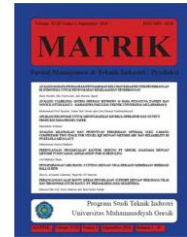




MATRIK

Jurnal Manajemen dan Teknik Industri-Produksi

Journal homepage: <http://www.journal.umg.ac.id/index.php/matriks>



Pendekatan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) Berbasis Six Sigma Untuk Mengurangi Cacat Produksi di PT XYZ

Regan Fadhillah^{1*}, Wahyudin², Nurul Hidayati³, Naufal Rabbani Sumitra⁴

Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

Kecamatan Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

Email : reganfdhillh21@gmail.com

* Corresponding Author

INFO ARTIKEL

doi: 10.350587/Matrik
v26i2.11350

Jejak Artikel :

Upload artikel

13 Februari 2026

Revisi oleh reviewer

8 Maret 2026

Publish

31 Maret 2026

Kata Kunci :

FMEA, Industri manufaktur karet, Lean Six Sigma, Pengendalian kualitas, Produk cacat

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih tingginya tingkat cacat produksi pada produk Dust Cover dan Bracket Rubber di PT XYZ yang berpotensi menurunkan kualitas produk, meningkatkan biaya produksi, serta mengurangi kepuasan pelanggan. Permasalahan ini menunjukkan perlunya pendekatan pengendalian kualitas yang sistematis dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kecacatan produk, mengidentifikasi penyebab dominan cacat, serta mengevaluasi kapabilitas proses produksi menggunakan pendekatan Lean Six Sigma. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan tahapan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve). Analisis dilakukan melalui perhitungan Defect Per Million Opportunities (DPMO), penentuan Level Sigma, Diagram Pareto untuk menentukan prioritas penyebab cacat, Diagram Fishbone untuk mengidentifikasi akar masalah, serta Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia dan kondisi mesin menjadi penyebab dominan terjadinya cacat produksi. Nilai Level Sigma untuk Dust Cover sebesar 3,83 dan Bracket Rubber sebesar 3,96 yang menunjukkan bahwa proses masih berada pada tingkat kinerja menengah dan memerlukan perbaikan berkelanjutan. Rekomendasi perbaikan difokuskan pada peningkatan sistem preventive maintenance, pengendalian parameter proses, serta pelatihan dan standarisasi kerja operator guna meningkatkan stabilitas dan kapabilitas proses produksi.

ABSTRACT

This research is motivated by the still high level of production defects in Dust Cover and Bracket Rubber products at PT XYZ which has the potential to reduce product quality, increase production costs, and reduce customer satisfaction. This problem shows the need for a systematic and sustainable quality control approach. This study aims to analyze the level of product defects, identify the dominant causes of defects, and evaluate the capabilities of the production process using the Lean Six Sigma approach. The method used is a quantitative approach with the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve) stage. The analysis was carried out through the calculation of Defect Per Million Opportunities (DPMO), determination of Sigma Levels, Pareto Chart to determine the priority of the cause of the defect, Fishbone Diagram to identify the root of the problem, and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) to determine risk priority based on the Risk Priority Number (RPN) value. The results of the study show that human factors and machine conditions are the dominant causes of production defects. The Sigma Level value for Dust Cover is 3.83 and Bracket Rubber is 3.96 indicating that the process is still at a medium level of performance and requires continuous improvement. Improvement recommendations are focused on improving the preventive maintenance system, Controlling process parameters, and training and standardizing the work of operators to improve the stability and capability of the production process.



1. Pendahuluan

Industri pengolahan, khususnya subsektor manufaktur komponen karet otomotif, merupakan bagian strategis dalam rantai pasok industri kendaraan bermotor di Indonesia. Industri ini menghasilkan berbagai komponen teknis seperti *seal*, *Dust Cover*, dan *bracket rubber* yang menuntut presisi dimensi, ketahanan *material*, serta konsistensi kualitas produk [1]. Dalam beberapa tahun terakhir, sektor industri pengolahan menghadapi tekanan peningkatan standar mutu, efisiensi biaya, dan stabilitas produksi, terutama akibat disrupsi rantai pasok global dan penyesuaian sistem produksi pasca pandemi. Kondisi tersebut mendorong perusahaan untuk memperkuat sistem pengendalian kualitas guna menjaga daya saing dan memenuhi spesifikasi pelanggan secara konsisten [2].

Pada industri manufaktur karet otomotif, permasalahan produk cacat masih menjadi tantangan utama karena berdampak langsung pada peningkatan biaya produksi, pemborosan *material*, *rework*, serta penurunan kepuasan pelanggan [3]. Berbagai jenis cacat seperti goresan permukaan, lubang (*hole burry*), ketidaksesuaian dimensi, dan deformasi bentuk sering terjadi akibat variasi proses produksi maupun faktor manusia [4]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengendalian kualitas yang sistematis, terukur, dan berbasis data untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan serta merumuskan strategi perbaikan berkelanjutan [5].

