

ANALISIS CACAT PRODUK DAN KERUSAKAN *MOLD* PADA PROSES KERJA MESIN *INJECTION MOLDING*

Iqmal Aji Pangestu⁽¹⁾, Rusnoto⁽²⁾

⁽¹⁾⁽²⁾Prodi Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal

Iqmalajipangestu12@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang proses produksi di mesin *injection molding*, analisa cacat produksi di mesin *injection molding*, serta perawatan dan perbaikan *mold*. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik observasi langsung, wawancara, serta penelaahan dokumen yang relevan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menerapkan tahapan reduksi data, penyajian informasi, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *injection molding* menawarkan berbagai keunggulan dibandingkan metode manufaktur plastik lainnya. Namun, dalam praktiknya, proses ini masih menghadapi sejumlah cacat produk, seperti produk yang melekat pada cetakan (*mold*), retakan (*crack*), kelebihan material (*flashing*), dan kekurangan isian (*short*). Penanganan kerusakan pada *mold* diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu perawatan berkala (*preventive maintenance*) dan perbaikan (*repair*). Berdasarkan hasil observasi penulis, kerusakan yang paling sering terjadi pada komponen *mold* adalah bengkoknya *pin ejector* serta munculnya *flashing* akibat celah antara *cavity* dan *core* yang kurang rapat.

Kata Kunci : *Injection Molding*, Cacat Produk, Kerusakan *Mold*

Abstract

This study aims to find out about the production process in injection molding Machines, analysis of production defects in injection molding machines, as well as maintenance and repair of molds. Data collection was conducted through direct observation techniques, interviews, and review of relevant documents. The data obtained are then analyzed by applying the stages of data reduction, information presentation, and conclusion. The results showed that the injection molding process offers a variety of advantages over other plastic manufacturing methods. However, in practice, this process still faces a number of product defects, such as products attached to the mold (mold), cracks (crack), excess material (flashing), and lack of filling (short). Handling damage to the mold is classified into two types, namely periodic maintenance (preventive maintenance) and repair (repair). Based on the observation of the author, the most common damage to mold components is the bending of the ejector pin and the appearance of flashing due to the gap between the cavity and the less dense core.

Keywords: Injection Molding, Product Defects, Mold Damage

Pendahuluan

Di era globalisasi saat ini, penggunaan plastik sebagai bahan utama dalam pembuatan berbagai produk semakin meluas. Material plastik tersebut umumnya dihasilkan melalui proses *injection molding* yang dikenal memiliki nilai ekonomis tinggi. Produk-produk yang dibuat dengan teknologi ini sangat mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, seperti peralatan rumah tangga dan mainan anak-anak. Contohnya meliputi gayung, wadah makanan, lemari plastik, serta berbagai jenis mainan berbahan plastik. Tingginya permintaan terhadap produk plastik ini didorong oleh kebutuhan akan efisiensi serta perkembangan teknologi yang pesat. Selain itu, karakteristik plastik yang mudah dibentuk sesuai desain, ringan, dan lebih praktis dibandingkan logam seperti besi menjadikannya sebagai pilihan utama dalam pembuatan berbagai jenis kemasan. Mesin *injection molding* adalah alat yang digunakan dalam industri manufaktur untuk membentuk produk plastik dengan cara menyuntikan material termoplastik cair ke dalam *mold* (cetakan). Proses ini

memungkinkan produksi massal dengan bentuk yang presisi dan kompleks. Teknologi ini banyak digunakan dalam pembuatan komponen otomotif, mainan, kemasan makanan dan minuman serta berbagai produk plastik lainnya. Kegagalan dalam proses injeksi pada mesin injection molding dapat menyebabkan cacat produk dan mengurangi efisiensi produksi.

Banyak produk di pasaran merupakan hasil dari proses *injection molding*, seperti kotak makanan dan gelas plastik. Produk-produk tersebut dirancang sedemikian rupa agar tahan lama dan memiliki tampilan yang menarik guna menarik minat konsumen. Oleh sebab itu, pada proses cetak harus diperhatikan titik leleh dan pada material plastik, sehingga sebuah produk dituntut untuk mencapai hasil baik agar kualitas produk tersebut tetap terjaga. Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis mengambil suatu rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana proses pembuatan produk di mesin *injection molding* ?
2. Bagaimana penyebab cacat produk hasil mesin *injection molding* ?
3. Bagaimana perawatan mesin *injection molding* ?

