

Perencanaan Perawatan Motor Penggerak Wesel Type T84M dengan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) di Daop 2 Bandung

Arief Darmawan^{1*}, Dimas Adi Perwira², Edi Nyoto Setyo Marsusiadi³, Else Frida Sukresnawati⁴, Arum Putri Maharani⁵

¹²³⁴⁵ Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun; Indonesia

correspondence e-mail*, darmawan@ppi.ac.id

Submitted:

Revised: 01-09-2023

Accepted: 10-09-2023

Published: 16-09-2023

Abstract

Daop 2 Bandung is one of the train operational areas where each station has a signaling system to maintain safety and regulate train operations so that they remain effective and efficient. This research aims to determine the maintenance planning system for the Type T84M Wesel Drive Motor using the RCM (Reliability Centered Maintenance) method in Daop 2 Bandung. The method used is RCM (Reliability Centered Maintenance) which focuses on secondary data in the form of historical data on disturbances on the T84M draft motorbike which is used to calculate maintenance time intervals based on the results of data distribution for each component according to the RCM (Reliability Centered Maintenance) method. The research results show that the appropriate maintenance tasks for wesel motor components are scheduled disposal tasks and scheduled restoration tasks. The T84M draft motorbike has a reliability value of 43.2% and an availability value of 99% and the recommended maintenance interval for the T84M draft motorbike is 3 days.

Keywords

Wesel T84M, Maintenance, Reliability Centered Maintenance



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

PENDAHULUAN

Perawatan prasarana perkeretaapian adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan keandalan prasarana perkeretaapian agar tetap laik operasi.¹ Perawatan prasarana meliputi 3 bagian yaitu perawatan stasiun, peralatan persinyalan dan jalan rel. Peralatan persinyalan terdiri dari dua yaitu peralatan luar dan peralatan dalam.² Perangkat penggerak wesel merupakan peralatan lapangan (outdoor) sistem interlocking yang memiliki peran sangat penting dalam pengoperasian sarana kereta api yaitu memindahkan KA dari jalur satu ke jalur yang lain, dimana sistem ini harus memiliki umur mesin (life time) yang panjang untuk beroperasi. Bertambahnya umur mesin tentu saja memiliki pengaruh pada kualitas operasionalnya. Oleh karena itu, perusahaan membutuhkan kinerja mesin yang baik dan andal. Penggerak wesel

¹ Perhubungan, P. M. (2011). PM. 32 Tahun 2011. *Menteri Perhubungan Republik Indonesia*, 2.

² Perhubungan, P. M. (2020). PM 44 Tahun 2018. *Menteri Perhubungan Republik Indonesia*, 13.

frekuensi kerusakan yang tinggi dikarenakan harus bekerja dalam kondisi standby selama 24 jam.³

Berdasarkan data yang diperoleh dari sintelis (sinyal telekomunikasi dan instalasi listrik) Daop 2 Bandung tercatat 92 gangguan yang terjadi pada motor penggerak wesel yang terjadi dari 30 Desember 2019 hingga 24 April 2021. Gangguan yang terjadi pada penggerak wesel dapat menghambat perjalanan kereta api yang nantinya akan berdampak pada kenyamanan penumpang dalam perjalanan dan menyebabkan bengkak nya biaya yang harus dikeluarkan untuk perawatan. Maka dari itu, diperlukan pemeliharaan yang teratur untuk me minimalisasi biaya operasional dan memperpanjang lifetime peralatan tersebut.

Saat ini PT. KAI telah menggunakan sistem preventive maintenance dalam kegiatan pemeliharaannya. Tetapi, dalam pelaksanaannya kurang memperlihatkan faktor keandalan (Reliability) dari peralatan yang dirawat. Sistem perawatan mempunyai peranan penting dalam menjaga keandalan suatu peralatan, karena suatu peralatan memiliki peran penting dalam kelangsungan hidup suatu sistem. Selain perencanaan struktur bangunan jalan keretas api yang dipastikan stabil,⁴ sumber daya jalan perkotaan dan membangun sistem transportasi umum yang beragam dan modern merupakan solusi efektif.⁵ Untuk menjamin keselamatan transportasi khususnya moda kereta api perlu adanya suatu sistem manajemen sistem perawatan yang baik.⁶

Untuk mempertahankan keandalan kinerja sistem diperlukan suatu kegiatan perencanaan perawatan yang tepat dengan memperhitungkan nilai keandalan dari beberapa subsistem dan pendukung, sehingga dapat ditentukan pendekatan dengan suatu metode perawatan yang berfokus pada penanganan. Berkaitan dengan hal tersebut, penulis melakukan identifikasi penyebab kegagalan komponen motor penggerak wesel untuk mendapatkan rekomendasi pemilihan kegiatan perawatan yang tepat.