Lean *Six Sigma* merupakan pendekatan yang mengintegrasikan prinsip *Lean Manufacturing* untuk mengurangi pemborosan dengan metode *Six Sigma* yang berfokus pada pengendalian variasi proses melalui siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) [6]. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas pendekatan ini dalam industri pengolahan. Penelitian Nathanael Sitanggang melaporkan bahwa penerapan *Six Sigma* mampu menurunkan tingkat kecacatan produk karet pipa dari 20–30% menjadi di bawah 15% melalui identifikasi akar masalah menggunakan diagram *Fishbone* dan pengendalian proses dengan peta kontrol [7]. Sementara itu, penelitian Handy Natan Permana menunjukkan bahwa integrasi *Six Sigma* dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) efektif dalam memprioritaskan risiko kegagalan dan menurunkan defect rate melalui perbaikan pada

faktor mesin dan metode kerja [8]. Penelitian Rochmatullah dan Rusindiyanto juga membuktikan bahwa kombinasi *Six Sigma* dan FMEA mampu meningkatkan *Level Sigma* dan menekan cacat produksi pada industri kemasan [9].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada satu jenis produk atau belum mengintegrasikan secara menyeluruh analisis kapabilitas proses melalui perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma* dengan analisis risiko berbasis FMEA pada industri manufaktur karet otomotif yang memproduksi lebih dari satu jenis komponen dalam satu sistem produksi [10]. Dengan demikian, masih terdapat kebutuhan untuk melakukan analisis terintegrasi yang tidak hanya mengidentifikasi jenis cacat dominan, tetapi juga mengevaluasi kapabilitas proses serta menentukan prioritas perbaikan berbasis risiko secara komprehensif [11].

Penelitian ini dilakukan pada PT XYZ, yang merupakan perusahaan industri pengolahan/manufaktur komponen karet otomotif dengan proses pengepresan dan cetak injeksi. Produk yang menjadi objek penelitian adalah *Dust Cover* dan *Bracket rubber*. Perusahaan menghadapi permasalahan tingginya tingkat cacat produksi, di mana pada periode pengamatan tertentu tingkat cacat *Dust Cover* mencapai 5,26% dan *Bracket rubber* 3,16%. Permasalahan tersebut dipengaruhi oleh faktor mesin, pengaturan parameter proses, serta kesalahan operator.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kecacatan produk, menghitung kapabilitas proses melalui DPMO dan *Level Sigma*, serta mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko kegagalan menggunakan pendekatan Lean *Six Sigma* yang terintegrasi dengan FMEA. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang terukur dan berkelanjutan bagi industri pengolahan komponen karet otomotif..

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *Six Sigma* untuk menganalisis dan menurunkan tingkat cacat produksi pada *Dust Cover* dan *Bracket rubber* di industri manufaktur karet. Metode yang diterapkan adalah siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dengan

dukungan *Six Sigma* dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi akar penyebab cacat, mengukur tingkat cacat, menganalisis faktor penyebab, merancang perbaikan, serta mengendalikan hasil perbaikan agar berkelanjutan [12]. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses produksi untuk mengidentifikasi potensi penyebab cacat, dokumentasi data produksi berupa data cacat harian dari catatan produksi dalam periode tertentu, serta wawancara dan diskusi dengan operator produksi guna memperoleh pemahaman mengenai penyebab cacat dari sudut pandang pekerja lapangan [13]. Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis menggunakan metode statistik berbasis *Six Sigma*, meliputi perhitungan tingkat cacat produksi berdasarkan perbandingan jumlah produk cacat dengan *total* produksi, analisis *Pareto* untuk menentukan jenis cacat yang dominan, diagram *Fishbone* (*Ishikawa*) untuk mengidentifikasi akar penyebab utama, serta analisis FMEA untuk mengevaluasi risiko kegagalan proses [14]. Model analisis yang digunakan adalah *Lean Six Sigma* dengan mengombinasikan prinsip *Lean Manufacturing* untuk meningkatkan efisiensi dan *Six Sigma* untuk menurunkan tingkat cacat, melalui tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*, sehingga diharapkan penelitian ini mampu memberikan solusi nyata dalam meningkatkan kualitas produk dan menurunkan cacat produksi secara berkelanjutan di industri manufaktur karet [15].

Dalam penelitian ini, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi kegagalan proses produksi berdasarkan tingkat risiko. Penilaian risiko dilakukan melalui tiga parameter utama, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), yang masing-masing dinilai menggunakan skala 1–10. *Severity* menunjukkan tingkat keparahan dampak kegagalan terhadap kualitas produk, *Occurrence* menunjukkan frekuensi atau kemungkinan terjadinya kegagalan, sedangkan *Detection* menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum produk

sampai ke tahap berikutnya. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) dihitung menggunakan rumus:

$$RPN = S \times O \times D$$

Untuk mempermudah interpretasi, nilai RPN diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu risiko rendah (RPN < 100), risiko sedang (100–250), dan risiko tinggi (RPN > 250). Penentuan skor dilakukan berdasarkan data historis cacat produksi, hasil observasi lapangan, serta diskusi dengan supervisor dan operator produksi di PT XYZ, sehingga penilaian risiko bersifat sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Pendefinisian Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan utama dalam proses produksi *Dust Cover* dan *Bracket rubber* di PT. Meiji Rubber Indonesia. Hasil wawancara dan observasi menunjukkan bahwa produk mengalami cacat akibat berbagai faktor seperti keausan mesin, *human error*, ketidakstabilan *extruder*, dan kesalahan dalam injeksi cetakan. Masalah yang sering muncul adalah tingginya tingkat cacat harian pada kedua produk. Berikut adalah kesimpulan jenis cacat yang muncul pada kedua produk tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 1. Jenis Cacat pada *Dust Cover*

| Jenis Cacat | Penyebab Umum |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Goresan pada permukaan | Mesin aus, <i>human error</i> |
| Gelembung udara (<i>Bubble</i>) | Injeksi cetakan tidak sempurna |
| Ketidaksesuaian dimensi | Mesin aus, pengaturan tidak stabil |
| Lubang kecil (<i>Hole burry</i>) | Kesalahan injeksi, tekanan rendah |

b. Menentukan *Level Sigma*

Data cacat produksi yang dikumpulkan selama periode 13–18 Januari 2024 menunjukkan bahwa pada produk *Dust Cover* diperoleh *total* produksi sebesar 17.100 *unit* dengan jumlah produk cacat sebanyak 685 *unit*, sehingga rata-rata tingkat cacat mencapai 4,01%.

