



Pengendalian Kualitas untuk Menurunkan *Defect* Produk *Pipe Brake* Menggunakan Metode *Seven Tools* dan FMEA dengan Pendekatan Kaizen di PT. XYZ

Alan Fadlianto^{1*}, Hana Silvia Dwi Putri², Fibi Eko Putra³

¹⁻³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

Email:

*Penulis Korespondensi: alanfadli73@gmail.com

Abstract. *This study aims to reduce the defect rate of pipe brake products at PT. XYZ by integrating Seven Tools, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and Kaizen methods. Based on identification using check sheets and Pareto diagrams, five main types of defects were found, where "uninstalled clips" were the most dominant, contributing 48%, followed by leaking pipes (21%) and dented pipes (15%). FMEA analysis revealed that the failure cause with the highest risk, indicated by the highest Risk Priority Number (RPN) score of 378, was the absence of an automatic control system in the clip installation process. Other contributing factors included inadequate brazing machine maintenance, lack of material handling standards, and weak quality control from suppliers. Through the Kaizen approach using 5 Whys and 5W+1H analysis, this research formulated technical improvement proposals such as the implementation of poka-yoke (error-proofing) systems, revision of Standard Operating Procedures (SOP), routine maintenance schedules, and visual control-based inspection systems. The implementation of these strategies is intended to reduce the initial defect ratio of 2.18% to a minimum level to achieve sustainable quality improvement in the production line.*

Keywords: *Defect; FMEA; Kaizen; Pipe Brake; Seven Tools.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan tingkat kecacatan (*defect*) pada produk *pipe brake* di PT. XYZ dengan mengintegrasikan metode *Seven Tools*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan Kaizen. Berdasarkan identifikasi menggunakan check sheet dan diagram Pareto, ditemukan lima jenis cacat utama, di mana cacat "clip tidak terpasang" menjadi yang paling dominan dengan kontribusi sebesar 48%, diikuti oleh pipa bocor (21%) dan pipa dekok (15%). Analisis FMEA menunjukkan bahwa penyebab kegagalan dengan risiko tertinggi, yang ditandai oleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) maksimal sebesar 378, adalah ketiadaan sistem kontrol otomatis pada proses pemasangan clip. Faktor pendukung lainnya meliputi kurangnya pemeliharaan mesin brazing, ketiadaan standar penanganan material, serta lemahnya kontrol kualitas dari pemasok. Melalui pendekatan Kaizen dengan analisis 5 *Whys* dan 5W+1H, penelitian ini merumuskan usulan perbaikan teknis seperti penerapan sistem *poka-yoke* (anti-salah), penyusunan ulang Standar Operasional Prosedur (SOP), jadwal pemeliharaan rutin, serta sistem inspeksi berbasis kontrol visual. Implementasi strategi ini ditujukan untuk menekan rasio *defect* yang semula sebesar 2,18% ke tingkat minimal guna mencapai peningkatan kualitas yang berkelanjutan di lini produksi.

Kata kunci: *Defect; FMEA; Kaizen; Pipe Brake; Seven Tools.*

1. LATAR BELAKANG

Dalam dinamika industri manufaktur otomotif global saat ini, jaminan kualitas produk bukan lagi sekadar keunggulan kompetitif, melainkan prasyarat mutlak untuk keberlangsungan bisnis. Ketatnya persaingan pasar menuntut setiap produsen untuk terus meningkatkan efisiensi dan memenuhi tuntutan kualitas konsumen yang semakin tinggi. Fokus utama industri manufaktur modern adalah mencapai efisiensi produksi maksimal dengan menekan tingkat kegagalan hingga batas terendah menuju target zero *defect* (Wiyatno & Kurnia, 2022). Hal ini didorong oleh semakin ketatnya regulasi keselamatan kendaraan, di mana setiap komponen otomotif wajib memiliki keandalan tinggi karena kesalahan sekecil apa pun pada komponen

kritis dapat berdampak fatal bagi keselamatan penggunaannya. Salah satu komponen krusial tersebut adalah *pipe brake* (pipa rem) yang berfungsi mentransmisikan tekanan hidrolik dari *master cylinder* menuju sistem pengereman kritis seperti *Anti-Lock Brake System* (ABS) dan *Electronic Stability Control* (ESC). Mengingat perannya yang berhubungan langsung dengan keselamatan aktif kendaraan, aspek kualitas dan presisi dalam setiap tahap proses produksi *pipe brake* bersifat mutlak dan tidak dapat ditoleransi.

