

IDENTIFIKASI CACAT PRODUK DAN KERUSAKAN MOLD PADA PROSES PLASTIC INJECTION MOLDING

Hanifah Widiastuti^{1*}, Saprin Epraim Surbakti¹, Fedia Restu¹, Muhammad Hasan Albana¹, Ihsan Saputra¹

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

*Corresponding author: hanifah@polibatam.ac.id

Article history

Received:
15-12-2019
Accepted:
31-12-2019
Published:
31-12-2019

Copyright © 2019
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Mold (cetakan) merupakan perkakas pada proses injection molding untuk membuat produk dari plastik. Akibat penggunaan selama proses produksinya, mold ini dapat mengalami kerusakan yang mengakibatkan terjadinya cacat pada produk. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai cacat produk yang sering terjadi akibat kerusakan pada *mold* serta bagian dari *mold* yang rusak pada proses *plastic injection molding* di perusahaan manufaktur Batam. Dari pengumpulan data yang dilakukan selama 160 jam kerja, maka didapatkan bahwa cacat produk yang terjadi berkaitan dengan rusaknya *mold* adalah cacat *flash* (material sisa) dengan persentase sekitar 92% dan 8% *colour streaks*. Bagian *mold* yang mengalami kerusakan sehingga mengakibatkan cacat *flash* tersebut adalah *sub insert* (45,45%), *insert* (27,27%), *slider* (18,18%), dan *ejector pin* (9,09%). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa cacat produk yang sering terjadi akibat kerusakan *mold* adalah *flash* dan cacat *flash* banyak disebabkan oleh kerusakan *mold* pada bagian *sub insert*.

Kata Kunci: *mold*, cacat *flash*, *insert*, *injection molding*

Abstract

Mold is a tool in the injection molding process to form products from plastics. Due to its usage during the production process, the mold can suffer damage resulting in defects in the product. This research was conducted to obtain information about product defects that often occur due to damage to the mold as well as parts of the mold that were damaged during plastic injection molding process in Batam manufacturing companies. From data collection conducted for one month, it was found that product defects related to mold damage that occur are residual material defect (*flash*) with a percentage of about 92% and the rest is color streaks (8%). The parts of the mold that were damaged causing flash defects are *sub insert* (45.45%), *insert* (27.27%), *slider* (18.18%), and *ejector pin* (9.09%). Therefore, it can be concluded that product defects that often occur due to mold damage are flash and flash defects are mostly caused by mold damage in the *sub insert*.

Keywords: *mold*, flash defects, *insert*, *injection molding*

1.0 PENDAHULUAN

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].

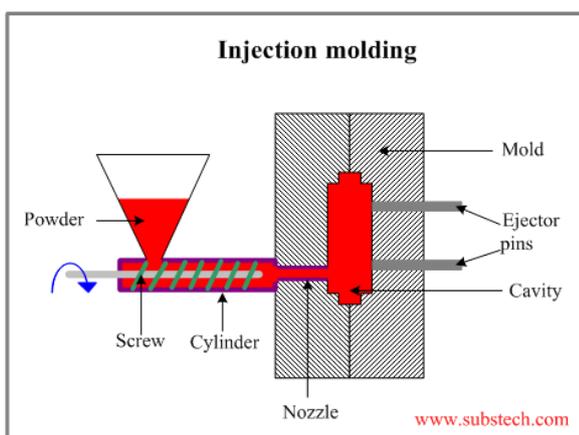
Produk plastik banyak ditemukan pada kehidupan sehari-hari seperti pada benda-benda elektronik, telepon genggam, peralatan rumah tangga, peralatan listrik seperti kabel dan soket, dan lain-lain. Proses fabrikasi plastik bisa dilakukan melalui beberapa metode tergantung pada jenis dan karakternya serta geometri dan ukuran produk akhir yang diinginkan. Metode fabrikasi plastik di antaranya ialah *compression molding*, *vacuum molding*, *blow molding*, *injection molding*, dan ekstrusi. Salah satu proses fabrikasi plastik yang banyak digunakan adalah *injection molding* [2]. *Injection molding* adalah metode pembentukan produk dari butir-butir polimer

yang dimasukkan kedalam komponen mesin yang disebut *hopper* menuju barel dan mendorong material kedalam cetakan dengan menggunakan *screw* [3]. Umumnya, material yang digunakan untuk proses ini adalah polimer termoplastik [4].