Tabel 2. Data Cacat Produksi

| Tanggal | Nama Barang | Total produksi | Total Cacat | Tingkat Cacat | Penyebab Cacat |
|------------------------|-----------------------|----------------|-------------|---------------|-------------------------|
| Senin, 13 Januari 2025 | <i>Dust Cover</i> | 2850 | 150 | 5.26 | Mesin mengalami keausan |
| | <i>Bracket rubber</i> | 3800 | 120 | 3.16 | <i>Extruder</i> tidak |

| | | | | | |
|-------------------------|----------------|------|-----|------|--------------------------------------|
| | | | | | bekerja dengan stabil |
| Selasa, 14 Januari 2025 | Dust Cover | 2850 | 70 | 2.46 | Human error dalam pengaturan mesin |
| | Bracket rubber | 3800 | 80 | 2.11 | Mesin mengalami keausan |
| Rabu, 15 Januari 2025 | Dust Cover | 2850 | 124 | 4.35 | Human error dalam pengaturan mesin |
| | Bracket rubber | 3800 | 100 | 2.63 | Roller tidak bekerja dengan stabil |
| Kamis, 16 Januari 2025 | Dust Cover | 2850 | 115 | 4.04 | Kesalahan dalam injeksi cetakan |
| | Bracket rubber | 3800 | 119 | 3.13 | Mesin mengalami keausan |
| Jum'at, 17 Januari 2025 | Dust Cover | 2850 | 110 | 3.86 | Human error dalam pengaturan mesin |
| | Bracket rubber | 3800 | 113 | 2.97 | Extruder tidak bekerja dengan stabil |
| Sabtu, 18 Januari 2025 | Dust Cover | 2850 | 116 | 4.07 | Kesalahan dalam injeksi cetakan |
| | Bracket rubber | 3800 | 97 | 2.55 | Human error dalam pengaturan mesin |

Perhitungan *Level Sigma* pada produksi *Dust Cover* diawali dengan menghitung *Defect Per Unit* (DPU), yaitu perbandingan antara jumlah produk cacat dan jumlah produk yang diperiksa. Berdasarkan data produksi, terdapat 685 unit cacat dari total 17.100 unit yang diperiksa, sehingga diperoleh nilai DPU sebesar 0,0401.

$$DPU = \frac{\text{Total Produk Cacat}}{\text{Jumlah Produk yang Diperiksa}}$$

$$DPU = \frac{685}{17100} = 0.040058479$$

Selanjutnya ditentukan *Total Opportunity* (TOP) sebagai jumlah peluang terjadinya cacat dalam proses produksi.

$$TOP = \text{Jumlah Produk} \times \text{Banyak Jenis Cacat}$$

$$TOP = 17100 \times 4 = 68400$$

Dengan asumsi terdapat empat jenis cacat pada setiap produk *Dust Cover*, maka nilai TOP adalah 68.400 peluang. Berdasarkan perhitungan *Six Sigma*, nilai *Defect Per Unit*

(DPU) untuk *Dust Cover* sebesar 0,0400 yang diperoleh dari perbandingan jumlah produk cacat terhadap total produk yang diperiksa.

$$DPO = \frac{\text{Total Produk Cacat}}{TOP}$$

$$DPO = \frac{685}{68400} = 0.0100146$$

Dengan asumsi terdapat empat jenis cacat, *Total Opportunity* (TOP) adalah 68.400 peluang, sehingga nilai *Defect Per Opportunity* (DPO) sebesar 0,0100 dan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) sebesar 10.014,6.

$$DPMO = DPO \times 1000000$$

$$DPMO = 0.0100146 \times 1000000 = 10014.6$$

Hasil perhitungan tersebut menghasilkan *Level Sigma* sebesar 3,83.

$$\text{Level Sigma} = \text{NORMSINV} \left(1000000 - \frac{DPMO}{1000000} \right) + 1.5$$

$$\text{Level Sigma} = \text{NORMSINV} \left(1000000 - \frac{10014.6}{1000000} \right) + 1.5$$

$$\text{Level Sigma} = 3.83$$

Sementara itu, pada produk *Bracket rubber* tercatat total produksi sebanyak 22.800 unit dengan jumlah produk cacat sebesar 629 unit, sehingga rata-rata tingkat cacat adalah 2,76%. Nilai DPU *Bracket rubber* sebesar 0,0276, dengan *Total Opportunity* sebanyak 91.200 peluang. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai DPO sebesar 0,006897 dan DPMO sebesar 6.897, yang selanjutnya menghasilkan *Level Sigma* sebesar 3,96.

$$DPU = \frac{\text{Total Produk Cacat}}{\text{Jumlah Produk yang Diperiksa}}$$

$$DPU = \frac{629}{22800} = 0.0275878$$

$$TOP = \text{Jumlah Produk} \times \text{Banyak Jenis Cacat}$$

$$TOP = 22800 \times 4 = 91200$$

$$DPO = \frac{\text{Total Produk Cacat}}{TOP}$$

$$DPO = \frac{629}{91200} = 0.006897$$

$$DPMO = DPO \times 1000000$$

$$DPMO = 0.006897 \times 1000000 = 6897$$

$$\text{Level Sigma} = \text{NORMSINV} \left(1000000 - \frac{DPMO}{1000000} \right) + 1.5$$

$$Level\ Sigma = NORMSINV \left(\frac{1000000 - \frac{6897}{1000000}}{1000000} \right) + 1.5$$

$$Level\ Sigma = 3.96$$

Hasil ini menunjukkan bahwa kinerja kualitas produksi *Bracket rubber* lebih baik dibandingkan *Dust Cover*, meskipun keduanya masih berada pada *Level Sigma* di bawah enam dan memerlukan upaya perbaikan kualitas secara berkelanjutan.

