

ANALISA CACAT PRODUK PADA PROSES *INJECTION MOLDING* MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT.XYZ

Alfiya Rokhmah¹, Juli Wijaya², Irfani Firdaus³, Ari Rianto⁴, Maryudi Rahma Saputra⁵

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Universitas Sains Indonesia

Jl.Tol Arteri Cibitung No. 50 Kec. Cikarang Barat Kab. Bekasi

Email : alfiya.rokhmah@lecturer.sains.ac.id, maryudi.rahma@lecturer.sains.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengkaji tentang cacat produk dan kerusakan *mold* pada proses *injection molding* serta tindakan perbaikan di PT. XYZ. Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan dengan pendekatan kualitatif. Peneliti menggunakan sumber data primer dan sekunder. Teknik pengumpulan data melalui observasi dan dokumen yang berkaitan dengan cacat produk dan kerusakan *mold* pada proses *injection molding* dalam tindakan perbaikan. Data-data tersebut dianalisis menggunakan, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *injection molding* memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan metode manufaktur plastik lainnya, tetapi dalam prosesnya terdapat berbagai macam cacat pada produk plastik yang dihasilkan. Berdasarkan analisis FMEA, sejumlah cacat produk terjadi karena beberapa *design molding* yang kurang bagus dan menyebabkan beberapa faktor, seperti Gas Mark, Flash, Under Cut, Flow Mark, Scratches, Burn Mark, shortmold memiliki nilai *risk priority number* (RPN) tertinggi yaitu 168. Masalah cacat karena gas mark terjadi pada komponen yang diproduksi oleh PT. XX. Perusahaan melakukan tindakan perbaikan *Not Good Shortmold* pada produk dengan cara perawatan mold dan pembuatan gas vent oleh mold maker untuk bagian core. Setelah dilakukan proses pembuatan gas vent, cacat karena gas mark sangat berkurang pada produk Cover yang diproduksi PT. XX.

Kata Kunci: Cacat Produk, *Injection molding*, *Short Mold*, FMEA, RPN.

Abstract

This study examines product defects and mold damage in the injection molding process and corrective actions at PT.XX. This type of research is field research with a qualitative approach. Researchers use primary and secondary data sources. Data collection techniques through observation, interviews, and documents related to product defects and mold damage in the injection molding process and corrective actions. The data were analyzed using data reduction, data presentation, and conclusion drawing methods. The results of the study show that injection molding has many advantages when compared to other plastic manufacturing methods, but in the process there are various defects in the plastic products produced. Based on the FMEA analysis, a number of product defects occur due to several factors, such as Gas Mark, Flash, Under Cut, Flow Mark, Scratches, Burn Mark, and. Short Mold has the highest risk priority number (RPN) value of 168. The problem of defects due to gas marks occurs in the housing panel components produced by PT. XX. The company took corrective action NG Short Mold on the Cover product by means of mold maintenance and gas vent making by the mold maker for the core. After the gas vent making process was carried out, defects due to gas marks were greatly reduced in Cover products produced by PT. XX.

Keywords: *Injection molding*, *Product Defects*, *Short Mold*, FMEA, RPN.

1. PENDAHULUAN

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 *drying dehumidifier menuju hopper, terus ke barrel, dan mendorong material ke dalam cetakan dengan menggunakan screw* (Widiastuti et al., 2019a). Adapun material yang digunakan dalam proses tersebut umumnya adalah polimer termoplastik (Kim et al., 2017).

Proses *injection molding* sama dengan operasi jarum suntik di mana butir-butir polimer termoplastik dilelehkan, kemudian disuntikkan ke dalam *mold* atau cetakan yang tertutup rapat (Industri, 2014). Sehingga, lelehan tersebut memenuhi ruang yang berada di dalam *mold* sesuai dengan bentuk cetakan produk (Arif et al., 2024). Salah satu bagian penting dari proses *injection molding* yaitu *mold* (cetakan). *Mold* ini berfungsi sebagai pembentuk lelehan material menjadi geometri produk yang diinginkan. *Mold* terdiri dari dua bagian: *moveable plate* (pelat bergerak) dan *stationary plate* (pelat diam). Proses pembuatannya melibatkan banyak faktor yang perlu diperhatikan dan harus menggunakan mesin-mesin dengan ketelitian yang tinggi (Widiastuti et al., 2019).

