

Penerapan Metode Fmea dan PDCA untuk Mengurangi Tingkat Kegagalan Tool Broken Pada Proses Produksi Produk P4 di PT. XYZ

Riski Wahyu Oktavia*, Hendi Herlambang, Gusman Simon

Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

Email: viaokta716@gmail.com*, hendiherlambang@pelitabangsa.ac.id,

gusman.s@pelitabangsa.ac.id

Keywords:

Failure Mode and Effect Analysis; Plan-Do-Check-Act; Tool Breakage; Quality Control; Machining Process.

Abstract

The manufacturing industry is required to continuously improve production quality and process efficiency in order to remain competitive in the global market. One of the common problems in CNC-based machining processes is tool broken failure, which can lead to increased product defects, machine downtime, and operational costs. PT. XYZ, an automotive component manufacturing company, experienced a significant problem related to tool broken defects during the production process of P4 products from January to April 2025. This study aims to identify the main causes of tool broken failures and develop improvement actions using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method and the Plan-Do-Check-Action (PDCA) cycle. The research employed a descriptive analytical approach combining quantitative and qualitative methods through direct observation, interviews, defect data analysis, FMEA risk assessment, and PDCA-based improvement implementation. The results indicate that tool broken was the highest defect category, accounting for 480 units or 31.05% of total production defects. The FMEA analysis revealed that improper coolant system performance was the primary failure cause, with the highest Risk Priority Number (RPN) value of 336. The PDCA implementation through the installation of a 100-mesh coolant filter, coolant inspection standard operating procedures, and improved maintenance activities successfully reduced coolant blockage frequency by 76.6%, decreased tool broken occurrences by 66.7%, and reduced the RPN value to 32. In conclusion, the integration of FMEA and PDCA methods effectively identifies root causes and improves machining process reliability in P4 product manufacturing at PT. XYZ.

Kata Kunci:

Failure Mode and Effect Analysis; Plan-Do-Check-Action; Tool Broken; Pengendalian Kualitas; Proses Machining.

Abstrak

Industri manufaktur dituntut untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksi guna menghadapi persaingan global yang semakin ketat. Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada proses machining berbasis CNC adalah kegagalan tool broken yang dapat menyebabkan peningkatan produk cacat, downtime mesin, serta biaya operasional. PT. XYZ sebagai perusahaan manufaktur komponen otomotif mengalami permasalahan dominan berupa tool broken pada proses produksi produk P4 selama periode Januari–April 2025. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama kegagalan tool broken serta merancang tindakan perbaikan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan siklus Plan-Do-Check-Action (PDCA). Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif analitis dengan kombinasi data kuantitatif dan kualitatif melalui observasi, wawancara, pengolahan data cacat, analisis risiko FMEA, serta implementasi

perbaikan berbasis PDCA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tool broken merupakan jenis cacat tertinggi dengan jumlah 480 unit atau 31,05% dari total cacat produksi. Analisis FMEA menunjukkan bahwa penyebab utama kegagalan berasal dari sistem coolant yang tidak optimal dengan nilai RPN sebesar 336. Implementasi PDCA melalui pemasangan filter coolant 100 mesh, penerapan SOP pengecekan coolant, dan peningkatan pemeliharaan mampu menurunkan frekuensi penyumbatan coolant sebesar 76,6%, mengurangi tool broken sebesar 66,7%, serta menurunkan nilai RPN menjadi 32. Kesimpulannya, integrasi metode FMEA dan PDCA efektif dalam mengidentifikasi akar masalah dan meningkatkan keandalan proses machining pada produksi produk P4 di PT. XYZ.

PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan salah satu sektor strategis yang berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, kontribusi sektor industri pengolahan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia mencapai lebih dari 18%, menjadikannya sebagai penyumbang terbesar dibandingkan sektor lain. Dari seluruh sub sektor manufaktur, industri otomotif menjadi salah satu pendorong utama karena permintaan kendaraan yang terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan mobilitas masyarakat.

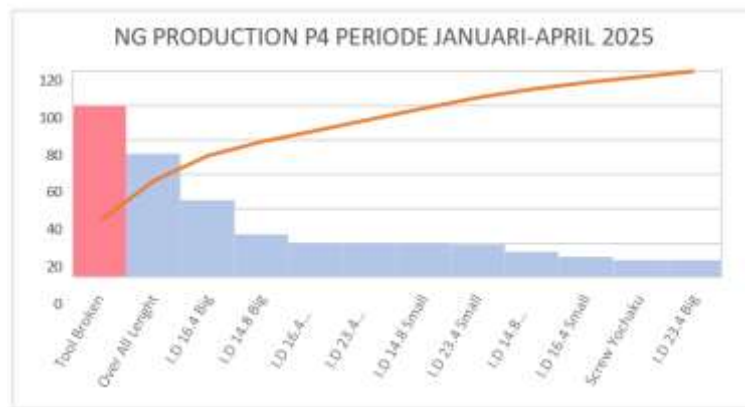
Perkembangan industri otomotif mendorong perusahaan manufaktur untuk menghasilkan produk dengan kualitas tinggi dan efisiensi proses yang baik (Soeltanong & Sasongko, 2021). Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam proses produksi komponen otomotif adalah mesin CNC (Computer Numerical Control), karena mampu menghasilkan produk dengan presisi tinggi dan waktu proses yang singkat. Mesin Computer Numerical Control (CNC) merupakan mesin perkakas otomatis yang dapat diprogram secara numerik dengan bantuan komputer dan disimpan melalui media penyimpanan, di mana alat kerjanya dapat disesuaikan dengan kebutuhan desain dua dimensi maupun tiga dimensi (Syamsuri & Sutjipto, 2023).

Meskipun teknologi yang digunakan sudah modern, perusahaan manufaktur masih menghadapi tantangan dalam menjaga konsistensi kualitas produk (Artha et al., 2021; Handes et al., 2013). Salah satu masalah yang sering muncul adalah tingginya tingkat defect atau produk cacat yang berdampak pada penurunan efisiensi dan meningkatnya biaya produksi. Dengan meningkatnya jumlah cacat produk menandakan adanya kelemahan dalam sistem pengendalian kualitas dan pemeliharaan mesin. Pengendalian kualitas merupakan aspek penting yang berperan dalam menentukan keberhasilan produk, perkembangan bisnis, serta peningkatan daya saing perusahaan (Ardiansyah et al., 2025).

