

STUDI LITERATUR ANALISIS CACAT PRODUK PADA PROSES MANUFAKTUR

Fida Fauziyah¹, Alvito Rizky Alfiansyah², Eko Rahmat Prasetyo³, Kamelia Putri Utami⁴

Universitas Pelita Bangsa

e-mail: fzhfida@gmail.com¹, alvitovito513@gmail.com², ekop01392@gmail.com³, kaameliaap2@gmail.com⁴

Abstrak – Proses injection molding merupakan salah satu metode manufaktur yang banyak digunakan dalam industri plastik karena mampu menghasilkan produk dalam jumlah besar dengan waktu siklus yang relatif singkat. Namun, proses ini masih sering menghadapi permasalahan cacat produk (defect) yang dapat menurunkan kualitas, meningkatkan biaya produksi, serta menambah jumlah produk reject. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi literatur mengenai jenis-jenis cacat produk yang sering terjadi pada proses injection molding, faktor penyebabnya, serta upaya perbaikan yang dapat dilakukan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dengan mengkaji berbagai jurnal, buku, dan sumber ilmiah terkait proses injection molding dan pengendalian kualitas. Hasil kajian menunjukkan bahwa cacat yang paling umum terjadi meliputi short shot, flash, sink mark, warpage, burn mark, weld line dan black spot. Penyebab utama cacat tersebut berasal dari pengaturan parameter proses yang tidak optimal (temperatur, tekanan injeksi, waktu pendinginan), desain cetakan (mold) yang kurang tepat, serta karakteristik material plastik yang digunakan. Berbagai metode perbaikan yang banyak direkomendasikan dalam literatur antara lain penerapan metode pengendalian kualitas, serta perawatan mold secara berkala. Kesimpulan dari studi ini menunjukkan bahwa pemahaman terhadap hubungan antara parameter proses, material, dan desain mold sangat penting untuk meminimalkan cacat produk. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi awal bagi industri maupun akademisi dalam meningkatkan kualitas produk pada proses injection molding.

Kata Kunci: Injection Molding, Cacat Produk, Pengendalian Kualitas, Industri Plastik.

Abstract – The injection molding process is a widely used manufacturing method in the plastics industry due to its ability to produce large quantities of products with relatively short cycle times. However, this process often faces the problem of product defects, which can reduce quality, increase production costs, and increase the number of rejects. This study aims to conduct a literature review of the types of product defects that frequently occur in the injection molding process, the factors that cause them, and possible improvements. The research method used was a literature review, reviewing various journals, books, and scientific sources related to the injection molding process and quality control. The results of the study indicate that the most common defects include short shot, flash, sink marks, warpage, burn marks, and weld lines. The main causes of these defects are suboptimal process parameter settings (temperature, injection pressure, cooling time), inappropriate mold design, and the characteristics of the plastic material used. Various improvement methods recommended in the literature include process parameter optimization, the implementation of quality control methods, and regular mold maintenance. The conclusion of this study indicates that understanding the relationship between process parameters, materials, and mold design is crucial for minimizing product defects. The research results are expected to serve as an initial reference for industry and academia in improving product quality in the injection molding process.

Keywords: Injection Molding, Product Defects, Quality Control, Plastic Industry.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur menuntut peningkatan kualitas produk secara berkelanjutan. Industri plastik merupakan salah satu sektor yang berkembang pesat karena kebutuhan komponen plastik terus meningkat di berbagai bidang seperti otomotif, elektronik, dan peralatan rumah tangga. Salah satu proses produksi yang paling umum digunakan adalah injection molding.

Injection molding telah menjadi teknologi yang sangat penting dalam industri manufaktur

modern. Dengan kemampuannya untuk menghasilkan produk massal dengan cepat dan presisi tinggi, mesin injection molding digunakan dalam beragam industri, mulai dari otomotif hingga elektronik. Injection molding merupakan metode pembentukan produk dari butir-butir polimer yang dimasukkan ke dalam komponen mesin yang disebut hopper menuju barrel dan mendorong material ke dalam cetakan dengan menggunakan screw [1].

Injection molding adalah proses bersiklus yang digunakan untuk menghasilkan produk serupa dari sebuah cetakan, dan merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam pembuatan produk berbahan plastik (polimer). Keuntungan menggunakan proses ini adalah kapasitas dan keberulangan dalam memproduksi produk dengan bentuk rumit pada rasio produksi yang tinggi [2].