Landasan Teori

1. Mesin *Injection Molding*

Setiap jenis mesin injeksi memiliki kelebihan dan kekurangan, serta aplikasi yang spesifik. Pemilihan jenis mesin yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil produksi yang optimal. Sebagaimana telah diketahui, *injection molding* merupakan salah satu metode dalam industri manufaktur yang digunakan untuk mencetak material berwujud dasar *thermoplastic*, *elastomer*, dan *thermoset*. Mesin *injection molding* terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- a. *Clamping Unit*: Berfungsi sebagai sistem pengunci yang menyatukan bagian cetakan (*mold*). Unit ini memiliki struktur yang kompleks, mencakup mekanisme *dwelling* untuk memastikan resin mengisi cetakan secara penuh dengan tekanan, sistem *injection* untuk menyuntikkan resin melalui *sprue* yang dilengkapi pendingin, serta *ejector* yang bertugas mendorong hasil cetakan keluar dari *mold*.
- b. *Plasticizing Unit*: Merupakan bagian yang menangani pemasukan biji plastik (resin) dan proses pemanasannya. Unit ini memiliki tiga fungsi utama: memanaskan dan melelehkan bahan baku melalui hopper, menginjeksikan bahan yang telah meleleh ke dalam *cavity*, serta memberikan tekanan selama proses pendinginan berlangsung.
- c. *Drive Unit*: Bertugas mengendalikan seluruh proses kerja mesin *injection molding*. Komponen ini terdiri dari motor penggerak *screw* dan piston injeksi yang menggunakan sistem hidrolik untuk mengalirkan fluida dan menyuntikkan resin cair ke dalam cetakan.
- d. Motor dan *Transmission Gear Unit*: Bagian ini menghasilkan tenaga untuk memutar *screw* di dalam barrel. Unit transmisi berfungsi menyalurkan daya dari motor ke *screw* dan juga mengatur aliran resin yang akan diproses.
- e. *Cylinder Screw*: Dirancang untuk mempermudah pergerakan *screw* dengan memanfaatkan momen inersia. Komponen ini juga menjaga kestabilan putaran *screw* agar kecepatan dan tekanan selama proses injeksi tetap konsisten.
- f. *Non-return Valve*: Berperan penting dalam mencegah aliran balik resin yang telah meleleh ketika *screw* berhenti berputar, sehingga menjaga efisiensi proses injeksi.
- g. *Mold (Cetakan)*: Merupakan komponen utama dalam proses *injection molding* yang membentuk produk akhir. *Mold* terdiri dari dua bagian utama, yaitu *cavity* dan *core*, dan dirancang untuk menghasilkan bentuk produk sesuai kebutuhan. Umumnya, *mold* dibuat dari baja atau aluminium, sedangkan untuk kebutuhan transfer panas tinggi digunakan bahan paduan tembaga-berilium.

2. Material

Material Material memiliki peranan yang sangat penting dalam industri injection molding, karena berfungsi sebagai media utama dalam proses pembentukan produk. Bahan yang digunakan dalam proses ini umumnya berupa biji plastik (plastic resin). Selain material, diperlukan juga mold atau cetakan yang berfungsi membentuk lelehan plastik menjadi produk sesuai desain yang diinginkan. Secara luas, istilah “plastik” mencakup berbagai jenis bahan yang dapat dibentuk, khususnya bahan sintesis organik yang menjadi lunak saat dipanaskan dan dapat dibentuk di bawah tekanan. Struktur plastik terdiri dari molekul-molekul rantai karbon panjang, yang memberikan berbagai sifat unggul pada material ini. Material dengan struktur seperti ini dikenal sebagai polimer. Plastik dapat dirancang dengan berbagai karakteristik, seperti sekeras batu, sekuat baja, setransparan kaca, seringan kayu, atau seelastis karet.

