

ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN PENGENDALIAN CACAT LID CUP PADA PRODUKSI AIR MINUM GELAS 240 ML MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DI PT. SWABINA GATRA

ANALYSIS AND PROPOSAL FOR IMPROVING LID CUP DEFECT CONTROL IN 240 ML GLASS DRINKING WATER PRODUCTION USING STATISTICAL PROCESS CONTROL AND FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS AT PT. SWABINA GATRA

Mochammad Ilham Ferdiansyah¹, Deny Andesta², Efta Dhartikasari Priyana³

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik^{1,2,3}

mochammadferdiansyah409@Gmail.com¹

ABSTRACT

This study aims to analyze the dominant defect types in the production of 240 ml bottled drinking water at PT Swabina Gatra and to propose improvements based on risk analysis. The research integrates Statistical Process Control (SPC) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). SPC was applied to monitor process stability using check sheets, Pareto diagrams, and P-Charts, while FMEA was used to determine risk priorities through the Risk Priority Number (RPN). The results show that leaking lid cups account for 78.19% of defects and tilted lid cups for 21.81%. The main causes include material quality, jig conditions, and machine calibration. Improvements focus on material control, machine maintenance, and operator training

Keywords: SPC, FMEA, Quality Control, Lid Cup Defect, Bottled Water.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis cacat dominan pada produksi air minum gelas 240 ml di PT Swabina Gatra serta memberikan usulan perbaikan berbasis analisis risiko. Metode yang digunakan adalah kombinasi *Statistical Process Control* (SPC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). SPC digunakan untuk memantau kestabilan proses melalui check sheet, diagram Pareto, dan P-Chart, sedangkan FMEA digunakan untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Hasil analisis menunjukkan cacat lid cup bocor sebesar 78,19% dan miring sebesar 21,81%. Penyebab utama berasal dari mutu material, kondisi jig, dan kalibrasi mesin. Usulan perbaikan difokuskan pada pengendalian material, perawatan mesin, dan pelatihan operator.

Kata Kunci: SPC, FMEA, pengendalian kualitas, cacat lid cup, AMDK

PENDAHULUAN

Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) menghadapi tekanan besar untuk menjaga konsistensi mutu produk, sebab setiap cacat sekecil apapun dapat memengaruhi kepercayaan konsumen sekaligus menambah biaya produksi (Sunadi et al., 2020). Di PT Swabina Gatra, ditemukan bahwa cacat lid cup bocor dan lid cup miring pada produk gelas 240 ml masih sering terjadi. Berdasarkan data produksi periode bulan Juli mencatat, dari total 210.816 PCS yang diproduksi tercatat sebanyak 2.256 PCS mengalami defect produk atau 1,06%, dimana 1.764 PCS mengalami cacat lid cup bocor dan 492 PCS

mengalami cacat lid cup miring. Angka tersebut melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 1%, sehingga menimbulkan reject, rework, serta potensi komplain konsumen yang dapat merusak reputasi perusahaan. Kondisi ini menunjukkan pentingnya penerapan pendekatan sistematis yang tidak hanya mampu mendeteksi cacat, tetapi juga menyusun langkah perbaikan berdasarkan analisis risiko yang terukur (Salah et al., 2023)(Susanti & Puspitasari, 2022). Dan juga didukung dengan pengumpulan data seperti dibawah ini,

Tabel 1. Data Produksi

Data Produksi Bulan Juli				
Tanggal Produksi	Total Produksi	Jenis Defect		Total Defect
		Lid Cup Miring	Lid Cup Bocor	
01/07/2025	9408	48	144	192
10/07/2025	19008	43	149	192
11/07/2025	9504	19	77	96
14/07/2025	26304	0	0	0
15/07/2025	2160	67	269	336
16/07/2025	47328	155	517	672
23/07/2025	38688	0	0	0
24/07/2025	27744	160	608	768
30/07/2025	4272	0	0	0
31/07/2025	26400	0	0	0
	210816	492	1764	2256

Pengumpulan data merupakan proses sistematis untuk memperoleh informasi yang relevan dan akurat dalam mendukung analisis penelitian. Menurut Fitriani & Hartati pengumpulan data dilakukan agar hasil penelitian memiliki dasar empiris yang jelas serta dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis fakta (Fitriani & Hartati, 2021).