Djunarso menyatakan bahwa injeksi molding merupakan suatu proses pembentukan komponen atau produk menggunakan bahan baku biji plastik yang dipanaskan pada suhu tertentu hingga meleleh kemudian diinjeksikan ke dalam cetakan. Injeksi molding sangat cocok untuk pembuatan komponen plastik yang diproduksi secara massal dalam jumlah besar [3] Injection unit memiliki tiga fungsi utama, yang pertama yaitu untuk memanaskan dan melelehkan bahan baku yang akan masuk melalui bagian hopper. Setelah meleleh, bahan baku tersebut kemudian diinjeksikan ke dalam cavity. Fungsi yang terakhir adalah untuk memberikan tekanan selama proses pendinginan plastik [4]

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan, menelaah, dan merangkum berbagai hasil penelitian yang berkaitan dengan cacat produk pada proses injection molding. Proses pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri sumber-sumber ilmiah seperti jurnal, karya ilmiah dan publikasi akademik lainnya yang relevan. Selanjutnya, informasi yang diperoleh dianalisis secara sistematis untuk mengidentifikasi jenis-jenis cacat yang sering terjadi, faktor penyebabnya, serta metode perbaikan yang telah diusulkan dalam penelitian sebelumnya. Melalui pendekatan ini, diharapkan diperoleh gambaran yang komprehensif sebagai dasar dalam memahami permasalahan cacat produk pada proses injection molding serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (literature review) untuk mengkaji berbagai penelitian yang berkaitan dengan analisis cacat produk pada proses injection molding. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai jenis cacat, faktor penyebab, serta metode perbaikan kualitas.

Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, yaitu tingginya tingkat cacat produk pada proses injection molding yang berdampak pada peningkatan biaya produksi dan penurunan kualitas produk. Selanjutnya dilakukan penentuan kata kunci pencarian literatur, antara lain Injection Molding, Cacat Produk, Pengendalian Kualitas, Industri Plastik

Tahap berikutnya adalah pencarian literatur melalui database ilmiah seperti Google Scholar, ScienceDirect, ResearchGate, serta jurnal nasional dan internasional. Literatur yang diperoleh kemudian melalui proses seleksi (screening) berdasarkan kriteria inklusi. Kriteria inklusi meliputi artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir, relevan dengan topik cacat injection molding, serta tersedia dalam bentuk full paper. Artikel yang tidak relevan atau tidak memiliki metode penelitian yang jelas dieliminasi dari proses analisis.

Setelah proses seleksi, dilakukan ekstraksi dan analisis data yaitu mengintegrasikan hasil dari berbagai penelitian untuk memperoleh kesimpulan yang komprehensif mengenai faktor dominan penyebab cacat serta metode yang efektif dalam mengurangi defect pada proses injection molding. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan dan penyusunan rekomendasi sebagai dasar penelitian lanjutan.

Tahapan Seleksi Literature :

1. Identification

Tahap pertama yang dilakukan yaitu pencarian artikel melalui database Google Scholar dan Jurnal Nasional menggunakan kata kunci yang telah ditentukan. Dari proses pencarian tersebut diperoleh 25 artikel yang berkaitan dengan topik penelitian.

2. Screening

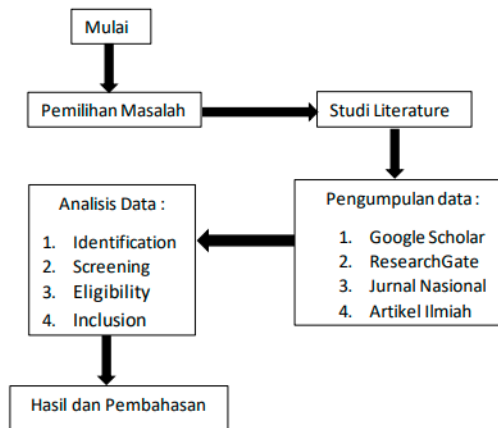
Tahap kedua dilakukan proses penyaringan dengan memilih dan memilah serta menghapus artikel yang duplikat serta menyeleksi artikel berdasarkan judul dan abstrak. Setelah proses ini diperoleh 14 artikel yang dianggap relevan dengan topik penelitian.

3. Eligibility

Pada tahap ketiga ini dilakukan analisis lebih lanjut dengan membaca serta memilih isi artikel secara keseluruhan. Dari proses ini diperoleh 10 artikel yang memenuhi kriteria penelitian.

