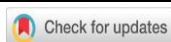


ANALISIS RISIKO KEGAGALAN MESIN GENSET KOMATSU EGS380 MENGGUNAKAN PENDEKATAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA PT XYZ

Hari Septiya Wijaya¹, Asep Hermawan², Yayan Heru Haerudin³
^{1,2,3} STT Wastukencana Purwakarta, Indonesia

Email: harys377@gmail.com



DOI: <https://doi.org/10.34125/jkps.v11i4.3334>

Sections Info

Article history:

Submitted: 13 June 2026
Final Revised: 21 June 2026
Accepted: 6 August 2026
Published: 30 August 2026

Keywords:

generator set
maintenance
Failure Mode and Effect
Analysis
Reliability Centered
Maintenance
Risk Priority Number



ABSTRAK

The reliability of generator sets plays an important role in maintaining the continuity of industrial operations, particularly as a backup power source during disruptions to the main electrical supply. Failures in generator components can increase machine downtime, interrupt production processes, and raise maintenance costs. This study aims to identify critical components, determine the priority level of failure risks using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method, and establish appropriate maintenance strategies through the Reliability Centered Maintenance (RCM) method. This research employed a quantitative descriptive approach using historical failure data of the Komatsu EGS380 generator set collected from January to December 2025 through observations, interviews, documentation, and literature review. FMEA was applied by evaluating the Severity (S), Occurrence (O), and Detection (D) of each failure mode, followed by the calculation of the Risk Priority Number (RPN) to determine maintenance priorities. Components with the highest RPN values were subsequently analyzed using Logic Tree Analysis (LTA) within the RCM framework to identify the most appropriate maintenance strategies. The results indicate that FMEA effectively identifies critical components with the highest failure risks, enabling maintenance activities to be prioritized more systematically.

ABSTRAK

Keandalan mesin genset merupakan faktor penting dalam menjaga kelangsungan operasional perusahaan, terutama sebagai sumber listrik cadangan ketika terjadi gangguan pada pasokan listrik utama. Kerusakan yang terjadi pada komponen genset dapat menyebabkan peningkatan waktu henti mesin, terganggunya proses produksi, serta meningkatnya biaya pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kritis, menentukan tingkat prioritas risiko kegagalan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), serta menetapkan strategi pemeliharaan yang tepat menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data historis kerusakan mesin genset Komatsu EGS380 periode Januari–Desember 2025 yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka. Analisis FMEA dilakukan dengan memberikan penilaian terhadap tingkat keparahan, frekuensi kejadian, dan kemampuan deteksi untuk setiap mode kegagalan, kemudian dihitung nilai Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas perbaikan. Selanjutnya, komponen dengan nilai RPN tertinggi dianalisis menggunakan Logic Tree Analysis (LTA) pada metode RCM untuk menentukan strategi pemeliharaan yang sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode FMEA mampu mengidentifikasi komponen yang memiliki tingkat risiko kegagalan tertinggi sehingga menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan.

Kata kunci: mesin genset, pemeliharaan, Failure Mode and Effect Analysis, Reliability Centered Maintenance, Risk Priority Number.

PENDAHULUAN

Keandalan mesin merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga kontinuitas proses produksi di industri manufaktur. Gangguan atau kegagalan mesin dapat menyebabkan meningkatnya *downtime*, penurunan produktivitas, keterlambatan pemenuhan permintaan pelanggan, serta bertambahnya biaya operasional perusahaan (Mobley, 2021). Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan sistem pemeliharaan yang tidak hanya bersifat korektif, tetapi juga mampu mengidentifikasi potensi kegagalan sejak dini sehingga risiko kerusakan dapat diminimalkan. (S. Kumar, B. Singh, and R. Mishra, 2025)

Mesin genset merupakan salah satu peralatan pendukung yang memiliki peran penting sebagai sumber daya listrik cadangan ketika terjadi gangguan pada pasokan listrik utama. Keandalan genset sangat memengaruhi kelancaran operasional perusahaan, terutama pada industri yang memerlukan kontinuitas proses produksi. Kegagalan pada mesin genset dapat mengakibatkan terhentinya aktivitas produksi, meningkatnya biaya pemeliharaan, serta menurunnya efektivitas operasional perusahaan (Moubray, 1997).

