

ANALISIS PERENCANAAN PERAWATAN KOMPONEN EXCAVATOR CAT PC300 UNTUK MENGURANGI DOWNTIME DENGAN METODE RCM DI PT. SYH

Tiara Puspita Sari ^{1*)}, Lamatinulu ²⁾, Muhammad Dahlan ³⁾

¹²³⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

Email : tiarapuspitasari093@gmail.com¹⁾, lamatinulu@umi.ac.id²⁾, muhammad.dahlan@umi.ac.id³⁾

INFORMASI ARTIKEL

Diterima:
17/10/2025

Diperbaiki:
20/11/2025

Disetujui:
29/11/2025

Diterbitkan:
30/12/2025

ABSTRAK

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kritis pada Excavator CAT PC300 yang paling berpotensi menimbulkan downtime, menganalisis penyebab kegagalan fungsional, serta merancang strategi perawatan berbasis *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) guna meningkatkan keandalan dan efektivitas operasional di PT SYH.

Desain/Metodologi/Pendekatan: Penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan RCM menganalisis downtime 2023–2024 menggunakan Pareto untuk komponen kritis, FMEA dan RPN untuk risiko, serta RCM *Worksheet* menetapkan perawatan preventif 80% MTBF.

Temuan/Hasil: Hasil penelitian menunjukkan empat komponen kritis yaitu bucket (432 jam *downtime*), swing motor (336 jam), undercarriage (267 jam), dan engine (222 jam). Dari 34 mode kegagalan yang dianalisis, distribusi strategi perawatan adalah 33,3% preventive maintenance, 19,4% scheduled corrective maintenance, dan 41,7% condition-based maintenance. Strategi ini mampu menekan downtime hingga 85,7% serta menghemat biaya perawatan hingga 99,05%, khususnya pada komponen bucket.

Dampak: Penelitian berdampak pada peningkatan efektivitas perawatan, efisiensi biaya, dan keputusan manajemen berbasis data.

Kesimpulan: Metode RCM terbukti efektif dalam perencanaan perawatan Excavator CAT PC300 di PT SYH. Identifikasi komponen kritis, analisis penyebab kegagalan, serta penerapan strategi preventif dan condition-based berbasis MTBF mampu meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung pencapaian target produksi.

Kata kunci: Excavator CAT PC300, *Downtime*, RCM, FMEA, MTBF.



DOI: <https://doi.org/10.3926/japsi.v3i4.2254>

2025 The Author(s). This open-access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Situs web: <https://jurnal.fti.umi.ac.id/index.php/JAPSI>

1. PENDAHULUAN

Industri alat berat berperan penting dalam mendukung pembangunan infrastruktur, pertambangan, dan konstruksi besar di Indonesia, sehingga perusahaan penyewaan dituntut untuk menjaga keandalan dan ketersediaan unit secara optimal demi kelancaran operasional proyek (Syafei & Suhendar, 2022). Excavator sebagai salah satu alat berat yang paling banyak digunakan memiliki tingkat downtime yang tinggi saat terjadi kerusakan komponen utama, yang berdampak pada berkurangnya jam efektif kerja dan meningkatnya biaya operasional (Burhannudin & Anshori, 2022). Untuk mengatasi tantangan

tersebut, pendekatan maintenance berbasis keandalan seperti *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) diterapkan untuk menentukan strategi perawatan yang efektif (Anthony et al., 2024; Djakaria et al., 2024; Kulsaputro et al., 2025; Malik et al., 2024).

Saat ini, sistem perawatan pada unit Excavator CAT PC300 di PT SYH masih didominasi oleh *corrective maintenance* yang bersifat reaktif, sehingga kerusakan sering terjadi tanpa terprediksi. Berdasarkan data operasional tahun 2023–2024, unit tersebut mencatatkan downtime rata-rata 20–25 jam per bulan, dengan total downtime kumulatif sebesar 2.241 jam dalam dua tahun. Jumlah ini melebihi batas toleransi downtime perusahaan sebesar 600 jam per tahun, dan mengindikasikan perlunya sistem perawatan yang lebih terstruktur dan proaktif.