PT. XYZ sebagai perusahaan manufaktur komponen otomotif yang memasok agen tunggal pemegang merek (ATPM) terkemuka masih menghadapi fluktuasi kualitas pada lini produksi *pipe brake*. Berdasarkan data pemantauan produksi selama periode September hingga November 2025, ditemukan adanya 120 unit produk cacat dari total output sebesar 5.500 unit. Kondisi ini menunjukkan persentase *defect* sebesar 2,18%, yang menempatkan *pipe brake* sebagai penyumbang kegagalan produk tertinggi dibandingkan dengan jenis komponen lainnya di perusahaan. Tingkat *defect* riil yang mencapai 2,18% ini telah melebihi batas toleransi maksimum yang diperbolehkan perusahaan, yaitu sebesar 1%, sehingga terjadi gap kualitas sebesar 1,18% yang memerlukan analisis mendalam untuk menemukan akar penyebab kegagalannya. Di area kerja, ditemukan beberapa jenis *defect* dominan yang meliputi tidak terpasangnya komponen *clip* pelindung, pipa bocor (*leak*), pipa sobek, kondisi dekok (penyok), serta hilangnya komponen *grommet*. Karakteristik cacat tidak terpasangnya clip pelindung dan kebocoran pipa menjadi isu paling kritis karena jika lolos ke tahap berikutnya, pipa berisiko tinggi mengalami kegagalan hidrolik saat kendaraan dioperasikan. Tingginya akumulasi cacat memaksa perusahaan melakukan pengerjaan ulang (*rework*) yang memicu pemborosan biaya tenaga kerja, material, waktu produksi, hingga memicu komplain dari pelanggan (ATPM) yang dapat mengancam hubungan bisnis jangka panjang.

Untuk mengatasi permasalahan kualitas tersebut, penelitian ini mengintegrasikan metode *Seven Tools*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dengan pendekatan filosofi Kaizen (Suherman & Cahyana, 2019). Metode *Seven Tools* seperti *check sheet*, diagram Pareto, dan diagram Ishikawa digunakan di awal untuk mengidentifikasi jenis *defect*, memetakan sebaran data secara statistik, dan mencari akar penyebab masalah di lapangan (Ishikawa, 1990). Selanjutnya, metode FMEA diimplementasikan untuk melakukan analisis risiko dari setiap potensi kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), sehingga perusahaan mendapatkan prioritas perbaikan pada proses yang paling kritis (Fatoni & Yuamita, 2026). Setelah titik kritis dan penyebab utama ditemukan, pendekatan Kaizen digunakan sebagai landasan tindakan korektif secara berkelanjutan (*continuous improvement*) guna merancang usulan perbaikan kerja dan standarisasi baru di lini produksi (Paisal & Cahyana, 2020). Melalui

perpaduan instrumen statistik *Seven Tools*, pembobotan risiko FMEA, dan langkah perbaikan Kaizen, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab *defect*, menentukan prioritas kegagalan proses dengan risiko tertinggi berdasarkan nilai RPN, serta menyusun usulan perbaikan berkelanjutan dengan pendekatan 5W+1H (Abi & Desrianty, 2023). Batasan dalam penelitian ini difokuskan pada data produksi periode September–November 2025 di lini produksi *pipe brake* PT. XYZ, dengan analisis dampak biaya yang dibatasi pada kerugian akibat produk cacat dan aktivitas *rework*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan strategis bagi perusahaan untuk menekan persentase *defect* produk *pipe brake* di bawah standar toleransi maksimum 1%, meminimalisir pemborosan operasional, serta meningkatkan stabilitas kualitas produk menuju target zero *defect*.