Berdasarkan data historis kerusakan mesin genset Komatsu EGS380 di PT XYZ selama periode Januari–Desember 2025, masih ditemukan kerusakan berulang pada beberapa komponen utama, seperti fuel injector, fuel pump, water pump, dan komponen pendukung lainnya. Tingginya frekuensi kerusakan tersebut menyebabkan meningkatnya *downtime* sehingga menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan yang diterapkan masih didominasi oleh *corrective maintenance*, yaitu tindakan perbaikan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan. Kondisi tersebut mengakibatkan biaya perawatan menjadi lebih tinggi dan tingkat keandalan mesin belum optimal.

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko kegagalan adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Metode ini mampu mengidentifikasi setiap mode kegagalan berdasarkan tingkat keparahan (Severity), frekuensi kejadian (Occurrence), dan kemampuan deteksi (Detection) sehingga diperoleh nilai Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas perbaikan (Stamatis, 2023). Namun, FMEA hanya menghasilkan urutan prioritas risiko dan belum mampu menentukan strategi pemeliharaan yang paling sesuai.

Untuk melengkapi analisis tersebut digunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). RCM merupakan pendekatan pemeliharaan yang berorientasi pada keandalan dengan menentukan tindakan perawatan berdasarkan konsekuensi kegagalan setiap komponen. Melalui Logic Tree Analysis (LTA), metode ini dapat menghasilkan rekomendasi strategi pemeliharaan berupa Condition Directed (CD), Time Directed (TD), maupun Finding Failure (FF) sehingga aktivitas pemeliharaan menjadi lebih efektif dan efisien (Moubray, 1997).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan FMEA maupun RCM mampu meningkatkan keandalan peralatan dan menurunkan tingkat kegagalan mesin. Kumar et al. (2025) melaporkan bahwa integrasi FMEA dan RCM mampu menurunkan risiko kegagalan kritis serta mengurangi *downtime* pada mesin diesel generator. Penelitian lain oleh Singh dan Gupta (2024) menunjukkan bahwa penerapan RCM dapat meningkatkan efektivitas sistem pemeliharaan dan memperpanjang umur pakai komponen. Meskipun demikian, penelitian mengenai penerapan kedua metode tersebut pada mesin genset Komatsu EGS380 dengan memanfaatkan data historis kerusakan di lingkungan industri manufaktur masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kritis, menganalisis tingkat risiko kegagalan menggunakan metode Failure Mode

and Effect Analysis (FMEA), serta menentukan strategi pemeliharaan yang tepat menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada mesin genset Komatsu EGS380 di PT XYZ. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan pemeliharaan yang lebih efektif sehingga mampu meningkatkan keandalan mesin, mengurangi downtime, dan mendukung keberlangsungan proses operasional perusahaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis risiko kegagalan pada mesin genset Komatsu EGS380 di PT XYZ. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggambarkan kondisi aktual sistem pemeliharaan berdasarkan data historis kerusakan serta menghasilkan rekomendasi strategi perawatan yang tepat melalui analisis kuantitatif (Sugiyono, 2024).

Penelitian dilaksanakan di PT XYZ, Purwakarta, Jawa Barat, dengan objek penelitian berupa mesin genset Komatsu EGS380 sebagai sumber daya listrik cadangan perusahaan. Data yang digunakan meliputi data historis kerusakan mesin periode Januari–Desember 2025, data downtime, laporan pemeliharaan, serta hasil wawancara dan observasi terhadap personel maintenance. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara dengan supervisor dan teknisi maintenance, serta pemberian penilaian terhadap parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D). Data sekunder diperoleh dari dokumen historis kerusakan, laporan maintenance, manual mesin, dan berbagai literatur ilmiah yang relevan. (Mobley, 2023)

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara semi-terstruktur, dokumentasi, dan studi pustaka (Creswell & Creswell, 2023). Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual mesin dan sistem pemeliharaan, sedangkan wawancara bertujuan memperoleh informasi mengenai penyebab kegagalan serta mekanisme perawatan yang diterapkan perusahaan. Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data historis kerusakan dan downtime sebagai dasar analisis. (Jardine et al, 2024)

Analisis data dilakukan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Reliability Centered Maintenance (RCM). Tahapan analisis dimulai dengan identifikasi fungsi mesin dan komponen kritis berdasarkan data kerusakan. Selanjutnya dilakukan identifikasi mode kegagalan (failure mode), penyebab kegagalan, serta dampak yang ditimbulkan. Setiap mode kegagalan kemudian dinilai menggunakan parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D). Nilai ketiga parameter tersebut digunakan untuk menghitung Risk Priority Number (RPN) dengan persamaan:

$$RPN = S \times O \times D$$

Perhitungan RPN digunakan untuk menentukan prioritas risiko kegagalan sehingga komponen dengan nilai tertinggi menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan (Stamatis, 2023).

