

Pengendalian Kualitas Pada Produksi *Spare part* Motor Menggunakan Metode FMEA dan FTA

[Quality Control in Motorcycle *Spare parts* Production Using the FMEA and FTA Methods]

Moch. Devan Rangga Putra Al-azhar¹⁾, Wiwik Sulistiyowati ^{*,2)}

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: wiwik@umsida.ac.id

Abstract. PT XYZ is a company engaged in the motorcycle spare parts business, located in East Java. The average product defect rate from June 2024 to November 2024 reached 10.9%, exceeding the company's expected monthly tolerance limit (5%). The objectives of this study are to determine the highest RPN value, identify the causes of product failure, and provide recommendations for improvement. The methods used in this research is Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). The results of this study indicate that rust on the backing plate is the failure mode with the highest RPN 140. The causes of this failure include human error, suboptimal machine parameters, incomplete quality double-checking, unstable raw material quality, and humid storage conditions. The recommended improvements include the need to enhance quality standards and SOPs across all aspects, ranging from inspection checklists and material quality to humidity control in storage areas.

Keywords – Quality improvement, defect product, FMEA, FTA

Abstrak. PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang spare part sepeda motor yang berada di Jawa Timur. Rata-rata kecacatan produk di bulan Juni 2024 sampai November 2024 mencapai 10,9% dan melebihi batas standar toleransi perbulan yang diharapkan perusahaan (5%). Tujuan penelitian ini adalah menentukan nilai RPN tertinggi, mengetahui penyebab terjadinya kegagalan produk, dan memberikan rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). Hasil penelitian ini yaitu backing plate karat merupakan failure mode dengan nilai RPN tertinggi 140. Penyebab terjadinya kegagalan tersebut yaitu human error, parameter mesin tidak optimal, double checking kualitas tidak menyeluruh, kualitas bahan baku yang tidak stabil, dan storage yang lembab. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah perlunya peningkatan standar kualitas dan SOP pada semua aspek mulai dari checklist inspection, kualitas material, hingga pengendalian kelembaban pada storage.

Kata Kunci – Peningkatan kualitas, cacat produk, FMEA, FTA

I. PENDAHULUAN

PT XYZ adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang *spare part* sepeda motor yang berada di Jawa Timur. Perusahaan ini memproduksi aneka *spare part* dari berbagai macam merk sepeda motor yang beredar di Indonesia. Dengan berbagai macam jenis produk yang diproduksi membuat perusahaan masih memiliki kendala mengenai kualitas produk perusahaan, dimana kecacatan pada proses produksi tidak dapat dihindarkan. Sehingga, membuat target dari produksi tidak mencapai terget dan menyebabkan pendistribusian *spare part* mengalami kendala atau tidak tepat waktu. Pada saat ini, berbagai industri merancang dan menerapkan sistem pengendalian kualitas untuk mengantisipasi tuntutan persaingan yang semakin kompetitif serta untuk mengurangi biaya kualitas yang disebabkan oleh ketidaksesuaian produk. Tujuan pengendalian kualitas adalah untuk menghasilkan produk yang seragam dengan mengidentifikasi faktor penyebab kecacatan produk, meningkatkan hubungan dengan pelanggan, meningkatkan keuntungan, dan meningkatkan kualitas produk [1]. Pengendalian kualitas dilakukan sejak awal proses produksi hingga akhir proses produksi. Tujuan pengendalian kualitas adalah untuk memastikan bahwa produk memenuhi standar yang diinginkan dan direncanakan serta untuk meningkatkan kualitas produk yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan agar sebisa mungkin mencapai kualitas yang memadai. Dengan demikian, apabila perusahaan memiliki kualitas yang baik, maka pemilik Kemampuan suatu produk untuk melakukan fungsinya, seperti daya tahan, ketepatan waktu operasi, perbaikan waktu, dan atribut lainnya yang penting, dikenal sebagai kualitas produk [2]. Pentingnya kualitas diutamakan demi kelangsungan bisnis, termasuk berkualitasnya produk dan harga dan waktu pelayanan harus ditingkatkan sehingga dapat meningkatkan daya saing perusahaan [3].

Berdasarkan data rata-rata kecacatan produk dibulan Juni 2024 sampai November 2024 mencapai 10,9%. Data kegagalan tersebut terdiri dari bulan Juni sebesar 10,1%, bulan Juli sebesar 9,7%, bulan Agustus 10,2%, bulan September 12,7%, bulan Oktober 9,9%, bulan November 12 dan bulan Desember 11,4%. Angka tersebut melebihi batas standart toleransi perbulan yang diharapkan tidak melebihi 5%. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan yang ada diperusahaan dan mewujudkan target produksi yang direncanakan.