RCM merupakan metode sistematis yang mengidentifikasi kebutuhan pemeliharaan berdasarkan fungsi peralatan, mode kegagalan, dan dampaknya terhadap kinerja mesin (Armanda et al., 2023). Dalam praktiknya, RCM sering dipadukan dengan analisis risiko seperti *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan komponen kritis yang berkontribusi besar pada *downtime* (Nafiuddin & Mukhtar, 2025). Melalui FMEA, komponen dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tinggi dapat diprioritaskan dalam jadwal perawatan supaya mengurangi frekuensi kegagalan (Fole & Safitri, 2025; Ismail & Pusakaningwati, 2023; Zamsy et al., 2024).

Beberapa penelitian nasional menunjukkan bahwa penerapan RCM dalam konteks industri berhasil menurunkan downtime dan meningkatkan efisiensi pemeliharaan pada berbagai jenis mesin dan peralatan industri (Burhannudin & Anshori, 2022; Syaferi & Suhendar, 2022). Misalnya, studi pada container crane menunjukkan bahwa RCM dapat membantu menetapkan interval waktu pemeliharaan yang efisien berdasarkan kategori tugas pemeliharaan (Anthony et al., 2024). Begitu pula pada mesin produksi, RCM membantu menentukan tindakan pemeliharaan yang optimal melalui analisis fungsi dan kegagalan sistem (Haerudin et al., 2025).

Selain itu, penelitian tentang perawatan mesin bubut dan mesin lain di industri manufaktur juga menegaskan peran RCM dalam meningkatkan keandalan dan mengurangi downtime komponen kritis melalui strategi preventif yang terstruktur (Wibowo et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa RCM bukan hanya efektif pada alat berat, tetapi juga pada mesin-mesin produksi di berbagai sektor industri (Syaferi & Suhendar, 2022). Dengan dukungan data historis dan analisis risiko, strategi pemeliharaan dapat dirancang lebih optimal dan berkontribusi pada efisiensi operasional perusahaan secara menyeluruh (Armanda et al., 2023; Nafiuddin & Mukhtar, 2025).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kritis pada Excavator CAT PC300 yang berpotensi menyebabkan downtime, menganalisis penyebab dan dampak kegagalan, serta merancang strategi perawatan menggunakan metode *Reliability-Centered Maintenance* (RCM). Manfaat penelitian ini adalah meningkatkan keandalan dan ketersediaan alat, menurunkan downtime dan biaya perawatan, serta mendukung pengambilan keputusan perawatan yang lebih efektif, terstruktur, dan berbasis data bagi manajemen PT SYH.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) untuk merancang strategi perawatan Excavator CAT PC300 di PT SYH. Objek penelitian dua unit dengan periode Januari 2023–Desember 2024. Analisis difokuskan pada bucket, swing motor, undercarriage, dan engine sebagai komponen kritis berdasarkan Pareto downtime kumulatif, dilanjutkan analisis kegagalan guna meningkatkan keandalan dan menekan biaya perawatan berbasis data dan risiko operasional perusahaan secara berkelanjutan efektif.

2.1 Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari divisi operasional dan perawatan PT SYH. Data yang dikumpulkan meliputi histori *downtime*, frekuensi kerusakan, durasi kerusakan, jam kerja alat, serta biaya perawatan dari dua unit *Excavator* CAT PC300 selama Januari 2023 hingga Desember 2024. Selain itu, referensi teknis berupa manual alat dan prosedur pemeliharaan standar digunakan untuk mendukung identifikasi fungsi dan potensi kegagalan komponen. Pengumpulan data juga diperkuat dengan wawancara informal bersama teknisi lapangan untuk mengklarifikasi penyebab kerusakan dan kebijakan perawatan yang selama ini diterapkan.

2.1 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan untuk mengevaluasi *downtime* menggunakan pendekatan RCM melalui analisis Pareto, FMEA–RPN, serta RCM Decision Worksheet dalam menentukan interval perawatan preventif 80% MTBF. Tahapan analisis dilakukan melalui beberapa langkah.