Proses *injection molding* menyerupai operasi pada jarum suntik sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1. 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 molding* terdiri dari 4 tahapan yaitu [5]:

1. Proses *clamping*: sebelum proses injeksi ke dalam *mold* dari cetakan antara *core* dan *cavity* harus tertutup rapat pada mesin.
2. Proses *injection*: plastik yang sudah dilelehkan disuntikkan kedalam *mold* sehingga memenuhi ruangan sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan.
3. Proses *cooling* (pendinginan) terjadi pada material plastik setelah proses penyuntikan.
4. Proses *demold/ejection* (perolehan material) ketika *mold* dibuka mekanisme yang digunakan adalah mendorong produk yang sudah didinginkan dari cetakan menggunakan *pin ejector* .

Mold (cetakan) merupakan salah satu bagian penting pada proses *injection molding*. *Mold* berfungsi sebagai pembentuk lelehan material menjadi geometri produk yang diinginkan. *Mold* terdiri dari 2 bagian yaitu *moveable plate* (pelat bergerak) dan *stationary plate* (pelat diam). Proses pembuatan *mold* ini melibatkan banyak faktor yang perlu diperhatikan dan harus menggunakan mesin-mesin dengan ketelitian yang tinggi seperti CNC dan EDM [6].



Gambar 1: Ilustrasi Proses Injection Molding

Seperti halnya metode fabrikasi lain, produk plastik yang dihasilkan melalui proses *injection molding* berpotensi memiliki cacat produk (*defect*). Beberapa *defects* (cacat produk) yang biasa ditemui pada produk *injection molding* yaitu [7]:

- *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*) [8]. Ketidakpastian jenis cacat dan penyebab cacat bisa menghambat proses produksi, salah satunya karena ketidakterersediaan *spare part* . Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah jenis cacat produk yang sering terjadi akibat kerusakan pada *mold* dan bagian manakah dari cetakan yang sering rusak sehingga memerlukan perbaikan pada proses *plastic injection molding* di perusahaan manufaktur Batam. Penelitian ini dilakukan melalui proses observasi dan pencatatan cacat produk yang berkaitan dengan kerusakan *mold* dan bagian *mold* yang rusak. Informasi yang didapatkan pada penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam estimasi penyediaan *spare part* serta perkiraan *down time* pada proses produksi. Penelitian ini dilakukan pada mesin injeksi *molding* Demag berkapasitas 80-ton yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2: Mesin Injeksi Molding Demag 80 ton

2.0 METODE

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data yang dilakukan pada Departemen Produksi untuk mengidentifikasi cacat produk yang berkaitan dengan kerusakan pada *mold* serta perbaikan yang dilakukan pada *mold* . Keseluruhan alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.

Data dan informasi yang diperlukan diperoleh dari pegawai Perusahaan Manufaktur Batam yang memiliki

proses *injection molding*. Proses pengumpulan data yang dilakukan untuk melakukan identifikasi kerusakan dilakukan selama 160 jam kerja.