Injection molding memiliki beberapa kelebihan atau keuntungan, seperti Produksi Massal, Akurasi Tinggi, Variasi Material, dan Minim Limbah. Meskipun demikian, seperti halnya metode fabrikasi lain, produk plastik yang dihasilkan melalui *injection molding* juga berpotensi memiliki *defects* atau cacat produk, seperti *Short Mold, Flash, Sink Marks, flowmark, Burn Marks, undercut, Weld Lines*, dan *gasmark* (Rokhmah et al., 2023; Widiastuti et al., 2019).

Karena itu, tulisan ini mengkaji tentang cacat produk dan kerusakan *mold* pada proses *injection molding* di PT.XYZ, khususnya *Short*

mold. Alasan memilih *Shortmold*, karena cacat ini dapat memengaruhi penampilan, kekuatan, dan dimensi produk. Dengan memahami penyebab gas mark pada *molding* dan menerapkan langkah-langkah pencegahan yang tepat, produsen dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi yang bebas dari cacat ini.

Penelitian ini juga membahas tindakan perbaikan di perusahaan tersebut. Adapun metode yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk meningkatkan proses dan meningkatkan kualitas produk di setiap tahap produksi. Serta sebagai sarana untuk melakukan analisis manajemen risiko, dapat diadopsi untuk mencegah kejadian yang tidak diinginkan dan menghindari kekecewaan terhadap kepuasan pelanggan (Hartantiet al., 2022). FMEA bertujuan untuk menghilangkan mode kegagalan atau mengurangi risikonya (Amalia et al., 2022). Dengan menggunakan metode FMEA, maka akan memberikan kemudahan dalam menyelidiki masalah cacat produk pada proses *injection molding* di PT. XYZ, khususnya *shortmold*, serta usaha untuk memperbaikinya. Karena itu, mengidentifikasi, mencari penyebab cacat produk dan menentukan prioritas perbaikan cacat produk dengan menggunakan metode FMEA agar perusahaan dapat melakukan pengendalian kualitas terhadap produk dengan meminimalisir kecacatan produk.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan dengan pendekatan kualitatif. Objek yang diteliti adalah cacat produk dan kerusakan *mold* pada proses *injection molding* dan tindakan perbaikan di PT. XX. Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data, yaitu sumber data primer dan sekunder. Teknik pengumpulan data melalui observasi, dan dokumen seperti Chekheet, jurnal, media, dan foto-foto yang berkaitan cacat produk dan kerusakan *mold* pada proses *injection molding* dan tindakan perbaikan di PT.XYZ. Data-data tersebut dianalisis menggunakan metode yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan

kesimpulan.

2.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode yang digunakan untuk Analisa resiko untuk mencegah terjadinya resiko yang tidak diinginkan guna mencegah penurunan kepuasan pelanggan (Younus et al., 2026). FMEA merupakan upaya peningkatan kualitas dengan meningkatkan proses produksi. (Hartanti et al., 2022b). Penerapan FMEA bertujuan untuk identifikasi dan penanganan potensi kegagalan dalam proses produksi sehingga terciptanya strategi yang efektif dalam pengendalian kualitas dan peningkatan proses produksi di industri manufaktur (Rifaldi & Sudarwati, 2024). Metode FMEA digunakan untuk menilai tingkat keparahan (*Severity*), kemungkinan kejadian (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi (*Detection*), sehingga diperoleh *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan prioritas risiko (Ramadhani & Pandu Negoro, 2025).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum PT. XYZ

PT. XYZ yang berlokasi di Kawasan GIIC, Sukamahi, Kec. Cikarang selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, didirikan pada tanggal - Juni 2020. PT. XX mengusung visi untuk menjadi perusahaan *Automotive* nomor satu di Indonesia dalam menyediakan produk berkualitas, selalu mengutamakan kepuasan pelanggan, dan memberikan kontribusi untuk kualitas hidup yang lebih baik. Sementara misinya adalah membangun organisasi yang menjajikan dengan memelihara semangat orisinalitas, antusiasme, dan tantangan inovatif.

PT. XYZ yang mendukung satu perusahaan, yaitu PT.ABCD memiliki rekan bisnis, yaitu:

- a. Untuk menciptakan produk-produk yang memuaskan pelanggan dan memberikan kontribusi untuk kualitas hidup yang lebih tinggi.
- b. Untuk membangun organisasi bisnis yang menjanjikan dengan memelihara semangat orisinalitas, antusiasme, dan tantangan

inovatif.

