

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *DRUM BRAKE* DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) PADA PT-XYZ

Vikri Al Fauzan¹⁾, Fahriza Nurul Azizah²⁾, Firda Ainun Nisah³⁾,
Gusti Muhammad Yngwei⁴⁾, Panca Paripurna⁵⁾

^{1, 2,3,4,5)} Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Email : vikrialfauzan13@gmail.com

Abstrak, PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi sistem pengereman untuk mobil dan motor. Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah tingginya tingkat kecacatan pada produk *drum brake*. Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi jenis *defect* yang dominan, menganalisis faktor penyebabnya, serta menyusun rekomendasi perbaikan. Proses analisis dilakukan dengan mengidentifikasi jenis *defect* yang paling sering terjadi menggunakan nilai *Risk Priority Number* (RPN), kemudian membuat *Fault Tree* untuk memetakan penyebab *defect* tersebut. Berdasarkan hasil analisis, *defect* yang paling sering terjadi adalah *Brake Cable* Ulir Sleg. Faktor penyebab *defect* ini meliputi kesalahan operator pada proses *machining*, lingkungan kerja kurang rapih, dan proses pemilihan material kurang baik. Sebagai solusi, rekomendasi perbaikan yang diusulkan adalah meningkatkan pengawasan terhadap operator serta memberikan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi dan pemahaman mereka terkait proses produksi dan SOP.

Kata Kunci : FMEA, FTA, *Drum Brake*, RPN, *Defect*

PENDAHULUAN

Komponen mesin harus memiliki kualitas yang baik dan sesuai standar, baik dari segi material maupun umur pakai yang panjang, agar dapat mendukung percepatan perkembangan industri. Mobil merupakan hasil integrasi dari berbagai komponen, termasuk mesin, sasis, pemindah daya, sistem pengereman, dan kelistrikan. Sistem pada kendaraan bermotor, baik roda dua maupun roda empat, memiliki karakteristik yang berbeda. Salah satu sistem penting adalah rem, yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan kendaraan atau mempertahankan posisi parkir di area menurun. Sistem pengereman dianggap berkualitas jika mampu menjaga kestabilan laju kendaraan (Persada et al., 2019).

Rem tromol, atau *drum brake*, adalah jenis rem yang umum digunakan pada mobil, dengan desain menyerupai rem ekspansi dan rem cakram (*disc brake*). Rem tromol memiliki keunggulan berupa daya tahan tinggi dan performa yang optimal untuk rem berukuran kecil karena lapisannya yang terlindungi. Namun, rem ini memiliki kelemahan pada kemampuan pelepasan panas (Qurohman & Syarifudin, 2016). Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk memastikan produk memenuhi standar yang ditetapkan. Meski demikian, data dari divisi *quality control*

menunjukkan bahwa masih terjadi kesalahan produk, meskipun dalam skala kecil. Hal ini berpotensi memengaruhi pencapaian target perusahaan dan menurunkan tingkat kepercayaan pelanggan. Untuk mengatasi masalah tersebut, PT XYZ perlu menerapkan strategi pengendalian kualitas yang efektif.

Dalam upaya meningkatkan kualitas produk, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sering digunakan pada tahap analisis six sigma. FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan, komponen penyebabnya, dan dampak yang ditimbulkan. Menurut (Prasetya et al., 2021), identifikasi potensi kegagalan dilakukan dengan memberikan skor pada setiap mode kegagalan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu frekuensi kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan dampak (*severity*), dan kemudahan pendeteksian (*detection*).

Risk Priority Number (RPN) merupakan hasil dari perkalian antara tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*). RPN digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko dari suatu kegagalan dalam proses. (Basuki & Chusnayaini, 2021). Teknik ini bertujuan untuk menilai risiko setiap jenis kegagalan melalui evaluasi tingkat keparahan,

frekuensi kejadian, dan kemampuan deteksi (Suryaningrat & Febriyanti, 2019).