Untuk melakukan pengendalian kualitas pada PT XYZakan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)*. Metode FMEA dipilih untuk menganalisis penyebab permasalahan kualitas dan sebagai pencegahan terjadinya kecacatan yang terjadi pada perusahaan, sedangkan metode FTA digunakan untuk menganalisis akar penyebab kegagalan produk. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan, terjadi dalam sebuah system, desain, proses atau pelayanan (*service*) [4]. Dengan bantuan peta aliran proses, potensi kegagalan yang dapat terjadi selama proses produksi dapat diidentifikasi secara sistematis. Setelah seluruh potensi kegagalan teridentifikasi, perusahaan dapat melakukan analisis dengan memberikan nilai atau peringkat pada setiap kegagalan berdasarkan standar *Risk Priority Number (RPN)* [5]. Selanjutnya, *Fault Tree Analysis (FTA)* digunakan sebagai metode untuk mengidentifikasi risiko sekaligus menelusuri akar penyebab terjadinya kegagalan. Melalui metode ini, disusun pohon kesalahan yang diawali dari peristiwa utama (*top event*), kemudian diuraikan ke berbagai faktor penyebab hingga mencapai penyebab dasar (*root cause*) yang memicu terjadinya kegagalan [6].

Penelitian terdahulu yang pembahasannya sama dengan penelitian ini adalah dari Firdaus (2023) menggunakan metode FMEA untuk mengatasi permasalahan bongkar muat alat kering dan basah, hasil dari penelitiannya yaitu Berdasarkan nilai RPN (*Risk Priority Number*), terdapat 3 (tiga) jenis risiko yang paling tinggi, yaitu salah satunya sirkulasi truk tidak lancar dengan nilai 192[7]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Meta Yolanda (2023) [8] yang menggunakan metode FTA untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada departemen interior. Berdasarkan hasil FTA, diperlukan perbaikan untuk mengurangi cacat di Departemen Interior. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah membuat formulir daftar periksa agar operator lebih mudah membersihkan kasur secara rutin, memeriksa apakah cairan anti lengket telah disemprotkan dua kali, dan memastikan cat telah disemprotkan dua kali. Melalui penggabungan kedua metode tersebut, penelitian ini mampu mengidentifikasi bahwa *backing plate karat* merupakan *failure mode* dengan nilai RPN tertinggi yaitu sebesar 140 dengan rating *severity* 7, *occurrence* 5, dan *detection* 4. Analisis FTA pada penyebab *backing plate karat* berdasarkan faktor 5M (*man, machine, method, material, dan environment*) didapatkan penyebab terjadinya kegagalan tersebut yaitu *human error*, parameter mesin tidak optimal, *double checking* kualitas tidak menyeluruh, kualitas bahan baku yang tidak stabil, dan *storage* yang lembab. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah perlunya peningkatan standar kualitas dan SOP pada semua aspek mulai dari checklist inspection, kualitas material, hingga pengendalian kelembaban pada *storage*. Tujuan penelitian ini adalah menentukan nilai RPN tertinggi dari permasalahan, mengetahui faktor-faktor akar masalah penyebab terjadinya kegagalan produk pada saat proses produksi, dan memberikan rekomendasi hasil kajian pemecahan masalah kegagalan produk.

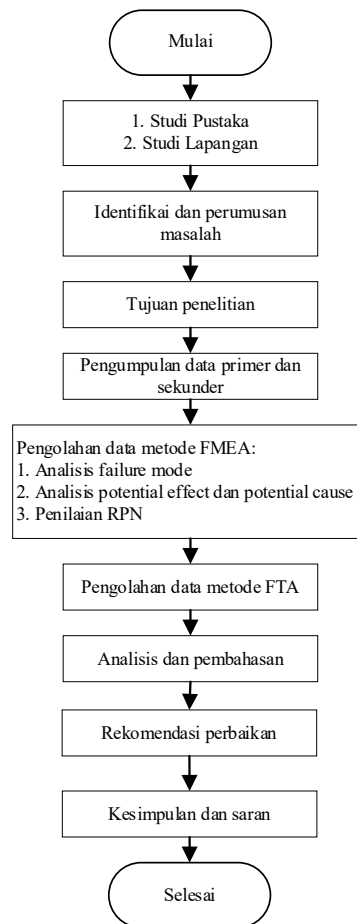
II. METODE

A. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian akan dilakukan di PT XYZ yang berada di Mojokerto selama 6 bulan yang terhitung pada bulan Oktober 2024 – Maret 2025

B. Langkah-langkah Penelitian

Berikut merupakan langkah-langkah penelitian yang dilakukan mulai dari tahap studi pendahuluan (studi pustaka dan studi lapangan), identifikasi dan perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, hingga tahap akhir berupa kesimpulan dan saran. Diagram alir yang menggambarkan langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Langkah-langkah penelitian ini disajikan dalam gambar 1 dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Studi pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan dengan melakukan studi pustaka dan studi lapangan. Studi pustaka bertujuan untuk mencari informasi dari penelitian sebelumnya yang bersumber dari jurnal maupun buku. Studi lapangan bertujuan untuk melihat langsung proses produksi *sparepart*.