Metode Statistical Process Control (SPC) menjadi pilihan populer karena kemampuannya memantau kestabilan proses dan mendeteksi variasi secara statistik. De Mendonça dalam tinjauan sistematis menjelaskan bahwa SPC telah diterapkan di banyak bidang medis untuk memastikan kestabilan prosedur dan mengurangi variabilitas (SPC as a Service) (De Mendonça et al., 2024). Selain itu, studi kasus di industri otomotif menunjukkan bahwa implementasi SPC dapat menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan efisiensi produksi. Lughantha juga menekankan keunggulan SPC untuk monitoring multistage process dan diagnosis gangguan di sistem produksi (Lughantha, 2021). Mulyani Pratiwi & Yova Ruldeviyani menambahkan bahwa kualitas data sangat penting agar SPC efektif, dan mereka mengusulkan kerangka data governance untuk meningkatkan keandalan data dalam SPC (Pratiwi & Ruldeviyani, 2021).

Namun, SPC hanya memberi alarm bahwa ada masalah: metode ini belum memberi prioritas mana penyebab yang paling krusial. Di sinilah Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) berperan. FMEA membantu mengevaluasi potensi mode kegagalan dengan skor Severity, Occurrence, Detection dan menghitung

Risk Priority Number (RPN) sebagai alat prioritisasi. Teknik ini sudah terbukti mudah digunakan dan efisien dalam berbagai sistem kompleks. Penelitian mengenai integrasi FMEA dengan pendekatan multikriteria juga meningkat: Aleksic dalam *Mathematics* membahas integrasi FMEA + MADM di lingkungan dengan ketidakpastian (Aleksić et al., 2025). Dalam konteks manufaktur pintar, metode FMEA ditambah dengan algoritma pembelajaran mesin telah diterapkan untuk analisis reliabilitas sistem cerdas. Model hybrid MCDM-FMEA juga telah digunakan untuk optimasi proses manufaktur dan peningkatan efisiensi (Klarić et al., 2024).

Dalam konteks era industri 4.0, integrasi metode pengendalian mutu juga berkembang menjadi lebih cerdas melalui penerapan sistem digital yang menggabungkan pengawasan statistik dan analisis risiko secara otomatis. Di sektor kemasan pangan, kombinasi SPC + FMEA terbukti efektif dalam menjaga mutu kemasan (Zhang & Li, 2021). Pendekatan serupa juga diterapkan di beberapa industri lain untuk memprioritaskan risiko secara sistematis di lingkungan otomatis dan meningkatkan konsistensi hasil produksi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan integrasi Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). SPC digunakan untuk menganalisis kestabilan proses, mendeteksi variasi, serta menentukan jenis cacat dominan melalui penggunaan check sheet, diagram Pareto, dan P-Chart. Selanjutnya, FMEA dipakai untuk mengevaluasi risiko kegagalan pada tahap produksi dengan mempertimbangkan tiga aspek utama, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*, sehingga menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar prioritas perbaikan. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Bangun yang membuktikan efektivitas kombinasi SPC dan FMEA

dalam menurunkan tingkat cacat produk *hollow pipe* (Bangun et al., 2022), serta Hanum yang mengaplikasikan metode ini pada proses *finishing* produk *baseplate* (Hanum, 2022).

Penelitian dilakukan di PT Swabina Gatra pada lini produksi air minum dalam kemasan (AMDK) gelas 240 ml. Objek penelitian difokuskan pada cacat lid cup bocor dan lid cup miring, karena kedua jenis cacat ini paling sering muncul dan berdampak signifikan terhadap kualitas produk. Data penelitian diperoleh melalui tiga metode utama. Pertama, observasi lapangan untuk memahami alur proses produksi mulai dari *filling*, *sealing*, hingga pengemasan. Kedua, wawancara dengan kepala produksi dan tim *Quality Control* untuk mendapatkan informasi tentang standar mutu, kendala operasional, serta prosedur kerja. Ketiga, check sheet yang digunakan untuk mencatat jumlah dan jenis cacat produk selama periode produksi tertentu. Teknik ini sesuai dengan studi Rizal & Khoiroh yang menekankan pentingnya pencatatan data kuantitatif dalam pengendalian kualitas (Rizal & Khoiroh, 2023).

Analisis data dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah SPC, yang meliputi penyusunan diagram Pareto untuk mengidentifikasi jenis cacat dominan, penggunaan P-Chart untuk menilai kestabilan proses produksi, serta penerapan fishbone diagram (Ishikawa) untuk menggali akar penyebab cacat berdasarkan faktor 5M+1E. Aplikasi SPC sebagai alat utama pengendalian kualitas juga telah didukung oleh Appollis yang menggunakan SPC bersama FMEA untuk memecahkan masalah kualitas di industri, serta Alifka & Apriliani yang menunjukkan efektivitas metode ini dalam industri minuman (Appollis et al., 2020).