PT. XYZ merupakan salah satu pembuat komponen otomotif yang berlokasi di Kawasan Jababeka VI, Cikarang Pusat yang bergerak di bidang pembuatan spare.

part kendaraan roda dua dan roda empat, khususnya komponen untuk sistem pompa bahan bakar. Dalam proses produksi di PT. XYZ hal yang sangat diprioritaskan dan dipertahankan adalah kualitas produk untuk menjamin kepuasan pelanggan agar perusahaan tetap bisa bertahan dalam persaingan di dunia manufaktur.

Namun berdasarkan data pada proses produksi di PT XYZ, ditemukan bahwa selama periode Januari hingga April 2025, jenis *defect* P4 dengan jumlah tertinggi adalah *Tool broken*. Berikut pada gambar 1.1 di bawah menampilkan Pareto Diagram *defect* sebagai berikut.



Gambar 1 Pareto Diagram Defect P4 PT. XYZ

Berdasarkan Gambar 1 di atas perusahaan PT. XYZ mengalami *problem* yang menyumbang kerugian yang cukup besar yang diakibatkan oleh banyaknya *defect tool broken* saat proses produksi dari bulan Januari-April 2025. Tingginya jumlah *defect* menyebabkan peningkatan waktu henti mesin (*Downtime* selama 10-20 menit setiap kali ditemukan adanya *tool broken* dan perlu dilakukan pergantian *tool* baru. Kondisi ini menunjukkan bahwa diperlukan analisis mendalam untuk mengetahui penyebab utama terjadinya *Tool broken* agar dapat dilakukan tindakan perbaikan yang tepat.

Kurangnya pengawasan kondisi alat potong dan keterlambatan penggantian *tool* juga berpotensi menimbulkan gangguan proses, seperti meningkatnya getaran saat pemotongan, ketidakstabilan dimensi produk sehingga menimbulkan barang cacat. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis mendalam untuk mencari akar penyebab utama masalah ini.

Untuk menghadapi tantangan tersebut, perusahaan membutuhkan metode analisis yang mampu mengidentifikasi akar penyebab kegagalan secara sistematis sekaligus mendukung upaya perbaikan yang terstruktur. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan salah satu metode yang telah banyak digunakan di industri global untuk menilai tingkat risiko dan menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN) (Wicaksono & Yuamita, 2022). Di sisi lain, pendekatan perbaikan berkelanjutan melalui siklus PDCA (Plan–Do–Check–Action) memberikan kerangka kerja yang efektif untuk merencanakan, melaksanakan, mengevaluasi, dan menstandarkan tindakan perbaikan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengukuran tingkat cacat secara kuantitatif, tetapi juga melakukan analisis mendalam terhadap akar penyebab permasalahan untuk menghasilkan rekomendasi perbaikan yang terstruktur dan aplikatif sehingga mampu meningkatkan kualitas produk serta efisiensi proses secara berkelanjutan. Melalui integrasi metode FMEA dan PDCA, PT. XYZ diharapkan dapat menurunkan tingkat kegagalan *tool broken*, meningkatkan keandalan proses machining, serta memperkuat kualitas produk yang dihasilkan. Upaya perbaikan ini tidak hanya penting bagi keberlangsungan dan performa internal perusahaan, tetapi juga menjadi bagian dari tuntutan industri manufaktur nasional yang kini semakin berorientasi pada efisiensi, kualitas, dan daya saing di pasar global. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya *tool broken* pada proses produksi produk P4 di PT. XYZ menggunakan metode FMEA serta merancang dan mengevaluasi tindakan perbaikan melalui pendekatan PDCA guna mengurangi tingkat kegagalan, menurunkan *downtime* mesin, dan meningkatkan kualitas proses produksi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi PT. XYZ sebagai bahan evaluasi dan dasar perbaikan proses produksi untuk mengurangi *tool broken* serta meningkatkan produktivitas dan kualitas produk. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi akademisi dan peneliti dalam pengembangan kajian mengenai pengendalian kualitas, manajemen risiko, dan perbaikan berkelanjutan di industri manufaktur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dan kuantitatif dengan pendekatan deskriptif analitis. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data yang dikumpulkan berupa data numerik dan hasil pengukuran langsung dari proses produksi, seperti jumlah kejadian *tool broken*, jumlah produksi, frekuensi cacat, serta nilai Risk Priority Number (RPN). Data tersebut dianalisis untuk mengetahui tingkat kegagalan, besarnya dampak terhadap proses produksi, serta menentukan faktor penyebab yang paling dominan berdasarkan perhitungan tingkat risiko.

Sementara itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami kondisi nyata di lapangan melalui observasi langsung, wawancara dengan operator dan teknisi, serta analisis terhadap prosedur kerja dan kondisi mesin. Metode deskriptif analitis diterapkan untuk menggambarkan permasalahan secara sistematis, menelusuri akar penyebab kegagalan menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), serta merumuskan dan mengimplementasikan tindakan perbaikan melalui siklus PDCA (Plan–Do–Check–Action) (A'yun & Iriani, 2024; Klarić et al., 2025; Pamungkas et al., 2025; Zuniawan, 2020).

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengukur tingkat kegagalan secara numerik, tetapi juga melakukan evaluasi menyeluruh terhadap potensi risiko proses dan penyebabnya. Integrasi pendekatan kualitatif dan kuantitatif melalui metode FMEA dan PDCA diharapkan mampu memberikan strategi perbaikan yang lebih terarah, efektif, dan berkelanjutan dalam menurunkan tingkat kegagalan serta meningkatkan keandalan proses produksi.