2. KAJIAN TEORITIS

Kualitas dan Pengendalian Kualitas

Kualitas secara umum diartikan sebagai tingkat kesesuaian suatu produk terhadap kebutuhan pelanggan, standar teknis, serta spesifikasi yang telah ditentukan (Juran & Godfrey, 1999). Menurut pendekatan manajemen modern, kualitas bukan hanya tanggung jawab bagian inspeksi atau *quality control*, melainkan tanggung jawab seluruh bagian organisasi yang dibangun sejak awal proses (*built-in quality*). Di industri otomotif, kualitas memiliki kepentingan vital karena produk berkaitan langsung dengan keselamatan pengguna, sehingga penerapan standar mutu seperti ISO 9001 dan IATF 16949 mutlak diperlukan (International Automotive Task Force [IATF], 2016; International Organization for Standardization [ISO], 2015). Sementara itu, pengendalian kualitas didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas sistematis yang dirancang untuk memantau proses produksi, memeriksa produk, menganalisis penyimpangan, serta melakukan tindakan korektif agar produk tetap berada dalam batas spesifikasi (Montgomery, 2012).

Defect Produk dan *Pipe brake*

Defect produk adalah kondisi ketika suatu produk tidak memenuhi standar mutu yang telah ditentukan sehingga tidak layak digunakan atau memerlukan perbaikan ulang (Singh, 2013). Menurut Hamdani (2021), terjadinya *defect* disebabkan oleh berbagai faktor seperti kesalahan operator, kerusakan mesin, metode kerja tidak standar, material tidak sesuai spesifikasi, dan lingkungan kerja. Cacat umumnya dibagi menjadi tiga kategori, yaitu *minor defect* (cacat ringan tidak mempengaruhi fungsi), *major defect* (cacat mempengaruhi fungsi atau tampilan), dan *critical defect* (cacat yang membahayakan keselamatan pengguna). Produk *pipe brake* sendiri merupakan pipa logam dengan ketahanan tinggi terhadap tekanan hidrolik,

getaran, panas, dan korosi yang berfungsi menyalurkan tekanan dari *master cylinder*. Proses manufakturnya meliputi tahapan *cutting*, *bending*, *flaring*, *brazing*, pemasangan clip, inspeksi dimensi, dan *leak test*, di mana setiap tahapan harus presisi demi menghindari kegagalan sistem rem.

Seven Tools

Seven Tools merupakan sekumpulan alat statistik yang berfungsi untuk mengidentifikasi, menganalisis, serta mengatasi permasalahan kualitas dalam proses produksi (Ishikawa, 1990). Menurut Hamdani (2021), alat bantu ini berfungsi sebagai dasar utama untuk menemukan akar masalah dan memastikan proses berada dalam batas kendali. Tiga instrumen utama dari *Seven Tools* yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. *Check Sheet* (Lembar Cek) adalah Formulir sederhana untuk mencatat dan mengumpulkan data frekuensi cacat aktual secara sistematis di lapangan (Haryanto, 2019).
- b. Diagram Pareto adalah Grafik yang menggambarkan urutan penyebab masalah dari yang paling dominan berdasarkan prinsip 80/20 untuk menentukan prioritas perbaikan (Suharyanto et al., 2022).
- c. Diagram *Fishbone* (Sebab-Akibat) adalah Alat untuk menemukan akar penyebab masalah kualitas dengan mengelompokkannya ke dalam kategori *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, dan *environment* (Hamdani, 2020).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah metode sistematis untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan pada suatu desain atau proses serta menganalisis dampak konsekuensi yang ditimbulkannya (Wahyu & Vebriyanti, 2025). Penilaian risiko kegagalan dalam *Process FMEA* (PFMEA) dilakukan secara subjektif-kuantitatif dengan skala 1–10 berdasarkan tiga faktor utama (Supoyo & Darajatun, 2023), yaitu:

- a. *Severity* (S) adalah Tingkat keparahan dampak kegagalan yang dirasakan oleh pengguna akhir.
- b. *Occurrence* (O) adalah Probabilitas atau frekuensi terjadinya kegagalan akibat penyebab spesifik.
- c. *Detection* (D) adalah Tingkat efektivitas kontrol kualitas dalam mendeteksi kegagalan sebelum lolos dari stasiun kerja.

