

Implementasi FMEA dan Perbaikan Tata Letak untuk Meningkatkan Produktivitas pada Departemen Dempul Painting di PT XYZ

¹Virna Rahmadani Ayuningtyas, ²Pramudi Arsiwi

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro
e-mail: pramudi.arsiw@dsn.dinus.ac.id

Abstrak

PT XYZ, perusahaan karoseri bus, menghadapi tingginya cacat produksi pada Departemen Dempul dan *Painting* dengan total 3.697 kasus selama Januari–Oktober 2023, puncaknya pada April sebanyak 521 kasus (14,1%). Cacat yang dominan meliputi belang, *overspray*, gelombang, serta kerusakan pada *clear coat* dan dempulan, menunjukkan adanya masalah sistemik. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi cacat utama dan menentukan prioritas perbaikan menggunakan metode *Operation Process Chart*, kuesioner *8 Waste*, serta analisis FMEA berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Hasil menunjukkan proses *basecoat* memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 80, sedangkan cat bagasi terendah sebesar 12. Faktor penyebab utama meliputi *overproduction*, jarak area kerja yang jauh, waktu tunggu berlebih, bahan baku tidak stabil, kurangnya pelatihan, dan sistem inspeksi yang lemah. Rekomendasi perbaikan meliputi standarisasi SOP, perbaikan *layout*, pelatihan rutin, pengendalian suhu dan pencahayaan, serta penguatan *quality control* untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi

Kata kunci: FMEA; Kualitas Produk; *Painting*

Abstract

PT XYZ, a bus body manufacturing company, faces a high defect rate in the Putty and Painting Department, recording a total of 3,697 defects from January to October 2023, with the peak occurring in April at 521 cases (14.1%). The dominant defects include discoloration, overspray, waviness, and damage to the clear coat and putty, indicating a systemic issue. This study aims to identify major defects and determine improvement priorities using the Operation Process Chart, 8 Waste questionnaire, and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) based on the Risk Priority Number (RPN). Results show that the basecoat process has the highest RPN value of 80, while the baggage paint process has the lowest at 12. The main causes include overproduction, long workstation distances, excessive waiting time, unstable raw materials, lack of operator training, and weak inspection systems. Recommended improvements include SOP standardization, layout optimization, regular training, temperature and lighting control, and strengthening quality control to enhance product quality and production efficiency.

Keywords: FMEA; Product Quality; *Painting*

Diterima: Oktober 2025
Disetujui: November 2025
Dipublikasi: Desember 2025

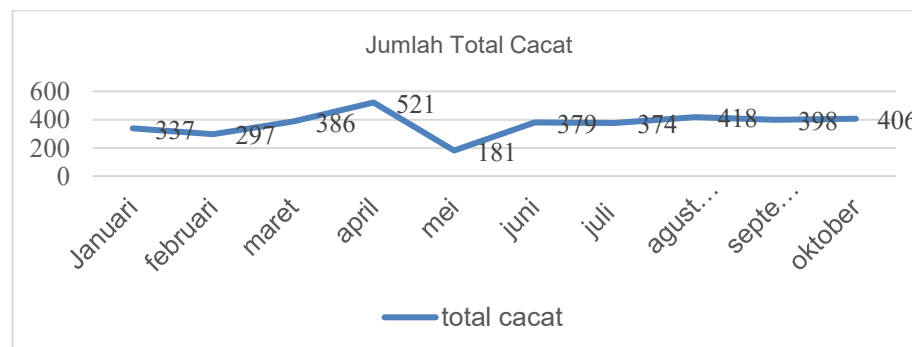
©2025 Virna Rahmadani Ayuningtyas, Pramudi Arsiwi
Under the license CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

Perkembangan teknologi pada berbagai bidang di era ini begitu pesat. Perusahaan wajib beroperasi terhadap efisiensi puncaknya agar bisa mempersiapkan kebutuhan jenis barang atau jasa dapat berkembang di dunia industri (Risdianto Putra and Dahda 2023). Oleh karena itu, seiring pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi, lembaga perguruan tinggi perlu meningkatkan metode dan sistem pendidikannya.