4. Inclusion

Pada tahap terakhir diperoleh 9 artikel ilmiah yang digunakan sebagai sumber untuk literature penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

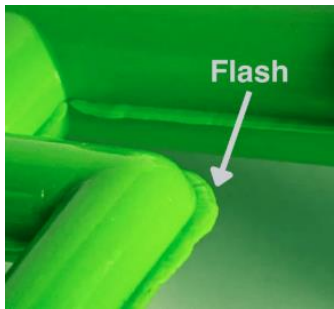
Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data berupa jurnal dan artikel ilmiah yang bersumber dari GoogleScholar, ResearchGate, Jurnal Nasioanal, dan Artikel Ilmiah. Lalu dilakukan seleksi serta penyaringan untuk jurnal dan artikel yang lebih relevan dengan tema studi ini.

Pembahasan penelitian ini di fokuskan pada identifikasi cacat produk injection molding dan faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan produk yang umum ditemukan pada banyannya perusahaan yang menggunakan mesin injection molding.

Hasil identifikasi cacat produk dan faktor penyebab kecacatan produk injection molding dapat di deskripsikan sebagai berikut:

1. Flash

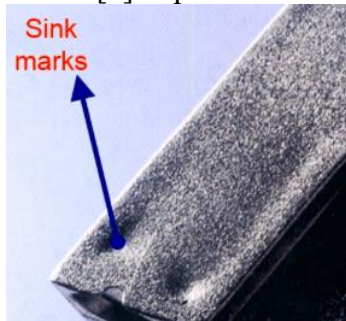
Flash merupakan material plastik yang terbentuk di sekitar bagian garis dari produk dan biasanya terbentuk karena adanya sedikit celah terbuka pada cetakan selama proses pengisian atau pada saat fase penahanan[2]. Flash tidak hanya merusak penampilan estetika produk, tetapi juga dapat mempengaruhi fungsi dan kualitas keseluruhan produk. Adapun penyebab flash, antara lain: tekanan injeksi terlalu tinggi, cetakan tidak tertutup rapat, keausan pada cetakan, suhu material terlalu tinggi, desain cetakan yang buruk, dan kekakuan mesin [1]. Seperti contoh di Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Flash

2. Sink Marks

Sink marks adalah cacat produk berupa bentuk cekung [5] atau keadaan cacat produk berupa bentuk cembung pada permukaan produk [6] Faktor yang menyebabkan sink mark antara lain perbedaan ketebalan produk, temperatur core dengan cavity berbeda, loading time material terlalu cepat, sistem pendinginan mold yang kurang, dan putaran screw yang terlalu cepat mengakibatkan peningkatan suhu [5] Seperti contoh di Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Sink Marks

3. Short Shot

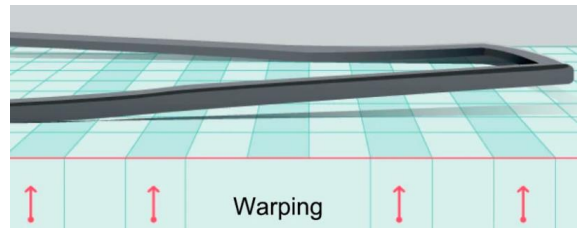
Short Shot merupakan cacat produk akibat pengisian yang tidak sempurna. Faktor yang menyebabkan yaitu pelelehan bijih plastik yang tidak sempurna, injeksi yang lambat, tekanan injeksi yang lemah, udara tidak keluar dari mold cavity, dan temperatur mold yang rendah [5]. Seperti contoh di Gambar 3.



Gambar 3. Contoh Short Shot

4. Warpage

Warpage yaitu cacat produk yang terlihat pada permukaan produk berupa lengkungan atau bengkok. Faktor yang menyebabkan antara lain seperti holding pressure yang rendah, pendinginan mold yang tidak seragam, dan perbedaan temperatur disebagian cetakan [5] Hal ini juga menyebabkan dimensi produk menyimpang dari cetakan (mold) aslinya. Seperti contoh di Gambar 4.



Gambar 4. Contoh Warpage

5. Burn Mark

Burn Mark merupakan cacat yang terjadi akibat adanya udara yang terperangkap ketika proses pengisian material plastik ke dalam cetakan. Udara ini tidak mampu melepaskan diri menuju saluran pembuangan udara dan terkompresi oleh panas yang dihasilkan oleh temperatur plastik leleh dan membentuk bagian seperti terbakar [2] Seperti contoh di Gambar 5.