Penelitian dilaksanakan di area produksi machining PT. XYZ yang beroperasi menggunakan mesin CNC berperan penting dalam menghasilkan komponen dengan dimensi yang presisi dan konsisten tinggi. Lokasi penelitian ini bertempat di Kawasan Industri Jababeka VI Blok B-2A, Ds. Jatireja, Kec. Cikarang Tim., Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Selama penelitian penulis ditempatkan di departemen Operator Produksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan dan Pengolahan data

PT.XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi komponen otomotif, khususnya komponen sistem untuk memompa bahan bakar kendaraan roda dua dan roda empat. Proses yang digunakan di PT. XYZ yaitu proses menggunakan mesin CNC sebagai proses utama pembentukan komponen. Dalam proses produksi, perusahaan menargetkan kualitas produk yang sesuai dengan standar pelanggan dengan *defect* yang seminimal mungkin.

Pada periode Januari hingga April 2025, ditemukan permasalahan yang berulang dan cukup sering terjadi pada proses *machining* produk P4, yaitu tingginya frekuensi kejadian *tool broken*. Kondisi ini menyebabkan peningkatan downtime mesin antara 10 hingga 20 menit setiap *tool* mengalami kerusakan yang memerlukan penggantian *tool* yang baru dan waktu untuk setting ulang ukuran, yang ada akhirnya berdampak pada penurunan produktivitas serta peningkatan biaya operasional. Oleh karena itu, pengumpulan data dilakukan secara sistematis guna mendapatkan gambaran yang komprehensif terhadap kondisi aktual proses produksi sebagai dasar analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan perbaikan berkelanjutan *Plan-Do-Check-Action* (PDCA).

Data Jenis *Defect* Produksi

Tahap pertama dalam pengumpulan data adalah menginventarisasi seluruh jenis *defect* yang tercatat pada proses produksi produk P4 selama periode pengamatan. Rekapitulasi data *defect* dari bulan Januari hingga April 2025 disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Identifikasi Jenis Defect dan Distribusi Jumlah Cacat Produk P4 pada Proses Produksi

No.	Jenis Defect	Jumlah (<i>defect</i>)				Total
		Januari	Februari	Maret	April	
1	Over All Lenght	72	100	50	81	303
2	Screw Yochaku	10	25	10	19	64
3	<i>Tool Broken</i>	100	150	90	140	480
4	I.D 16.4 Mushire	20	20	40	35	115
5	I.D 23.4 Mushire	20	15	16	25	76
6	I.D 14.8 Mushire	15	25	35	20	95
7	I.D 16.4 Big	45	35	20	15	115
8	I.D 23.4 Big	10	15	17	20	62
9	I.D 14.8 Big	25	20	15	10	70
10	I.D 16.4 Small	12	16	19	20	67
11	I.D 23.4 Small	19	20	15	20	74
12	I.D 14.8 Small	20	25	15	10	70

Sumber : Hasil Pengolahan

Berdasarkan Tabel 1 di atas terlihat total *defect* pada proses produksi produk P4 selama periode Januari–April 2025 mencapai 1.546 unit yang terdiri dari 12 jenis jenis *defect*. Dari seluruh jenis *defect* tersebut, *Tool Broken* menjadi *defect* paling tinggi dengan jumlah 480 unit atau sebesar 31,05% dari total keseluruhan *defect*. Hal ini menunjukkan bahwa masalah *tool broken* menjadi penyebab utama tingginya *defect* pada proses produksi. Selain itu, *defect* Over All Lenght juga memiliki jumlah cukup besar yaitu 303 unit (19,60%), sedangkan *defect* I.D 16.4 Mushire dan I.D 16.4 Big masing-masing berjumlah 115 unit (7,44%). Sementara *defect* dengan jumlah paling sedikit adalah I.D 23.4 Big sebanyak 62 unit (4,01%).

Jika dilihat dari data setiap bulan, *defect Tool Broken* mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil. Pada bulan Januari tercatat 100 unit, kemudian meningkat menjadi 150 unit pada Februari, turun menjadi 90 unit pada Maret, lalu kembali naik menjadi 140 unit pada April. Kondisi ini menunjukkan bahwa penyebab *tool broken* masih belum dapat dikendalikan dengan baik sehingga *defect* terus terjadi secara berulang. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan metode FMEA dan PDCA untuk mengetahui akar penyebab masalah serta menentukan usulan perbaikan yang tepat agar jumlah *defect* berkurang.

4.1.2 Analisis Distribusi dan Prioritas Jenis Defect

Guna menetapkan prioritas penanganan terhadap berbagai jenis *defect* yang teridentifikasi, dilakukan penyusunan distribusi frekuensi dan persentase kumulatif seluruh jenis *defect* yang teridentifikasi pada proses *machining* produk P4. Pendekatan ini mengacu pada prinsip Pareto yang menyatakan bahwa sebagian kecil dari jenis penyebab masalah bertanggung jawab atas sebagian besar kerugian yang terjadi. Tabel 4.1.3 berikut menyajikan distribusi *defect* berdasarkan urutan jumlah tertinggi beserta akumulasi persentase kumulatifnya.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Defect Produk P4 Berdasarkan Urutan Jumlah dan Persentase Kumulatif

No.	Jenis Defect	Jumlah Defect	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	<i>Tool Broken</i>	480	31,05%	31,05%
2	Over All Lenght	303	19,60%	50,65%

3	I.D 16.4 Mushire	115	7,44%	58,09%
4	I.D 16.4 Big	115	7,44%	65,52%
5	I.D 14.8 Mushire	95	6,15%	71,67%
6	I.D 14.8 Big	70	4,53%	76,20%
7	I.D 14.8 Small	70	4,53%	80,73%
8	I.D 23.4 Mushire	76	4,92%	85,65%
9	I.D 23.4 Small	74	4,79%	90,43%
10	I.D 16.4 Small	67	4,33%	94,77%
11	Screw Yochaku	64	4,14%	98,90%
12	I.D 23.4 Big	62	4,01%	100,00%