Tabel 3. Jenis Cacat pada *Bracket rubber*

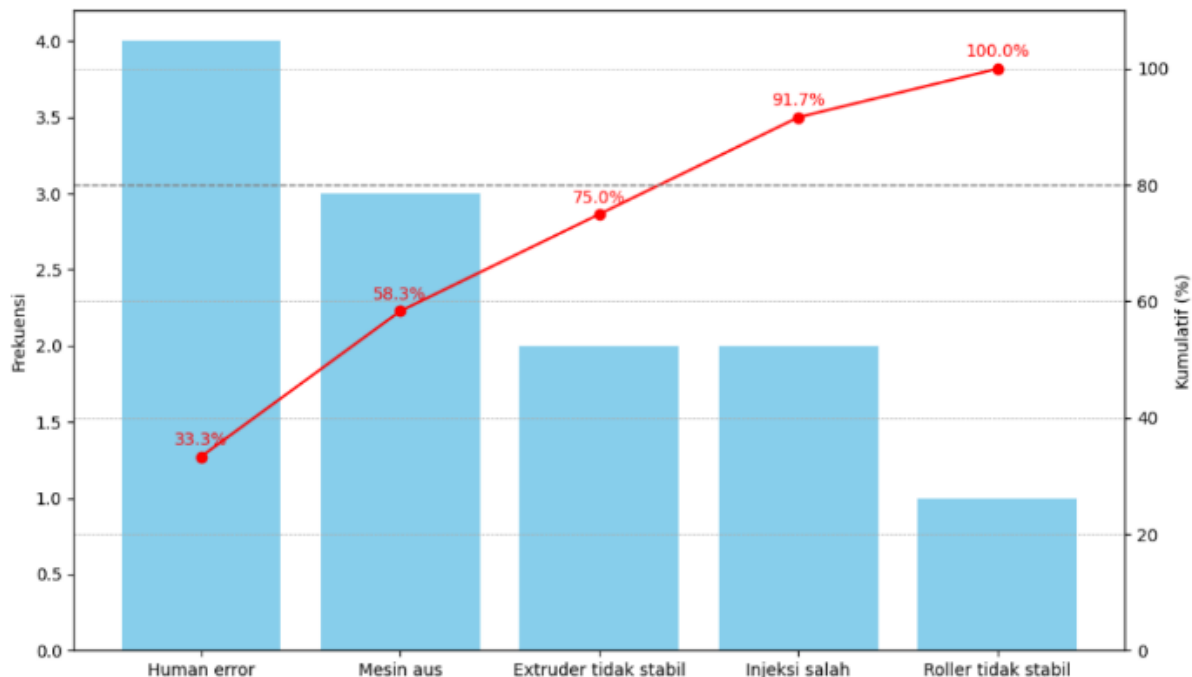
| Jenis Cacat | Penyebab Umum |
|---------------------------|---|
| Deformasi bentuk | <i>Extruder & Roller</i> tidak stabil |
| Retak pada bagian cetakan | Mesin aus, tekanan berlebih |
| Warna tidak seragam | Pencampuran pigmen kurang baik |
| Sisa bahan menempel | Pembersihan kurang optimal |

Berdasarkan hasil perhitungan DPMO dan *Sigma Level*, diketahui bahwa proses produksi masih berada pada tingkat cacat menengah (3–4 *Sigma*), dengan *Bracket rubber* memiliki performa kualitas lebih baik dibandingkan *Dust Cover*. Diperlukan upaya perbaikan berkelanjutan (*continuous Improvement*) untuk meningkatkan efektivitas mesin dan keterampilan operator guna mencapai tingkat kualitas yang lebih tinggi.

c. Analisis Penyebab Cacat

1) Diagram *Pareto*

Diagram *Pareto* yang ditampilkan menggambarkan frekuensi kejadian dan kontribusi kumulatif dari masing-masing penyebab cacat produksi pada produk *Dust Cover* dan *Bracket rubber* selama periode 3–8 Januari 2024. Batang berwarna biru menunjukkan jumlah kejadian untuk setiap jenis cacat, di mana *human error* terlihat sebagai penyebab yang paling sering terjadi. Sementara itu, garis merah yang dilengkapi dengan titik dan label persentase menunjukkan persentase kumulatif dari seluruh penyebab cacat, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi seberapa besar kontribusi penyebab-penyebab utama terhadap *total* cacat produksi. Selain itu, terdapat garis putus-putus horizontal pada tingkat 80% yang berfungsi sebagai batas *Pareto* sesuai dengan prinsip 80/20, yang menyatakan bahwa sekitar 80% permasalahan umumnya disebabkan oleh sebagian kecil penyebab utama. Dengan demikian, diagram ini membantu memfokuskan upaya perbaikan pada faktor-faktor yang memberikan dampak paling signifikan terhadap cacat produksi