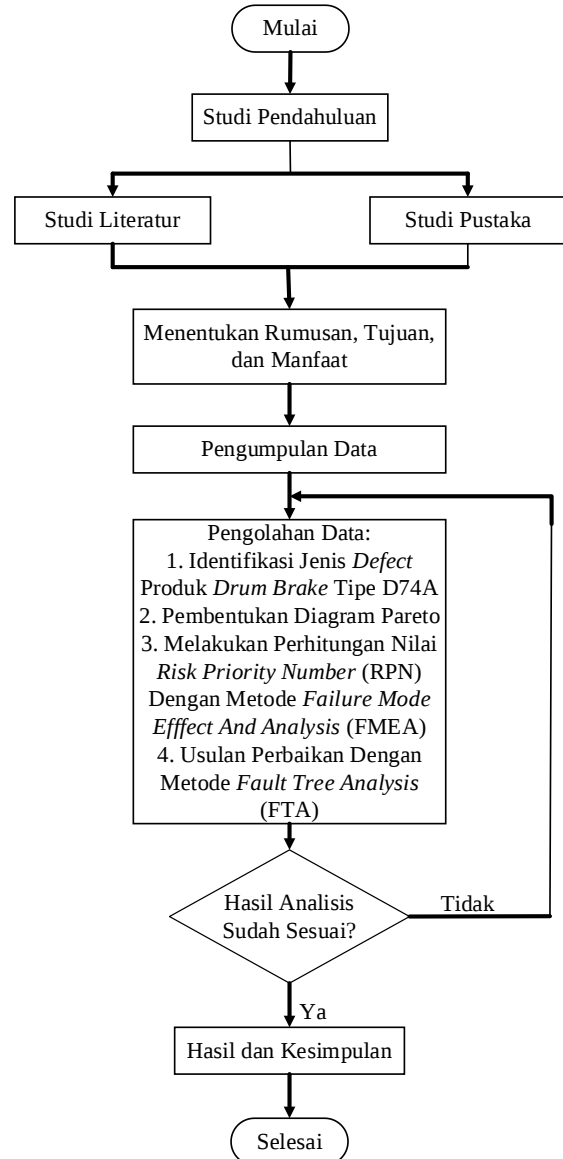
Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan pendekatan untuk menganalisis kegagalan dengan memetakan hubungan antara faktor penyebab menggunakan diagram berbentuk pohon kesalahan. Metode ini membantu mengidentifikasi risiko yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan (Hanif et al., 2015).

Keunggulan FMEA adalah kemampuannya untuk memberikan masukan yang berguna dalam meningkatkan performa sistem melalui analisis yang terstruktur. Namun, kelemahan metode ini adalah bahwa ketiga parameter (*severity*, *occurrence*, *detection*) sering diperlakukan dengan tingkat kepentingan yang sama, meskipun sebenarnya memiliki tingkat prioritas yang berbeda (Imron, 2019). Sementara itu, kelebihan FTA adalah kemampuannya dalam menghasilkan daftar kombinasi kegagalan yang berkontribusi pada kejadian puncak (*top event*). Kekurangan FTA terletak pada kebutuhan pemahaman simbol logika sebelum dapat menguraikan penyebab kejadian puncak (Pratama & Suhartini, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis jenis *defect* paling umum pada produk *drum brake*, mengevaluasi penyebabnya, serta memberikan rekomendasi untuk meminimalkan kesalahan dan meningkatkan kualitas produk.

METODE

Dalam penelitian ini, penulis menerapkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat risiko setiap jenis kegagalan dengan menilai tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*) (Muhazir, A. et al., 2020). Sementara itu, metode FTA digunakan untuk menganalisis dan merinci kesalahan melalui pendekatan yang sistematis. Dalam proses pengolahan data menggunakan FMEA dan FTA, tabel *Risk Priority Number* (RPN) digunakan untuk menghitung dan menentukan tingkat risiko dari kesalahan yang memiliki potensi dampak tertinggi. Data penelitian diperoleh melalui metode wawancara, observasi langsung, serta pengolahan data historis dari perusahaan.