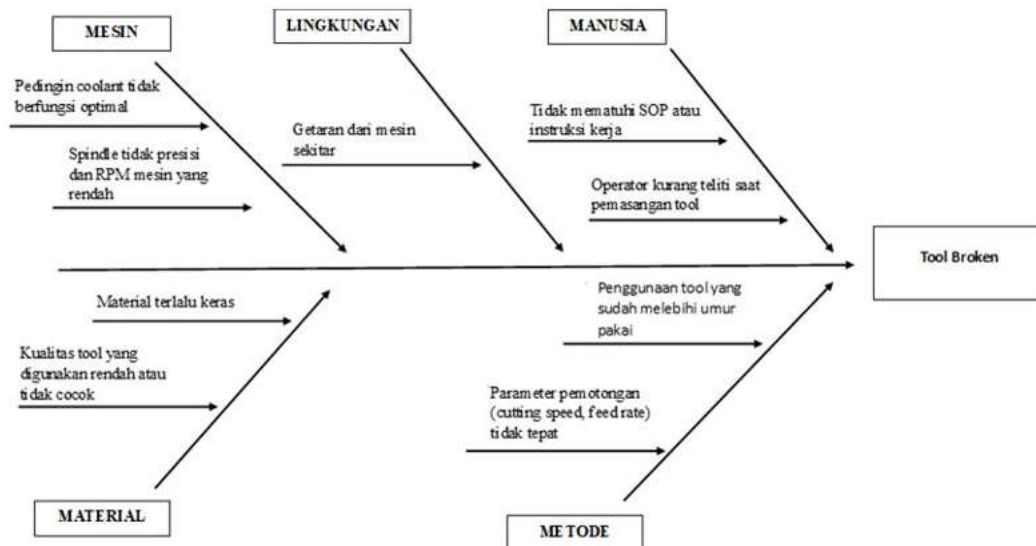
Sumber: Hasil Pengolahan

Berdasarkan Tabel 2, *defect Tool Broken* dan *Over All Length* menjadi dua jenis *defect* terbesar dengan kontribusi masing-masing sebesar 31,05% dan 19,60%, sehingga secara keseluruhan menyumbang 50,65% dari total *defect* produksi. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar permasalahan kualitas didominasi oleh beberapa jenis *defect* utama, terutama *Tool Broken* yang memiliki dampak langsung terhadap downtime mesin dan produktivitas proses produksi.

Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut, dapat diketahui bahwa proses produksi produk P4 di PT. XYZ masih mengalami permasalahan kualitas yang cukup signifikan selama periode Januari–April 2025. Oleh karena itu, *defect Tool Broken* ditetapkan sebagai fokus utama penelitian dan akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode FMEA untuk menentukan tingkat risiko serta metode PDCA sebagai usulan tindakan perbaikan yang berkelanjutan.

Analisis Penyebab Defect Tool Broken

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan operator hingga teknisi *Maintenance*, diketahui bahwa *defect tool broken* menjadi jenis kegagalan yang paling sering terjadi selama periode Januari hingga April 2025. Untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *defect Tool Broken*, dilakukan analisis menggunakan diagram fishbone atau diagram sebab-akibat. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang mempengaruhi terjadinya kegagalan pada proses *machining*. Analisis dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan operator dan teknisi, serta pengamatan langsung terhadap kondisi proses produksi. Faktor-faktor penyebab kemudian dikelompokkan ke dalam beberapa kategori utama, yaitu faktor mesin, manusia, metode, material, dan lingkungan. Berikut ini diagram *fishbone* untuk menggambarkan hubungan antara berbagai faktor penyebab dengan *defect tool broken*.



Gambar 2 Diagram Fishbone

Berdasarkan diagram *fishbone* di atas menunjukkan bahwa *defect Tool Broken* pada proses produksi produk P4 dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu mesin, manusia, metode, material, dan lingkungan. Diagram tersebut digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah sehingga dapat diketahui faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan *tool* mengalami kerusakan atau patah saat proses *machining* berlangsung.

Berdasarkan analisis tersebut, penyebab *defect Tool Broken* tidak hanya berasal dari satu faktor saja, tetapi merupakan kombinasi dari beberapa kondisi yang saling berkaitan. Faktor mesin dan metode menjadi faktor yang paling dominan karena berhubungan langsung dengan proses pemotongan pada mesin CNC, seperti kondisi mesin yang kurang stabil dan parameter pemotongan yang tidak sesuai standar. Selain itu, faktor manusia, material, pengukuran, dan lingkungan juga turut mempengaruhi terjadinya *defect*, baik dari sisi pengawasan operator, kualitas material, sistem pengecekan *tool*, maupun kondisi area kerja produksi.

Dengan adanya identifikasi penyebab menggunakan diagram *fishbone* ini, perusahaan dapat mengetahui sumber permasalahan secara lebih terarah sehingga tindakan perbaikan yang dilakukan nantinya dapat lebih efektif dalam mengurangi *defect Tool Broken* pada proses produksi.

Penerapan Metode PDCA sebagai Tindakan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis FMEA yang telah dilakukan pada sub-bab sebelumnya, diketahui bahwa mode kegagalan *tool patah (tool broken)* pada proses *machining* diakibatkan oleh pendingin (*coolant*) yang tidak optimal. Diperoleh dari nilai *Risk Priority Number (RPN)* tertinggi sebesar 336. Investigasi lebih lanjut di lapangan mengidentifikasi bahwa penyebab utama tidak optimalnya aliran *coolant* adalah tersumbatnya *nozzle coolant* oleh serpihan *chip (kiriko)* yang dihasilkan selama proses *machining*. Kondisi ini menyebabkan aliran *coolant* tidak mampu mendinginkan area pemotongan secara optimal, sehingga terjadi peningkatan panas selama proses *machining* yang dapat mempercepat keausan dan kerusakan *tool* secara mendadak.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut secara sistematis dan berkelanjutan, diterapkan siklus perbaikan PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) yang mencakup perencanaan solusi teknis, pelaksanaan implementasi di lapangan, evaluasi efektivitas perbaikan, serta standarisasi hasil perbaikan sebagai prosedur tetap. Uraian penerapan setiap tahapan PDCA disajikan sebagai berikut.