Prioritas perbaikan ditentukan melalui nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan rumus (Supoyo & Darajatun, 2023):

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

Pendekatan Kaizen (5 *Whys* dan 5W+1H)

Kaizen merupakan filosofi manajemen asal Jepang yang menekankan pada upaya perbaikan secara kecil, terus-menerus, dan konsisten (*continuous improvement*) dengan melibatkan seluruh elemen organisasi (Imai, 2012). Dalam implementasi *Lean Manufacturing*, Kaizen berorientasi pada peningkatan nilai produk dan pengurangan pemborosan (*waste elimination*) (Womack & Jones, 2003). Penyelidikan akar masalah mendalam dilakukan dengan metode 5 Whys melalui pertanyaan "mengapa" berulang hingga ditemukan penyebab mendasar (Ohno, 1988). Rencana aksi tindakan korektif kemudian disusun secara terstruktur menggunakan matriks 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, How*) agar implementasi perbaikan berjalan terarah (Juran & Godfrey, 1999).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus rekayasa kualitas. Pendekatan ini diterapkan untuk mengidentifikasi data *defect*, menilai risiko kegagalan proses secara objektif, serta merancang tindakan perbaikan (Trisliatanto, 2020). Objek penelitian dibatasi secara spesifik pada lini produksi produk *pipe brake* di PT. XYZ.

Penelitian dilaksanakan di area pabrik manufaktur PT. XYZ yang berlokasi di Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung dari bulan Januari hingga Maret 2026, sedangkan data historis produksi yang digunakan dikumpulkan selama periode tiga bulan, mulai September hingga November 2025.

Teknik pengumpulan data yang diterapkan terbagi menjadi dua kategori utama (Trisliatanto, 2020), yaitu:

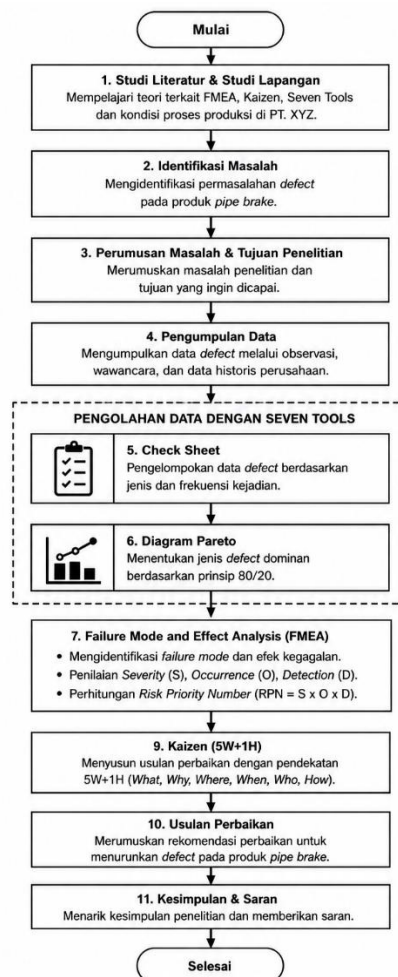
a. Data Primer

Diperoleh melalui observasi langsung pada alur proses pembuatan *pipe brake* (*bending, flaring, clip assembly, leak test*) serta wawancara terstruktur dan diskusi brainstorming bersama supervisor QC dan operator lini untuk penentuan skor bobot FMEA.

b. Data Sekunder

Diperoleh dari dokumen internal perusahaan berupa data historis volume produksi, laporan *defect rate* bulanan, serta dokumen *Quality Report* departemen pengendalian kualitas PT. XYZ.