- a. Identifikasi komponen kritis menggunakan diagram Pareto.
- b. Analisis mode kegagalan tiap komponen dengan metode FMEA untuk mendapatkan nilai RPN dengan melihat tingkat keparahan/ *Severity* (S), frekuensi kejadian/ *Occurrence* (O), dan kemungkinan kegagalan terdeteksi/ *Detection* (D).

$$RPN=S \times O \times D \tag{1}$$

- c. Perhitungan parameter keandalan berupa *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repair* (MTTR), dan *Availability* (A) dengan persamaan:

$$MTBF = \frac{\text{Jumlah Jam Operasi}}{\text{Jumlah Kegagalan}} \tag{2}$$

$$RRT = \frac{(\text{Total Waktu Perbaikan})}{(\text{Jumlah Kegagalan})} \tag{3}$$

$$A = \frac{MTBF}{MTBF \times MTTR} 100\% \tag{4}$$

- d. Penentuan strategi perawatan dilakukan menggunakan *RCM Decision Worksheet*, yang mengklasifikasikan tindakan menjadi *preventive maintenance* (PM), *condition-based maintenance* (CBM), dan *scheduled corrective maintenance* (SCM). Interval perawatan preventif ditetapkan sebesar 80% dari nilai MTBF, sehingga perawatan dilakukan sebelum terjadi kegagalan signifikan.

$$\text{Interval Preventif} = 0,8 \times MTBF \tag{2}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen-komponen kritis pada unit *Excavator* CAT PC300 milik PT SYH yang memiliki kontribusi tertinggi terhadap *downtime*, menganalisis penyebab kegagalan, dan menyusun strategi perawatan yang tepat dengan pendekatan *Reliability-Centered Maintenance* (RCM).

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data historis *downtime* unit alat berat selama periode 2023–2024. Rincian data tersebut disajikan pada Tabel 1, yang memuat waktu kerusakan masing-masing komponen.

Tabel 1. Data *Downtime Excavator*

Komponen	Frekuensi <i>Breakdown</i>	<i>Downtime</i> (Jam)
<i>Bucket</i>	8	432
<i>Swing Motor</i>	6	336
<i>Undercarriage</i>	5	267
<i>Engine</i>	4	222
<i>Hydraulic System</i>	3	178
<i>Control Valve</i>	3	133
<i>Track Link</i>	2	112
<i>Radiator</i>	2	96
<i>Alternator</i>	2	91
<i>Arm Cylinder</i>	1	66
<i>Boom Cylinder</i>	1	54
<i>Final Drive</i>	1	48
<i>Others</i>	4	206

Sumber : Data *Downtime* PT SYH (2024)

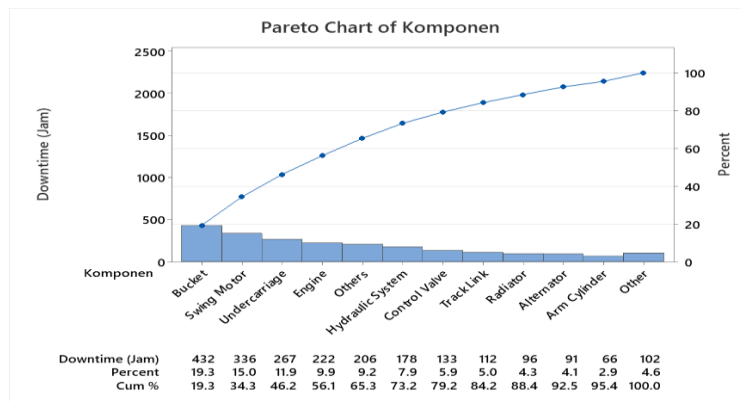
Untuk mempermudah interpretasi, dilakukan rekapitulasi total downtime per tahun yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Summary Downtime Per Tahun*

Tahun	Total Downtime (Jam)	Target Downtime	Selisih (Jam)
2023	1082	600	482
2024	1159	600	559
Total	2241	1200	1041

Sumber : Data Downtime PT SYH (2024)

Selanjutnya, dilakukan analisis menggunakan metode diagram Pareto untuk mengidentifikasi komponen yang paling dominan dalam menyumbang *downtime*. Diagram Pareto digunakan untuk menggambarkan secara visual urutan komponen berdasarkan kontribusi *downtime*-nya dari yang terbesar hingga terkecil. Hasilnya menunjukkan bahwa empat komponen teratas—bucket, swing motor, undercarriage, dan engine—menyumbang lebih dari 80% total *downtime*.