Gambar 1. Flowchart Penelitian
Sumber: Penulis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis Defect Produk Drum Brake

Penulis memperoleh data laporan penilaian kualitas produk untuk tahun 2023. Data tersebut mencakup informasi mengenai jenis *defect*, jumlah *defect*, serta waktu terjadinya *defect* setiap bulan dalam periode satu tahun. Setelah itu, penulis mengumpulkan seluruh *defect* yang terjadi pada produk dan mengidentifikasi *defect* yang paling sering muncul. Hasil pengamatan mengenai data *defect* produk tahun 2023 disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Data *Defect* Selama Tahun 2023

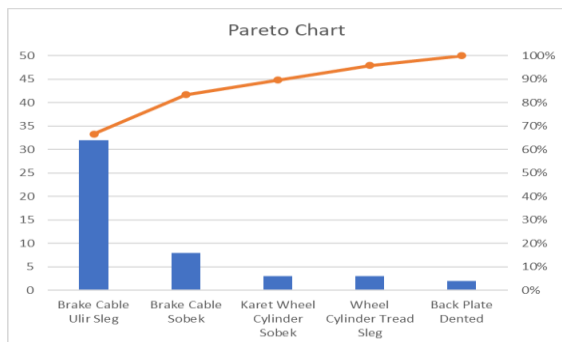
Jenis Defect	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sept	Okt	Nov	Dec	Jumlah Defect
Back Plate Dented	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Brake Cable Ulir Sleg	3	7	6	2	0	0	1	1	0	3	5	4	32
Brake Cable Sobek	0	0	1	0	0	2	0	1	0	1	1	2	8
Karet Wheel Cylinder Sobek	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
Wheel Cylinder Tread Sleg	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	3
Total Defect	3	8	7	3	0	3	1	2	1	5	6	9	48

Sumber: PT. XYZ

Pada Tabel 1 untuk masing-masing jenis *defect* yang terjadi sepanjang tahun 2023. Jenis *defect* yang paling dominan terjadi yaitu *Brake Cable Ulir Sleg* dengan jumlah 32 Komponen.

Pareto Chart

Pembuatan *pareto chart* dan perhitungan persentase jenis *defect* dilakukan untuk mengidentifikasi jenis *defect* yang paling dominan terjadi di PT XYZ. Berdasarkan data rekapitulasi *defect* produk *drum brake* sepanjang tahun 2023, *pareto chart* yang merepresentasikan rekapitulasi data tersebut ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Pareto Chart* Produk Defect Tahun 2023

Sumber: Penulis

Berdasarkan Gambar 2, *defect* pada produk *drum brake* yang paling mendesak untuk diperbaiki adalah *brake cable* ulir sleg, dengan persentase kerusakan mencapai 67%. Selain itu, *defect* lain yang sering terjadi mencakup *brake cable* sobek, *karet wheel cylinder* sobek, *wheel cylinder tread sleg*, serta *back plate dented*.

Perhitungan Nilai Risk Priority Number (RPN) dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Data produksi yang dikumpulkan sepanjang tahun 2023 menunjukkan bahwa *defect* dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi memiliki tingkat risiko paling besar. Terdapat lima jenis kesalahan yang diklasifikasikan berdasarkan Failure Mode, yaitu kesalahan operator pada proses *machining*, kondisi lingkungan kerja yang kurang tertata, serta proses pemilihan material (*brake cable* dan *karet wheel cylinder*) yang kurang optimal. Perhitungan nilai RPN menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) disajikan pada Tabel 2:

Tabel 2. Risk Priority Number (RPN)

Failure Mode	Potential Effect of Failure	S	Potential Causes of Failure	O	Causes Control of Prevention	D	RPN
Kesalahan Operator pada Proses Machining	Ulir yang terdapat di sambungan antara Brake Cable dengan Back Plate terdapat sleg (Brake Cable Ulir Sleg)	8	Mesin yang melakukan kesalahan ukuran dalam membuat ulir yang mengakibatkan ulir sleg	9	Melakukan perbaikan mesin yang melakukan kesalahan dalam membuat ulir	4	288
	Dudukan Wheel Cylinder yang terdapat pada Backplate terdapat	5	Mesin yang membuat dudukan Wheel Cylinder melakukan	6	Melakukan perbaikan mesin yang melakukan	4	120