Kualitas produk adalah keseluruhan dari karakteristik barang atau jasa dari pemasaran, rekayasa, produksi serta pemeliharaan yang menghasilkan barang atau jasa yang digunakan memenuhi ekspektasi pelanggan (Haniif Novel, Victor Kamanda, and Kusumayanti 2022). Peningkatan dari kualitas produk saat ini masih hangat dibicarakan karena kualitas produk baik dapat bertahan dalam menghadapi persaingan (Bali, 2022). Kualitas produk adalah aspek penting dalam industri manufaktur, terutama pada proses Dempul dan *Painting* yang menentukan hasil akhir tampilan body bus.

PT XYZ merupakan perusahaan karoseri bus di Indonesia yang memiliki lima departemen produksi, yaitu *Pra-chassis*, Stasiun 0, *Body Rangka*, Dempul dan *Painting*, serta *Finishing* (Ferdiansyah & Izzhati, 2025). Departemen Dempul dan *Painting* memiliki peran penting dalam memberikan tampilan akhir bus melalui proses pendempulan, pengecatan, pemberian motif, hingga pelapisan anti karat agar hasil menarik dan tahan lama. Berdasarkan data kualitas produksi tahun 2023, tingkat kecacatan produk menunjukkan fluktuasi cukup tinggi, jumlah tertinggi pada bulan April sebanyak 521 unit dan terendah pada bulan Mei sebesar 181 unit. Hal ini menunjukkan konsistensi kualitas produksi masih perlu ditingkatkan melalui evaluasi dan pengendalian proses lebih ketat.



Gambar 1. Data jumlah total cacat 2023

Berdasarkan hasil observasi dan analisis grafik, tingginya cacat pada Departemen Dempul dan *Painting* disebabkan oleh kesalahan pengecatan, penggunaan bahan tidak sesuai standar, teknik dempul tidak tepat, serta lemahnya pengendalian kualitas. Selain cacat, efisiensi di Departemen Dempul dan *Painting* juga menurun akibat *overproduction* terjadi karena produksi berdasarkan estimasi, bukan jadwal aktual, sehingga menimbulkan penumpukan unit dan risiko kerusakan serta jarak antar stasiun yang cukup jauh (30–50 m) menyebabkan *idle time* dan memperlambat aliran material. Untuk mengatasi, diterapkan metode FMEA guna mengidentifikasi penyebab utama, meningkatkan kualitas, dan meminimalkan pemborosan. Metode ini menentukan skala prioritas perbaikan dari tiap mode kegagalan yang terjadi sehingga memudahkan langkah perbaikan memudahkan langkah perbaikan (Lestari & Mahbubah, 2021).

Metode

Waste

Pemborosan adalah segala aktivitas yang menggunakan sumber daya tanpa memberikan nilai tambah pada produk akhir (Afriandi and Aidil Saifuddin 2023).

Pemborosan yang dimaksud antara lain

1. *Defects* adalah kesalahan dalam hasil produksi yang terjadi pada aspek kualitas
2. *Overproduction* adalah keadaan ini dapat terjadi karena jumlah produksi perusahaan tidak sesuai dengan permintaan pelanggan.
3. *Waiting* adalah waktu tunggu pekerja atau mesin, bahan, proses tidak selesai, serta jarak antar stasiun yang terlalu jauh (Cholifaturochmah et al., 2022).
4. *Non-Utilized Talent* adalah tidak menempatkan orang sesuai kemampuannya.
5. *Transportation* adalah proses pemindahan barang dari gudang bahan baku ke lini produksi, dan dari lini produksi ke gudang penyimpanan (Khunaifi et al. 2022).
6. *Inventory* adalah persediaan berlebih akibat penumpukan bahan baku.
7. *Motion* adalah pergerakan dari pekerja yang seharusnya tidak perlu dikerjakan dan tidak memberi nilai tambah (Irawan and Putra 2021)
8. *Extra Processing* adalah jenis pemborosan yang terjadi karena dibutuhkannya tahapan dalam proses yang berlebihan (Baharudin and Purwanto 2021).

