Perekat Dalam Pembuatan Laminat," *Tesis*, p. Universitas Sebelas Maret 1–71., 2013.
- [4] D. A. Z. F. K Mustofa, "Pirolisis Sampah Plastik Hingga Suhu 900 O C Sebagai Upaya M-98 M-99.," *Simposium Nasional RAPI XIII 98–102*, 2014.
- [5] I. Mujiarto, "Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif," *Traksi. Vol. 3. No. 2,,* 2005.
- [6] D. Cahyadi, "Analisis Parameter Operasi Pada Proses Plastik Injection Moolding Untuk Pengendalian Cacat Produk," *SINTEK Vol 8 NO 2*, 2020.
- [7] E. M. Fairujah, "Penerapan Metode Certainty Factor Untuk Mengidentifikasi Penyebab Cacat Pada Produk Plastic Injection Molding Di Pt Tenma Cikarang Indonesia," *Jurnal Innovation and Future Technology (IFTECH)*, vol. Vol 5 No 2, 2023.

p-ISSN : 1411-7703

e-ISSN : 2746-2625

- [8] A. A. Sulung Wibawansyah, "Identify Product Defects In The Injection Molding Process," *Procedia of Engineering and Life Science Vol. 7 2024 Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 7 t, 2024.*