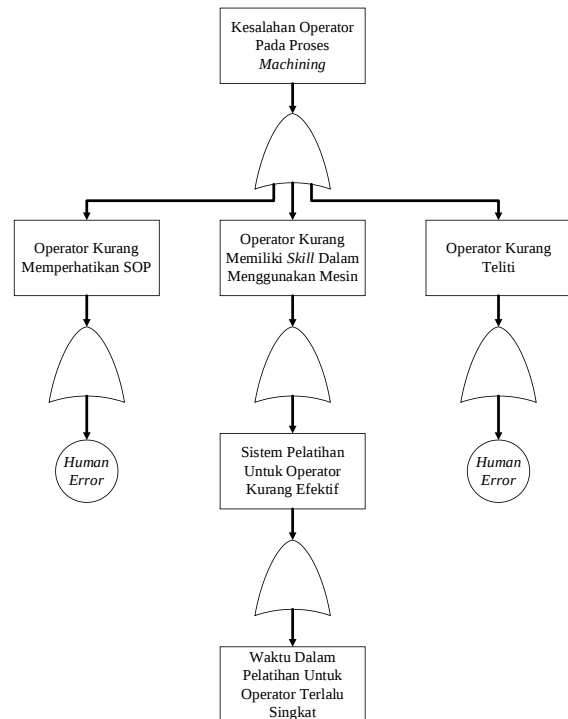
Failure Mode	Potential Effect of Failure	S	Potential Causes of Failure	O	Causes Control of Prevention	D	RPN
	sleg (Wheel Cylinder Tread Sleg)		kesalahan ukuran		kesalahan dalam membuat dudukan Wheel Cylinder		
Kondisi Lingkungan Kerja yang Kurang Rapih	Backplate yang akan ditransport dari storage sementara mengalami penyok akibat jatuh dari chutter atau penyimpanan sementara (Back Plate Dented)	3	Chutter atau penyimpanan sementara mengalami kerusakan yang mengakibatkan Back Plate jatuh	3	Melakukan perbaikan pada Chutter atau penyimpanan sementara	4	36
Proses Pemilihan Material (Brake Cable dan Karet Wheel Cylinder) yang kurang baik	Ketika proses assembly Back Plate, Brake Cable nya sobek (Brake Cable Sobek)	6	Kualitas material yang kurang baik pada Brake Cable	8	Melakukan penggantian bahan Brake Cable agar lebih kuat dan tidak mudah sobek	3	144
	Sobek di karet Wheel Cylinder saat assembly Wheel Cylinder (Karet Wheel Cylinder Sobek)	7	Kualitas material yang kurang baik pada karet yang terdapat di Wheel Cylinder	5	Melakukan pergantian bahan karet dengan yang lebih baik	4	140

Sumber: Penulis

Berdasarkan Tabel 2, *defect* dengan *risk priority number* (RPN) tertinggi, yang juga memiliki risiko terbesar, adalah *brake cable* ulir sleg. Selain itu, *defect* lain yang teridentifikasi mencakup *brake cable* sobek, karet *wheel cylinder* sobek, *wheel cylinder tread sleg*, dan *back plate dented*.

Analisis Penyebab Defect dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA)

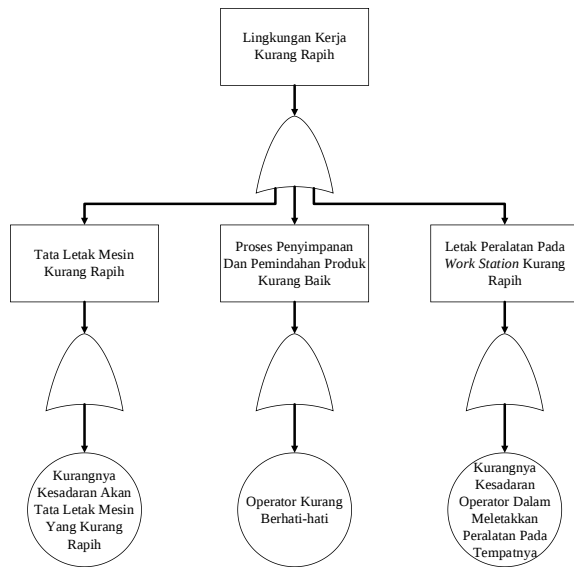
Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk menggambarkan diagram pohon yang menunjukkan penyebab suatu masalah hingga ke akar permasalahannya. Melalui metode ini, penulis dapat mengidentifikasi akar masalah yang menjadi penyebab utama dan perlu segera diperbaiki guna mengurangi potensi kegagalan pada produk *drum brake* di PT XYZ. Tiga *failure mode* yang telah dikategorikan oleh penulis meliputi kesalahan operator pada proses *machining*, kondisi lingkungan kerja yang kurang rapih, dan pemilihan material (*brake cable* serta karet *wheel cylinder*) yang kurang baik. Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk kesalahan operator pada proses *machining* ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Fault Tree Analysis* (FTA) dari Operator pada Proses *Machining*