Tahap kedua adalah FMEA yang dilakukan setelah penyebab cacat teridentifikasi. Setiap potensi kegagalan diberi skor *severity* (*S*), *occurrence* (*O*), dan *detection* (*D*), kemudian dihitung nilai RPN ($RPN = S \times O \times D$). Mode kegagalan

dengan nilai RPN tertinggi ditetapkan sebagai prioritas utama perbaikan. Dalam penerapannya, pendekatan berbasis data juga digunakan untuk meningkatkan akurasi penilaian risiko. Konsep FMEA dinamis dan multiperspektif umumnya digunakan pada sistem kompleks untuk mempertajam hasil analisis risiko, meskipun dalam penelitian ini metode tersebut disesuaikan dengan kondisi produksi nyata. Selain itu, studi Kumar menegaskan bahwa penerapan FMEA dapat meningkatkan kualitas manufaktur secara signifikan (Kumar & al., 2023). Penerapan FMEA juga telah dibuktikan pada industri baterai oleh IJIEEM yang menggabungkan SPC dan FMEA untuk mengendalikan cacat produksi ("Quality Control Analysis with SPC and FMEA Methods on Battery Products," 2024).

Untuk menjaga validitas data, penelitian ini menggunakan triangulasi sumber dengan membandingkan hasil wawancara, catatan produksi, dan data check sheet. Uji kestabilan proses dilakukan menggunakan P-Chart, sementara validasi skor RPN dilaksanakan bersama tim QC perusahaan agar hasil penilaian lebih objektif. Dengan metode ini, penelitian diharapkan tidak hanya mampu mendeskripsikan kondisi kualitas proses, tetapi juga menyusun rekomendasi prioritas perbaikan yang lebih tepat sasaran. Kombinasi metode SPC dan FMEA terbukti mampu meningkatkan kualitas produk di berbagai industri, sehingga penerapannya pada produksi AMDK gelas 240 ml di PT Swabina Gatra diharapkan memberikan hasil yang optimal.

HASIL PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil analisis data produksi AMDK gelas 240 ml di PT Swabina Gatra, dengan fokus pada cacat lid cup bocor dan miring. Data rekap jumlah produksi dan cacat dianalisis untuk menilai stabilitas proses serta jenis cacat dominan. Analisis dilakukan menggunakan SPC untuk memantau variasi proses dan FMEA untuk mengevaluasi risiko serta

menentukan prioritas perbaikan. *Statistical Process Control*

Checksheets (Lembar Periksa)

Check sheet merupakan formulir terstruktur untuk mengumpulkan data secara langsung di lokasi proses, mencatat jenis serta frekuensi cacat guna memudahkan analisis mutu [24]. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Juli 2025 untuk produk AMDK gelas 240 ml, dengan rincian cacat lid cup miring dan bocor ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 2 Tabel Checksheet

Tanggal produksi	Jenis Defect		Total Defect
	Lid Cup Miring	Lid Cup Bocor	
1/7/2025	48	144	192
10/7/2025	43	149	192
11/7/2025	19	77	96
14/7/2025	0	0	0
15/7/2025	67	269	336
16/7/2025	155	517	672
23/7/2025	0	0	0
24/7/2025	160	608	768
30/7/2025	0	0	0
31/7/2025	0	0	0
Total	492	1764	2257

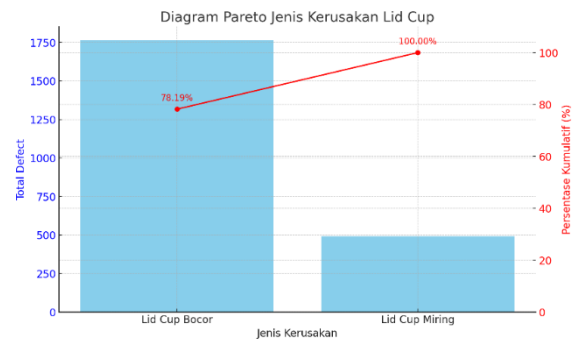
Diagram Pareto

Diagram Pareto digunakan untuk mengurutkan jenis cacat berdasarkan frekuensi tertinggi dan menampilkan persentase kumulatif guna mengidentifikasi cacat utama yang paling berpengaruh terhadap kualitas proses. Berdasarkan data check sheet, cacat lid cup bocor memiliki kontribusi terbesar dan menjadi prioritas utama perbaikan.