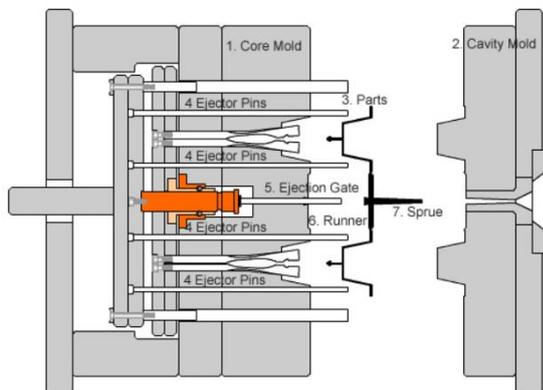
Pengumpulan data mengenai proses perbaikan *mold* dilakukan pada Departemen *Tooling* Perusahaan Manufaktur Batam. Alat-alat yang digunakan untuk proses perbaikan *mold* ialah caliper, micrometer, L-key, palu aluminium, besi batangan untuk memisahkan *core mold* dan *cavity mold*, *block gauge* (Gambar 4) dan mesin gerinda permukaan (Gambar 5).



Gambar 3: Alur Penelitian yang Digunakan

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini difokuskan pada kerusakan *mold* yang menyebabkan cacat produk serta bagian *mold* yang mengalami kerusakan. Bagian-bagian *mold* diilustrasikan pada Gambar 4.



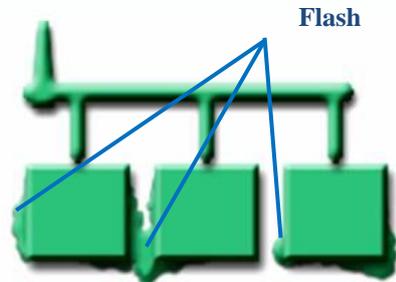
- Keterangan:
- 1. Core Mold
 - 2. Cavity Mold
 - 3. Parts
 - 4. Ejector Pins
 - 5. Ejection Gate
 - 6. Runner
 - 7. Sprue

Gambar 4: Ilustrasi Bagian-Bagian *Mold*⁹

Berdasarkan data yang dihimpun, maka diperoleh hasil bahwa kerusakan *mold* yang mengakibatkan cacat produk yang terjadi selama periode sebulan ditampilkan pada Tabel 1. Cacat produk yang paling banyak terjadi adalah cacat *flash*. Cacat jenis ini merupakan cacat produk yang teridentifikasi dengan adanya material yang berlebih yang terjadi pada bagian di mana *core mold* dan *cavity mold* terpisah seperti diilustrasikan pada Gambar 5. Akibat kerusakan pada *mold*, cacat produk *flash* terjadi selama 11 kali (92%) sementara cacat produk *colour (silver) streaks* terjadi selama 1 kali (8%) sehingga total kerusakan *mold* yang mengakibatkan cacat produk berlangsung 12 kali selama sebulan atau sekitar 3 *mold* per minggu. Nilai cacat produk *flash* yang ditemukan pada penelitian ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai yang dilaporkan oleh Komara sebesar 32% pada *plastic injection molding* untuk pembuatan aksesoris boneka [10]. Perbedaan hasil ini bisa disebabkan karena pada penelitian ini difokuskan pada cacat *flash* yang berkaitan dengan kerusakan *mold* sementara data pada penelitian Komara melaporkan keseluruhan cacat yang terjadi selama proses produksi, tidak hanya akibat kerusakan *mold* tetapi juga dipengaruhi faktor-faktor lain seperti material, kondisi mesin, dan parameter operasi.

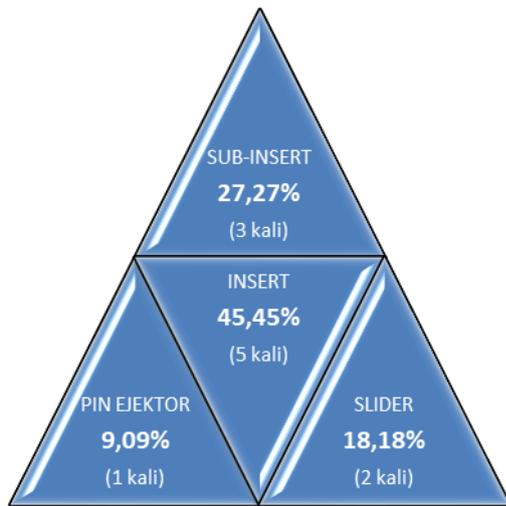
Tabel 1 Cacat Produk yang Terjadi

No	Jenis Cacat	Frekuensi Terjadi
1	<i>Flash</i>	11 kali (92%)
2	<i>Colour Streaks</i>	1 kali (8%)