³ Prasmoro, A. V. (2020). *Analisis Sistem Perawatan Pada Mesin Las MIG Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis: Studi Kasus di PT. TE*. Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering, 12(1), 13. <https://doi.org/10.22441/oe.2020.v12.i1.002>

⁴ Sunardi, Teguh Arifianto, Willy Artha Wirawan, Wahyu Tamtomo Adi, Ayi Syaeful Bahri; Geoelectric survey for reactivation planning from Madiun-Slahung railway track in Indonesia. AIP Conference Proceedings 9 March 2023; 2671 (1): 020004. <https://doi.org/10.1063/5.0116640>

⁵ Sunardi, S., Raffli Bachtiar, R., Duta Septione, A., Ayu Larasati, N., Adi Perwira, D., Setio Pribadi, F. ., Nurtanto, M. ., Selvan Subramaniam, T. ., & Soedibyo. (2022). Autonomous Rail Rapid Transit (ART) Prototype Concept Using Wireless Charging System with Electromagnetic Induction Coupling. Journal of Railway Transportation and Technology, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.37367/jrtt.v1i1.4>

⁶ Wirawan, W. A., Astuti, S. W., Rozaq, F., & Sunardi. (2021). Peningkatan Kopetensi Tenaga Perawat Sarana Perkeretaapian Pada Bidang Dasar Teknologi Sistem Pengereman. Jurnal Pengabdian Masyarakat, 1(1), 23–32.

METODE

Dalam pelaksanaan penelitian ini, prosesnya dimulai dengan merumuskan rumusan masalah dan mengumpulkan data-data penting, dilanjutkan dengan analisis komprehensif yang mencakup aspek kualitatif dan kuantitatif.⁷ Pengumpulan data melibatkan perolehan dokumen dan laporan dengan tujuan memfasilitasi penelitian, termasuk catatan gangguan, kegiatan pemeliharaan, jadwal kerusakan dan perbaikan, serta dokumentasi yang berkaitan dengan motor saklar T84M di Daop 2 Bandung.⁸ Metode analisis data yang digunakan adalah Reliability Centered Maintenance (RCM), dengan pendekatan sistematis yang meliputi deskripsi sistem, menetapkan batas-batas sistem dan diagram blok, melakukan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), membuat keputusan berdasarkan hasil RCM, dan menentukan distribusi kegagalan dan interval waktu pemeliharaan. Tujuan utamanya adalah untuk menghitung nilai Mean Time To Repair (MTTR) dan Mean Time To Failure (MTTF), berkontribusi pada pemahaman komprehensif tentang interval perawatan untuk komponen, aspek penting yang diuraikan oleh Septyani (2015) berdasarkan faktor-faktor seperti jam kerja bulanan rata-rata dan frekuensi kerusakan⁹

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Sistem

Pada tabel 4. 1 deskripsi sistem dari motor penggerak wesel yang digunakan untuk mengetahui batasan sistem perawatan dan mengetahui sistem bekerja sehingga mengetahui hubungan antar komponen dan pengaruhnya terhadap kinerja sistem.

⁷ Sarashvati, M. S., Alhilman, J., Prodi, S., Industri, T., Teknik, F., & Telkom, U. (2017). *Optimalisasi Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Dan Perencanaan Pengelolaan Suku Cadang Menggunakan RCS (Reliability Centered Spares) Pada Continous Casting Machine 3 Slab Steel Plant Di PT Krakatau Steel* (P. 4(2), 2916–2923.

⁸ Sari, R. (2017). *Perancangan Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Pulverizer (Studi Kasus: PLTU Paiton Unit 3)*. Jurnal Teknik ITS, vol 6(1), 23–124. <https://www.neliti.com/publications/214368/perancangan-sistem-pemeliharaan-menggunakan-metode-reliability-centered-maintena>

⁹ Septyani, S. (2015). *Penentuan Interval Waktu Pearwatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin DI PT PLN (PERSERO) Sektor Pembangkit Ombilin*. 14(2), 238–258.

Tabel 4. 1 Deskripsi Sistem Motor Penggerak Wesel T84M

(1) Motor Penggerak Wesel T84M	
<i>Plant</i>	(2) Daop 2 Bandung
<i>Unit</i>	(3) Stasiun Tasikmalaya dan Stasiun Banjar
<i>System</i>	(4) Wesel
<i>Subsystem</i>	(5) Motor Penggerak Wesel T84M
<i>Major Wesel T84M Include</i>	
Wesel T84M	(6) <u>Stang</u> Penggerak Wesel, Lidah Wesel, Motor Wesel, <u>Stang</u> Deteksi Wesel, Switch Deteksi Wesel
<i>Operating Context</i>	
(7) Pengatur perjalanan <u>perjalanan</u> KA memberikan <i>input</i> melalui LCP,	