Gambar 1. Diagram *Pareto* Penyebab Cacat Produksi

2) Diagram Isikawa (*Fishbone*)

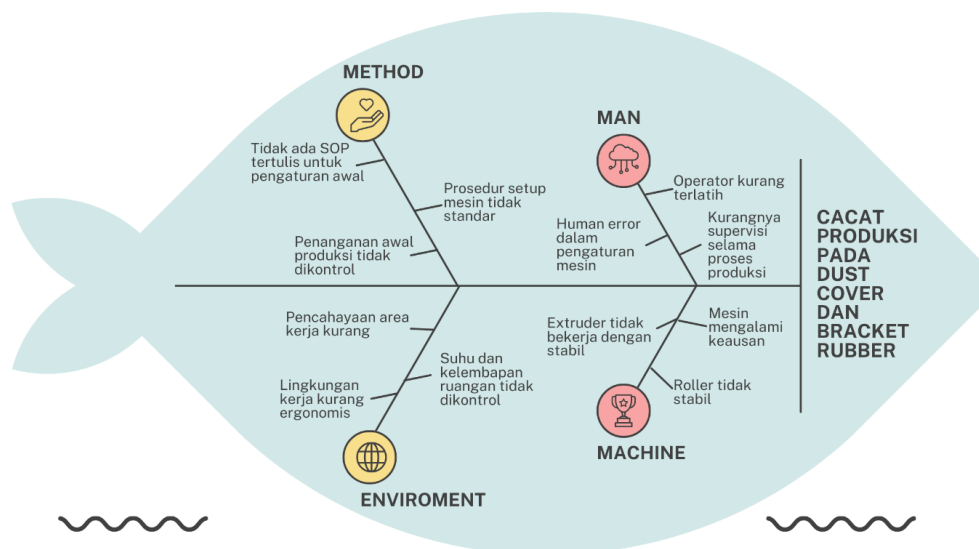
Analisis menggunakan Diagram *Fishbone* mengungkap bahwa penyebab cacat produksi tidak hanya bersumber dari aspek teknis seperti kerusakan mesin, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor manusia, metode kerja, dan lingkungan. Visualisasi ini membantu mengidentifikasi akar masalah yang tersembunyi di balik tingginya tingkat cacat produk *Dust Cover* dan *Bracket rubber*.

Faktor utama penyebab cacat adalah mesin dan manusia. Masalah pada mesin meliputi keausan komponen, ketidakstabilan alat seperti *extruder* dan *Roller*, serta kesalahan parameter proses, yang menunjukkan lemahnya sistem pemeliharaan. Sementara itu, dari sisi manusia, kesalahan pengaturan mesin oleh operator

sering terjadi akibat kurangnya pelatihan, kompetensi, dan disiplin dalam mengikuti prosedur standar.

Metode kerja yang tidak terdokumentasi dengan baik dan kurangnya standardisasi juga turut menyumbang cacat. Ketidakesesuaian proses dengan karakteristik bahan atau mesin meningkatkan risiko kesalahan. Selain itu, lingkungan kerja yang tidak stabil seperti suhu dan kelembapan yang tidak terkontrol serta pencahayaan dan kebersihan yang kurang dapat memengaruhi kualitas produksi.

Hasil *Fishbone* ini menjadi dasar strategis untuk perbaikan berkelanjutan, dengan prioritas utama pada peningkatan sistem *maintenance* dan pelatihan operator.



Gambar 2. Diagram *Ishikawa*

Tabel 4. Jenis Cacat pada *Bracket rubber*

| No | Nama Barang | Total Unit | Total Cacat | Peluang Cacat per Unit | DPMO | Sigma Level |
|----|-----------------------|------------|-------------|------------------------|---------|-------------|
| 1 | <i>Dust Cover</i> | 17100 | 685 | 4 | 10014.6 | 3.83 |
| 2 | <i>Bracket rubber</i> | 22800 | 629 | 4 | 6897 | 3.96 |

Berdasarkan hasil perhitungan, *Level Sigma* untuk produk *Dust Cover* sebesar 3,83 dan *Bracket rubber* sebesar 3,96. Secara umum, dalam praktik industri manufaktur, proses dengan *Level Sigma* 3–4 dikategorikan sebagai kinerja menengah, dengan estimasi cacat sekitar 6.200–67.000 DPMO. Standar kualitas kelas dunia (*world-class manufacturing*) umumnya berada pada *Level Sigma* ≥ 5 , sedangkan target

optimal *Six Sigma* adalah 6 *Sigma* dengan tingkat cacat 3,4 DPMO. Dengan demikian, capaian pada penelitian ini menunjukkan bahwa proses produksi di PT XYZ masih berada pada tahap pengendalian dasar dan memerlukan peningkatan kapabilitas proses untuk mencapai standar industri yang lebih kompetitif.

Jika dibandingkan dengan penelitian Nathanael Sitanggang [7], yang melaporkan

peningkatan kinerja proses setelah implementasi DMAIC hingga menurunkan tingkat cacat secara signifikan, capaian *Level Sigma* dalam penelitian ini masih relatif sebanding dengan kondisi awal sebelum dilakukan perbaikan intensif. Demikian pula penelitian Handy Natan Permana [8] menunjukkan bahwa integrasi *Six Sigma* dan FMEA mampu meningkatkan *Level Sigma* setelah tindakan korektif diterapkan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai 3,83 dan 3,96 masih berada dalam rentang umum industri manufaktur pengolahan yang belum sepenuhnya stabil, namun memiliki peluang besar untuk ditingkatkan melalui perbaikan berkelanjutan.