- c. Untuk mematuhi hukum dan menghormati etika setiap bangsa, dan bekerja secara harmonis dengan alam dan masyarakat setempat.

PT. XYZ tercatat memiliki sebanyak 75 karyawan per Januari 2020. Perusahaan memberikan fasilitas kepada setiap karyawan berupa seragam, loker, alat pelindung diri (APD), alat tulis atau media (PC/laptop), Sementara itu, bisnis inti dari perusahaan ini adalah *automotive* dan *Precision Plastic Injection*. Untuk cetakan injeksi plastik, PT. Narumi memiliki 4 mesin cetak injeksi plastik presisi, termasuk 8 unit mesin *Assy* sebagai, mesin tambahan untuk *assembly after injection*.

Sebagai perusahaan *automotive* yang mengusung visi untuk menjadi nomor satu di Indonesia dalam menyediakan produk berkualitas, PT XYZ telah menjadi kepercayaan PT.ABCD untuk terus menyuplai komponen dengan kualitas yang bagus dan baik

3.2 Identifikasi Jenis, Penyebab, dan Efek Kecacatan Produk

Injection molding memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan metode manufaktur plastik lainnya. Kelebihan yang dimaksud, antara lain: efisiensi dan presisi tinggi, kemampuan memproduksi bentuk yang kompleks, konsistensi tinggi, ketahanan tinggi, biaya produksi yang efisien, fleksibilitas desain, serta kemudahan *finishing*. Meskipun demikian, *injection molding* juga memiliki kekurangan, yaitu berpotensi memiliki *defects* atau cacat produk.

Pada proses *injection molding* di PT. XYZ terdapat berbagai macam cacat pada produk plastik yang dihasilkan. Karena itu, PT. XX menerapkan metode FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) untuk menganalisis, mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengurutkan potensi kegagalan cacat produk dan kerusakan mold pada proses *injection molding*. Dengan menggunakan metode FMEA tersebut, maka ditemukan sejumlah cacat yang

terjadi karena beberapa faktor, yaitu sebagai berikut:

a. Flowmark

Flowmark adalah cacat produk atau bayangan yang melingkar yang muncul pada produk plastik meskipun tidak merusak struktur kekuatan produk. Cacat ini merusak nilai estetika tampilan produk. Adapun penyebab *flowmark* dalam *injection molding*, yaitu: Pertama, suhu terlalu rendah: suhu cetakan (*mold temp*) yang terlalu rendah membuat plastik membeku terlalu cepat sebelum mengisi cetakan dengan sempurna. Kedua, desain *molding* yang tidak optimal. Ukuran masuk pintu plastik (*gate*) atau *runner* yang terlalu kecil dapat menghambat kelancaran aliran material. Ketiga, tekanan dan kecepatan injeksi yang tidak tepat. Tekanan dan kecepatan injeksi yang tidak sesuai dapat menyebabkan aliran material yang tidak merata, sehingga menciptakan tegangan internal yang menyebabkan warpage. Keempat, material yang tidak tepat. Karakteristik.



Gambar 1. Setting Speed
Sumber PT.XYZ

b. Short Mold



Gambar 2. Part shortmold area rib
Sumber: PT. XYZ

Gambar 2. Menunjukkan *defect Short Mold* atau kekurangan material dalam *injection molding* adalah cacat yang muncul disebabkan tidak ada insert pada bagian rib dan gas yang menumpuk pada permukaan produk plastik yang terlihat buruk. Cacat ini biasanya muncul pada pertengahan *shoot* yang terlihat seperti gelombang atau landai. *Shortmold* sangat memengaruhi penampilan produk, dimensi dan fungsi, membuatnya terlihat cacat dan tidak menarik. Selain itu, *shortmold* juga dapat mengindikasikan masalah dalam proses produksi, sehingga menurunkan kualitas keseluruhan produk dan meningkatkan tingkat produk yang ditolak. Adapun penyebab *short mold* yaitu: terjebaknya udara atau gas dalam cetakan, aliran material yang kurang pas, ventilasi cetakan yang buruk.