4.4.1 Plan (Perencanaan Tindakan Perbaikan)

Tahap Plan merupakan langkah awal dalam siklus PDCA yang bertujuan menetapkan akar penyebab masalah secara tepat, merumuskan solusi yang terukur, serta menyusun rencana aksi yang jelas dengan target, penanggung jawab, dan batas waktu yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan analisis FMEA, akar penyebab utama tersumbatnya *nozzle coolant* adalah tidak adanya mekanisme penyaringan (filter) pada jalur aliran *coolant* sebelum mencapai *nozzle*. Partikel *kiriko* berukuran kecil yang berasal dari proses pemotongan material bebas bersirkulasi bersama cairan *coolant* dan secara bertahap terakumulasi di dalam saluran *nozzle*. Kondisi ini diperburuk oleh tidak adanya prosedur tertulis yang mengatur pengecekan kondisi aliran *coolant* secara rutin sebelum mesin dioperasikan. Target perbaikan yang ditetapkan pada tahap ini adalah: (1) mengurangi frekuensi kejadian *nozzle coolant* tersumbat minimal sebesar 70% dalam dua bulan implementasi, dan (2) menurunkan jumlah *tool broken* yang berhubungan dengan faktor *coolant* sebesar minimal 50% dibandingkan rata-rata periode sebelum perbaikan.

Tabel 3 berikut menyajikan rencana aksi perbaikan yang telah disusun.

No	What (Apa)	Why (Mengapa)	Where (Di mana)	When (Kapan)	Who (Siapa)	How (Bagaimana)
1	Pemasangan filter coolant 100 mesh	Mencegah penyumbatan nozzle oleh chip (kiriko) dari kotoran	Seluruh mesin CNC yang memproduksi produk P4	Mei 2025 (Minggu ke-1)	Teknisi Maintenance dan Leader Produksi	Memasang filter stainless mesh 100 mesh pada jalur coolant sebelum nozzle
2	Pembuatan dan penerapan SOP pengecekan coolant	Menjamin aliran coolant tetap optimal	Area produksi machining produk P4	Mei 2025 (Minggu ke-1)	Supervisor dan Leader Produksi	Menyusun SOP pengecekan debit coolant, filter, dan tekanan aliran
3	Jadwal pembersihan filter coolant	Mencegah penumpukan chip(kiriko) pada filter	Mesin CNC produk P4	Mei 2025 (Minggu ke-2)	Leader Produksi	Membersihkan filter mingguan dan mengganti filter yang rusak
4	Pelatihan operator terkait sistem coolant	Meningkatkan pemahaman terkait penyebab tool broken	Area produksi machining produk P4	Mei 2025 (Minggu ke-2)	Supervisor Produksi	Memberikan pelatihan fungsi filter dan prosedur pelaporan

Sumber: Hasil Perencanaan Perbaikan, 2025

Berdasarkan Tabel 3, rencana perbaikan difokuskan pada empat tindakan utama yang saling melengkapi. Tindakan pertama dan paling prioritas adalah pemasangan filter *coolant* pada *nozzle* sebagai solusi teknis langsung terhadap akar penyebab tersumbat. Tindakan kedua hingga keempat bersifat pendukung, yaitu penyusunan SOP, penetapan jadwal perawatan, dan pelatihan operator, guna memastikan efektivitas filter yang dipasang dapat terjaga secara jangka panjang.

4.4.2 Do (Pelaksanaan Perbaikan)

Tahap Do merupakan tahap pelaksanaan seluruh rencana tindakan yang telah ditetapkan pada tahap Plan. Implementasi dilakukan mulai minggu pertama bulan Mei 2025 dengan

melibatkan teknisi *Maintenance*, *leader* produksi, supervisor, dan operator mesin CNC produk P4.

Tindakan perbaikan utama yang dilaksanakan adalah pemasangan filter *coolant* berupa filter *mesh stainless steel* berukuran 100 *mesh* ($\pm 150 \mu\text{m}$) pada jalur pipa *coolant* setiap mesin CNC yang digunakan dalam proses produksi produk P4. Filter dipasang secara *inline* pada posisi setelah tangki *coolant* dan sebelum *nozzle*, sehingga seluruh aliran *coolant* yang menuju pahat terlebih dahulu disaring dan terbebas dari partikel *kiriko* maupun kotoran lainnya. Pemilihan ukuran 100 *mesh* didasarkan pada pertimbangan ukuran rata-rata partikel *kiriko* yang dihasilkan proses *machining*, serta kemampuan filter untuk tidak mengurangi debit aliran *coolant* secara signifikan. Spesifikasi teknis filter *coolant* yang digunakan disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4 Spesifikasi Teknis Filter *Coolant* yang Dipasang

No.	Item Spesifikasi	Keterangan
1	Jenis Filter	Filter <i>mesh stainless steel tipe inline</i> , ukuran 100 <i>mesh</i> ($\pm 150 \mu\text{m}$)
2	Material Filter	<i>Stainless steel</i> 304 — tahan korosi terhadap cairan <i>coolant</i> berbasis air
3	Posisi Pemasangan	Dipasang pada jalur pipa <i>coolant</i> sebelum <i>nozzle</i> , di sisi keluar tangki <i>coolant</i>
4	Jumlah Unit	1 filter per mesin CNC (total 30 mesin aktif produksi P4)
5	Jadwal Pembersihan	Setiap 1 minggu sekali, bila filter mampet tetap dilakukan pembersihan di luar jadwal — dibersihkan dengan sikat kawat halus + air bertekanan
6	Jadwal Penggantian	Setiap mengalami kerusakan filter
7	Penanggung Jawab	<i>Leader</i> Produksi — dicatat dalam Formulir Perawatan <i>Coolant</i> (FPC-01)

Sumber: Dokumen Teknis Departemen *Maintenance*, PT. XYZ, 2025

Selain pemasangan filter, tindakan pendukung kedua yang dilaksanakan adalah pembuatan dan penerapan SOP Pengecekan *Coolant* setiap awal *shift*. SOP ini mewajibkan *leader* produksi untuk melakukan verifikasi terhadap lima poin pemeriksaan sebelum mesin dijalankan, yaitu kondisi aliran, kebersihan filter, konsentrasi cairan, kebocoran sambungan, serta warna dan kebersihan cairan *coolant*. *Checklist* pengecekan tersebut disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 5 Checklist SOP Pengecekan *Coolant* Setiap Awal *Shift*