2.1 Plastik

Plastik merupakan jenis polimer yang tersusun dari rantai panjang atom-atom yang saling terikat. Rangkaian ini terdiri atas unit-unit molekul berulang yang disebut monomer. Umumnya, plastik tersusun dari polimer berbasis karbon, baik murni maupun dikombinasikan dengan unsur lain seperti oksigen, nitrogen, atau klorin. Struktur dasar plastik terletak pada rantai utama yang menghubungkan monomer-monomer menjadi satu kesatuan utuh. Karakteristik molekuler plastik sangat bergantung pada struktur polimernya, yang pada akhirnya memengaruhi sifat dan bentuk produk akhir. Suhu leleh plastik saat proses injection molding, di mana material disuntikkan ke dalam cetakan melalui nozzle, ditentukan oleh jenis bahan plastik yang digunakan. Secara umum, proses injeksi dilakukan pada suhu sekitar 300°C, dan saat pendinginan suhu diturunkan hingga mencapai sekitar 45°C. Rentang suhu ini bertujuan agar produk yang dilepaskan dari cetakan tetap mempertahankan bentuknya tanpa mengalami deformasi. Polimer sendiri adalah senyawa dengan struktur molekul besar yang terbentuk dari pengulangan unit-unit kecil yang disebut monomer. Proses pembentukan polimer disebut polimerisasi, yaitu penggabungan monomer menjadi rantai panjang atau struktur jaringan yang kompleks. Berikut ini adalah klasifikasi jenis-jenis polimer berdasarkan responsnya terhadap panas:

1. *Thermosetting*

Thermosetting adalah polimer yang memiliki ikatan silang, hanya dapat dipanaskan sekali, yaitu pada saat pembuatannya, sehingga bersifat kuat, tahan panas dan tahan bahan kimia. Contoh polimer *thermosetting*:

- 1) *Epoxy* (digunakan dalam perekat dan pelapis tahan panas.)
- 2) Bakelit (sering digunakan dalam komponen listrik karena sifat isolasinya.)
- 3) Melamin (banyak digunakan untuk kebutuhan furniture)
- 4) *Poliuretan* (pelapis tahan lama, ditemukan dalam busa keras)

Polimer *thermosetting* tidak dapat didaur ulang dengan cara dilelehkan kembali, sehingga penggunaannya lebih cocok untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan tinggi terhadap panas dan tekanan.

2. Termoplastik

Termoplastik adalah polimer yang dapat dibentuk berulang-ulang melalui pemanasan, polimer ini tidak memiliki ikatan silang sehingga mudah dipanaskan dan dapat kembali seperti bentuk yang ingin ditentukan. Produksinya dimulai dengan pembentukan menjadi biji plastik, lalu dipanaskan sampai mampu dibentuk menjadi berbagai produk. Contoh polimer termoplastik:

- 1) *Polietilena* (fleksibel, tahan air dan tahan kimia.), contoh produknya botol plastik, pipa air, kantong belanja.
- 2) *Polipropilena* (karakteristiknya sama namun lebih kuat dari polietilena.), contoh produknya wadah makanan, komponen otomotif dan tali rafia.
- 3) *Polivinil Klorida* (kuat, tahan terhadap air dan api serta sering digunakan dalam konstruksi.), contoh produknya pipa air, kabel listrik serta lantai vinyl.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi lapangan yang menggunakan pendekatan kualitatif. Fokus utama penelitian terletak pada proses produksi menggunakan mesin injection molding, identifikasi jenis-jenis cacat pada produk yang dihasilkan, serta upaya perbaikan terhadap mold. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari dua kategori, yaitu data primer dan data sekunder. Teknik pengumpulan data meliputi observasi langsung, wawancara, serta penelusuran dokumen terkait seperti situs web, media daring, dan jurnal ilmiah. Analisis data dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian informasi, dan penarikan kesimpulan.

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

3. Proses Produksi

Proses produksi adalah serangkaian cara, metode, dan teknik yang digunakan untuk meningkatkan nilai guna suatu produk dengan memanfaatkan secara optimal sumber daya produksi yang tersedia, seperti tenaga kerja, mesin, bahan baku, dan modal. Proses ini terdiri dari beberapa tahapan, yang dapat dijelaskan secara berurutan sebagai berikut:

- a. *PPIC (production planning inventory control)*, yaitu pusat membuat perencanaan produksi selama satu bulan apa saja yang akan dibuat dalam satu bulan.
- b. *Unit Plastic-part and Painting*, bertugas untuk mengolah data dari perencanaan produksi *PPIC* selama satu bulan apa saja komponen plastik yang dibutuhkan.
- c. *Biro Teknik Plastic-part and Painting*, bertugas membandingkan permintaan produksi selama satu bulan dibandingkan dari stok komponen gudang.
- d. Persiapan material, sebelum proses produksi dimulai, dilakukan terlebih dahulu tahap persiapan material oleh bagian *production planning*. Tahapan ini melibatkan pengecekan ketersediaan bahan baku dengan membawa Kertas Keterangan Produksi (KKP) untuk memastikan apakah material tersedia dan apakah terdapat permintaan produksi, serta menentukan jumlah produk yang harus diproduksi.
- e. Penimbangan bahan baku, setelah material dinyatakan tersedia, bahan baku ditimbang sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan untuk proses produksi.
- f. Pemanasan bahan baku utama, sebelum digunakan, bahan baku utama dipanaskan terlebih dahulu menggunakan mesin *mixer* hingga kering. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kelembaban agar tidak mengganggu kualitas hasil cetakan.
- g. Proses injeksi, tahapan ini merupakan inti dari proses pembuatan produk menggunakan mesin *injection molding*, yang dijalankan berdasarkan data dari KKP dan disesuaikan dengan permintaan konsumen. Langkah-langkahnya meliputi:
 - 1) Biji plastik dimasukkan ke dalam tabung pemanas melalui *hopper* untuk dilelehkan.
 - 2) Plastik cair kemudian disuntikkan ke dalam *mold* (cetakan) yang telah ditekan oleh *clamping* unit, sehingga lelehan mengalir ke dalam *cavity* melalui pergerakan *screw*.
 - 3) Suhu plastik cair harus disesuaikan dengan suhu cetakan agar aliran tetap stabil hingga *cavity* terisi penuh. Setelah itu, plastik mulai membeku dan membentuk produk.
 - 4) Produk yang telah mengeras akan dikeluarkan dari cetakan menggunakan *ejector*, lalu operator membersihkan sisa-sisa material (*waste*) di sekitar produk.
- h. *Finishing*, setelah proses injeksi selesai, produk menjalani tahap *finishing* dengan cara membersihkan dan memotong bagian *runner* yang masih menempel.
- i. *Quality Control*, produk yang telah melalui tahap *finishing* kemudian diperiksa untuk memastikan kualitasnya. Produk yang tidak memenuhi standar atau mengalami cacat (*reject*) akan dikembalikan untuk didaur ulang menjadi bahan baku menggunakan mesin *crusher*.
- j. Penyimpanan di gudang, produk yang telah lolos uji kualitas selanjutnya dipindahkan ke gudang (*warehouse*) untuk disimpan, menandai berakhirnya proses produksi.

3.1 Analisa Hasil Cetak

Analisa hasil cetak merupakan proses menganalisa suatu produk pada tahap akhir sebelum dikirim ke produsen, dalam analisa hasil cetak beberapa problem yang dapat dilihat antara lain:

3.1.1 Produk menempel pada *Mold*



Gambar 1. Produk menempel pada mold

Produk menempel pada *mold* adalah produk tidak bisa jatuh dengan sempurna dan melekat pada *cavity mold*, karena *sensor ejector* tidak berfungsi dengan baik atau bisa juga karena permukaan *cavity* kurang halus yang menyebabkan nempelnya produk. Berikut solusi agar produk tidak menempel pada *mold* :

- a. Periksa *sensor ejector* sebelum melakukan produksi.
- b. Haluskan permukaan *cavity* menggunakan mesin *grinder turner*.
- c. Semprotkan cairan sejenis minyak pelican atau silicon agar *ejector* tidak terlalu lengkat.

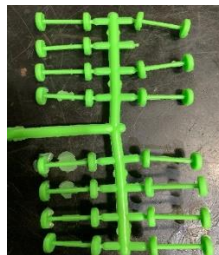
3.1.2 Produk *crack*



Gambar 2. Produk *crack*

Produk terlihat *crack* biasanya karena kurang seimbang takaran cairan resin yang dicampurkan, temperatur pemanas kurang stabil dan juga material yang kurang cocok. Berikut solusi agar produk tidak *crack*:

- a. Lakukan analisa pencampuran plastik yang digunakan.
 - b. Kurangi penggunaan plastik *recycle*, karena mengalami penurunan struktur plastik dan mengalami penurunan sifat utama plastik.
- 1) *Flashing*



Gambar 3. Produk *flashing*

Flashing adalah cacat produksi di mana material cetakan keluar dari batas cetakan dan membentuk lapisan tipis di sekitar produk. Di ketahui masalah ini karena kurang rapatnya celah *core* dengan *cavity*, dan desain cetakan yang tidak tepat. Berikut solusi agar produk tidak mengalami *flashing*:

- a) Memastikan *core* dan *cavity* memiliki kerapatan yang tepat untuk mencegah kebocoran material.
 - b) Memeriksa dan memperbaiki jika permukaan *core* dan *cavity* kurang rata.
- 2) Short



Gambar 4. Produk short

Short adalah cacat produksi dalam proses *injection molding*, di mana material plastik yang diinjeksikan ke dalam *mold* (cetakan) tidak mengisi seluruh bagian *mold* secara sempurna. akibatnya, produk yang dihasilkan memiliki bagian yang hilang atau tidak terbentuk dengan baik, sehingga tidak memenuhi standar kualitas. Berikut solusi agar produk tidak mengalami *short*:

- a) Membersihkan *runner* dan *gate* untuk memastikan aliran material tidak terhambat.
- b) Mengatur kecepatan injeksi agar material dapat mengisi *mold* (cetakan) sebelum mengeras.
- c) Memanaskan *mold* ke suhu yang sesuai sebelum proses injeksi dimulai.

Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang diperoleh setelah menyelesaikan Program Praktik Kerja Lapangan, antara lain:

1. Proses produksi di PT. Amarilys Karisma Gemilang memiliki beberapa tahap yaitu PPIC (*Production Planning Inventory Control*), *Unit Plastik-part and Painting*, Biro *Teknik Plastik-part and Painting*, Persiapan material, Penimbangan bahan baku, pemanasan bahan baku utama, Proses Injeksi, *Finishing*, *Quality Control*, Penyimpanan ke gudang.
2. Penulis dapat mengetahui penyebab cacat produk yang disebabkan karena :
 - a. Produk menempel pada *mold* disebabkan karena permukaan *cavity* kurang halus.
 - b. Produk *Crack* disebabkan karena temperatur pemanas kurang stabil.
 - c. Produk *Flashing* disebabkan karena kurang rapatnya *cavity* dengan *core*.
 - d. Produk *Short* disebabkan karena terhambatnya material yang masuk ke *mold*.
3. Penulis dapat mengetahui urutan *preventive mold* yaitu *open mold*, *cleaning mold* bagian *cavity* dan *core* dengan angin, *cleaning* dan *check ejector pin* dan *spring* dengan majum halus, *cleaning* dan *check angular pin*, *guide pin* dan *guide bush* menggunakan majum halus atau solvent, *assembly mold*, dan yang terakhir tandai *mold* yang sudah selesai.
4. Penulis dapat mengetahui tindakan repair yang sering terjadi yaitu pin *ejector* bengkok karena *high pressure cavity*, dan *flashing* karena kurang rapatnya celah *core* dengan *cavity*.

Daftar Pustaka

- Aprilia, M. (2023, 5 30). *Cara Kerja Mesin Injection Molding: Kelebihan dan Kekurangannya*. Diambil kembali dari <https://www.blog.imajin.id/post/cara-kerja-mesin-injection-molding-kelebihan-dan-kekurangannya>
- Hakim, S. (2021), 6 23). *Mesin Injeksi Molding : Mengenal Bagian-bagiannya*. Diambil kembali dari <https://sentramolding.com/mesin-injeksi-molding-mengenal-bagian-bagiannya/>
- HPJ. (2024, 3 27). *Kenali Berbagai Jenis Mesin Plastik Injection Lengkap Kelebihannya*. Diambil kembali dari <https://hpj.co.id/mesin-plastik-injection-lengkap/>
- Jurnal Teknik, "Analisa Cacat Produk Injection Mold", Vol.10,No.2, 2020.

Jurnal Teknologi, "Pengaruh Parameter Proses Injection Molding Terhadap Kualitas Produk",
Vol. 15, No. 1, 2019.

M. M. Rathi, "Analysis Of Injection Moulding Process Parameters", vol. 1, no. 8, pp. 1-5, 2012.
Pasaribu, F. L. (2020). Analisis Efektifitas Mesin Molding pada PT Nittoh Batam. *Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Putera Batam*.

Rahman, A. (2018). *Teknologi Mesin Injection Molding: Prinsip dan Aplikasi*. PT. Gramedia.

Surbaki, S. E., Restu, F., Albana, M. H., & Saputra, I. (2019). Identifikasi Cacat Produk dan Kerusakan Mold pada proses Plastik Injection Molding. *Jatra. Vol, No. 2, Desember*

Zhang, Y., Chen, L. (2015). *Defect Analysis in Injection Molding Process and Strategies for Reduction*. *Polymer Processing Journal*, 8, 97-112.