Langkah-langkah pengolahan data teknis dalam penelitian ini disusun secara sistematis mengacu pada bagan alir penelitian (*flowchart*), yang dijabarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

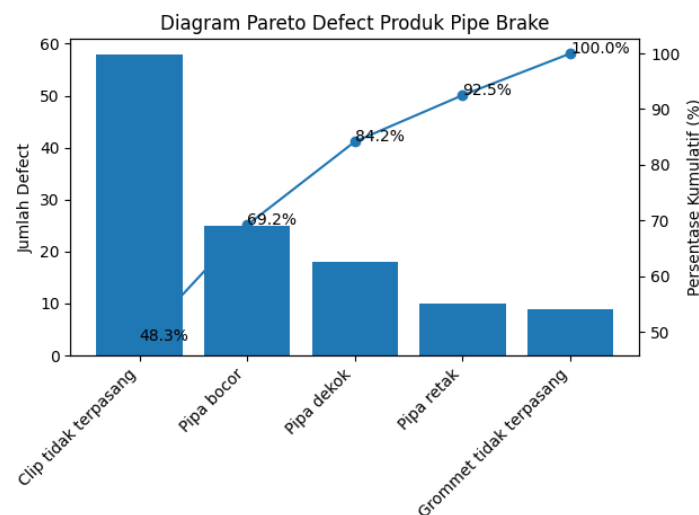
Analisis Defect Dominan Melalui Pendekatan Seven Tools (Diagram Pareto)

Berdasarkan pengumpulan data produksi periode September hingga November 2025 di PT. XYZ, ditemukan total akumulasi produk *defect* sebesar 120 unit dari keseluruhan total output sebesar 5.500 unit, yang menghasilkan *defect ratio* sebesar 2,18%. Meskipun persentase ini terlihat kecil secara angka numerik, fluktuasi cacat ini melampaui batas toleransi yang ditetapkan oleh manajemen perusahaan dan berpotensi menimbulkan kerugian finansial yang signifikan akibat tingginya biaya pengerjaan ulang (*rework*) serta risiko klaim dari pelanggan otomotif.

Tabel 1. Data Produksi dan Defect Pipe brake.

Bulan	Produksi (pcs)	Defect (pcs)	% Defect
September	1800	40	2,22%
Oktober	1900	45	2,36%
November	1800	35	1,94%
Total	5500	120	2,18%

Melalui kodifikasi data menggunakan check sheet dan analisis visual Diagram Pareto berbasis prinsip Juran (aturan 80/20), stratifikasi kecacatan dikelompokkan ke dalam 5 (lima) kategori utama. Hasil analisis Pareto mengonfirmasi bahwa permasalahan kualitas pada produk *pipe brake* didominasi oleh segelintir jenis cacat vital (*vital few*). Cacat "clip tidak terpasang" menempati urutan pertama dengan kontribusi ekstrem mencapai 48% (58 unit), disusul oleh "pipa bocor" sebesar 21% (25 unit), dan "pipa dekok (penyok)" sebesar 15% (18 unit). Secara kumulatif, tiga jenis cacat ini menyumbang 84% dari total masalah kualitas di lini produksi *pipe brake*. Oleh karena itu, merujuk pada teori pengendalian kualitas statistik, fokus perbaikan strategis yang dilakukan oleh perusahaan harus diprioritaskan pada penyelesaian tiga komponen cacat utama tersebut guna mengeliminasi sebagian besar kegagalan produk secara efisien.



Gambar 2. Diagram Pareto Jenis *Reject Pipe brake*.

Evaluasi Risiko Kritis Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Pendekatan kuantitatif melalui perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) digunakan untuk memetakan level risiko dari setiap *failure mode* berdasarkan perkalian tiga parameter utama: *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Matriks FMEA yang disusun bersama tim operasional lapangan menyoroti bahwa modus kegagalan dengan tingkat risiko paling kritis berada pada proses perakitan *clip*.

Tabel 2. *Failure Mode and Effect Analysis Pipe brake.*

<i>Failure Mode</i>	Penyebab	S	O	D	RPN
Clip tidak terpasang	Operator kurang teliti	8	7	6	336
Clip tidak terpasang	Tidak ada alat bantu	9	6	7	378
Clip rusak	Material lemah	7	6	5	210

a. *Clip* Tidak Terpasang (Ketiadaan Alat Bantu Kontrol)