c. Silver

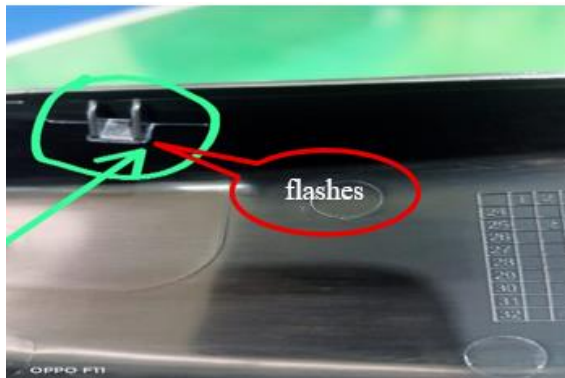


Gambar 3. Part NG Silver
Sumber: PT. XYZ

Gambar 3. Menunjukkan *part Not Good* akibat *defect Silver mark*, juga adalah cacat umum dalam dikenal sebagai splay atau splash, proses *injection molding* yang muncul sebagai garis-garis atau noda perak atau keputihan pada permukaan produk plastik. *Silver mark* disebabkan oleh kelembapan atau gas yang terperangkap dalam material selama proses injeksi. Penyebab *silver mark*, yaitu: kelembapan dalam material, degradasi material, pengisian material yang tidak merata, setting parameter yang kurang pas, dan pengeringan

material yang tidak memadai.

d. Flash

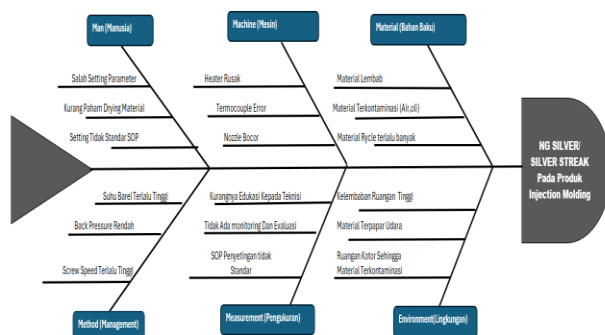


Gambar 4. Part Flashes

Gambar 4. Menunjukkan *defect Flash* yaitu cacat yang sering terjadi dalam proses *injection molding*, yang muncul sebagai lapisan tipis plastik yang meluber di tepi atau sambungan cetakan. 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

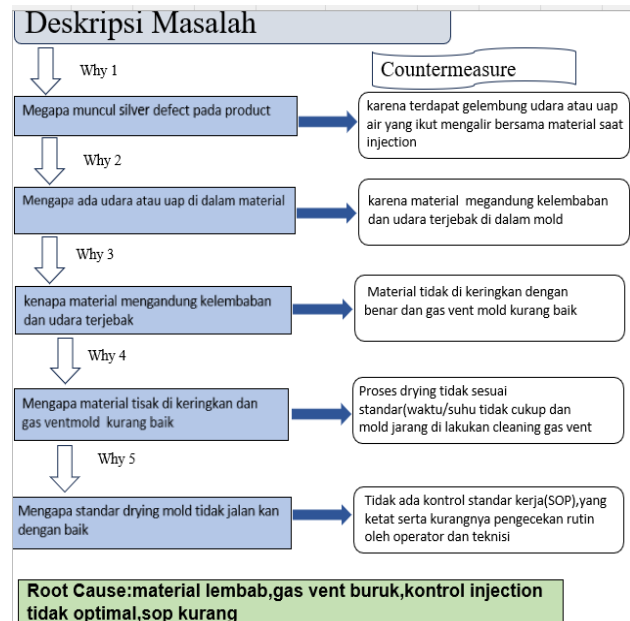
3.3 Analisa penyebab defect Silver

Analisa penyebab terjadinya defect Silver menggunakan *tools fishbone* (ishikawa diagram)



Gambar 5. Fishbone Diagram

Gambar 5. Menunjukkan analisa fishbone diagram untuk menentukan akar masalah kemudian di turunkan kembali dengan *tools Root Cause Analysis* sebagai berikut.



Gambar 6. Root Cause Analysis masalah

Gambar 6. Menunjukkan *Root Cause Analysis* masalah sehingga ditemukan 5 akar masalah serta ditemukan *countermeasure* dari masalah yang terjadi.