Sumber: Penulis

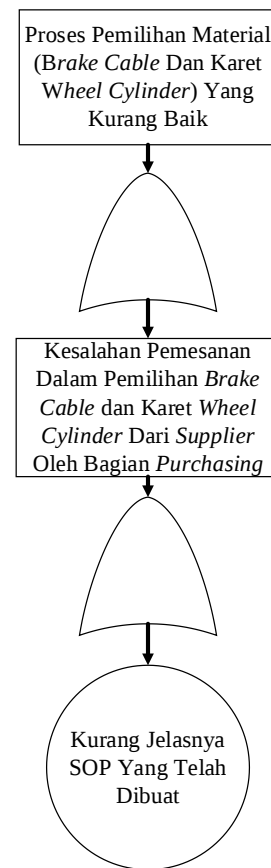
Berikut merupakan Gambar 4 *Fault Tree Analysis* (FTA) dari kondisi lingkungan kerja yang kurang rapih:



Gambar 4. *Fault Tree Analysis* (FTA) dari kondisi lingkungan kerja yang kurang rapih
 Sumber: Penulis

Berikut merupakan Gambar 5 *Fault Tree Analysis* (FTA) dari proses pemilihan material (*brake cable* dan karet *wheel cylinder*) yang kurang baik:

Setelah dianalisis dari ketiga *Fault Tree Analysis* (FTA) diatas dapat disimpulkan bahwa penyebab *defect* yaitu Operator kurang berhati-hati dan kurang teliti ketika sedang bekerja, Operator kurang memperhatikan SOP, Operator kurang memiliki keahlian dalam menggunakan mesin, Tata letak mesin dan peralatan pada work station kurang rapih, Proses penyimpanan dan pemindahan produk kurang baik, Material Brake Cable dan Karet Wheel Cylinder dari supplier memiliki kualitas yang buruk, SOP dalam pemilihan material kurang jelas. Setelah dianalisis penyebab *defect* tersebut maka dilanjut untuk rekomendasi perbaikannya.



Gambar 5. *Fault Tree Analysis* (FTA) dari proses pemilihan material (*brake cable* dan karet *wheel cylinder*) yang kurang baik
 Sumber: Penulis

Rekomendasi Perbaikan

Hasil perhitungan, analisis, dan diskusi yang telah dilakukan sebelumnya dirangkum dalam bentuk rekomendasi perbaikan yang dapat diimplementasikan oleh PT XYZ untuk memaksimalkan hasil dari program pengendalian kualitas yang ada di perusahaan. Tabel 3 menyajikan saran-saran perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi *defect* produk serupa.

Tabel 3. Usulan perbaikan berdasarkan *Fault Tree Analysis* (FTA)

No	Penyebab Defect	Usulan Perbaikan
1	Operator kurang berhati-hati dan kurang teliti ketika sedang bekerja	Meningkatkan ketelitian operator dengan pelatihan rutin, sistem reward dan punishment, serta pengawasan yang lebih ketat
2	Operator kurang memperhatikan SOP	Memastikan kepatuhan SOP dengan penyederhanaan visual, briefing rutin, dan pengawasan aktif dari supervisor.
3	Operator kurang memiliki keahlian dalam menggunakan mesin	Mengadakan pelatihan teknis berkala dan pendampingan oleh operator senior untuk meningkatkan keterampilan penggunaan mesin.

No	Penyebab Defect	Usulan Perbaikan
4	Tata letak mesin dan peralatan pada work station kurang rapih	Menerapkan prinsip 5S agar tata letak lebih rapi, mengurangi kesalahan, dan meningkatkan efisiensi kerja.
5	Proses penyimpanan dan pemindahan produk kurang baik	Memperbaiki sistem penyimpanan dengan metode FIFO dan penggunaan alat material handling yang sesuai.
6	Material Brake Cable dan Karet Wheel Cylinder dari supplier memiliki kualitas yang buruk	Memperketat kontrol kualitas material dari supplier dengan inspeksi ketat dan audit rutin.
7	SOP dalam pemilihan material kurang jelas	Menyusun SOP pemilihan material yang lebih jelas, mencakup spesifikasi, inspeksi, dan standar penerimaan.