Tingkat terjadinya masing-masing jenis pemborosan tersebut dapat diukur melalui kuesioner dengan skala Likert lima kategori, yaitu 5 (selalu terjadi), 4 (sering terjadi), 3 (cukup sering terjadi), 2 (jarang terjadi), dan 1 (tidak pernah terjadi).

FMEA

FMEA adalah metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan serta guna merencanakan proses agar kegagalan dapat dicegah. Langkah-langkah FMEA :

1. Identifikasi Mode Kegagalan (*Failure Modes*), yakni mengidentifikasi mode kegagalan yakni cacat produk, kegagalan fungsi, atau masalah yang mempengaruhi sistem.
2. Penilaian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, yakni setiap mode kegagalan diberikan nilai untuk *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* berdasarkan data historis.
3. Perhitungan RPN (*Risk Priority Number*), yakni melalui skala nilai *Risk Priority Number* (RPN) agar dapat mengevaluasi risiko kegagalan (Burhandono and Sinaga 2022). Berdasarkan nilai yang diberikan untuk *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, kemudian menghitung RPN untuk setiap mode kegagalan dari ketiga faktor ini dengan rumus (Azwir et al., 2020)

$$RPN = S \times O \times D \text{ (Jafari et al., 2025)}$$

Hasil penelitian ini sejalan dengan studi internasional yang menyatakan bahwa FMEA efektif dalam mengidentifikasi proses kritis dan menentukan prioritas perbaikan risiko, khususnya pada proses Dempul dan Painting.(Jafari et al., 2025) Berikut adalah interpretasi skala RPN 1–100 yang umum digunakan

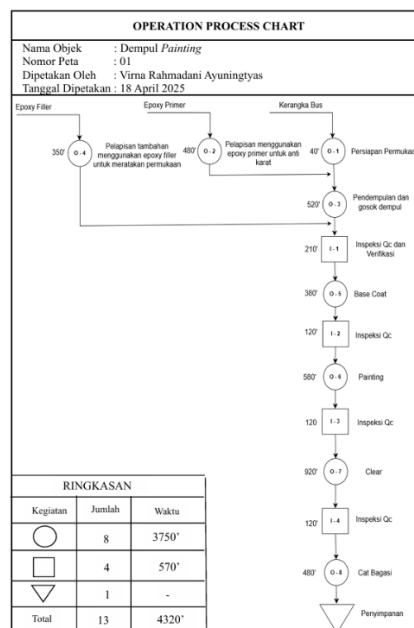
Tabel 1. Batas skala nilai RPN

Level Resiko	Skala Nilai RPN
<i>Low Risk</i>	RPN < 40
<i>Medium Risk</i>	40 ≤ RPN ≤ 100
<i>High Risk</i>	RPN > 100

Setiap mode kegagalan *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* dinilai dengan skala likert 4 kategori: 0 (tidak pernah), 1–3 (rendah), 4–6 (sedang), dan 7–10 (tinggi). Skala penilaian menggunakan rentang 1–10, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat keparahan, dan kesulitan deteksi yang lebih besar.

4. Tindakan Perbaikan, yakni merencanakan dan mengambil langkah perbaikan.
5. Evaluasi dan Pemantauan, yakni tindakan perbaikan yang telah diterapkan, perlu dievaluasi untuk memastikan masalah telah diatasi dan risiko kegagalan berkurang.