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Hasil dari studi pustaka dan studi lapangan digunakan sebagai dasar untuk membuat rumusan masalah melalui proses identifikasi mulai dari proses produksi hingga barang lulus uji kualitas *finish good*.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan poin-poin yang akan dicapai atau diperoleh sebagai hasil dari dilakukannya penelitian ini. Tujuan penelitian juga digunakan sebagai acuan serta batas dalam pengambilan data dan pembahasan agar topik tetap terfokus dan jelas.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis data, yaitu data primer dan data skunder. Data primer diperoleh dari melakukan studi lapangan berupa hasil wawancara maupun observasi secara langsung. Data skunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari literatur terdahulu seperti jurnal dan buku.

5. Pengolahan data

Data yang telah dikumpulkan pada penelitian ini selanjutnya diolah menggunakan metode FMEA

Metode Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) terdiri atas delapan tahapan utama [9]. Tahapan tersebut meliputi identifikasi potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecacatan pada proses produksi, identifikasi *failure mode* yang mungkin terjadi, serta penentuan *potential effect* atau dampak yang ditimbulkan dari setiap *failure mode*. Selanjutnya dilakukan identifikasi penyebab (*potential cause*) dan metode deteksi (*detection mode*) terhadap setiap *failure mode* pada proses produksi. Tahap berikutnya adalah memberikan penilaian terhadap tiga parameter utama, yaitu *Occurrence* (O), *Severity* (S), dan *Detection* (D), dengan skala penilaian 1–10 sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Nilai Severity [10].

<i>Effect</i>	<i>Severity Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Bentuk kegagalan tidak ada efek samping	1
Sangat minor	Tidak berakibat langsung	2
Minor	Efek terbatas	3
Sangat rendah	Perlu sedikit <i>rework</i>	4
Rendah	Memerlukan <i>rework</i> cukup banyak	5
Sedang	Produk rusak (<i>reject</i>)	6
Tinggi	Mengakibatkan gangguan peralatan	7
Sangat tinggi	Mengakibatkan gangguan mesin	8
Berbahaya peringatan	Gangguan mesin sehingga mesin berhenti	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Mengakibatkan gangguan mesin dan mengancam keselamatan pekerja	10

Tabel 2. Nilai Occurance [10].

<i>Probability of Failure</i>	<i>Failure Rates</i>	<i>Rating</i>
Sangat tinggi	Terjadi setiap 1 dalam 2 <i>item</i>	10
	Terjadi setiap 1 dalam 3 <i>item</i>	9
Tinggi	Terjadi setiap 1 dalam 8 <i>item</i>	8
	Terjadi setiap 1 dalam 20 <i>item</i>	7
Sedang	Terjadi setiap 1 dalam 80 <i>item</i>	6
	Terjadi setiap 1 dalam 400 <i>item</i>	5
	Terjadi setiap 1 dalam 2000 <i>item</i>	4
Rendah	Terjadi setiap 1 dalam 15000 <i>item</i>	3
Sangat rendah	Terjadi setiap 1 dalam 150000 <i>item</i>	2
Remote	Terjadi setiap 1 dalam 1500000 <i>item</i>	1

Tabel 3. Nilai Detection [10].

<i>Detection</i>	<i>Criteria of Detection by Process</i>	<i>Rating</i>
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol	10
Sangat jarang	Alat pengontrol yang sulit dipahami	9
Jarang	Alat pengontrol sulit mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan <i>control</i> /kegagalan sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan <i>control</i> /kegagalan rendah	6
Sedang	Kemampuan <i>control</i> /kegagalan sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan <i>control</i> /kegagalan sangat tinggi	4
Tinggi	Kemampuan <i>control</i> /kegagalan tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan <i>control</i> /kegagalan sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan <i>control</i> /kegagalan hampir pasti	1

Menghitung nilai RPN dengan rumus:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots (1)$$

Sumber: [11] dan [12].

Memberikan rekomendasi perbaikan terhadap penyebab kegagalan, alat kontrol, dan efek yang diakibatkan. Berikut langkah dalam melakukan analisis dengan metode FMEA:

1. Menentukan penyebab terjadinya kegagalan dengan berpacu pada proses produksi.
2. Menentukan nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection* pada setiap penyebab kegagalan dengan berpacu pada nilai standart tabel.

Merekap penilaian *occurrence*, *severity*, dan *detection* untuk menghasilkan nilai RPN (*Rank Priority Number*).

Selanjutnya pengolahan data menggunakan Metode FTA. Berikut langkah dalam melakukan analisis dengan metode FTA:

1. Tentukan penyebab kegagalan yang ada.

2. Membuat model grafis pohon kesalahan dari penyebab kegagalan.
3. Menentukan penyebab kegagalan terkecil dari analisis pohon kesalahan.
4. Membuat usulan perbaikan.