Tahap selanjutnya adalah analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) menggunakan Logic Tree Analysis (LTA) untuk mengelompokkan setiap mode kegagalan berdasarkan konsekuensinya. Berdasarkan hasil LTA ditentukan strategi perawatan yang paling sesuai, yaitu Condition Directed (CD), Time Directed (TD), atau Finding Failure (FF) (Moubray, 1997). Hasil akhir penelitian berupa identifikasi komponen kritis, prioritas risiko kegagalan, serta rekomendasi strategi pemeliharaan yang diharapkan mampu meningkatkan keandalan mesin dan mengurangi downtime perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan analisis data historis kerusakan mesin genset Komatsu EGS380 periode Januari-Desember 2025, diperoleh beberapa komponen yang paling sering mengalami kegagalan, yaitu fuel injector, fuel pump, water pump, radiator, battery, alternator, dan starter motor. Kegagalan pada komponen-komponen tersebut menyebabkan meningkatnya downtime sehingga mengganggu kontinuitas operasional perusahaan. Selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap fungsi komponen, mode kegagalan (failure mode), penyebab kegagalan, serta dampak yang ditimbulkan sebagai dasar penyusunan analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).

Table 1. Data Kerusakan Mesin

No	Komponen	Jenis Kerusakan	Frekuensi	Total Downtime (Jam)
1	<i>Fuel Injector</i>	Penyumbatan/kebocoran	9	72
2	<i>Fuel Filter</i>	Penyumbatan	5	20
3	<i>Fuel Pump</i>	Kerusakan mekanis	3	36
4	<i>Water Pump</i>	Kebocoran/kerusakan bearing	6	60
5	<i>Radiator</i>	Kebocoran/korosi	6	33
6	<i>Thermostat</i>	Kerusakan fungsi	2	12
7	<i>Oil Pump</i>	Penurunan tekanan	2	18
8	<i>Oil Filter</i>	Penyumbatan	4	12
9	<i>Oil Cooler</i>	Kebocoran	2	14
10	<i>Alternator</i>	Kerusakan winding	1	20
11	<i>Battery</i>	Penurunan kapasitas	3	9
12	<i>Starter Motor</i>	Kerusakan mekanis	2	16

Analisis FMEA dilakukan dengan memberikan penilaian terhadap tiga parameter utama, yaitu Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) pada setiap mode kegagalan. Nilai ketiga parameter diperoleh berdasarkan hasil diskusi dengan personel maintenance yang memiliki pengalaman dalam pengoperasian dan pemeliharaan mesin genset. Selanjutnya dihitung Risk Priority Number (RPN) menggunakan persamaan:

$$RPN = S \times O \times D$$

Table 2. Urutan Prioritas Risiko Berdasarkan Nilai RPN

No	Komponen	Jenis Kerusakan	Frekuensi	Total Downtime (Jam)
1	<i>Fuel Injector</i>	Penyumbatan/kebocoran	9	72
2	<i>Fuel Filter</i>	Penyumbatan	5	20
3	<i>Fuel Pump</i>	Kerusakan mekanis	3	36
4	<i>Water Pump</i>	Kebocoran/kerusakan bearing	6	60
5	<i>Radiator</i>	Kebocoran/korosi	6	33
6	<i>Thermostat</i>	Kerusakan fungsi	2	12
7	<i>Oil Pump</i>	Penurunan tekanan	2	18
8	<i>Oil Filter</i>	Penyumbatan	4	12

9	<i>Oil Cooler</i>	Kebocoran	2	14
10	<i>Alternator</i>	Kerusakan winding	1	20
11	<i>Battery</i>	Penurunan kapasitas	3	9
12	<i>Starter Motor</i>	Kerusakan mekanis	2	16

Nilai RPN digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko setiap mode kegagalan. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi pula tingkat risiko yang harus segera ditangani.(Ansari et al, 2024) Hasil perhitungan menunjukkan bahwa komponen dengan nilai RPN tertinggi merupakan komponen yang memiliki dampak kegagalan paling besar terhadap keandalan mesin dan operasional perusahaan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat keparahan yang tinggi, frekuensi kerusakan yang relatif sering, serta kemampuan deteksi yang masih rendah sebelum terjadi kegagalan. Hasil ini sejalan dengan pendapat Stamatis (2023) yang menyatakan bahwa nilai RPN merupakan indikator utama dalam menentukan prioritas tindakan perbaikan pada metode FMEA.