Memperoleh nilai RPN tertinggi sebesar 378 (S=9, O=6, D=7). Tingginya skor *Severity* (9) mencerminkan dampak fatal bagi konsumen; ketiadaan *clip* pelindung menyebabkan pipa bergesekan langsung dengan roda kendaraan saat berjalan, yang lambat laun memicu kebocoran total sistem rem hidrolik (*brake failure*). Tingginya skor *Detection* (7) disebabkan karena deteksi saat ini hanya mengandalkan inspeksi visual manual oleh operator tanpa bantuan sensor otomatis, sehingga peluang lolosnya produk cacat ke tahap berikutnya sangat besar.

b. *Clip* Tidak Terpasang (Faktor Kelalaian Operator)

Menghasilkan nilai RPN sebesar 336 (S=8, O=7, D=6). Hal ini mengindikasikan faktor beban kerja atau kejenuhan operator yang tinggi berkorelasi dengan tingginya frekuensi kejadian (*Occurrence* = 7).

c. *Clip* Rusak (Material Lemah)

Menghasilkan nilai RPN terendah sebesar 210 (S=7, O=6, D=5). Dari pemetaan risiko ini, pembahasan ilmiah ini mempertegas bahwa akar penyebab dominan tidak semata-mata dikarenakan oleh kelalaian manusia (*human error*), melainkan akibat lemahnya keandalan sistem kontrol (*systemic failure*) pada lini *assembly* PT. XYZ yang belum dilengkapi perangkat penjamin kualitas di tempat produksi.

Diagnosis Akar Masalah (Analisis 5 *Whys*)

Untuk mengeksplorasi hubungan sebab-akibat hingga ke lapisan terdalam, analisis 5 *Whys* diterapkan pada setiap jenis kecacatan dominan. Hasil pelacakan melahirkan kesimpulan ilmiah sebagai berikut:

Tabel 3. Analisis 5 *Whys*

Jenis Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5 (Akar Masalah)
<i>Clip</i> tidak terpasang	Operator tidak memasang <i>clip</i>	Operator lupa/tidak sadar	Tidak ada sistem kontrol	Tidak ada alat bantu	SOP belum mengatur kontrol (tidak ada poka-yoke)
Pipa bocor	Sambungan bocor	Proses <i>brazing</i> tidak sempurna	Temperatur tidak stabil	Mesin tidak terkalibrasi	Tidak ada jadwal <i>maintenance</i> mesin
Pipa dekok	Pipa penyok saat <i>handling</i>	Penyimpanan tidak rapi	Tidak ada standar penyimpanan	SOP tidak tersedia	Tidak ada standar <i>handling</i> material
Pipa retak	Material retak	Material tidak kuat	Kualitas material rendah	Supplier tidak terkontrol	Tidak ada evaluasi/audit supplier
<i>Grommet</i> tidak terpasang	Operator melewati proses	Tidak ada pengecekan	Tidak ada checklist	SOP belum lengkap	Tidak ada standar inspeksi

a. Akar Masalah Clip Tidak Terpasang

Terjadi akibat ketiadaan sistem kontrol otomatis (*error proofing*) pada meja kerja operasional. Dokumen Standar Operasional Prosedur (SOP) aktual baru sebatas mengatur tata cara pemasangan secara manual, namun belum memformulasikan instruksi kerja berbasis pencegahan kesalahan (*poka-yoke*).

b. Akar Masalah Pipa Bocor

Kegagalan ini terlacak pada sub-proses pengelasan/pemanasan (*brazing process*). Temperatur pembakaran yang fluktuatif menyebabkan sambungan kuningan tidak menutup sempurna. Penyelidikan lebih lanjut menunjukkan bahwa fluktuasi suhu terjadi karena mesin *brazing* tidak pernah dikalibrasi secara berkala akibat tidak adanya jadwal pemeliharaan (*preventive maintenance*) yang terstruktur dari departemen maintenance.

c. Akar Masalah Pipa Dekok (Penyok)

Kerusakan fisik ini bersumber dari buruknya aktivitas pemindahan barang (*material handling*). Pipa-pipa ditumpuk tanpa penyekat pelindung pada area penyimpanan karena ketiadaan standar baku mengenai penanganan material serta belum tersedianya rak khusus komponen sensitif.