Berdasarkan penerapan metode 8 *Waste* untuk mengidentifikasi pemborosan dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk menganalisis potensi kegagalan dalam proses produksi, tahapan proses produksi ditunjukkan pada *Operation Process Chart*



Gambar 2. Operation Process Chart Dempul dan Painting

Berdasarkan *Operation Process Chart*, proses produksi Departemen Dempul dan *Painting* melibatkan tiga material: kerangka bus, *epoxy primer*, dan *epoxy filler* secara berurutan untuk memastikan permukaan bus halus. Seluruh proses produksi memerlukan total waktu 4.320 menit atau sekitar 72 jam kerja.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

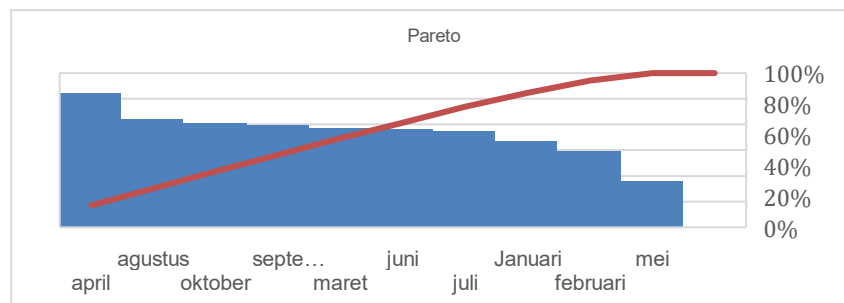
1. Identifikasi Tahapan Proses di Departemen Dempul dan *Painting*

Departemen Dempul dan *Painting* memiliki peran penting dalam memastikan produk bebas cacat, namun masih menghadapi kendala dalam menjaga kualitas akhir berdasarkan data cacat periode Januari–Oktober 2023.

Tabel 2. Data Cacat Produk

Bulan	Total Cacat	Persentase
Januari	337	9,1%
Februari	297	8,0%
Maret	386	10,4%
April	521	14,1%
Mei	181	4,9%
Juni	379	10,3%
Juli	374	10,1%
Agustus	418	11,3%
September	398	10,8%
Oktober	406	11,0%
Total	3697	100,0%

Data diatas menunjukkan tingkat kecacatan di Departemen Dempul dan *Painting* masih cukup tinggi. Dari 20 unit bus yang diproduksi setiap bulan total 2.240 titik pengecekan kualitas, muncul berbagai defect seperti ketidakrapian dempul, *pinhole*, *overspray*, masalah stiker, *clear* kotor dan mata ikan. Cacat tersebut menyebabkan produk gagal lolos inspeksi dan mengakibatkan *rework*. Maka, perlu evaluasi penyebab utama, perbaikan sistematis, dan pelatihan operator. Berdasarkan tabel 1, jumlah defect tertinggi terjadi pada bulan April sebesar 521 unit (14,1%), periode paling kritis akibat faktor ketidaksesuaian prosedur, lemahnya *inspeksi*, *human eror*, dan penggunaan material tidak sesuai standar. Dari data diatas dapat disajikan dari keseluruhan defect dari semua jenis defect yang dihadapi dalam diagram pareto seperti gambar di bawah



Gambar 3. Diagram pareto dari keseluruhan jenis *defect*

2. Mengidentifikasi mode kegagalan di Departemen Dempul dan *Painting*

Identifikasi mode kegagalan pada Departemen Dempul dan *Painting* menggunakan identifikasi 8 *waste* dengan memberi kuesioner kepada 5 responden melalui teknik *purposive sampling*, dengan pertimbangan bahwa responden

merupakan personil yang terlibat memiliki pengalaman operasional pada proses Dempul dan Painting, seperti supervisor produksi, quality control, dan operator senior, karena penilaian FMEA bersifat *expert judgement*.

Tabel 3. Hasil Analisis 8 Waste

No	Waste	Rating Responden					Rata Rata	Rangking
		1	2	3	4	5		
1	<i>Defect</i>	2	4	3	3	2	2,8	4
2	<i>Overproduction</i>	4	4	3	4	3	3,6	1
3	<i>Waiting</i>	3	2	4	4	2	3	3
4	<i>Non Utilized Talent</i>	1	1	1	2	1	1,2	6
5	<i>Transportation</i>	3	4	3	3	3	3,2	2
6	<i>Inventory</i>	1	1	1	2	2	1,4	5
7	<i>Motion</i>	1	1	1	1	1	1	8
8	<i>Extra Processing</i>	1	1	2	1	1	1,2	7