Komponen-komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) melalui Logic Tree Analysis (LTA). Analisis ini bertujuan untuk mengelompokkan setiap mode kegagalan berdasarkan konsekuensi yang ditimbulkan terhadap keselamatan, penghentian operasi, maupun dampak ekonominya. Berdasarkan hasil LTA diperoleh bahwa sebagian besar komponen kritis termasuk ke dalam kategori Outage Problem dan Economic Problem, sehingga memerlukan strategi pemeliharaan yang lebih terencana dibandingkan tindakan perbaikan setelah terjadi kerusakan. (Arifin et al, 2024)

Table 3.Hasil Logic Tree Analysis

Komponen/ Failure Mode	Evident	Safety	Outage	Kategori
Fuel Injector - Penyumbatan	Ya	Tidak	Ya	B
Fuel Pump - Kerusakan mekanis	Tidak	Tidak	Ya	B/D
Water Pump - Kebocoran	Ya	Tidak	Ya	B
Oil Cooler - Kebocoran	Tidak	Tidak	Ya	B/D
Oil Pump - Penurunan tekanan	Tidak	Ya	Ya	A/B
Water Pump - Kerusakan impeller	Tidak	Tidak	Ya	B/D
Radiator - Korosi	Ya	Tidak	Ya	B
Alternator - Winding rusak	Tidak	Tidak	Ya	B/D
Radiator - Kebocoran	Ya	Tidak	Ya	B

Fuel Filter - Penyumbatan	Ya	Tidak	Tidak	C
Thermostat - Kerusakan fungsi	Ya	Tidak	Ya	B
Starter Motor - Kerusakan mekanis	Tidak	Tidak	Ya	B/D
Fuel Injector - Kebocoran	Ya	Tidak	Tidak	C

Berdasarkan hasil analisis RCM, strategi pemeliharaan yang direkomendasikan meliputi Condition Directed (CD) untuk komponen yang kondisinya dapat dipantau melalui inspeksi berkala, Time Directed (TD) untuk komponen yang memerlukan penggantian berdasarkan interval waktu atau jam operasi, serta Finding Failure (FF) untuk komponen yang memerlukan pengujian fungsi secara periodik agar kegagalan tersembunyi dapat dideteksi lebih awal. Penerapan strategi tersebut diharapkan mampu mengurangi frekuensi kerusakan mendadak, meningkatkan keandalan mesin, serta menurunkan downtime sehingga operasional perusahaan menjadi lebih efektif. (Alsyouf, 2023)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Reliability Centered Maintenance (RCM) mampu memberikan pendekatan yang sistematis dalam menentukan prioritas risiko sekaligus menetapkan strategi pemeliharaan yang sesuai untuk setiap komponen kritis. (Tsarouhas, 2025) FMEA berperan dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan mode kegagalan melalui nilai RPN, sedangkan RCM melengkapi analisis dengan menentukan jenis tindakan pemeliharaan yang paling efektif berdasarkan konsekuensi kegagalan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kumar et al. (2025) yang menyatakan bahwa integrasi FMEA dan RCM mampu menurunkan risiko kegagalan komponen kritis serta meningkatkan keandalan sistem. Selain itu, hasil penelitian juga mendukung penelitian Singh dan Gupta (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan RCM dapat meningkatkan efektivitas program pemeliharaan melalui pemilihan strategi perawatan yang sesuai dengan karakteristik kegagalan setiap komponen. Dengan demikian, penerapan kedua metode tersebut pada mesin genset Komatsu EGS380 diharapkan dapat menjadi dasar bagi perusahaan dalam menyusun program pemeliharaan yang lebih efektif, mengurangi downtime, meningkatkan keandalan mesin, serta mendukung keberlangsungan operasional perusahaan.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi metode FMEA dan RCM mampu mengidentifikasi komponen kritis sekaligus menentukan strategi pemeliharaan yang sesuai. FMEA berfungsi sebagai alat untuk menentukan prioritas risiko melalui nilai RPN, sedangkan RCM melengkapi analisis dengan menentukan jenis tindakan pemeliharaan yang paling efektif. (Anwar et al, 2024)

Temuan penelitian ini mendukung penelitian Kumar et al. (2025) yang menyatakan bahwa integrasi FMEA dan RCM mampu mengurangi risiko kegagalan komponen kritis serta meningkatkan keandalan sistem. Selain itu, hasil penelitian juga sejalan dengan Singh dan Gupta (2024) yang menyatakan bahwa penerapan RCM dapat meningkatkan efektivitas program pemeliharaan melalui pemilihan strategi perawatan yang sesuai dengan karakteristik kegagalan setiap komponen.