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) merupakan metode analisis yang menggunakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko dengan mempertimbangkan tiga parameter utama, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) [13]. Dalam penelitian ini, metode FMEA diterapkan untuk mengevaluasi setiap penyebab kegagalan pada proses produksi melalui perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan skala penilaian 1–10 pada masing-masing parameter. Penggunaan metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan beserta dampak yang ditimbulkannya sehingga memudahkan proses penentuan prioritas risiko dan penyusunan tindakan perbaikan yang tepat [14]. Nilai RPN diperoleh dari hasil perkalian ketiga parameter, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) [15]. Berikut adalah rumus RPN:

$$RPN = O \times S \times D \quad (1)$$

Sumber: [15]

Risk Priority Number (RPN) merupakan nilai yang digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko dari setiap potensi kegagalan. Nilai RPN membantu perusahaan dalam mengidentifikasi penyebab kegagalan yang memiliki tingkat risiko tertinggi sehingga dapat menjadi prioritas dalam pelaksanaan tindakan perbaikan. Perhitungan RPN didasarkan pada tiga parameter utama, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Kombinasi ketiga parameter tersebut memungkinkan identifikasi terhadap penyebab kegagalan yang paling berpotensi terjadi dan memberikan dampak signifikan. Parameter *Severity* dinilai menggunakan skala 1–10, di mana nilai 1 menunjukkan tingkat keparahan paling rendah dan nilai 10 menunjukkan dampak yang sangat serius. Parameter *Occurrence* juga menggunakan skala 1–10, dengan nilai 1 menunjukkan kemungkinan terjadinya kegagalan yang sangat kecil, sedangkan nilai 10 menunjukkan kemungkinan kegagalan yang sangat tinggi. Sementara itu, parameter *Detection* dinilai pada skala yang sama, di mana nilai 1 menunjukkan bahwa kegagalan sangat mudah dideteksi, sedangkan nilai 10 menunjukkan bahwa kegagalan sangat sulit untuk dideteksi [16].

Tingkat risiko ditentukan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Semakin tinggi nilai RPN, semakin besar tingkat keparahan dan prioritas suatu potensi kegagalan yang harus ditangani [17]. Oleh karena itu, nilai RPN yang tinggi menunjukkan bahwa risiko tersebut memerlukan perhatian utama serta menjadi prioritas dalam penerapan langkah-langkah pengendalian dan mitigasi untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kegagalan [17]. Dalam perhitungan nilai RPN dilakukan prioritas berdasarkan risiko, setiap kesalahan atau kegagalan serta dampaknya dengan memperhatikan faktor keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*) dan kemampuan deteksi (*detection*) [17].

Nilai RPN dibagi ke dalam tingkat kritis normal, semi-kritis, dan kritis [18].

- a) Level Normal, yaitu kondisi ketika nilai RPN berada di bawah 70 ($RPN < 70$). Pada kategori ini, tingkat risiko tergolong rendah sehingga umumnya tidak memerlukan tindakan korektif maupun preventif, meskipun upaya perbaikan tetap dapat dilakukan sebagai langkah antisipasi.
- b) Level Semi-Kritis, yaitu kondisi ketika nilai RPN berada pada rentang 70 hingga 140 ($70 < RPN < 140$). Pada kategori ini, setidaknya salah satu dari tiga parameter penyusun RPN memiliki nilai di atas 5. Meskipun tingkat risikonya masih tergolong sedang, tindakan korektif maupun preventif perlu segera dipertimbangkan untuk mencegah peningkatan risiko, dan
- c) Level Kritis, yaitu kondisi ketika nilai RPN melebihi 140 ($RPN > 140$). Pada kategori ini, setidaknya dua dari tiga parameter penyusun RPN memiliki nilai yang tinggi sehingga tingkat risiko menjadi sangat signifikan. Oleh karena itu, diperlukan tindakan korektif dan/atau preventif secara segera untuk mengurangi potensi kegagalan yang dapat terjadi.

6. Analisis dan Pembahasan

Hasil pengolahan data menggunakan metode FMEA selanjutnya dianalisis lebih lanjut menggunakan metode FTA untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan yang menyebabkan *product defect*.

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan model grafis yang diterapkan sebagai pendekatan analisis yang bersifat *top down* yang dimaksud dengan awalan asumsi kegagalan dari *top event* yang selanjutnya dirinci hingga sampai pada kegagalan yang mendasar atau disebut dengan *root cause* [19]. Adapun simbol yang digunakan dalam analisis FTA sebagai berikut:

Tabel 3. Simbol dalam analisis FTA

Simbol	Arti
	<i>Basic event</i> , <u>dasar inisiasi</u> , <u>kesalahan</u> .
	<i>Conditioning event</i> , <u>kondisi spesifik</u> .
	<i>Undevelopment event</i> , <u>kondisi yang tidak dapat dikembangkan</u> .
	<i>External event</i> , <u>kondisi yang diharapkan muncul</u> .
	<i>Logic event AND</i> , <u>kondisi kesalahan manual akibat semua input salah</u> .
	<i>Logic event OR</i> , <u>kondisi kesalahan akibat salah satu input bermasalah</u> .
	<i>Top event</i> , <u>kondisi yang menunjukkan kegagalan yang akan diteliti lagi</u> .
	<i>Transferred event</i> , <u>kondisi kejadian berbeda dengan halaman lain</u> .