Kuesioner ini untuk mengidentifikasi 8 *waste* di Departemen Dempul dan *Painting* karena konsep 8 *waste* adalah kerangka standar *Lean Manufacturing* yang mencakup seluruh jenis *waste* utama dalam proses produksi, sehingga identifikasi dapat dilakukan secara sistematis, dan mudah dianalisis. Hasil menunjukkan pemborosan tertinggi adalah *overproduction* (rata-rata 3,6, peringkat 1) akibat tingginya permintaan sehingga seluruh unit dikerjakan sekaligus tanpa memperhatikan jadwal pengiriman aktual. *Transportation* menempati peringkat 2 (rata-rata 3,2) karena jarak antar gudang dan stasiun kerja cukup jauh sekitar 30-50 meter, sementara *waiting* (rata-rata 3,0, peringkat 3) karena jarak antar departemen jauh. Selanjutnya, *defect* di peringkat 4 (rata-rata 2,8) akibat pekerja kurang fokus karena beban kerja tinggi. *Inventory* (rata-rata 1,4, peringkat 5) jarang terjadi karena pengambilan material sesuai kebutuhan. *Non-utilized talent* (rata-rata 1,2, peringkat 6) dan *extra processing* (rata-rata 1,2, peringkat 7) jarang terjadi karena adanya sistem *rolling* pekerja dan tidak ada aktivitas tambahan. *Motion* (rata-rata 1,0, peringkat 8) karena seluruh aktivitas pekerja dan mesin memberikan nilai tambah.

3. Penilaian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

Penilaian tingkat *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* di Departemen Dempul dan *Painting* menggunakan metode FMEA melalui kuesioner kepada 5 responden melalui teknik *purposive sampling*, dengan pertimbangan bahwa responden merupakan personil yang terlibat memiliki pengalaman operasional pada proses Dempul dan *Painting*, seperti supervisor produksi, quality control, dan operator senior, karena penilaian FMEA bersifat *expert judgement*.

Tabel 4. Hasil Analisis FMEA

Failure Mode	Severity	Occurance	Detection
Persiapan Permukaan	4	4	2
<i>Epoxy Primer</i>	3	4	2
Dempul	3	5	2
<i>Epoxy Filler</i>	4	3	3

<i>Base coat</i>	5	5	4
<i>Painting</i>	2	3	3
<i>Clear</i>	4	6	2
Cat bagasi	3	4	1

4. Perhitungan RPN (Risk Priority Number)

Berdasarkan penilaian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, diperoleh nilai RPN. Nilai RPN tinggi menunjukkan potensi kegagalan besar dan perlu perbaikan.

Tabel 5. Hasil Perhitungan RPN

<i>Failure Mode</i>	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Kontrol yang dilakukan	D	RPN
Persiapan Permukaan	Permukaan belum bersih	Cat tidak menempel	4	Kurangnya pembersihan	4	SOP	2	32
<i>Epoxy Primer</i>	Waktu kering lama	Waktu molor dan tertunda	3	Teknik aplikasi tidak konsisten	4	Pelatihan teknik primer	2	24
Dempul	Tebal tidak rata	Permukaan tidak rata	3	aplikasi tidak rata	5	Pelatihan teknik dempul	2	30
<i>Epoxy Filler</i>	Tidak menempel	Permukaan belang	4	Tekanan semprot tidak stabil	3	<i>Maintenance</i> berkala	3	36
<i>Base coat</i>	Cat menetes	<i>rework</i>	5	Tebal tidak rata	4	Latihan rutin	4	80
<i>Painting</i>	Warna tidak rata	Estetika menurun	2	Tekanan spray tidak stabil	3	Kalibrasi alat spray	3	18
<i>Clear</i>	<i>Clear</i> meler	Hasil tidak mengkilap	4	Tekanan semprot rendah	6	Pelatihan uji semprot	2	48
Cat bagasi	Cat menetes	<i>Rework</i>	3	<i>Human eror</i>	4	Pelatihan rutin	1	12