3.4 Perhitungan Nilai Risk Priority Number

Salah satu metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko cacat produk adalah dengan menggunakan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk menentukan prioritas tindakan pencegahan cacat produk dengan menghitung *Risk Priority Number* (RPN). Proses RPN dihitung dengan mengalikan Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D). Berikut tabel perhitungan nilai *Risk Priority Number*:

Tabel 1. Perhitungan Nilai Risk Priority Number

No.	Potential Failure Mode	Potential Effects	Severity	Occurrence	Detection	RPN	Recommended Actions
1	Shortmold	Produk tidak terisi penuh	7	6	4	168	Perbaiki setting parameter, pembuatan gas vent
2	Flowmark	Produk terlihat seperti gas putih, dan membentuk bulan	5	3	4	60	Maintenance mold, pembuatan gas vent
3	Silver	Muncul garis perak pada permukaan produk	5	5	3	75	Sesuaikan suhu dan tekanan injeksi, gunakan aditif
4	Flash	Terjadi kelebihan bahan pada tepi produk	4	2	3	24	Perbaiki penyetingan cetakan, gunakan pelari yang tepat

Sumber: Peneliti, 2025

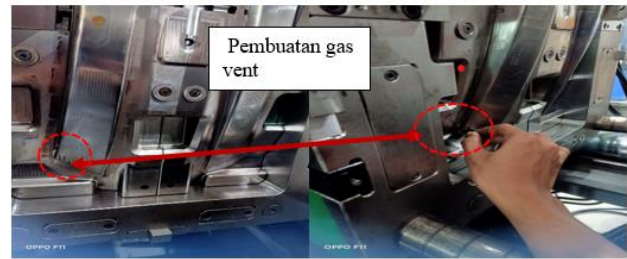
Tabel 1. Menunjukkan hasil perhitungan nilai *risk priority number* tersebut, menunjukkan bahwa shortmold memiliki nilai tertinggi, yaitu 168. Oleh karena itu, PT. XX perlu mengambil tindakan pencegahan untuk mengurangi risiko cacat ini. Pasalnya, jenis cacat ini dapat memengaruhi penampilan, kekuatan, dan dimensi produk. Maka, dengan memahami penyebab gas mark dan menerapkan langkah-langkah pencegahan yang tepat, PT. XYZ dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi yang bebas dari jenis cacat ini.

3.5 Tindakan Perbaikan dan Maintenance

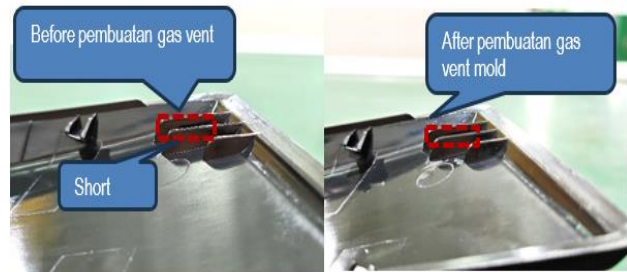
Mesin *injection molding* merupakan jantung dari proses pencetakan injeksi dan produksi. Perawatan yang tepat sangat penting untuk memastikan kelancaran produksi, meminimalkan *downtime*, dan menjaga agar kualitas produk yang optimal serta mengurangi risiko cacat produk. Karena itu, PT.XYZ menerapkan 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.

Selain *maintenance*, PT. XYZ juga melakukan tindakan perbaikan NG Shortmold pada produk Cover. Pasalnya, saat proses injeksi pada produk cover terdapat permasalahan cacat shortmold yang disebabkan gas vent pada mold. Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah *mold maker* atau *maintenance mold*. Tindakan kedua yaitu pembuatan gas vent oleh *mold maker* untuk bagian core. Untuk dimensi gas vent yaitu lebar 3 mm dengan kedalaman 0,03 mm atau 30 micron. Untuk material plastik PC-PET dengan kedalaman gas vent 30 micron masih aman dan tidak timbul burry karena material tersebut berkarakter cukup padat.

Berikut ini gambar pembuatan gas vent pada produk cover:



Gambar 6. Tidak ada gas vent di area rib bagian core Mold



Gambar 7. Hasil Produk Cover Sebelum Dan setelah pembuatan Gas vent di Molding

Gambar 7. menunjukkan hasil produk cover sebelum dan setelah pembuat gas vent membantu mengeluarkan udara terperangkap selama proses *injection molding*, yang dapat menyebabkan cacat pada produk seperti gelembung udara, garis las, dan *sink marks*. Dalam artian, setelah proses perbaikan atau setelah dilakukan proses pembuatan gas vent pada produk cover, maka cacat gas mark sangat berkurang. Hal ini juga terlihat pada tiga shift secara berturut-turut tidak ditemukan cacat gas mark pada produk cover serta menghasilkan produk yang lebih halus dan rata.