Tabel 3. Tabel penyusun diagram

Jenis Cacat	Jumlah Cacat	% Cacat	% Kumulatif
Lid Cup Bocor	1764	78,19%	78,19%
Lid Cup Miring	492	21,81%	100%

Tabel menunjukkan bahwa cacat lid cup bocor memiliki jumlah tertinggi sebesar 1.764 unit (78,19%), diikuti lid cup miring sebanyak 492 unit (21,81%), dengan persentase kumulatif 100%. Hasil ini kemudian divisualisasikan dalam diagram Pareto.



Gambar 1. Grafik Diagram Pareto

Berdasarkan grafik Pareto, cacat lid cup bocor (78,19%) merupakan dominan utama, diikuti lid cup miring (21,81%), sehingga lid cup bocor ditetapkan sebagai prioritas perbaikan.

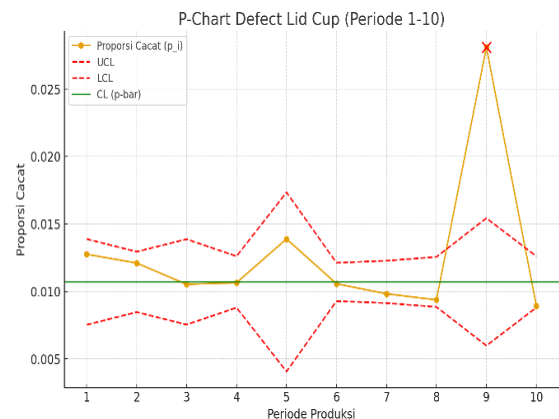
P-Chart

P-Chart dibuat dari perhitungan proporsi cacat tiap periode yang dibandingkan dengan UCL, LCL, dan CL untuk menilai kendali proses. Berikut tabel P-Chart.,

Tabel 4. Data P-Chart

Periode	Tanggal	n(Total Produksi)	d(Defect)	P(Proporsi)	CL	UCL	LCL
1	01/07/25	9.408	192	0.0204	0,0107	0,0139	0,0075
2	10/07/25	19.008	192	0.0101	0,0107	0,0129	0,0085
3	11/07/25	9.504	96	0.0101	0,0107	0,0139	0,0075
4	14/07/25	26.304	0	0.0000	0,0107	0,0126	0,0088
5	15/07/25	2.160	336	0.1556	0,0107	0,0173	0,0041
6	16/07/25	47.328	672	0.0142	0,0107	0,0121	0,0093
7	23/07/25	38.688	0	0.0000	0,0107	0,0123	0,0091
8	24/07/25	27.744	768	0.0277	0,0107	0,0126	0,0088
9	30/07/25	4.272	0	0.0000	0,0107	0,0154	0,0060
10	31/07/25	26.400	0	0.0000	0,0107	0,0126	0,0088

Tabel diatas terlihat adanya variasi proporsi cacat di tiap periode, dengan beberapa periode tercatat memiliki defect dan beberapa periode tanpa defect sama sekali.

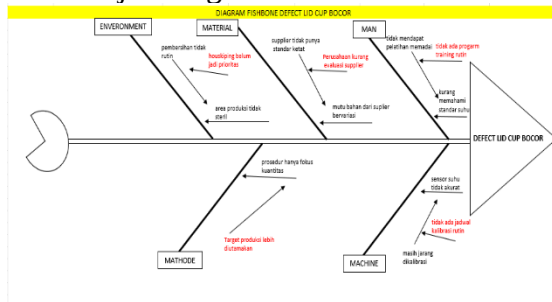


Gambar 2. Grafik P- Chart

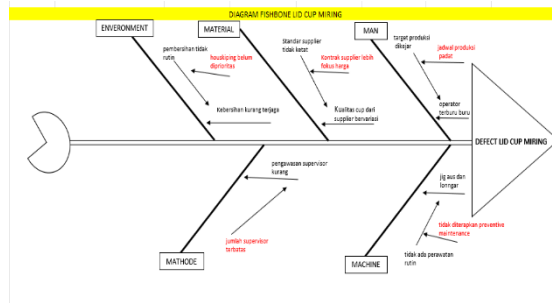
Grafik P-Chart memperlihatkan proses produksi umumnya stabil, dengan satu titik pada periode ke-9 yang melampaui UCL sebagai indikasi penyimpangan khusus.