Gambar 5: Ilustrasi Cacat *Flash* pada Produk¹¹

Berdasarkan data yang didapat, bagian *mold* yang mengalami kerusakan berbeda-beda yaitu pada bagian *sub insert* (45,45%), *insert* (27,27%), *slider* (18,18%), dan *ejector pin* (9,09%) seperti ditampilkan pada Gambar 6. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kerusakan *mold* paling banyak terjadi pada bagian *sub insert* dan *insert* yang merupakan bagian dari *core mould*. Kerusakan pada bagian ini sering terjadi kemungkinan diakibatkan karena bagian ini menahan tekanan fluida lelehan plastik selama proses injeksi. Tekanan fluida yang terus menerus dikenakan pada bagian ini mengakibatkan ketidakseimbangan antar celah (*cavity*) sehingga mengakibatkan aliran lelehan plastik tidak terdistribusi merata. Sebagai akibatnya, sebagian celah (*cavity*) mendapatkan lelehan plastik berlebih.



Gambar 6: Kerusakan Bagian-Bagian *Mold*

Proses keseluruhan perbaikan kerusakan *mold* disarikan pada Gambar 8 dimulai dari pembongkaran *mold* untuk mengecek bagian yang rusak hingga pengecekan *matching* dengan proses *red matching*. Deskripsi lengkap setiap urutan langkah perbaikan *mold* disajikan pada bagian berikut:

a) Pembongkaran *Mold*

Langkah pertama yang harus dilakukan ialah pembongkaran *mold* yang dilakukan dengan cara memisahkan *core mold* dan *cavity mold* menggunakan alat berupa besi batangan. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi kerusakan yang terjadi serta mendapatkan *insert* yang akan diperbaiki. *Insert* dari salah satu *mold* yang telah dibongkar bisa dilihat pada Gambar 7. Ketidakseimbangan *cavity* terutama pada daerah parting line umumnya dapat dilihat secara fisik. Akan tetapi, pemeriksaan lebih detail dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur seperti *block gauge*. Proses ini dilakukan selama 1 jam.

b) Pengelasan

Setelah identifikasi kerusakan yang terjadi pada *mold*, proses selanjutnya ialah pengelasan. Pada Perusahaan Manufaktur Batam, proses pengelasan *mold* dilakukan dengan menggunakan mesin las laser dengan elektroda berdiameter 1 mm. Waktu yang dibutuhkan untuk proses ini tergantung pada kerusakan yang terjadi namun rata-rata proses ini memakan waktu selama 3-5 jam.



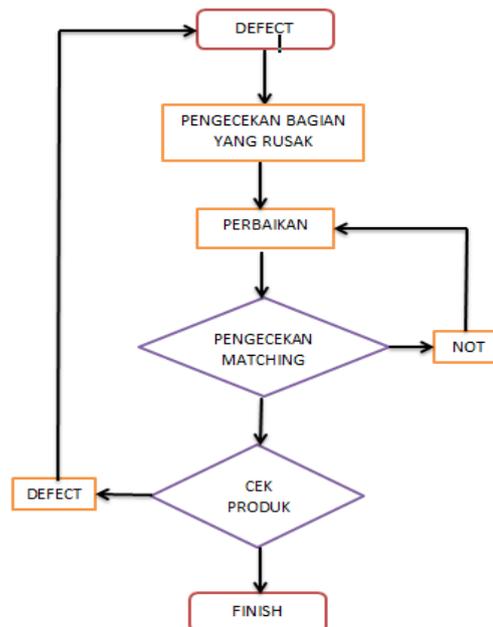
Gambar 7: *Mold* Rusak yang Dibongkar

c) *Grinding*

Hasil proses pengelasan kemudian digerinda dengan menggunakan mesin gerinda permukaan. Kedalaman pemakanan yang digunakan ialah 0,015 mm setiap tempuhan. Proses gerinda ini biasa membutuhkan waktu selama 1 jam.