Secara teoretis, dominasi faktor manusia (*Man*) dan mesin (*Machine*) dalam penelitian ini sejalan dengan konsep 4M (*Man, Machine, Method, Material*) dalam pengendalian kualitas, di mana variasi proses paling sering bersumber dari interaksi antara operator dan peralatan produksi. Dalam industri manufaktur karet otomotif yang menggunakan proses pengepresan dan injeksi, stabilitas parameter mesin seperti suhu, tekanan, dan waktu curing sangat menentukan kualitas produk. Keausan mesin dan ketidakstabilan *extruder* secara langsung memengaruhi konsistensi dimensi dan permukaan produk. Di sisi lain, faktor manusia berperan dalam pengaturan parameter mesin, inspeksi visual, serta kepatuhan terhadap standar operasional prosedur (SOP). Ketidakkonsistenan dalam pengaturan atau kurangnya ketelitian operator dapat meningkatkan variasi proses dan menghasilkan cacat.

Dengan demikian, temuan bahwa faktor manusia dan mesin menjadi penyebab dominan bukan merupakan kondisi yang terisolasi, melainkan konsisten dengan teori variasi proses dalam sistem manufaktur. Oleh karena itu, peningkatan *Level Sigma* pada industri pengolahan komponen karet otomotif ini perlu difokuskan pada penguatan sistem *preventive maintenance*, standarisasi parameter proses, serta peningkatan kompetensi dan disiplin operator dalam menjalankan prosedur produksi.

d. Strategi Tindakan Perbaikan

Solusi perbaikan dirancang secara sistematis dan terfokus berdasarkan hasil analisis *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), yang digunakan sebagai alat identifikasi dan evaluasi terhadap potensi kegagalan dalam suatu proses produksi. Penentuan skor pada parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) dilakukan melalui diskusi terstruktur dan wawancara dengan 1 orang supervisor produksi, 1 orang staf *quality Control*, dan 3 orang operator mesin yang berpengalaman lebih dari 3 tahun di PT XYZ. Pemilihan responden tersebut didasarkan pada keterlibatan langsung mereka dalam proses produksi *Dust Cover* dan *Bracket rubber* serta pemahaman teknis terhadap potensi kegagalan yang terjadi.

Dalam proses FMEA, setiap mode kegagalan dianalisis berdasarkan tingkat keparahan (*Severity*), kemungkinan terjadinya (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi (*Detection*), yang kemudian dikalikan untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN tersebut menjadi indikator kuantitatif untuk menentukan prioritas penanganan kegagalan. Oleh karena itu, solusi perbaikan difokuskan pada mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi karena berpotensi menimbulkan dampak paling signifikan terhadap kualitas produk dan keberlangsungan proses produksi. Langkah-langkah perbaikan yang dirumuskan tidak hanya bertujuan untuk mengurangi penyebab utama kegagalan, tetapi juga meningkatkan efektivitas sistem deteksi dan pengendalian agar risiko serupa dapat diminimalisir di masa mendatang. Pendekatan ini memastikan bahwa sumber daya perbaikan dialokasikan secara efisien dan berbasis pada evaluasi risiko yang sistematis.

Berdasarkan analisis *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), penyebab utama cacat yang memiliki risiko tertinggi adalah keausan mesin dengan nilai RPN sebesar 315, diikuti oleh *extruder* yang tidak bekerja stabil dan kesalahan dalam proses injeksi cetakan dengan nilai RPN masing-masing sebesar 288.

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-------------|--|--|--|---------------|-----------------|--|--|--|
| si Karet | Potential Failure Mode and Effects Analysis (Design FMEA) | | | | | FMEA Number | FMEA-KP-001 | | | |
| i dan Peralatan Pendukung | | | | | | Prepared By | Regan Fadhillah | | | |
| i, Extruder, Roller, | | | | | | FMEA Date | 23 Mei 2025 | | | |
| | | | | | | Revision Date | - | | | |
| | Key Date | 23 Mei 2024 | | | | Page | 1 | | | |
| Quality Control | | | | | | | | | | |

| Potential Effect(s) of Failure | Severity | Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure | Probability | Current Design Controls | Detection | RPN | Recommended Action(s) | Responsibility & Target Completion Date | Action Results | | | | |
|--|----------|---|-------------|--------------------------|-----------|------|---|---|----------------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | | | | Actions Taken | New Sev | New Occ | New Det | New RPN |
| Produk cacat akibat performa mesin | 9 | Keausan karena penggunaan jangka panjang | 7 | Pemeriksaan berkala | 5 | 315 | Perbaikan atau penggantian mesin secara berkala | Tim Maintenance, Q3 2025 | | | | | |
| Produk tidak konsisten bentuk/ukuran | 8 | Kurangnya perawatan dan pengawasan | 6 | Pemeriksaan berkala | 6 | 288 | Perawatan rutin dan pengecekan lebih sering | Tim Produksi, Q3 2025 | | | | | |
| Produk tidak sesuai spesifikasi | 7 | Human error saat pengaturan | 5 | SOP pengoperasian | 7 | 245 | Pelatihan operator secara berkala | Tim HRD & Produksi, Q3 2025 | | | | | |
| Produk cacat permukaan/ketebalan tidak | 8 | Komponen aus atau longgar | 5 | Pemeriksaan visual rutin | 6 | 240 | Pemeliharaan dan pengecekan | Tim Maintenance, | | | | | |
| Produk gagal bentuk atau | 8 | Pengaturan mesin tidak tepat | 6 | Setting manual | 6 | 288 | Pengaturan ulang proses, | Tim Produksi, Q3 2025 | | | | | |
| | | | | | | 1376 | | | | | | | |