Sumber: [20]

7. Rekomendasi perbaikan

Rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil analisis FTA didapatkan dari *focus group discussion* dengan SPV QC, *leader* produksi, dan SPV *warehouse*. Diharapkan hasil yang didapatkan dapat diimplementasikan oleh perusahaan, agar dapat mengurangi kecacatan produk dan meningkatkan produktivitas dari perusahaan.

8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diambil dari poin yang ada di tujuan penelitian, yaitu untuk mengetahui nilai RPN tertinggi, penyebab terjadinya kegagalan, serta rekomendasi perbaikan. Saran diberikan untuk penelitian selanjutnya untuk mendukung perkembangan penelitian sehingga didapatkan hasil yang lebih baik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan data

Pada proses pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data yang dikumpulkan dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer adalah informasi yang diperoleh secara langsung serta pengamatan lapangan pada karyawan bagian line produksi PT XYZ dari *start* hingga *finishing*. Partisipan yang digunakan sebagai sumber informasi dalam penelitian adalah SPV *quality control*, *leader* produksi, dan SPV *warehouse*.

Data sekunder merujuk pada data yang diperoleh secara tidak langsung, biasanya dapat diambil dari dokumen perusahaan atau catatan-catatan yang telah ada sebelumnya. Data yang diambil mencakup informasi tentang berapa jumlah produk reject, jumlah produk repair, jumlah produk jadi.

Tabel 4. Data *reject product*.

Bulan	Kampus rem packing (pcs)	Defect (pcs)	% Defect
JUNI	314,700	31,816	10.1%
JULI	233,680	22,667	9.7%
AGUSTUS	145,400	14,889	10.2%
SEPTEMBER	257,740	32,656	12.7%
OKTOBER	331,360	32,871	9.9%
NOVEMBER	162,540	19,505	12.0%
DESEMBER	136,510	15,532	11.4%
AVERAGE			10.9%

Sumber: Data diolah, 2026

Berdasarkan tabel 4 diketahui bahwa persentase *defect* tiap bulan sangat tinggi dengan rata-rata 10.9%. Produk cacat yang tidak lulus standar kualitas akan masuk sebagai data awal atau *product defect* dan akan ditindak lanjut oleh tim *quality control*.

B. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari tahap pengumpulan data akan dianalisis *failure mode* atau risiko kegagalan yang menyebabkan terjadinya *defect product*. *Failure mode* yang terjadi selama proses produksi *sparepart* (kampus rem)

dianalisis berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan *in-depth interview* dengan SPV *quality control*, *leader produksi*, dan *SPV warehouse*. Hasil analisis disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Analisis *failure mode*

Komponen	Failure Mode	Potential Cause	Potential Effect
Kardus	Kardus peyok	Kualitas bahan baku buruk	Tidak bisa melindungi <i>sparepart</i> ; <i>sparepart</i> rusak
Kotak	Dimensi tidak sesuai	die aus	<i>sparepart</i> longgar, <i>sparepart</i> bergesekan
Etiket	Etiket tidak tercetak dengan jelas	<i>nozzle</i> tinta tersumbat, tinta kering	Tidak bisa discan, tidak bisa didata sebagai bahan masuk
Per	Per patah	<i>heat treatment</i> gagal	fungsi rem tidak maksimal
	Per kendor	<i>heat treatment</i> gagal	fungsi rem tidak maksimal
Kampas rem	Kampas overheat	waktu curing terlalu panjang	Daya cengkram menurun
	Backing plate karat	Proses <i>coating</i> kurang menyeluruh	Rem slip
Kulit	Delaminasi	Bonding lem tidak sempurna	Lapisan gesek lepas dari backing plate
	Kulit sobek	Grade bahan rendah	nilai jual turun
	Kulit berjamur	kontaminasi	mudah sobek
	Kulit miring	<i>human error</i> , jig penahan figur miring	Cepat aus, bagian tidak merata
Gesper	Gesper patah	material getas	<i>sparepart</i> lepas
	Gesper tidak mengunci	mold wear	<i>sparepart</i> lepas

Analisis *failure mode* pada tabel 5 menunjukkan bahwa tiap komponen dalam produksi *sparepart* kampas rem menimbulkan barang *defect* atau barang yang tidak lolos uji kualitas *finished good* sebelum dikirim ke *customer*. Komponen yang terlihat kurang penting ternyata mampu menimbulkan *failure* yang menyebabkan *sparepart* tidak lolos uji kualitas dan masuk sebagai data *aval*/barang *reject*.

Failure mode yang telah dianalisis akan diberikan penilaian berdasarkan tingkat keparahan yang ditimbulkan (*severity*), frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan tingkat pengendalian (*detection*). Penilaian dilakukan oleh SPV QC, *leader produksi*, dan SPV *warehouse*. Lebih lanjut hasil penilaian S, O, dan D akan dihitung menggunakan rumus (1) untuk menghasilkan nilai RPN (*risk priority number*). Hasil penilaian dan perhitungan RPN disajikan dalam tabel 6.