No.	Item Pengecekan	Standar Normal	Tindakan jika Tidak Normal
1	Aliran <i>coolant</i> keluar dari <i>nozzle</i>	Aliran deras dan merata, tidak ada percikan tidak beraturan	Cek filter — bersihkan jika tersumbat
2	Kondisi filter (inspeksi visual)	Bersih, tidak tertutup endapan <i>kiriko</i> atau <i>chip</i> logam	Bersihkan filter segera sebelum produksi dimulai
3	Konsentrasi cairan <i>coolant</i>	Sesuai rekomendasi: 6–8% (diukur dengan refraktometer)	Tambahkan konsentrat atau air sesuai rasio yang ditetapkan
4	Kebocoran pada sambungan pipa	Tidak ada tetesan atau rembesan di area <i>nozzle</i> dan fitting	Laporkan ke teknisi — mesin tidak boleh dijalankan
5	Warna & kebersihan cairan <i>coolant</i>	Bening kehijauan, tidak berbau menyengat, tidak berminyak berlebih	Lakukan penggantian <i>coolant</i> jika sudah keruh atau berbau

Sumber: SOP-PROD-007 PT. XYZ, 2025

Tindakan ketiga adalah menetapkan pembersihan filter *coolant* secara rutin serta melakukan penggantian filter apabila mengalami kerusakan guna menjaga kelancaran aliran

coolant dan memastikan proses pendinginan tetap optimal. Tindakan keempat adalah memberikan pelatihan singkat kepada operator dan *leader* produksi mengenai fungsi filter *coolant*, tanda-tanda aliran *coolant* yang tidak optimal, serta prosedur pelaporan untuk meningkatkan kemampuan deteksi dini dan mencegah terjadinya *Tool Broken*.

4.4.3 Check (Evaluasi Hasil Perbaikan)

Tahap *Check* dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas seluruh tindakan perbaikan yang telah diimplementasikan pada tahap *Do*. Evaluasi dilaksanakan selama dua bulan setelah implementasi, yaitu periode Mei dan Juni 2025, dengan membandingkan data aktual sebelum dan sesudah perbaikan pada dua indikator utama yaitu, frekuensi kejadian *coolant* tersumbat dan jumlah *tool broken* yang berkaitan dengan faktor *coolant*.

Tabel 6 Perbandingan Data Frekuensi *Coolant* Tersumbat dan *Tool Broken* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Periode	Frekuensi <i>Coolant</i> Tersumbat (kali/bulan)	Jumlah <i>Tool Broken</i> (unit)	Status
Januari 2025	18	100	Sebelum
Februari 2025	22	150	Sebelum
Maret 2025	17	90	Sebelum
April 2025	20	140	Sebelum
Mei 2025	6	50	Sesudah
Juni 2025	3	30	Sesudah
Rata-rata Sebelum	19,25	120	-
Rata-rata Sesudah	4,5	40	-
Penurunan (%)	76,6%	66,7%	-

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan Tabel 6, hasil evaluasi menunjukkan adanya penurunan pada seluruh indikator yang diamati setelah dilakukan tindakan perbaikan. Frekuensi *coolant* tersumbat menurun dari rata-rata 19,25 kali per bulan sebelum perbaikan menjadi 4,5 kali per bulan setelah perbaikan, atau mengalami penurunan sebesar 76,6%. Penurunan ini menunjukkan bahwa pemasangan filter *coolant*, penerapan SOP pengecekan, serta pembersihan filter secara rutin mampu mengurangi terjadinya penyumbatan pada sistem *coolant* sehingga aliran pendingin menjadi lebih lancar.

Penurunan frekuensi penyumbatan *coolant* juga berdampak pada berkurangnya jumlah *tool broken*. Sebelum perbaikan, rata-rata kejadian *tool broken* mencapai 120 unit per bulan, sedangkan setelah perbaikan turun menjadi 40 unit per bulan, atau mengalami penurunan sebesar 66,7%. Selain itu, *downtime* mesin akibat *tool broken* juga mengalami penurunan dari rata-rata 1.440 menit per bulan menjadi 470 menit per bulan, atau berkurang sebesar 67,3%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan berhasil meningkatkan efektivitas sistem pendinginan sehingga risiko kerusakan *tool* dapat ditekan dan waktu henti mesin akibat *tool broken* dapat diminimalkan. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan filter *coolant* berhasil memutus rantai kegagalan yang sebelumnya terjadi: dari *nozzletersumbat* → *coolant* tidak optimal → *tool overheat* → *tool broken*.

Evaluasi juga dilakukan terhadap perubahan nilai RPN mode kegagalan *coolant* setelah perbaikan. Dengan terpasangnya filter dan berjalannya SOP pengecekan, nilai *Occurrence* (O) menurun dari 7 menjadi 2 karena kejadian tersumbat sudah sangat berkurang, dan nilai *Detection* (D) menurun dari 5 menjadi 2 karena *checklist* harian memungkinkan deteksi dini sebelum masalah berkembang. Perubahan nilai RPN secara spesifik disajikan pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 7 Perubahan Nilai RPN Mode Kegagalan *Coolant* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No.	Mode Kegagalan	Sebelum Perbaikan				Sesudah Perbaikan				Penurunan RPN (%)
		S	O	D	RPN	S	O	D	RPN	
1	<i>Tool</i> patah akibat <i>coolant</i> tidak optimal (<i>nozzletersumbat kiriko</i>)	8	7	6	336	8	2	2	32	88,6%

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan Tabel 7, nilai RPN mode kegagalan *tool* patah akibat *coolant* tidak optimal mengalami penurunan dari 336 menjadi 32, atau turun sebesar 88,6%. Nilai RPN pasca-perbaikan yang berada jauh di bawah ambang batas kritis 100 mengindikasikan bahwa risiko kegagalan akibat faktor *coolant* telah berhasil diturunkan ke level yang dapat diterima. Hasil ini menegaskan bahwa solusi pemasangan filter *coolant* yang disertai SOP pengecekan rutin merupakan intervensi yang tepat sasaran terhadap akar penyebab kegagalan yang teridentifikasi.