d) *Red Matching*

Proses terakhir yang dilakukan yaitu melakukan pengecekan dengan menggunakan *red matching*. Proses ini dilakukan untuk memastikan apakah bagian yang telah diperbaiki dapat dirakit/dipasang (*assembly*) bersama dengan bagian-bagian lain dari *mold*. Proses ini dinamakan *red matching* karena menggunakan cairan yang kental dan berwarna merah darah. Cairan ini dioleskan ke seluruh bagian yang telah digerinda kemudian disatukan dengan bagian lain dari *mold*. *Core mold* dan *cavity mold* disatukan kembali setelah itu dibuka kembali untuk memastikan semua bagian sudah terkena warna merah yang menandakan *mold* sudah bisa digunakan kembali dalam proses produksi. Proses *red matching* ini umumnya dilakukan selama 1 jam. Dengan demikian, keseluruhan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki *mold* membutuhkan waktu selama 6-8 jam.



Gambar 8: Alur Perbaikan *Mold* yang Rusak

4.0 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa cacat produk yang sering terjadi akibat kerusakan pada *mold* pada proses *plastic injection molding* adalah *flash* (92%). Kerusakan *mold* paling banyak terjadi pada bagian *insert* dan *sub-insert* yang merupakan bagian dari *core mold*. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan pada sebuah *mold* diperkirakan sekitar 6-8 jam

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Szeteiova, "Automotive Material Plastics In Automotive Markets Today," Bratislava, 2010.
 [2] D. P. Sari, "Pembuatan Plastik Biodegradable

- Menggunakan Pati Dari Umbi Keladi,” Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia, 2014.
- [3] S. Teklehaimanot, “Simulation and Design of a plastic injection mold,” Arcada University of Applied Sciences, 2011.
- [4] J.-H. Han and Y.-C. Kim, “Study on Effects of Mold Temperature on the Injection Molded Article,” *Archives of Metallurgy and Materials*, vol. 62. Institute of Metallurgy and Materials Science of Polish Academy of Sciences.
- [5] I. Yulianto, R. Rispianda, and H. Prassetiyo, “Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gasa pada Proses Injection Molding,” *Reka Integr.*, vol. 2, no. 3, pp. 140–151, 2014.
- [6] P. Siburian, “Penentuan Jarak Terpendek Proses Permesinan Wire Cut dengan Menggunakan Metode Graf di PT XYZ Cikarang Jawa Barat,” President University, 2014.
- [7] T. Sutiawan, “Jenis-Jenis Defect (Cacat) pada Produk Injection Molding PT DynaPlast Tbk.,” Jakarta, Indonesia, 2013.
- [8] S. Mohamed, M. Yusoff, J. M. Rohani, W. Harun, W. Hamid, and E. Ramly, “A Plastic Injection Molding Process Characterisation Using Experimental Technique: A Case Study,” *J. Teknol.*, vol. 41, no. 1, 2004.
- [9] Plastik Molding Factory. Mold Basic Design Tips.
<http://plastikmoldingfactory.com/design.html>, diakses Juli 2019
- [10] Komara, C.W.2013. Analisis Penyebab Cacat Flash pada Part Accessories Dolls di Proses Plastic Injection Molding. Thesis. President University.
- [11] Injection molding defect: molding flash.
http://www.viewmold.com/sources/Injection_Molding_Defects/Molding_flash.html, diakses pada Juli 2019