Tabel 6. Ranking nilai RPN

Komponen	Failure Mode	S	O	D	RPN	Rank
Kardus	Kardus peyok	2	3	1	6	13
Kotak	Dimensi tidak sesuai	2	2	2	8	12
Etiket	Etiket tidak tercetak dengan jelas	3	3	1	9	11
Per	Per patah	7	3	3	63	5
	Per kendor	6	4	3	70	4
Kampas rem	Kampas overheat	7	3	3	72	3
	Backing plate karat	7	5	4	140	1
	Delaminasi	7	5	3	105	2
Kulit	Kulit sobek	5	4	1	20	9
	Kulit berjamur	6	3	1	18	10
	Kulit miring	5	3	3	45	8
Gesper	Gesper patah	6	3	2	36	7
	Gesper tidak mengunci	6	4	2	48	6

Tabel 6 merupakan hasil akumulasi penilaian S, O, dan D oleh narasumber dan perhitungan RPN. Berdasarkan nilai RPN, *failure mode* diurutkan berdasarkan *ranking*. Nilai RPN tertinggi berarti bahwa risiko kegagalan atau *failure mode* tersebut memberikan dampak yang besar terhadap produk *defect*. Berdasarkan tabel 5, nilai RPN tertinggi pada komponen kampas rem yaitu *failure mode backing plate* karat dengan nilai RPN 140. Nilai 7 pada *severity* merupakan hasil rata-rata dari penilaian ketiga narasumber. Nilai 7 berarti semua narasumber menilai bahwa *backing plate* karat memberikan dampak yang besar pada kualitas produk dan mampu mempengaruhi proses selanjutnya. Nilai 5 pada *occurrence* berarti bahwa *backing plate* karat terjadi cukup sering dan kegagalan hampir tidak bisa dihindari.

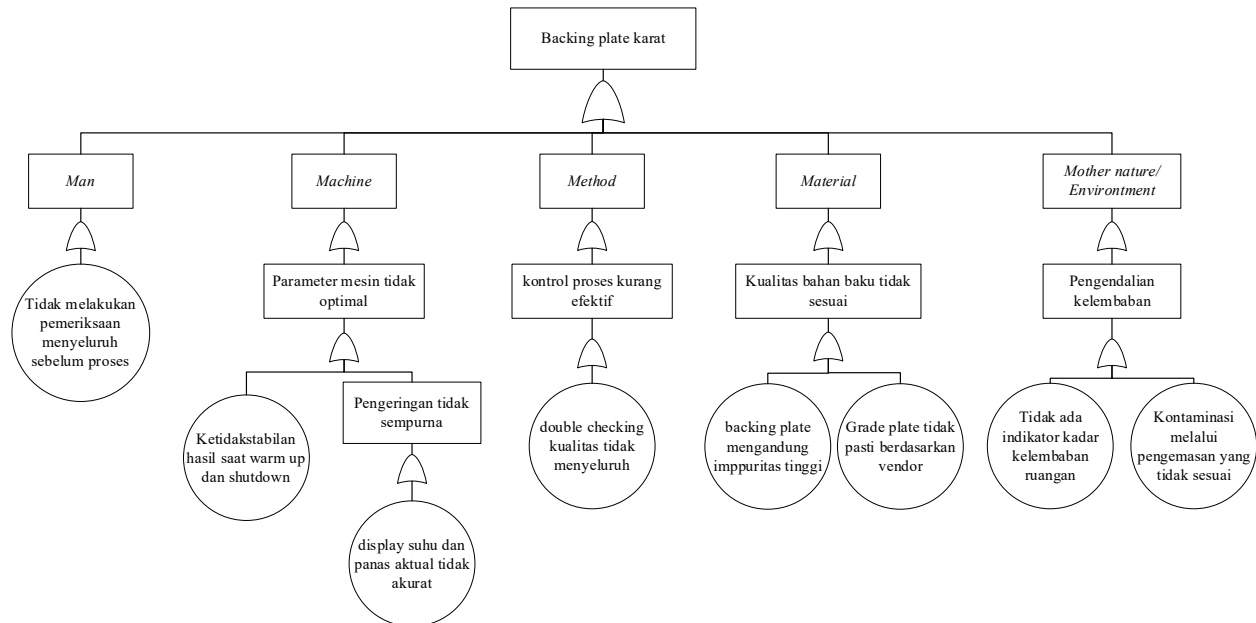
Nilai 4 pada *detection* berarti bahwa kemampuan *controlling* agar kegagalan tersebut tidak terjadi cukup rendah sehingga masih memiliki peluang untuk kegagalan tersebut terjadi lagi.

C. Analisis dan Pembahasan

Fault tree analysis (FTA) difokuskan pada *failure mode* dengan nilai RPN tertinggi, yaitu *backing plate* karat dengan nilai RPN 140. Analisis FTA digunakan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan atau *failure mode* untuk selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar penyusunan rekomendasi perbaikan.

Metode *Fault tree analysis (FTA)*

FTA dilakukan dengan pendekatan 5M, yaitu *man, machine, method, material, dan mother nature/environment*. Validasi hasil analisis dilakukan bersama dengan narasumber.