Fishbone diagram

Fishbone diagram digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat lid cup, yang dikelompokkan ke dalam lima aspek 4M+1E: Man (keterampilan operator), Machine (kalibrasi sensor, kondisi jig/fixture), Material (mutu cup dari supplier), Method (SOP kurang detail), dan Environment (kebersihan area produksi). Faktor-faktor ini menjadi dasar penentuan mode kegagalan utama yang dianalisis lebih lanjut dengan metode FMEA.



Gambar 3. Fishbone Diagram Lid Cup Bocor



Gambar 4. Diagram Fishbone Lid Cup Miring

Failure Mode and Effect Analysis

Berdasarkan hasil analisis fishbone diagram, ditemukan penyebab utama cacat lid cup dari aspek Man, Machine, Material, Method, dan Environment. Namun, hanya tiga faktor dianalisis dalam FMEA, yaitu mutu material cup dari supplier, kondisi jig/fixture yang aus atau longgar, serta ketidakakuratan sensor suhu atau kalibrasi mesin. Ketiganya dipilih karena memiliki

frekuensi kejadian tinggi, tingkat keparahan besar, dan dapat diukur langsung melalui observasi serta wawancara dengan tim Quality Control (QC).

Faktor lain seperti kedisiplinan operator, penerapan SOP, dan kebersihan lingkungan produksi tidak dimasukkan karena kontribusinya kecil atau bersifat kualitatif sehingga sulit dinilai dengan metode RPN. Dengan demikian, analisis FMEA berfokus pada penyebab paling signifikan dan menghasilkan usulan perbaikan yang lebih efektif serta implementatif bagi perusahaan.

Tabel 5. FMEA Dengan RPN Sudah Diurutkan

No	Jenis Cacat	Failure Mode (Penyebab)	Effect (Dampak)	S (1-10)	O (1-10)	D (1-10)	RPN = SxOxD
1	Bocor	Material cup mutu bervariasi dari supplier	Bibir cup tidak rata/terlalu tipis → sealing gagal, produk bocor, klaim konsumen	8	7	5	280
2	Miring	Jig/fixture aus atau longgar	Cup tidak ditahan presisi → lid miring, visual reject, risiko kebocoran	7	5	7	245
3	Bocor	Sensor suhu/kalibrasi mesin tidak akurat	Tekanan/suhu tidak konsisten → sealing rusak, reject tinggi, downtime mesin	8	5	6	240

Tabel diatas diambil dari penyebab paling berpengaruh terhadap cacat produk, setelah dihitung SOD dan RPN nya langkah selanjutnya adalah dilakukan rekomendasi perbaikan seperti tabel dibawah ini,

Tabel 6. Usulan Perbaikan Berdasarkan Tabel FMEA

No	Jenis Cacat	Failure Mode (Penyebab)	RPN	Rekomendasi perbaikan
1	Bocor	Material cup mutu bervariasi dari supplier	280	Seleksi supplier dengan standar mutu ketat Inspeksi incoming material (dimensi & ketebalan cup) Kontrak spesifikasi kualitas dengan pemasok
2	Miring	Jig/fixture aus atau longgar	245	Jig/fixture aus atau longgar Inspeksi kondisi jig sebelum shift produksi Siapkan spare part kritis untuk penggantian cepat
3	Bocor	Sensor suhu/kalibrasi mesin tidak akurat	240	Pasang sensor/monitor suhu dengan alarm otomatis Kalibrasi mesin sealing secara periodik Checklist kontrol suhu sebelum produksi dimulai

Rekomendasi perbaikan diberikan berdasarkan hasil analisis FMEA, di mana mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi dipilih sebagai prioritas utama. Nilai RPN tinggi menunjukkan risiko besar terhadap kualitas produk karena kombinasi tingkat keparahan (Severity), peluang kejadian (Occurrence), dan peluang tidak terdeteksi (Detection). Oleh karena itu, perbaikan difokuskan pada faktor-faktor dengan dampak paling signifikan, yaitu mutu material cup dari supplier, kondisi jig/fixture, akurasi sensor/kalibrasi mesin,