Gambar 1. Diagram Pareto Downtime
Sumber: Software Minitab versi 16 (2024)

Hasilnya Dari diagram Pareto menunjukkan bahwa terdapat empat komponen utama yang menjadi penyumbang terbesar, yaitu bucket (432 jam), swing motor (336 jam), undercarriage (267 jam), dan engine (222 jam). Keempat komponen ini menyumbang lebih dari 80% dari total *downtime*, sehingga ditetapkan sebagai objek utama analisis. Rincian komponen yang diamati dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Komponen yang Diamati Dalam Penelitian

No	Komponen	Total Downtime (Jam)
1	<i>Bucket</i>	432
2	<i>Swing Motor</i>	336
3	<i>Undercarriage</i>	267
4	<i>Engine</i>	222

Sumber: Software Minitab versi 16 (2024)

Langkah selanjutnya adalah membandingkan antara biaya *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* untuk komponen-komponen kritis tersebut. Data biaya perawatan preventif disajikan pada Tabel 4, sedangkan biaya korektif pada Tabel 5.

Tabel 4. Biaya *Preventive Maintenance* Komponen Kritis

No	Komponen	Waktu Perbaikan (Jam)	Biaya Tenaga Kerja Komponen (Rp)	Harga Komponen (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	<i>Bucket</i>	10	600.000	4.700.000	5.300.000
2	<i>Swing Motor</i>	28	1.680.000	7.178.086	8.858.068
3	<i>Undercarriage</i>	24	1.440.000	6.500.000	7.940.000

No	Komponen	Waktu Perbaikan (Jam)	Biaya Tenaga Kerja Komponen (Rp)	Harga Komponen (Rp)	Total Biaya (Rp)
4	Engine	32	1.920.000	5.300.000	7.220.000

Sumber : Data Perawatan PT SYH (2024)

Tabel 5. Biaya Corrective Maintenance Komponen Kritis

No	Komponen	Waktu Perbaikan (Jam)	Biaya Tenaga Kerja (Rp) Komponen	Biaya Kehilangan Produksi (Rp)	Harga Komponen (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Bucket	54	3.240.000	549.374.400	6.000.000	558.614.400
2	Swing Motor	56	3.360.000	569.721.600	9.000.000	582.081.600
3	Undercarriage	53,4	3.204.000	543.251.040	7.500.000	554.368.224
4	Engine	55,5	3.330.000	564.631.800	6.200.000	574.164.800

Sumber : Data Perawatan PT SYH (2024)

Hasil analisis menunjukkan bahwa strategi preventif memberikan efisiensi biaya yang signifikan. Misalnya, biaya korektif komponen bucket mencapai Rp558.614.400, sedangkan perawatan preventif hanya Rp5.300.000, dengan potensi penghematan hingga 99,05%.

Untuk mengetahui penyebab dan risiko kegagalan dari masing-masing komponen, dilakukan analisis *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Analisis ini mencakup identifikasi mode kegagalan, penyebab, efek, dan skor *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, serta *Detection (D)* untuk perhitungan *Risk Priority Number (RPN)*. Hasil FMEA disajikan dalam:

FMEA Komponen Kritis Bucket							FMEA Komponen Kritis Swing Motor								
FUNCTION	FAILURE MODE (Loss of Function)	FAILURE MODE (Cause of Failure)	FAILURE EFFECT	S	O	D	RPN (SxOxD)	FUNCTION	FAILURE MODE (Loss of Function)	FAILURE MODE (Cause of Failure)	FAILURE EFFECT	S	O	D	RPN (SxOxD)
1 Melakukan penetrasi & menggali material	A Adapter tip bucket retak	1 Bahan material adapter kurang bagus/umur adapter tidak dapat menahan beban yang ditanggung	Umur adapter tidak dapat diprediksi, penggantian lebih keausan lebih cepat, tip bucket retak	8	5	6	240	1 Memutar upper structure kanan-kiri	A Motor putar macet	1 Pelumasan kurang optimal	Putaran berhenti, pekerjaan terganggu	8	5	6	240
		2 Lahan yang ditambang keras	Keausan lebih cepat, tip bucket retak	7	6	5	210		B Gear internal aus	2 Kontaminasi/greskan berlebih pada komponen internal	Putaran beresendat, produktivitas turun	7	5	5	175
		3 Kesalahan pengoperasian	Bucket rusak akibat penggunaan yang tidak benar	6	7	4	168			3 Usia komponen tua	Putaran tidak halus, bumping	7	6	5	210
	B Tip bucket aus	1 Lahan/material keras	Penetrasi tidak maksimal, cycle time bertambah	6	5	5	150			2 Misalignment/clearance tidak sesuai	Keausan dipercepat, risiko jamming	8	4	6	192
									C Seal bocor	1 Seal aus/lewat, kebocoran oli	Oil berkurang, risiko kerusakan lanjut	7	5	6	210
2 Memindahkan material ke dump truck	A Las bucket retak	1 Kualitas pengelasan buruk/ beban berlebih	Bucket berpotensi pecah, muatan tidak bisa diangkut	8	4	6	192	2 Menjaga posisi & kestabilan putaran	A Putaran bergetar/tersendat	1 Bearing aus	Vibrasi, akurasi posisi menurun	7	5	6	210
	B Plat bucket aus	1 Gesekan terus-menerus dengan material keras	Bucket rusak/pecah, risiko tinggi, risiko bocor	7	6	5	210		B	2 Ketidakseimbangan beban swing	Shock load, komponen lain terdampak	7	4	6	168
									C	3 Posisi tidak akurat (overboost/underboost)	Posisi boom tidak presisi, cycle time naik	6	5	6	180
											Derajat/performansi drop, potensi macet	8	4	5	160

Gambar 2. Hasil Penentuan metode FMEA
Sumber : Pengolahan Data (2024)

Analisis FMEA menunjukkan nilai RPN tertinggi pada bucket dan swing motor (240), diikuti engine (216) dan undercarriage (210). Kegagalan umumnya dipicu keausan mekanik, kebocoran oli, tekanan hidrolik tidak stabil, dan kerusakan sistem pendingin, yang diperparah oleh kondisi kerja berat dan minimnya perawatan terjadwal. Hal ini menegaskan pentingnya penerapan *preventive* dan *condition-based maintenance* guna menekan *downtime*.

Untuk menentukan strategi perawatan yang tepat, dilakukan penilaian menggunakan RCM Decision Worksheet. Hasil analisis terhadap 34 kegagalan disajikan dalam Tabel 6.