Gambar 2. *Fault tree analysis backing plate karat*

Hasil analisis FTA pada *failure mode backing plate* karat yaitu pada faktor *man* penyebab utamanya adalah operator tidak melakukan pemeriksaan menyeluruh material dan mesin sebelum proses. Diketahui bahwa operator hanya mengandalkan deteksi *reject* pada mesin karena tingginya permintaan produksi dan banyaknya varian *sparepart* kampas rem yang perlu diproses. Hal tersebut terkait dengan faktor *method*, yaitu tidak adanya aktivitas *double checking* yang dilakukan. Faktor *machine* dengan *top event* parameter mesin tidak presisi dan pengeringan tidak sempurna dikarenakan ketidakstabilan hasil saat kondisi mesin awal menyala setelah *warm up* dan kondisi mesin saat akan *shutdown*. Terkait ketidaksempurnaan hasil saat pengeringan, hal tersebut disebabkan oleh seringnya suhu aktual tidak 100% akurat dengan display suhu yang disetting oleh operator. Berdasarkan faktor material dengan *top event* kualitas bahan baku tidak sesuai, hal tersebut dikarenakan faktor kandungan impuritas yang tinggi sehingga bisa menyebabkan *backing plate* mudah untuk berkarat. Lebih lanjut, pada faktor material juga disebabkan oleh grade plate yang tidak pasti dengan adanya toleransi kualitas pada tiap vendor material sehingga hal tersebut juga memberikan dampak atas terjadinya *backing plate* karat. Faktor *mother nature* atau *environment* yaitu rendahnya pengendalian kelembaban *storage* sehingga hal tersebut dapat menyebabkan *backing plate* berkarat. Penyebab rendahnya pengendalian kelembaban yaitu tidak ada indikator atau alat yang dapat melakukan *controlling* kelembaban pada *storage*. Selain itu, kontaminasi oleh pengemasan yang tidak sesuai juga dapat menyebabkan terjadinya *backing plate* berkarat.

D. Rekomendasi perbaikan

Rekomendasi perbaikan yang diberikan berdasarkan hasil analisis *failure mode* menggunakan FTA yaitu, QC perlu memeriksa kondisi *backing plate* sebelum *in proses* dengan memperhatikan *item* pemeriksaan karat, baret, kotoran, dan ketebalan coating. Hal tersebut bertujuan untuk mencegah bahan berkarat untuk masuk ke proses selanjutnya. Rekomendasi kedua yaitu perlunya melakukan trial produk sesaat setelah *warm up* untuk mengurangi *coating* yang tidak merata yang akan menyebabkan karat. Selain itu, hal tersebut juga dapat dijadikan sebagai *sample* inspeksi sebelum mesin dan produk diproses dalam skala besar. Terkait faktor mesin, kalibrasi suhu perlu dilakukan secara

lebih sering seiring dengan semakin lama mesin tersebut beroperasi, hal tersebut bertujuan untuk mengurangi risiko pengeringan yang tidak sempurna. Rekomendasi lain yang diberikan berdasarkan lingkungan *storage* yaitu pemasangan alat pengukur kelembaban di area penyimpanan. Jika memungkinkan, untuk stok yang sudah lama, penambahan silica gel juga direkomendasikan. Pada faktor grade plate yang disebabkan oleh vendor, direkomendasikan agar memperketat QC *Incoming* dan manajemen dalam pemilihan vendor bahan baku.

IV. SIMPULAN

Produksi *sparepart* motor pada PT XYZ mengalami *failure mode* yang cukup banyak sehingga mempengaruhi tingginya persentase barang *defect* setiap bulannya. Analisis menggunakan metode FMEA menghasilkan *failure mode* dengan nilai RPN tertinggi yaitu *backing plate* karat dengan nilai RPN 140. Penyebab terjadinya kegagalan produk tersebut yaitu operator tidak melakukan pemeriksaan secara menyeluruh dan hanya mengandalkan *defect detector* pada mesin, selain itu operator juga tidak melakukan *double checking* pada material sebelum masuk ke dalam proses produksi. Penyebab dalam faktor lingkungan yaitu *storage* yang lembab dan tidak mampu mendeteksi kadar kelembaban. Selain itu, ketidakstabilan hasil saat awal *warm up* dan akan *shutdown* serta grade pada plate yang tidak sesuai SOP juga menyebabkan terjadinya *failure mode* tersebut. Rekomendasi yang diberikan yaitu pembuatan checklist inspeksi material terutama *backing plate* sebelum produksi, pemasangan *hygrometer* dan monitoring kelembaban gudang, serta perlu adanya SOP *warm up* mesin dan penjadwalan kalibrasi perlu ditingkatkan berdasarkan usia kerja mesin.