serta kompetensi operator dalam mengatur suhu mesin. Dengan memprioritaskan keempat faktor ini, perusahaan diharapkan dapat menurunkan jumlah cacat lid cup secara lebih efektif dan efisien dibandingkan jika memperbaiki semua faktor sekaligus.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses produksi AMDK gelas 240 ml di PT Swabina Gatra masih menghadapi permasalahan kualitas dengan jenis cacat dominan berupa lid cup bocor sebesar 78,19% dan lid cup miring sebesar 21,81%. Analisis P-Chart memperlihatkan bahwa proses produksi secara umum berada dalam batas kendali statistik, meskipun terdapat satu titik yang keluar dari UCL yang menandakan adanya penyimpangan khusus. Hasil FMEA mengidentifikasi tiga faktor penyebab dengan nilai RPN tertinggi, yaitu mutu material cup yang bervariasi dari supplier, kondisi jig atau fixture yang aus, serta kalibrasi mesin yang tidak akurat. Oleh karena itu, usulan perbaikan difokuskan pada pengendalian mutu material, preventive maintenance jig, kalibrasi mesin secara berkala, serta pelatihan operator agar kualitas produk dapat lebih konsisten dan jumlah cacat lid cup dapat diminimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aleksić, A., Stefanović, M., & Božanić, D. (2025). Integration of FMEA and Multi-Attribute Decision Making in uncertain environments. *Mathematics*, 13(2), 215. <https://doi.org/10.3390/math13020215>
- Appollis, D., van Dyk, L., & Matope, S. (2020). Statistical process control as a tool for quality improvement in a beverage manufacturing company. *South African Journal of Industrial Engineering*, 31(3), 25–38. <https://doi.org/10.7166/31-3-2410>
- Bangun, C. S. L., Maulana, A., Rasjidin, R., & Rahman, T. (2022). Application of SPC and FMEA Methods to Reduce the Level of Hollow Product Defects. *Jurnal Teknik Industri*, 23(2), 121–130. <https://doi.org/10.24014/jti.v23i2.16681>
- De Mendonça, R., Horiguchi, C. B., Teles, P. F., & Silva, R. (2024). Statistical Process Control as a Service: A Systematic Review. *International Journal of Industrial Engineering & Management*, 15(2), 95–112. <https://doi.org/10.24867/IJIE-2024-2>
- Fitriani, D., & Hartati, N. (2021). Data Collection Methods in Industrial Engineering Research: A Case Study Approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1098(5), 52019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1098/5/052019>
- Hanum, B. (2022). Quality Control Analysis of Metal Baseplate Finishing process using SPC and FMEA: A Case Study. *International Journal of Scientific and Applied Research (IJSAR)*.
- Klarić, K., Veža, I., & Čičak, M. (2024). A Hybrid MCDM-FMEA Model for Process Optimization. *Systems*, 12(1), 14. <https://doi.org/10.3390/systems12010014>
- Kumar, S., & al., et. (2023). Application of FMEA in Manufacturing Industry for Quality Improvement. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Lugantha, K. (2021). Monitoring and diagnosis of multistage production processes using SPC. *Procedia Manufacturing*, 55, 367–374. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.049>
- Pratiwi, M., & Ruldeviyani, Y. (2021). A data governance framework for improving SPC effectiveness. *Journal of Industrial Information Integration*, 24, 100–115.

- <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100248>
- Quality Control Analysis with SPC and FMEA Methods on Battery Products. (2024). *Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management (IJIEM)*.
- Rizal, A., & Khoiroh, S. M. (2023). Analisis Kecacatan Produk Menggunakan Metode SPC di PT Wonosari Jaya. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manufaktur*, 11(3), 101–112.
- Salah, B., Abouhawwash, M., & Eltawil, A. (2023). Modified FMEA approach for prioritizing risks in yogurt filling systems under Industry 4.0 environment. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 193–205.
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.01.008>
- Sunadi, T., Purba, H. H., & Hasibuan, S. (2020). Improving process capability through SPC and PDCA cycle in aluminum beverage packaging industry. *Quality Innovation Prosperity*, 24(1), 17–33.
<https://doi.org/10.12776/qip.v24i1.1409>
- Susanti, R., & Puspitasari, D. (2022). Penerapan FMEA untuk meminimalkan risiko cacat pada lini produksi manufaktur. *Jurnal Teknik Industri Dan Manajemen*, 7(1), 55–65.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6345981>
- Zhang, Y., & Li, J. (2021). A combined SPC and FMEA approach for quality control in food packaging industry. *Journal of Food Engineering*, 292, 110–124.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110689>