Sumber: Penulis

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, PT XYZ berhasil mengidentifikasi beberapa *defect* pada komponen produknya. *Defect* yang paling sering terjadi antara lain *Brake Cable* Ulir Sleg (32 komponen), *Brake Cable* Sobek (8 komponen), Karet *Wheel Cylinder* Sobek, *Wheel Cylinder Tread* Sleg (masing-masing 3 komponen), dan *Back Plate Dented* (2 komponen). Beberapa faktor yang menyebabkan *defect* ini meliputi kesalahan operator pada proses machining, lingkungan kerja kurang rapih, dan proses pemilihan material kurang baik. Untuk mengatasi masalah ini, PT XYZ perlu melakukan langkah-langkah perbaikan, di antaranya:

1. Meningkatkan ketelitian operator dengan pelatihan rutin, sistem reward dan punishment, serta pengawasan yang lebih ketat.
2. Memastikan kepatuhan SOP dengan penyederhanaan visual, briefing rutin, dan pengawasan aktif dari supervisor.
3. Mengadakan pelatihan teknis berkala dan pendampingan oleh operator senior untuk meningkatkan keterampilan penggunaan mesin.
4. Menerapkan prinsip 5S agar tata letak lebih rapi, mengurangi kesalahan, dan meningkatkan efisiensi kerja.
5. Memperbaiki sistem penyimpanan dengan metode FIFO dan penggunaan alat material handling yang sesuai.
6. Memperketat kontrol kualitas material dari supplier dengan inspeksi ketat dan audit rutin.

7. Menyusun SOP pemilihan material yang lebih jelas, mencakup spesifikasi, inspeksi, dan standar penerimaan.

Dengan penerapan langkah-langkah perbaikan tersebut, diharapkan PT XYZ dapat meningkatkan kualitas produk dan meminimalkan *defect* di masa depan.

Melakukan analisis mendalam mengenai akar penyebab *defect* produk *drum brake* PT XYZ merupakan langkah penting untuk mengatasi permasalahan ini. Selain memungkinkan perbaikan pada *defect* produk yang telah diteliti, analisis ini juga memberikan wawasan yang berguna bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian serupa. Peneliti selanjutnya dapat memperluas cakupan penelitian dengan mengkaji produk *master cylinder* buatan PT XYZ. Dengan mengidentifikasi penyebab *defect* pada produk-produk tersebut dan membandingkannya dengan penelitian ini, diharapkan akan diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang berkontribusi terhadap cacat produk di industri otomotif.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, A., & Chusnayaini, I. (2021). Identifikasi Resiko Kegagalan Proses Penyebab Terjadinya Cacat Produk dengan Metode FMEA-SAW. *MATRIK: Jurnal Manajemen & Teknik Industri –Produksi*, 22(1), 37–44.
- Hanif, R. Y., Hendang Setyo Rukmi, & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT. X dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(3), 137–147.

- Imron, I. (2019). Analisa Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen Menggunakan Metode Kuantitatif Pada CV. Meubele Berkah Tangerang. *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat UBSI*, 5(1), 19–28.
- Muhazir, A., Sinaga, S., & Yusanto, A. A. (2020). Analisis Penurunan Defect Pada Proses Manufaktur Komponen kendaraan Bermotor Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(2), 66–77.
- Persada, A. A., Ningsih, Y., & Gunawan, H. (2019). Perancangan Sistem Elektrikal Pada Alat Pengisian Minyak Rem Otomatis Mobil. *Elemen Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), 35–40.
- Prasetya, R. Y., Suhermanto, S., & Muryanto, M. (2021). Implementasi FMEA dalam Menganalisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Berdasarkan RPN. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(2), 133–138.
- Pratama, F. S., & Suhartini. (2019). Analisis Kecacatan Produk dengan Metode Seven Tools dan FTA dengan Mempertimbangkan Nilai Risiko berdasarkan Metode FMEA. *Jurnal SENOPATI*.
- Qurohman, M. T., & Syarifudin. (2016). Analisa Beban Pengereman Terhadap Kualitas. *Jurnal Matematika*, 19, 8–12.
- Suryaningrat, I. B., & Febriyanti, W. (2019). Identifikasi Risiko Pada Okra Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT. Mitratani Dua Tujuh di Kabupaten Jember. *Jurnal Agroteknologi*, 13(1), 25–33.