sisi biaya, penelitian ini menunjukkan potensi penghematan lebih dari 98% dengan penerapan PM dan CBM dibandingkan pola corrective, sejalan dengan temuan (Nafiuddin & Mukhtar, 2025) bahwa pendekatan berbasis keandalan mampu meningkatkan MTBF sekaligus menurunkan biaya operasional.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan RCM pada Excavator CAT PC300 mampu menekan downtime hingga 85% dan menghemat biaya hingga 99%. Hal ini mengindikasikan bahwa manajemen perawatan berbasis keandalan tidak hanya meningkatkan produktivitas alat, tetapi juga memberikan keuntungan finansial signifikan bagi perusahaan (Haerudin et al., 2025; Syafei & Suhendar, 2022).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan bahwa empat komponen kritis Excavator CAT PC300 di PT SYH, yaitu *bucket*, *swing motor*, *undercarriage*, dan *engine*, menyumbang downtime terbesar dengan total 1.257 jam selama periode 2023–2024, dengan kegagalan paling kritis terjadi pada bucket dan swing motor (RPN 240). Hasil perhitungan MTBF, MTTR, dan availability menunjukkan keandalan komponen di atas 95%, meskipun bucket memiliki frekuensi kerusakan tertinggi. Penerapan *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) menghasilkan strategi perawatan dengan distribusi *preventive maintenance* 33,3%, *scheduled corrective maintenance* 19,4%, dan *condition-based maintenance* 41,7%, yang terbukti mampu menekan downtime hingga 85% dan menghemat biaya perawatan hingga 99% dibandingkan *corrective maintenance* yang dominan diterapkan sebelumnya. Oleh karena itu, PT SYH disarankan beralih dari *corrective* menuju *preventive* dan *condition-based maintenance* pada komponen kritis, meningkatkan pencatatan historis perawatan melalui digitalisasi sistem monitoring kondisi unit, serta memperluas penerapan RCM pada jenis alat berat atau unit excavator merek berbeda guna memperoleh perbandingan efektivitas strategi perawatan pada berbagai kondisi operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, J., Arungpadang, T. A. R., & Punuhsingon, C. S. C. (2024). Penerapan Reliability Centered Maintenance Pada Perencanaan Waktu Interval Preventive Maintenance Unit Container Crane Di Terminal Peti Kemas PT Pelindo IV Bitung. *Jurnal Tekno Mesin*, 10(1), 22–29. <https://doi.org/10.35793/jtm.v10i1.51994>
- Armanda, D. D., Jufriyanto, Moh., & Rizqi, A. W. (2023). Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. XYZ. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(4), 1588–1595. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i4.3298>
- Burhannudin, M., & Anshori, Moch. (2022). Implementasi Reliability Centered Maintenance Pada Excavator PC-800. *JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization*, 5(2), 143. <https://doi.org/10.51804/jiso.v5i2.143-150>
- Djakaria, N. S. S., Lantara, D., Dahlan, M., & Fole, A. (2024). Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Karyawan di Departemen Produksi pada PT. ALC. *JAPSI: Jurnal Aplikasi Dan Pengembangan Sistem Industri*, 2(1), 57–66. <https://doi.org/10.33096/japsi.v2i1.1345>
- Fole, A., & Safitri, K. N. (2025). Transforming Small-Scale Garment Production: Lean Manufacturing and VSM Strategies for Enhanced Productivity in Makassar's MSMEs. *Journal of Industrial System Engineering and Management*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.56882/jisem.v4i1.41>
- Haerudin, Y. H., Jamaludin, W., Suhartini, S., & Jaenudin. (2025). Analisis Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) terhadap Mesin Air Jet Loom (AJL). *Jurnal Teknologika*, 15(1), 727–739. <https://doi.org/10.51132/teknologika.v15i1.459>
- Ismail, & Pusakaningwati, A. (2023). Manajemen Perawatan Panel Distribution Control Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di PT. Tung Cia Technology Indonesia. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(12), 4723–4730. <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i12.6428>
- Kulsaputro, J., Fole, A., Safitri, K. N., & Aini, N. (2025). The Role of Resilient Supply Chains in Enhancing Competitiveness and Performance of SMEs: A Case Study in the SMI Sector. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(2). <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/865>
- Malik, R., Rauf, N., Alisyahbana, T., Ahmad, A., & Fole, A. (2024). Scheduling Maintenance Proposal For Turbine Machines Using The Age Replacement Method At Balambano Hydroelectric Power

- Plant PT. Vale Indonesia Tbk. *Journal of Industrial Engineering Management*, 9(1), 69–76. <https://doi.org/10.33536/jiem.v9i1.1841>
- Nafiuddin, M. R., & Mukhtar, M. N. A. (2025). Penerapan Metode FMEA dan RCM untuk Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin CNC Laser Cutting. *Jumantara Jurnal Manajemen Dan Teknologi Rekayasa*, 4(2), 81–90. <https://doi.org/10.28989/jumantara.v4i2.3038>
- Syafei, M. I., & Suhendar, E. (2022). Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Maintenance Value Stream Map (MVSM) (Studi Kasus di PT. Nusa Indah Jaya Utama). *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2), 67. <https://doi.org/10.32502/js.v7i2.4783>
- Wibowo, T. J., Hidayatullah, T. S., & Nalhadi, A. (2021). Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 3(2), 110–120. <https://doi.org/10.37631/jri.v3i2.485>
- Zamsyi, M. A., Nusran, M., & Nur, T. (2024). Analisis Mitigasi Risiko Rantai Pasok Komoditas Kakao Menggunakan Metode House Of Risk Pada PT. MARS. *JAPSI: Jurnal Aplikasi Dan Pengembangan Sistem Industri*, 2(2), 105–115. <https://doi.org/10.3926/japsi.i2v2.1574>