Berdasar nilai RPN pada Tabel 5, penyebab kegagalan tertinggi terjadi pada proses *base coat* dengan nilai RPN sebesar 80. Beberapa masalah yang muncul yakni belang, *overspray*, gelombang, bintik dan lainnya dapat diminimalisir standarisasi SOP, pelatihan operator, serta kalibrasi peralatan, sehingga nilai *RPN* menurun menjadi *Severity* (4), *Occurrence*(3), dan *Detection*(3), sehingga nilai RPN pasca-perbaikan menjadi 36. Sementara itu, penyebab kegagalan terendah pada cat bagasi dengan nilai RPN sebesar 12, jenis cacat yang terjadi antara lain cat tipis, meler, dan baret dapat diminimalisir melalui pengendalian preventif dan monitoring rutin agar tidak berdampak pada kualitas produk sehingga nilai *RPN* menurun menjadi *Severity* (2), *Occurrence*(2), dan *Detection*(1), sehingga nilai RPN pasca-perbaikan menjadi 4.

5. Tindakan Perbaikan

Berdasarkan nilai RPN terbesar harus sesuai dengan reaksi yang diperlukan atau *recommended action* (Krisnaningsih et al. 2021). Usulan tindakan perbaikan dapat dilihat pada tabel dibawah (Muflihah, Muharram, and Rahmawan 2022)

Tabel 6. Usulan Perbaikan berdasarkan hasil FMEA

Failure Mode	Potential Effect	RPN	Recommended Action
Persiapan permukaan	Permukaan kotor membuat cat tidak nempel	32	Melakukan SOP pembersihan Pelatihan rutin pada operator Melakukan audit kebersihan permukaan
<i>Epoxy Primer</i>	Aplikasi tidak konsisten tebal tidak rata dan pengeringan lama.	24	Memberikan pelatihan rutin teknik primer Kontrol suhu pada area penyemprotan Ruang bebas debu dan bersirkulasi
Dempul		30	Pelatihan ulang terkait teknik dempul

- FMEA

Berdasar analisis FMEA, nilai RPN tertinggi pada proses *basecoat* yaitu 80, artinya proses tersebut memiliki risiko kegagalan paling besar dan perlu segera diperbaiki. Proses lain dengan nilai RPN lebih rendah juga perlu diperhatikan agar kualitas produksi tetap terjaga. Agar perbaikan berjalan efektif, perlu langkah evaluasi sebagai berikut:

1. Memantau nilai RPN, nilai RPN dapat dicek melalui *checksheet* untuk memudahkan apakah ada penurunan setelah perbaikan diterapkan.
2. Melakukan pengecekan proses secara rutin, proses kerja karyawan diawasi agar sesuai SOP, dan jika ada kesalahan segera dikoreksi untuk menjaga kualitas
3. Melatih operator secara berkala, karyawan yang terlibat akan diberi pelatihan agar paham cara kerja yang benar dan mampu mencegah terjadinya kesalahan.
4. Mencatat dan menganalisis masalah, setiap kegagalan produksi dicatat dalam *checksheet* untuk identifikasi penyebab utama dan mencegah terulang lagi.
5. Rapat evaluasi berkala, tim dan QC rutin rapat mengenai evaluasi perbaikan.

Kesimpulan

Kualitas produksi di Departemen Dempul dan Painting belum optimal akibat overproduksi, jarak antar area kerja yang jauh, waktu tunggu yang tinggi, serta ketidakkonsistenan penggunaan bahan dan peralatan, sehingga memicu berbagai cacat dan menurunkan efisiensi produksi. Upaya perbaikan perlu difokuskan pada identifikasi kegagalan berisiko tinggi, standarisasi SOP, pelatihan rutin, serta penguatan inspeksi dan quality control. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena penilaian FMEA masih bersifat subjektif dan analisis before–after dilakukan secara simulatif tanpa data implementasi jangka panjang, serta belum mengintegrasikan pendekatan statistik seperti *Statistical Process Control* (SPC). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengombinasikan FMEA dengan SPC dan data aktual untuk memvalidasi efektivitas perbaikan secara lebih komprehensif dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Afriandi, F., & Aidil Saifuddin, J. (2023). Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan Metode Waste Assessment Model (Wam) Untuk Mengurangi Waste Pada Lini Produksi Steel Structure. *Jtmei*, 2, 62–75. <https://doi.org/10.55606/Jtmei.V2i4.1518>
- Azwir, H. H., Wicaksono, A. I., & Oemar, H. (2020). Manajemen Perawatan Menggunakan Metode Rcm Pada Mesin Produksi Kertas. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 19(1), 12–21. <https://doi.org/10.25077/Josi.V19.N1.P12-21.2020>