4.4.4 Action (Standarisasi dan Tindak Lanjut)

Tahap *Action* merupakan tahap akhir dari siklus PDCA, di mana seluruh tindakan perbaikan yang telah terbukti efektif pada tahap *Check* di standarisasi menjadi prosedur tetap yang berlaku permanen di area produksi. Standarisasi ini bertujuan untuk memastikan keberlangsungan hasil perbaikan secara jangka panjang, mencegah berulangnya permasalahan yang sama, serta menjadikan praktik baik yang ditemukan sebagai bagian dari sistem pengendalian kualitas perusahaan.

Berdasarkan hasil evaluasi yang menunjukkan penurunan frekuensi *coolant* tersumbat sebesar 76,6%, penurunan *tool broken* sebesar 66,7%, dan penurunan RPN sebesar 88,6%, seluruh tindakan perbaikan dinyatakan efektif dan layak untuk distandarkan. Tabel 8 berikut menyajikan dokumen standarisasi yang ditetapkan sebagai hasil dari tahap *Action*.

Tabel 8 Standarisasi Perbaikan — Pemasangan Filter *Coolant* dan SOP Pengecekan

No.	Item Standarisasi	Isi Standar	Dokumen Acuan	Penanggung Jawab
1	Standar pemasangan filter <i>coolant</i> pada mesin CNC	Filter <i>mesh stainless 100 mesh</i> wajib terpasang pada jalur <i>coolant</i> setiap mesin CNC produk P4 sebelum mesin dioperasikan	SOP-MAINT-001 (Pemasangan Filter <i>Coolant</i>)	Teknisi <i>Maintenance</i> , Supervisor
2	SOP pengecekan <i>coolant</i> setiap awal <i>shift</i>	Operator wajib mengisi <i>checklist</i> 5 poin pengecekan <i>coolant</i> (aliran, filter, konsentrasi, kebocoran, warna) sebelum produksi dimulai setiap <i>shift</i>	SOP-PROD-007 (Pengecekan <i>Coolant</i> Awal <i>Shift</i>)	Supervisor, <i>Leader</i> Produksi
3	Jadwal pembersihan dan penggantian filter <i>coolant</i>	Pembersihan filter <i>coolant</i> dilakukan setiap hari dan segera saat terjadi penyumbatan atau penurunan aliran <i>coolant</i> . Penggantian filter dilakukan apabila filter rusak serta dicatat dalam formulir FPC-01	FPC-01 (Formulir Perawatan <i>Coolant</i>)	<i>Leader</i> Produksi
4	Mekanisme pelaporan gangguan <i>coolant</i>	Operator melaporkan anomali <i>coolant</i> (tersumbat, bocor, debit lemah) kepada <i>leader</i> dalam 5 menit setelah ditemukan. Mesin dihentikan hingga diperbaiki	SOP-PROD-007 & Laporan Harian Produksi	Supervisor, <i>Leader</i> Produksi

5	Monitoring indikator kualitas pasca-standarisasi	Frekuensi <i>coolant</i> tersumbat dan jumlah <i>tool broken</i> akibat <i>coolant</i> dipantau setiap bulan dalam rapat kualitas sebagai KPI proses <i>machining</i> P4	Monthly Quality Review Report	QC & Leader Produksi
---	--	--	-------------------------------	----------------------

Sumber: Dokumen Standarisasi Departemen Produksi & QC, PT. XYZ, 2025

Berdasarkan Tabel 8, lima item standarisasi telah ditetapkan secara resmi sebagai prosedur baru di area produksi P4. Standar pemasangan filter *coolant* menjadikan komponen tersebut sebagai bagian wajib dari konfigurasi mesin CNC, sehingga tidak dapat dihilangkan atau diabaikan dalam proses set-up mesin. SOP pengecekan *coolant* setiap awal *shift* memastikan bahwa kondisi sistem *coolant* selalu terverifikasi sebelum produksi dimulai, sehingga potensi masalah dapat dideteksi dan ditangani lebih awal sebelum berdampak pada *tool*.

Jadwal perawatan berkala yang terdokumentasi dalam Formulir FPC-01 menjamin bahwa filter *coolant* selalu dalam kondisi bersih dan berfungsi optimal, sekaligus memberikan rekam jejak perawatan yang dapat ditelusuri apabila terjadi gangguan di kemudian hari. Mekanisme pelaporan cepat yang ditetapkan memastikan respons terhadap anomali *coolant* dapat dilakukan dalam waktu singkat, meminimalkan risiko produksi berlanjut dengan kondisi *coolant* yang tidak normal. Terakhir, monitoring bulanan melalui rapat kualitas menjadikan frekuensi *coolant* tersumbat dan jumlah *tool broken* terkait *coolant* sebagai *Key Performance Indicator* (KPI) resmi yang dipantau secara periodik.

Dengan terselesaikannya seluruh tahapan siklus PDCA untuk permasalahan *coolant* tersumbat, dapat disimpulkan bahwa integrasi analisis FMEA dalam mengidentifikasi prioritas kegagalan dengan siklus PDCA sebagai kerangka perbaikan terbukti menghasilkan solusi yang terstruktur, terukur, dan berkelanjutan (Kusumawati et al., 2024; Saputra & Santoso, 2021). Pemasangan filter *coolant* sebagai solusi teknis utama, yang didukung oleh SOP, jadwal perawatan, dan standarisasi prosedur, secara komprehensif berhasil mengatasi akar penyebab kegagalan yang sebelumnya menjadi kontributor terbesar terjadinya *tool broken* pada proses *machining* produk P4 di PT. XYZ.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Plan-Do-Check-Action (PDCA) untuk mengurangi tingkat kegagalan *tool broken* pada proses produksi produk P4 di PT. XYZ, dapat disimpulkan bahwa analisis FMEA berhasil mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama terjadinya defect *tool broken* pada proses *machining*. Hasil analisis menunjukkan terdapat sembilan mode kegagalan yang berpotensi menyebabkan *tool broken*, yaitu *tool* patah akibat pendingin (*coolant*) tidak optimal, *tool* aus sebelum batas umur pakai, *tool* patah saat proses drilling akibat RPM berlebih, *tool* patah karena material benda kerja keras tidak normal, *tool* patah akibat getaran berlebih (*chatter*), dan *tool* patah akibat kesalahan operator (*human error*). Dari sembilan mode kegagalan tersebut, masalah *coolant* yang tidak optimal memiliki nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi sebesar 336 sehingga menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pendinginan memiliki peranan penting dalam menjaga umur pakai *tool* dan mencegah terjadinya kerusakan selama proses *machining* berlangsung. Berdasarkan hasil implementasi perbaikan menggunakan siklus PDCA, diketahui bahwa tindakan yang dilakukan mampu mengurangi tingkat kegagalan *tool broken* secara signifikan. Perbaikan yang diterapkan meliputi pemasangan filter *coolant* stainless mesh 100 mesh pada jalur *coolant* mesin CNC, penerapan SOP pengecekan *coolant* setiap awal *shift*,