Perancangan Usulan Improvisasi Berkelanjutan (Kaizen 5W+1H)

Selaras dengan filosofi Kaizen yang mengutamakan eliminasi pemborosan (*waste*) melalui tindakan aplikatif skala kecil namun konsisten, metodologi 5W+1H digunakan sebagai cetak biru perbaikan komprehensif pada sistem produksi PT. XYZ.

Tabel 4. Analisis 5W+1H.

No	Jenis Defect	Strategi Solusi Terintegrasi (How)	Argumen Ilmiah & Implikasi Manajerial
1	Clip tidak terpasang	Pembuatan perangkat meja kerja berbasis <i>Poka-Yoke</i> (sensor batas/mekanik).	Sistem <i>poka-yoke</i> akan memutus aliran proses atau membunyikan alarm jika operator lupa memasang clip. Langkah ini secara radikal memotong nilai <i>Detection</i> (D) pada FMEA mendekati angka 1 (pasti terdeteksi sistem).
2	Pipa bocor	Penyusunan jadwal <i>preventive maintenance</i> rutin dan kalibrasi sensor suhu mesin <i>brazing</i> secara berkala.	Menjaga stabilitas parameter operasional temperatur termal mesin. Implikasinya adalah penurunan nilai <i>Occurrence</i> (O) karena penyebab ketidakstabilan proses dieliminasi di hulu.
3	Pipa dekok	Pembuatan wadah/rak penyimpanan khusus (<i>customized racking</i>) yang dilengkapi separator busa lembut serta revisi SOP <i>handling material</i> .	Meminimalkan benturan keras antar logam selama proses transportasi internal (<i>loading-unloading</i>) dari gudang ke lini perakitan.

4	Pipa retak & Grommet	Pelaksanaan audit mutu berkala ke <i>supplier</i> bahan baku serta implementasi lembar kontrol visual (<i>visual control/checklist</i>) di area <i>Incoming Quality Control</i> .	Memperketat pengawasan material di gerbang awal sebelum masuk ke lini fabrikasi, guna memastikan pemenuhan spesifikasi metalurgi dan kelengkapan komponen pelengkap.
---	----------------------	---	--

Integrasi antara analisis kuantitatif *Seven Tools* dan FMEA, yang kemudian ditindaklanjuti secara kualitatif-aplikatif dengan *Kaizen* (5 Whys dan 5W+1H), terbukti menjadi kerangka kerja yang sangat kokoh dalam program tata kelola kualitas manufaktur. Penurunan rasio kerusakan dari nilai awal 2,2% menuju estimasi *zero defect* di PT. XYZ dapat dicapai apabila seluruh rekomendasi teknis (seperti sistem *poka-yoke* dan penjadwalan *maintenance*) diimplementasikan secara disiplin oleh seluruh elemen organisasi.

Secara teoritis, penelitian ini memperkuat literatur terdahulu bahwa penjaminan mutu pada industri komponen keselamatan otomotif kritis (*safety-critical components*) wajib bergeser dari sekadar metode pendeteksian akhir (*reactive inspection*) menuju metode pencegahan sistematis yang melekat pada proses manufaktur itu sendiri (*proactive engineering control*).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa tingkat kecacatan produk *pipe brake* di PT. XYZ periode September–November 2025 yang mencapai rata-rata 2,18% didominasi oleh tiga jenis cacat utama, yaitu *clip* tidak terpasang (48%), pipa bocor (21%), dan pipa dekok atau penyok (15%). Berdasarkan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), risiko kegagalan paling kritis teridentifikasi pada proses pemasangan clip akibat ketiadaan alat bantu kontrol otomatis dengan nilai RPN tertinggi sebesar 378. Melalui pelacakan metode 5 *Whys*, akar permasalahan utama kualitas ini tidak semata-mata bersumber dari kelalaian operator (*human error*), melainkan akibat kelemahan sistematis (*systemic failure*) seperti belum adanya perangkat pencegah kesalahan (*poka-yoke*), absennya jadwal pemeliharaan dan kalibrasi rutin pada mesin *brazing*, serta tidak adanya standar operasional prosedur (SOP) baku dalam penanganan (*handling*) maupun penyimpanan material logam.