REFERENSI

- [1] I. Idris and R. Aditya Sari, "Pengendalian Kualitas Tempe Dengan Metode Seven Tools," *J. Teknovasi*, vol. 03, no. 1, pp. 66–80, 2016.
- [2] I. Nursyamsi and A. Momon, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Seven Tools untuk Meminimalkan Return Konsumen di PT. XYZ," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2701–2708, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3878.
- [3] R. T. Kusuma and W. Sulistyowati, "Quality Control Analysis on White Crystal Sugar Products Using Statistical Processing Control and Seventools Methods At PT . XYZ [Analisis Pengendalian Kualitas pada Produk Gula Kristal Putih Menggunakan Metode Statisical Processing Control dan Seventools di PT . XYZ]," *Repository Antis Publisher*, pp. 1–13, 2025.
- [4] V. Kartikasari and H. Romadhon, "Analisis Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Proses Pengalengan Ikan Tuna Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Studi kasus di PT XXX Jawa Timur," *J. Ind. View*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.26905/jiv.v1i1.2999.
- [5] A. Suherman and B. J. Cahyana, "Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi JumlahKecacatan dan Penyebabnya," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, vol. 16, pp. 1–9, 2019.
- [6] N. Ardiansyah and H. C. Wahyuni, "Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis (FTA) Di Exotic UKM Intako," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 2, no. 2, pp. 58–63, 2018, doi: 10.21070/prozima.v2i2.2200.
- [7] A. Firdaus Aufa and S. Salim Dahda, "Analisis Risiko Proses Bongkar Muat Curah Kering Dengan Menggunakan Metode Fmea (Failure Mode and Effect Analysis) Di Pt.Xyz Risk Analysis of Dry Bulk Loading Process Using Fmea (Failure Mode and Effect Analysis) Method At Pt.Xyz," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 592–598, 2023.
- [8] M. Yolanda, Y. Ekawati, and S. Noya, "Penerapan Metode Fault Tree Analysis Untuk Mencegah Kegagalan Pada Departemen Interior di PT X," *J. Sains dan Apl. Keilmuan Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 49–58, 2023, doi: 10.33479/jtiumc.v3i1.49.
- [9] A. Khatammi and A. R. Wasiur, "Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan Dengan Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis)," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 2922–2928, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i2.3853.
- [10] B. Khrisdamara and D. Andesta, "Analisis Penyebab Kerusakan Head Truck-B44 Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus : PT. Bima, Site Pelabuhan Berlian)," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 3, pp. 3303–3313, Jul. 2022, doi: 10.32672/jse.v7i3.4255.

- [11] A. F. Aufa, S. S. Dahda, and U. M. Gresik, "Analisis Risiko Proses Bongkar Muat Curah Kering Dengan Menggunakan Metode FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) DI PT XYZ," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 6, pp. 592–598, 2023.
- [12] D. Kristanto and M. Husyairi, "Analisis Titik Kritis Halal Pada Proses Produksi Kerupuk Di Jenius Snack Pleret Bantul Menggunakan Failure Mode and Effect Analisis (Fmea)," *Pros. Konf. Integr. Interkoneksi Islam Dan Sains*, vol. 4, no. 1, pp. 76–79, 2022.
- [13] H. C. Wahyuni and P. Handayani, "The Development of Strategies to Increase the Productivity of Fisheries Agro-industry Based on Halal Product Assurance System Using Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Strategi Peningkatan Produktivitas Agroindustri Perikanan Berbasis Sistem Jaminan Pro," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, vol. 12, no. 1, pp. 60–72, 2023.
- [14] M. Anisa, B. Burhan, and C. Indarto, "Food Safety Risk Analysis of Songkem Duck Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method Analisis Risiko Keamanan Pangan pada Bebek Songkem Menggunakan Metoda Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 8, no. 1, pp. 46–59, 2024.
- [15] Y. Hisprastin and I. Musfiroh, "Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri," *Maj. Farmasetika*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.24198/mfarmasetika.v6i1.27106.
- [16] H. C. Wahyuni and W. Sulistyowati, *Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur dan Jasa*. Sidoarjo: Umsida Press, 2020.
- [17] A. Sumantika, B. A. Prasetyo, and G. Sirait, "Mitigasi Risiko pada Proses Produksi Tahu Menggunakan Pendekatan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Risk Priority Number," *Jurnal Surya Teknik*, vol. 11, no. 1, pp. 40–45, 2024.
- [18] K. J. Rabbani, S. Kameswara, F. A. F. Sitohang, N. F. Maghdalena, A. Profita, and D. K. R. Kuncoro, "Analisis Risiko dan Mitigasi Risiko pada Mebel Abi Rodim dengan Menggunakan Metode FMEA dan TOPSIS," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 20, no. 2, 2021.
- [19] S. Ebrahimi, K. Vachal, and J. Szmerekovsky, "A Delphi-FMEA model to assess county-level speeding crash risk in North Dakota," *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.*, vol. 16, no. 7, p. 100688, 2022, doi: 10.1016/j.trip.2022.100688.
- [20] A. Syarifudin and J. T. Putra, "Analisis Risiko Kegagalan Komponen Pada Excavator Komatsu 150lc Dengan Metode FTA Dan FMEA Di PT. XY," *J. InTent*, vol. 4, no. 2, pp. 99–109, 2021.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.