Gambar 3. Tabel FMEA

Nilai RPN tersebut diperoleh dari hasil perkalian skor *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), yang ditentukan berdasarkan data historis cacat produksi, frekuensi kejadian selama periode pengamatan, serta hasil diskusi dengan supervisor produksi dan tim *quality Control* di PT XYZ. Skor *Severity* diberikan berdasarkan tingkat dampak cacat terhadap fungsi dan kesesuaian produk dengan standar pelanggan, skor *Occurrence* ditetapkan berdasarkan tingkat frekuensi kemunculan penyebab cacat dalam data produksi harian, sedangkan skor *Detection* ditentukan berdasarkan efektivitas sistem inspeksi dan kemampuan deteksi cacat sebelum produk masuk ke tahap berikutnya. Keausan mesin memperoleh skor tinggi karena frekuensi kejadian yang dominan serta dampaknya yang signifikan terhadap kualitas dimensi dan permukaan produk. *Human error* dalam pengaturan mesin dan ketidakstabilan *Roller* juga memberikan kontribusi terhadap cacat meskipun memiliki nilai RPN yang lebih rendah. Oleh karena itu, prioritas perbaikan difokuskan pada perawatan dan penggantian mesin secara berkala, perawatan rutin *extruder*, pengaturan ulang parameter proses injeksi, serta peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan guna menurunkan tingkat risiko kegagalan proses produksi.

e. Analisa Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, pembahasan penelitian ini menitikberatkan pada identifikasi penyebab utama terjadinya produk *Non-Good* (NG) serta perumusan usulan perbaikan pada proses produksi *Dust Cover* dan *Bracket rubber* di PT XYZ yang bergerak pada sektor industri pengolahan/manufaktur komponen karet otomotif. Analisis dilakukan melalui integrasi hasil observasi lapangan, wawancara dengan operator, serta pengolahan data menggunakan metode statistik dan alat bantu analisis kualitas seperti Diagram *Pareto*, Diagram *Fishbone*, dan pendekatan *Six Sigma*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat cacat produksi pada subsektor manufaktur komponen karet ini masih relatif tinggi dan memerlukan perhatian khusus untuk peningkatan kualitas secara berkelanjutan.

Hasil identifikasi penyebab cacat menunjukkan bahwa faktor manusia (*Man*) dan mesin (*Machine*) merupakan penyumbang utama terjadinya produk NG pada proses manufaktur karet otomotif. Jenis cacat yang dominan meliputi goresan permukaan, gelembung udara, ketebalan tidak merata, deformasi bentuk, dan sisa bahan yang menempel pada produk. Analisis Pareto memperlihatkan bahwa faktor human error dan

kerusakan mesin secara kumulatif menyumbang lebih dari 80% total cacat yang terjadi selama periode pengamatan. Temuan ini diperkuat oleh hasil Diagram *Fishbone* yang mengidentifikasi kategori *Man* dan *Machine* sebagai sumber masalah utama, diikuti oleh faktor *Method* dan *Material*. Selain itu, hasil perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma* menunjukkan bahwa kinerja proses produksi masih berada pada kisaran 3–4 *Sigma*, yang menandakan bahwa kapabilitas proses pada industri pengolahan komponen karet ini belum optimal dan masih memiliki peluang perbaikan yang signifikan.

Berdasarkan hasil analisis *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), diketahui bahwa penyebab cacat dengan tingkat risiko tertinggi adalah keausan mesin dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 315, diikuti oleh ketidakstabilan *extruder* dan kesalahan dalam proses injeksi cetakan dengan nilai RPN masing-masing sebesar 288. Faktor lain seperti human error dalam pengaturan mesin dan ketidakstabilan *Roller* juga memberikan kontribusi terhadap penurunan kualitas produk. Tingginya nilai RPN pada faktor-faktor tersebut menunjukkan bahwa perbaikan pada industri pengolahan komponen karet otomotif perlu difokuskan pada aspek manusia, mesin, dan metode kerja melalui pendekatan yang sistematis dan terintegrasi.

Usulan perbaikan yang dirumuskan mencakup peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan dan standarisasi prosedur kerja, penerapan sistem monitoring dan *preventive maintenance* pada mesin produksi, serta evaluasi dan optimasi parameter proses injeksi. Selain itu, perbaikan kondisi lingkungan kerja melalui pengendalian suhu, pencahayaan, dan penerapan prinsip 5S juga diperlukan untuk mendukung stabilitas proses produksi. Secara keseluruhan, penerapan *Lean Six Sigma* yang dikombinasikan dengan FMEA pada konteks industri pengolahan komponen karet otomotif ini menunjukkan potensi dalam menurunkan tingkat cacat produksi, meningkatkan *Level Sigma*, serta menciptakan proses produksi yang lebih efisien dan stabil. Namun demikian, hasil penelitian ini bersifat kontekstual dan tidak secara langsung

digeneralisasikan pada seluruh sektor industri nasional Indonesia tanpa mempertimbangkan karakteristik proses produksi masing-masing subsektor.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menyimpulkan bahwa tingginya cacat produksi pada *Dust Cover* dan *Bracket rubber* di PT XYZ terutama disebabkan oleh kondisi mesin dan faktor manusia, seperti keausan alat, *extruder* tidak stabil, serta kesalahan operator. Analisis *Pareto*, *Fishbone*, dan FMEA menunjukkan bahwa sebagian besar cacat berasal dari segelintir penyebab utama, dengan RPN tertinggi pada keausan mesin (315). Usulan perbaikan difokuskan pada empat aspek: peningkatan kompetensi operator, perawatan mesin yang terjadwal, perbaikan lingkungan kerja, dan penyempurnaan metode produksi. Metode FMEA terbukti efektif dalam identifikasi risiko, dan kombinasi alat analisis visual seperti *Pareto* dan *Fishbone* direkomendasikan dalam pengendalian kualitas. Penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk pengembangan studi lanjutan menggunakan pendekatan seperti SPC, DMAIC, atau IoT, serta mendorong kolaborasi akademik-industri dalam peningkatan mutu berkelanjutan di era manufaktur *modern*.