Dengan demikian, implementasi metode FMEA dan RCM pada mesin genset Komatsu EGS380 memberikan dasar yang lebih sistematis dalam pengambilan keputusan pemeliharaan dibandingkan pendekatan corrective maintenance. Strategi pemeliharaan yang dihasilkan diharapkan mampu meningkatkan keandalan mesin, mengurangi downtime, serta mendukung kelancaran operasional perusahaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi komponen-komponen kritis pada mesin genset Komatsu EGS380 menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Reliability Centered Maintenance (RCM). Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa nilai Risk Priority Number (RPN) dapat digunakan untuk menentukan prioritas penanganan berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi kejadian, dan kemampuan deteksi setiap mode kegagalan. Komponen dengan nilai RPN tertinggi menjadi prioritas utama karena memiliki risiko terbesar terhadap penurunan keandalan mesin dan peningkatan downtime.

Selanjutnya, penerapan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) melalui Logic Tree Analysis (LTA) menghasilkan rekomendasi strategi pemeliharaan yang sesuai dengan karakteristik kegagalan setiap komponen, yaitu Condition Directed (CD), Time Directed (TD), dan Finding Failure (FF). Penerapan strategi tersebut diharapkan mampu meningkatkan keandalan mesin, mengurangi frekuensi kerusakan mendadak, menekan downtime, serta meningkatkan efektivitas program pemeliharaan. Dengan demikian, integrasi metode FMEA dan RCM dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam penyusunan sistem pemeliharaan yang lebih optimal pada mesin genset di lingkungan industri manufaktur.

REFERENSI

- Carvalho, T. P., Soares, F. A. A. M. N., Vita, R., Francisco, R. P., Basto, J. P., & Alcalá, S. G. (2019). *A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance*. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106024. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106024>
- J. Creswell and D. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 6th ed. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE Publications, 2024.
- S. Kumar, B. Singh, and R. Mishra, "Integrated FMEA and RCM framework for diesel generator maintenance: A case study," *Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag.*, vol. 15, no. 4, pp. 712–720, 2025.
- J. Moubray, *Reliability-Centered Maintenance*, 2nd ed., Reissue. New York, NY, USA: Industrial Press Inc., 2021.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- J. Singh and A. Gupta, "Reliability-centered maintenance in process industries: A systematic review and case implementation," *3 Biotech*, vol. 10, no. 5, p. 219, 2024.
- D. H. Stamatis, *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*, 3rd ed. Milwaukee, WI, USA: ASQ Quality Press, 2023.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 4th ed. Bandung, Indonesia: Alfabeta, 2024.
- M. A. Arifin and A. R. A. Hamid, "Maintenance task selection using logic tree analysis in RCM: A critical review and case study," *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 30, no. 3, pp. 412–431, 2024.

- F. Ansari, M. K. S. Khobreh, and U. Seidenberg, "A comprehensive review on Maintenance 4.0: Digital transformation of maintenance in Industry 4.0 era," J. Qual. Maint. Eng., vol. 30, no. 3, pp. 421–447, 2024
- R. K. Mobley, Maintenance Engineering Handbook, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2023.
- A. K. S. Jardine and A. H. C. Tsang, Maintenance, Replacement, and Reliability: Theory and Applications, 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2024.
- I. Alsyouf, "Maintenance practices in industrial organizations: A review and case study," J. Qual. Maint. Eng., vol. 29, no. 2, pp. 189–209, 2023.
- H. R. K. M. Anwar and A. R. Khan, "Cost of downtime in continuous process industries: A quantitative analysis," Int. J. Prod. Econ., vol. 252, p. 108589, 2024.
- P. Tsarouhas, "Improving operation of production systems using reliability analysis and maintenance optimization: A case study in a manufacturing industry," Reliab. Eng. Syst. Saf., vol. 213, p. 107400, 2025.

Copyright holder:

© Author

First publication right:

Jurnal Manajemen Pendidikan

This article is licensed under:

CC-BY-SA