Gambar 5. Contoh Burn Mark

6. Weld Line

Weld line merupakan garis yang dapat terbentuk pada permukaan produk dan biasanya terletak diantara gate atau hilir lubang. Weld line terbentuk ketika material plastik yang terpisah menjadi berlainan arah bertemu membentuk suatu garis pada salah satu bagian permukaan benda kerja yang mengakibatkan menurunnya kekuatan dari produk tersebut [2] Terjadi ketika aliran plastik terpisah oleh *core* (inti) atau lubang, lalu bertemu Kembali Ini melemahkan struktur dan estetika produk dan sering terjadi di sekitar lubang atau fitur desain yang membagi aliran plastik. Seperti contoh di Gambar 6.



Gambar 6. Contoh Weld Line

7. Black Spot

Black Spot adalah cacat produk yang ditemukan bintik hitam pada produk [7] atau hasil injection molding yang berbentuk bintik berwarna hitam atau coklat pada permukaan dari produk. Cacat ini biasanya terjadi karena adanya kontaminasi berupa kotoran baik yang terdapat pada material maupun yang berada pada cetakan [2]. Kotoran tersebut dapat masuk ke dalam bahan plastic saat proses pengecoran, penyimpanan yang tidak tepat, atau penggunaan bahan plastik yang tidak berkualitas [4]. Seperti contoh di Gambar 7.



Gambar 7. Contoh Black Spot

Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Cacat Produk

Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya cacat pada produk dalam proses injection molding. Berikut adalah beberapa faktor umum yang dapat menjadi penyebab cacat tersebut:

- Desain cetakan yang tidak tepat
- Parameter proses yang tidak tepat
- Kualitas bahan baku yang buruk
- Kegagalan pengendalian proses
- Kurangnya pemantauan dan pengendalian kualitas [4]

Tindakan Perbaikan dan Maintenance

Mesin injection molding merupakan jantung dari proses pencetakan injeksi. Perawatan yang tepat sangat penting untuk memastikan kelancaran operasi, meminimalkan downtime, dan menjaga agar kualitas produk yang optimal serta mengurangi risiko cacat produk. Selain perawatan mesin perlu juga untuk menerapkan tindakan maintenance injection molding yang komprehensif untuk memastikan performa mesin yang optimal. Tindakan ini meliputi pemeriksaan bulanan dan tahunan. Pemeriksaan bulanan dilakukan untuk memeriksa keausan suku cadang, mengganti filter, dan melakukan kalibrasi mesin secara menyeluruh. Sementara maintenance tahunan dilakukan untuk memeriksa dan memperbaiki semua komponen mesin secara menyeluruh [1].

Metode Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (Quality Control) merupakan aktivitas sistematis yang bertujuan untuk memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi dan standar yang telah ditetapkan. Dalam proses injection molding, pengendalian kualitas sangat penting karena proses berlangsung secara mass production sehingga kesalahan kecil dapat menghasilkan jumlah produk cacat yang besar yang mana akan berdampak pada kerugian di perusahaan. Secara umum, metode pengendalian kualitas dilakukan melalui pendekatan Statistical Process Control (SPC) dan Seven Tools of Quality untuk mengidentifikasi, menganalisis, serta mengendalikan variasi proses produksi.

1. Statistical Process Control (SPC)

Statistical Process Control (SPC) merupakan metode pengendalian kualitas yang digunakan untuk memantau, mengendalikan, dan meningkatkan proses produksi melalui pendekatan statistik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan SPC dalam mengurangi tingkat cacat produk pada industri manufaktur. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data produksi, pembuatan peta kendali (control chart), serta analisis variasi proses untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan SPC mampu menurunkan tingkat cacat secara signifikan dengan meningkatkan stabilitas proses produksi dan meminimalkan variasi yang tidak diinginkan. Selain itu, penggunaan SPC juga membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan berbasis data serta meningkatkan efisiensi dan kualitas produk secara berkelanjutan [8]

2. Seven Tools of Quality

Seven Tools adalah 7 alat dasar yang digunakan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi oleh produksi, terutama pada permasalahan yang berkaitan dengan kualitas (mutu). Alat-alat tersebut adalah sebagai berikut:

- Check Sheet
- Control Chart
- Fishbone chart
- Histogram
- Diagram Pareto
- Scatter Diagram
- Diagram Alir / Diagram Proses (Process Flow Chart)[9]

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur mengenai analisis cacat produk pada proses injection molding, dapat disimpulkan bahwa kualitas produk plastik sangat dipengaruhi oleh kesesuaian parameter proses, kondisi material, desain cetakan, serta pengendalian kualitas yang diterapkan selama proses produksi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa cacat yang paling sering muncul meliputi short shot, sink mark, warpage, flash, dan burn mark. Cacat tersebut umumnya disebabkan oleh ketidaksesuaian temperatur leleh, tekanan injeksi, waktu pendinginan, serta sistem ventilasi dan desain mold yang kurang optimal.

Penerapan metode pengendalian kualitas seperti Statistical Process Control (SPC), Six Sigma, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), serta optimasi parameter proses terbukti mampu menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan konsistensi kualitas produk. Selain itu, perawatan mold secara berkala dan pemilihan material yang tepat juga menjadi faktor penting dalam menjaga stabilitas proses injection molding.

Dengan demikian, integrasi antara optimasi parameter proses, pengendalian kualitas yang sistematis, serta pemeliharaan peralatan secara berkelanjutan menjadi kunci utama dalam meminimalkan cacat produk pada industri plastik. Hasil studi literatur ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi industri maupun peneliti untuk meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses produksi injection molding di masa mendatang. Dengan demikian, integrasi antara optimasi parameter proses, pengendalian kualitas yang sistematis, serta pemeliharaan peralatan secara berkelanjutan menjadi kunci utama dalam meminimalkan cacat produk pada industri plastik. Hasil studi literatur ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi industri maupun peneliti untuk meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses produksi injection molding di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- A. C. Ramadhan and R. Rahmadewi, "Analisis Penyebab Terjadinya Cacat Produk Dalam Proses Injection Molding Pada Produksi Fan Blade Radiator di PT XYZ," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Desember, vol. 2024, no. 23, pp. 1280–1287.
- A. Setya Utama, N. Axel, and R. Widyasmara, "Minimasi Cacat Sink mark Pada Proses Injeksi Molding Produk T-Valve Female GeNose C19," 2022.
- B. Tarik, D. P. Produk, R. Plastik, and M. Metode, "Tesis dengan judul Analisis Parameter Proses Injection Molding Terhadap."
- H. Jurnal, A. Zaqi, A. Faritsy, and I. Syaifuddin, "JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN, ELEKTRO DAN KOMPUTER Pengendalian Kualitas Produk Plastik Jenis Polypropylene Menggunakan Metode Seven Tools Pada PT.Kusuma Mulia Plasindo Infitex".
- H. Widiastuti, S. E. Surbakti, F. Restu, M. Hasan Albana, and I. Saputra, "IDENTIFIKASI CACAT PRODUK DAN KERUSAKAN MOLD PADA PROSES PLASTIC INJECTION MOLDING," 2019. [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>, <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>

- H. Yanto, I. Saputra, and S. Wiratno Satoto, “ANALISA PENGARUH TEMPERATUR DAN TEKANAN INJEKSI MOULDING TERHADAP CACAT PRODUK,” 2018.
- M. Arif, H. Windyatri, and . S., “Analisa Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Injection Molding Dan Tindakan Perbaikan Di PT. Patco Elektronik Teknologi,” *Jurnal Sains dan Teknologi (JSIT)*, vol. 4, no. 2, pp. 158–167, Jul. 2024, doi: 10.47233/jsit.v4i2.1809.
- M. Ibrahim and S. M. Thawil, “PENGARUH KUALITAS PRODUK DAN KUALITAS PELAYANAN TERHADAP KEPUASAN KONSUMEN,” *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis (JRMB) Fakultas Ekonomi UNIAT*, vol. 4, no. 1, pp. 175–182, Feb. 2019, doi: 10.36226/jrmb.v4i1.251.
- Y. Jovandi Dakhi and R. Rizky Putra, “Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek PENERAPAN STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) UNTUK MENGURANGI CACAT PRODUK PADA INDUSTRI MANUFAKTUR SMART STRATEGIES FOR CREDIT APPLICATIONS: A PRACTICAL GUIDE TO INCREASING APPROVAL CHANCES IN BANKING”, [Online]. Available: <https://ejournal.cahayailmubangsa.institute/index.php/kohesi>