- Baharudin, I., & Purwanto, A. J. (2021). Analisis Pemborosan Menggunakan “9 Waste” Pada Proses Produksi Pt Abc. In *Muchammad Fauzi Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* (Vol. 8, Issue 1).
- Bali, A. Y. (2022). Pengaruh Kualitas Produk Dan Harga Terhadap Loyalitas Konsumen Dengan Kepuasan Konsumen Sebagai Variabel Intervening. *Jurnal Akuntansi, Manajemen Dan Ekonomi*, 1(1), 1–14. <https://doi.org/10.56248/Jamane.V1i1.7>
- Burhandono, A., & Sinaga, N. (2022). *Menjaga Keandalan Sistem Plts Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (Fmea)*. <https://solarsuryaindotama.co.id>
- Cholifaturchmah, C., Widyaningrum, D., & Jufriyanto, Moh. (2022). Upaya Mengurangi Waste Pada Produksi Kerudung Dengan Penerapan Metode Lean Six Sigma Di Umkm Arryna Raya. *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 9(1), 37. <https://doi.org/10.24853/Jisi.9.1.37-45>
- Ferdiansyah, V., & Izzhati, D. N. (2025). Strategi Untuk Meningkatkan Capaian Target Produksi Departemen Finishing Dengan Metode 8 Waste Di Pt. Xyz. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(2), 2005–2010. <https://doi.org/10.31004/Jutin.V8i2.44540>
- Haniif Novel, A., Victor Kamanda, S., & Kusumayanti, K. (2022). *Pengaruh Kualitas Pelayanan Dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen (Cfc Batuaji Batam)* (Vol. 1, Issue 1).
- Irawan, A., & Putra, B. I. (2021). Identifikasi Waste Krisis Pada Proses Produksi Pallet Plastik Menggunakan Metode Wam (Waste Assesment Model) Di Pt. Xyz. In *Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Jl. Raya Gelam* (Issue 250).
- Jafari, A. J., Tangestani, M., Kermani, M., & Kalantary, R. R. (2025). Holistic Health And Environmental Risk Assessment Of Pm And Bioaerosol Emissions In Hospital Waste And Wastewater Departments Using Fmea And Dmra Methods. *One Health International Journal*, 21, 101182. <https://doi.org/10.1016/J.Onehlt.2025.101182>
- Khunaifi, A., Primadasa, R., Sutono, S. B., & Teknik, F. (2022). Implementasi Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping Di Pt. Pura Barutama. *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, 4(2).
- Krisnaningsih, E., Gautama, P., Fatih, M., & Syams, K. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode Fta Dan Fmea. In *Jurnal Intent* (Vol. 4, Issue 1).
- Lestari, A., & Mahbubah, N. A. (2021). Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode Fmea Dan Fta Di Home-Industri Songkok Gsa Lamongan. *Serambi Engineering*, Vi(3).
- Muflihah, N., Muharram, U., & Rahmawan, S. (2022). *Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mereduksi Waste Di Divisi Putty And Painting Cv.Laksana Karoseri*.

Risdianto Putra, R. I. M., & Dahda, S. S. (2023). Penilaian Risiko Pada Proses Pengambilan Sampel Di Pt. Xyz Menggunakan Metode Fmea Dengan Pendekatan Rca. *Journal Of Industrial Engineering And Operation Management*, 6(1).
<https://doi.org/10.31602/jieom.v6i1.11266>