pembersihan filter coolant secara rutin setiap hari, serta pelatihan kepada operator mengenai fungsi dan pengawasan sistem coolant. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa frekuensi coolant tersumbat menurun dari rata-rata 19,25 kali per bulan menjadi 4,5 kali per bulan atau turun sebesar 76,6%. Selain itu, jumlah tool broken berhasil diturunkan dari rata-rata 120 unit per bulan menjadi 40 unit per bulan atau mengalami penurunan sebesar 66,7%, sedangkan downtime akibat tool broken menurun dari rata-rata 1.440 menit per bulan menjadi 470 menit per bulan atau berkurang sebesar 67,3%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode FMEA dan PDCA efektif dalam mengidentifikasi penyebab utama kegagalan serta menghasilkan tindakan perbaikan yang mampu meningkatkan keandalan proses machining dan mengurangi defect tool broken pada produk P4 di PT. XYZ.

REFERENSI

- A'yun, A. Q., & Iriani. (2024). Failure mode and effect analysis (FMEA) and root cause analysis (RCA) for urea fertilizer production risk mitigation. *Jurnal Manajemen Bisnis*, 11(2), 933–945. <https://doi.org/10.33096/jmb.v11i2.817>
- Ardiansyah, R. P., Prastiwinarti, W., Yoga, D., & Pratama, P. (2025). Pengendalian kualitas plat cetak offset dalam mengatasi defect di PT ABC. *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*.
- Artha, N., Mulia, C., & Rochmoeljati, R. (2021). Pengendalian kualitas pengelasan menggunakan metode statistical quality control (SQC) dan failure mode effect analysis (FMEA) di PT PAL Indonesia.
- Burhanuddin, M., Jufriyanto, M., & Rizqi, A. W. (2025). Implementation of PDCA and seven tools to handle obstacles in the KCl screw material machine at PT Petrokimia Gresik. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(1), 169–177. <https://doi.org/10.70609/gtech.v9i1.5762>
- Daweski, S. M., & Djumiarti, T. (2023). Strategi pengendalian kualitas PT YCH Indonesia Supply Point Semarang menggunakan metode PDCA (Plan-Do-Check-Act) (Studi kasus pada konsumen PT Sarihusada Generasi Mahardika). *Sanskara Manajemen dan Bisnis*, 2(1), 35–50. <https://doi.org/10.58812/smb.v2i01>
- Fatah, A., & Al-Faritsy, A. Z. (2021). Peningkatan dan pengendalian kualitas produk dengan menggunakan metode PDCA (Studi kasus pada PT X). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 3(1).
- Fertansyah, A. A., & Islami, M. C. (2025). Quality control to reduce defects in packaging using Six Sigma and FMEA methods at PT XYZ. *Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat*, 9(1).
- Handes, D., Susanto, K., Novita, L., & Wajong, A. M. R. (2013). Statistical quality control (SQC) pada proses produksi produk E di PT DYN Tbk.
- Hii, D. H., Muhammad, N. A., & Muhammad, N. (2024). Synergizing FMEA and PDCA for superior risk management and process improvement in the semiconductor industry: A case study. *International Journal of Production Management and Engineering*, 12(2), 180–194. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2024.21469>
- Klarić, K., Perić, I., Vukman, K., Papić, F., Klarić, M., & Grošelj, P. (2025). Hybrid MCDM-FMEA model for process optimization: A case study in furniture manufacturing. *Systems*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/systems13010014>
- Kurnia, H., Jaqin, C., Purba, H. H., Kunci, K., Garmen, I., & Kaki, K. (2022). The PDCA approach with OEE methods for increasing productivity in the garment industry.

- Kusumawati, A., Safitri, S., Putra, L. A., & Ramayanti, G. (2024). Analisis penyebab kerusakan mesin dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) di PT Sulfindo Adiusaha.
- Ma'mun, M. S., Wiyatno, T. N., & Khofiyah, N. A. (2024). Analisis pengendalian face uncut dalam meningkatkan kualitas di engine valve menggunakan metode PDCA. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*.
- Pamungkas, P., Rahayu, S., & Putra, F. E. (2025). Analisis pengendalian kualitas produk dengan menggunakan metode seven tools dan FMEA di PT XYZ. *Jurnal Terapan Teknik Industri*. <https://doi.org/10.37373/jenius.v6i1>
- Rahayu, S. T. (2024). Analisis lean manufacturing untuk menurunkan cycle time proses assembly menggunakan metode PDCA di PT X. *Journal of Social Science Research*, 4, 17103–17119.
- Saputra, R., & Santoso, D. T. (2021). Analisis kegagalan proses produksi plastik pada mesin cutting di PT PKF dengan pendekatan failure mode and effect analysis dan diagram Pareto. *Jurnal Ilmu dan Aplikasi Teknik*.
- Soeltanong, M. B., & Sasongko, C. (2021). Perencanaan produksi dan pengendalian persediaan pada perusahaan manufaktur. *Jurnal Riset Akuntansi dan Perpajakan*, 8(1), 14–27.
- Syamsuri, T. U., & Sutjipto, R. (2023). Perancangan dan pembuatan prototype mesin CNC laser engravir dengan mikrokontroler sebagai komunikasi wireless. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(1).
- Wicaksono, A., & Yuamita, F. (2022). Pengendalian kualitas produksi sarden menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) untuk meminimumkan cacat kaleng di PT Maya Food Industries.
- Zuniawan, A. (2020). *A systematic literature review of failure mode and effect analysis (FMEA) implementation in industries*. <http://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/ijiem>