Berdasarkan temuan tersebut, PT. XYZ disarankan untuk segera merealisasikan usulan perbaikan dengan pendekatan Kaizen (5W+1H), terutama menginstalasi perangkat *poka-yoke* mekanik atau sensor pada lini perakitan untuk mengeliminasi potensi kelalaian pemasangan *clip*, menetapkan jadwal *preventive maintenance* berkala pada mesin *brazing* untuk menstabilkan suhu termal, serta memproduksi rak penyimpanan khusus (*customized racking*) yang dilengkapi separator busa pelindung. Selain perbaikan teknis operasional, manajemen

perusahaan juga harus memperketat kendali mutu di gerbang awal melalui pelaksanaan audit berkala terhadap *supplier* bahan baku dan penerapan lembar verifikasi visual di area inspeksi. Bagi peneliti akademis selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan kerangka FMEA ini dengan metodologi mutakhir lainnya seperti Six Sigma, *Lean Manufacturing*, atau *Statistical Process Control* (SPC) menggunakan basis data historis yang lebih panjang agar mampu memformulasikan strategi pengendalian kualitas yang lebih komprehensif menuju target zero

DAFTAR REFERENSI

- Abi, F., & Desrianty, A. (2023). Usulan perbaikan kualitas produk kerudung berdasarkan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan pendekatan prinsip Kaizen di CV Rabbani Asysa. *Prosiding FTI*, 1–10.
- Fatoni, F. A., & Yuamita, F. (2026). Analisis pengendalian kualitas produk menggunakan metode Six Sigma dan FMEA pada perusahaan manufaktur logam. *Jurnal Ilmiah Research Student (JIRS)*, 3(1), 501–512. <https://doi.org/10.61722/jirs.v3i1.8697>
- Hamdani, A. (2021). *Pengendalian kualitas dalam industri manufaktur*. Penerbit Andi.
- Haryanto, T. (2019). Analisis kualitas proses CNC menggunakan statistical quality control. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 112–120.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy (2nd ed.)*. McGraw-Hill.
- International Automotive Task Force. (2016). *Automotive quality management system standard: Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations* (IATF 16949:2016).
- International Organization for Standardization. (2015). *Quality management systems — Requirements* (ISO Standard No. 9001:2015).
- Ishikawa, K. (1990). *Introduction to quality control*. 3A Corporation.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's quality handbook (5th ed.)*. McGraw-Hill.
- Montgomery, D. C. (2012). *Introduction to statistical quality control (7th ed.)*. John Wiley & Sons.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Paisal, A., & Cahyana, B. J. (2020). Analisis penyebab cacat menggunakan metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) pada produk dark compound dengan pendekatan metode Kaizen untuk memperbaiki sistem produksi studi kasus PT. XYZ. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 328–336.
- Singh, S. N. (2013). *Total quality management (2nd ed.)*. PHI Learning.
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian kualitas dengan metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) dan pendekatan Kaizen untuk mengurangi jumlah kecacatan dan penyebabnya. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1–9.[cite: 1]

- Suharyanto, P., Utama, D., & Lestari, S. (2022). Penerapan diagram pareto dalam mengidentifikasi masalah utama industri waring. *Jurnal Sistem Manufaktur*, 8(1), 45–54.
- Supoyo, F. R., & Darajatun, R. A. (2023). Analisis risiko kegagalan proses manufaktur komponen otomotif dengan metode FMEA. *Jurnal Rekayasa Manajemen Industri*, 5(2), 88–97.
- Trisliatanto, D. A. (2020). *Metodologi penelitian: Panduan penelitian dengan mudah dan lengkap*. Penerbit Andi.
- Wahyudi, R., & Vebriyanti, R. (2025). Upaya pengendalian kualitas pada proses produksi roti tawar dengan Statistic Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) (Studi Kasus Pabrik Roti RV). *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 9(2), 156–168. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i2.2170>
- Wiyatno, T. N., & Kurnia, H. (2022). Increasing overall equipment effectiveness in the computer numerical control lathe machines using the total productive maintenance approach. *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika dan Ekonometrika*, 2(1), 1–8.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.