5.Kesimpulan

Injection molding memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan metode manufaktur plastik lainnya. Namun, dalam prosesnya terdapat berbagai macam cacat pada produk plastik yang dihasilkan. Cacat tersebut terjadi karena beberapa faktor, seperti gas mark, silver, dan lain sebagainya. Berdasarkan hasil perhitungan nilai *risk priority number* (RPN), Shortmold memiliki nilai tertinggi, yaitu 168. Masalah cacat karena gas vent itu terjadi pada komponen cover yang diproduksi oleh PT. XYZ. Karena itu, perusahaan melakukan tindakan perbaikan NG Short mold pada produk cover

dengan cara *maintenance mold* dan pembuatan *gas vent* oleh *mold maker* untuk bagian *core*. Setelah dilakukan proses pembuatan *gas vent*, maka cacat karena *gas vent* sangat berkurang pada produk cover yang diproduksi PT. XX.

Daftar Pustaka

- Amalia, W., Ramadian, D., Nur Hidayat, S., Studi Teknik Industri Agro, P., ATI Padang Jl Bungo Pasang Tabing, P., Koto Tengah, K., Padang, K., & Barat, S. (2022). Analisis Kerusakan Mesin Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA). In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 8, Number 2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24014/jti.v8i2.19179>
- Arif, M., Windyatri, H., & . S. (2024). Analisa Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Injection Molding Dan Tindakan Perbaikan Di PT. Patco Elektronik Teknologi. *Jurnal Sains Dan Teknologi (JSIT)*, 4(2), 158–167. <https://doi.org/10.47233/jsit.v4i2.1809>
- Hartanti, L. P. S., Mulyono, J., & Mayang, V. (2022a). PENERAPAN FMEA DAN FUZZY FMEA DALAM PENILAIAN RISIKO LEAN WASTE DI INDUSTRI MANUFAKTUR. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 11(2), 293–304. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v11i2.50552>
- Hartanti, L. P. S., Mulyono, J., & Mayang, V. (2022b). PENERAPAN FMEA DAN FUZZY FMEA DALAM PENILAIAN RISIKO LEAN WASTE DI INDUSTRI MANUFAKTUR. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 11(2), 293–304. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v11i2.50552>
- Industri, J. T. (2014). RANCANGAN DESAIN MOLD PRODUK KNOB REGULATOR KOMPOR GAS PADA PROSES INJECTION MOLDING * IRWAN YULIANTO, RISPIANDA, HENDRO PRASSETIYO. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juli*.
- Kim, H. J., Hirayama, H., Kim, S., Han, K. J., Zhang, R., & Choi, J. W. (2017). Review of Near-Field Wireless Power and Communication for Biomedical Applications. In *IEEE Access* (Vol. 5, pp. 21264–21285). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2757267>
- Ramadhani, Z., & Pandu Negoro, Y. (2025). Penerapan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengidentifikasi Kecacatan Palet Kayu (Studi Kasus: CV Mandiri Jaya). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 4(3), 815–824.
- Rifaldi, M., & Sudarwati, W. (2024). Penerapan Metode Six Sigma dan FMEA Sebagai Usaha untuk Mengurangi Cacat pada Produk Bracket.
- Rokhmah, A., Putra, H., & Gunawan, F. E. (2023). Penerapan quality control circle untuk meningkatkan yield produksi dengan mengurangi scrap di recoiling line. *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 10(2), 244–253. <https://doi.org/10.37373/tekno.v10i2.536>
- Widiastuti, H., Surbakti, S. E., Restu, F., Hasan Albana, M., & Saputra, I. (2019). IDENTIFIKASI CACAT PRODUK DAN KERUSAKAN MOLD PADA PROSES PLASTIC INJECTION MOLDING. In *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)* (Vol. 1, Number 2). <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>, <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>



Younus, H., Kabir, S., Campean, F., Bonnaud, P.,
& Delaux, D. (2026). AI- and Ontology-
Based Enhancements to FMEA for
Advanced Systems Engineering: Current
Developments and Future Directions. In
Applied Sciences (Switzerland) (Vol. 16,
Number 5). Multidisciplinary Digital
Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/app16052464>