5. Daftar Pustaka

- [1] M. Saifullah Nasik and A. Pusakaningwati, "Analisis pengendalian cacat produk begel motor dengan metode *Six Sigma* di UMKM IMVSPEEDSHOP," *Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 6, no. 2, pp. 189–202, 2025, doi: 10.37373/jenius.v6i2.
- [2] Najma Tsaqif Al Fasya and Nur Muflihah, "Pendekatan *Lean Six Sigma* Untuk Meningkatkan Kualitas Produk (Studi Kasus Pt.Karya Jati Global)," *Jurnal Penelitian Bidang Inovasi & Pengelolaan Industri*, vol. 5, no. 1, pp. 76–86, Sep. 2025, doi: 10.33752/invantri.v5i1.10425.
- [3] M. rafi faizal bachri and R. Fauzi, "Jurnal Teknik Industri Analisis Produk Cacat Scratch Pada Proses Perakitan Di PT. PIN Dengan Metode DMAIC,"

- Jurnal Teknik Industri*, vol. 6, no. 01, pp. 25–34, 2025.
- [4] Siska Apri Andita, Siti Rahayu, and Hasyrani Windyatri, “Penerapan DMAIC *Six Sigma* dan FMEA Untuk Meningkatkan Kualitas Produk di PT XYZ Menuju Zero Defect,” *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 58–69, Jul. 2025, doi: 10.37721/kalibrasi.v8i2.1620.
- [5] E. Hariyanto and H. Purba, “Analisis Penurunan Defect Produk Rubber House Pada Proses Produksi dengan Metode Lean *Six Sigma* di Perusahaan Manufacture Rubber,” *Proceeding Mercu Buana Conference on Industrial Engineering*, vol. 7, pp. 2988–4284, 2025, doi: 10.22441/MBCIE.2025.34212.
- [6] Setiawan, T. N. Wiyanto, H. Herlambang, D. Nasihardani, and H. S. D. Putri, “The Reduction of Paint Defects Through DMAIC Approach to Improve Product Quality in the Automotive Industry,” *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, vol. 23, no. 1, pp. 18–27, 2025, doi: 10.52330/jtm.v23i1.418.
- [7] A. Nathanael Sitanggang, “Application of Lean *Six Sigma* and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) to Reduce Waste Defects in The Paper Slitting Production Process on Release Liner at Paper Manufacturing Company,” *International Journal of Economics Development Research*, vol. 6, no. 3, pp. 1813–1831, 2025.
- [8] Handy Natan Permana and Dwi Sukma Donoriyanto, “Penerapan Metode *Six Sigma* dan Failure Mode Effect Analyze Untuk Meminimalisasi Defect di PT. ABC,” *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 2, no. 1, pp. 34–44, Jan. 2024, doi: 10.61132/venus.v2i1.79.
- [9] N. Sholikin, B. Nugrahadi, A. Oktaviana Trisna Devi, and Y. Primasanti, “Penerapan Lean *Six Sigma* Dalam Upaya Mengurangi Waste Produk Cacat Pada Proses Produksi Cetak di PT XYZ,” *JIMSTEK*, vol. 7, no. 01, pp. 85–94, 2025, doi: 10.47942/jimstek.v7i02.2106.
- [10] S. Imam, N. Nahdah, and I. Yamin, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk X Menggunakan Lean *Six Sigma*,” *Jurnal Teknik Industri (JURTI)*, vol. 2, no. 2, pp. 104–112, 2023.
- [11] F. Y. Rochmatullah and Rusindiyanto, “ITEJ Information Technology Engineering Journals Application of *Six Sigma* and FMEA Methods for Defect Reduction in Woven Bag Production,” *Information Technology Engineering Journals*, vol. 10, no. 1, pp. 119–131, 2025.
- [12] N. Iman Muvidah, E. Wuryaningtyas Yunitasari, and Kusmendar, “Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Lean *Six Sigma* dan Fuzzy FMEA Dalam,” *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 7, no. 2, pp. 86–95, 2023, doi: 10.09.2023.
- [13] M. F. N. Mohammad Faisal Nurfaizi and Widya Setiafindari, “Upaya Perbaikan Kualitas Produk Dengan Metode *Six Sigma* dan FMEA di PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri,” *JURNAL Ilmiah Teknik Industri dan Inovasi*, vol. 2, no. 4, pp. 1–16, Oct. 2024, doi: 10.59024/jisi.v2i4.803.
- [14] N. Dwi Purnomo, I. Mindhayani, and I. Permatasari, “Analisis Kualitas Produksi Flends Menggunakan Metode *Six Sigma* Dan FMEA,” *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol. 5, no. 2, pp. 99–107, 2023.
- [15] G. Adi Nugraha, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Part ARB Menggunakan Lean *Six Sigma* dengan Konsep DMAIC,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 13, pp. 140–148, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6961496.