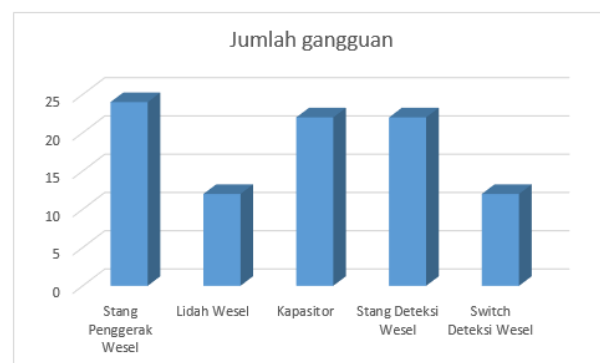
Tabel 4. 2 SWBS (System Work Breakdown Structure)

Kode (1)	Sistem (2)	Kode (3)	Sub Sistem (4)	Kode (5)	Komponen (6)
1	<i>Interlocking Outdoor</i>	A	Wesel	A.1	<u>Stang</u> Penggerak Wesel
				A.2	Lidah Wesel
				A.3	Kapasitor Wesel
				A.4	<u>Stang</u> Deteksi Wesel
				A.5	Switch Deteksi Wesel

Keterangan pengkodean pada tabel 4. 3 SWBS adalah angka 1 ditulis pada kolom (1) menandakan nama sistem yang ada, pada kolom (2) yaitu interlocking, kemudian pada kolom (3) kode mewakili subsistem pada kolom (4) yang diisi huruf A, B, C, D. Lalu kode pada kolom (5) diisi A.1 menandakan komponen dari masing-masing sub sistem yang mengakibatkan terjadinya kegagalan dan pada kolom (6) diisi komponen yang sering mengalami gangguan sesuai data gangguan.

Penentuan Komponen Kritis

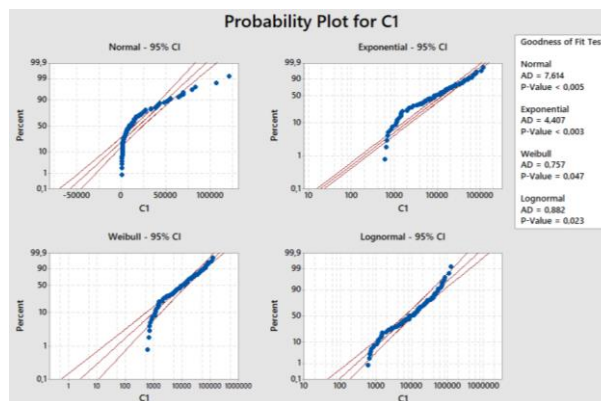
Penentuan komponen kritis didasarkan frekuensi komponen tersebut mengalami gangguan. Berdasarkan gambar 4. 1 dari data frekuensi kerusakan tersebut diketahui bahwa peralatan yang memiliki tingkat kegagalan terbanyak adalah stang penggerak, lidah wesel, kapasitor, stang deteksi wesel, dan switch deteksi wesel objek penelitian difokuskan pada ketiga sistem tersebut.



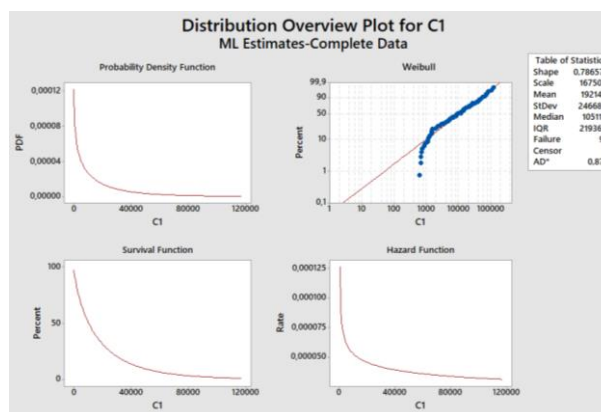
Gambar 4. 1 Data Gangguan Stasiun Madiun 2019-2022

Menghitung MTTF dan MTTR Wesel

Berdasarkan kriteria nilai Anderson Darling (AD) yang memiliki nilai terkecil diantara keempat jenis uji Distribusi yang digunakan. Distribusi Lognormal memiliki nilai AD yang rendah sebesar 0,757, sehingga disimpulkan bahwa Distribusi yang sesuai untuk data TTF komponen wesel adalah Distribusi Weibull.



Gambar 4. 2 Hasil Uji Penentuan Distribusi Data Time To Failur (TTF) Wesel



Gambar 4. 3 Hasil Uji Penentuan Parameter data Time To Failure (TTF) Wesel

Tabel 4. 3 Nilai Parameter MTTF Wesel

No.	Jenis Kegagalan	Jenis Distribusi TTF	Parameter	
			Shape (β)	Scale (θ)
1	Wesel	Lognormal	0,78657	16750,7

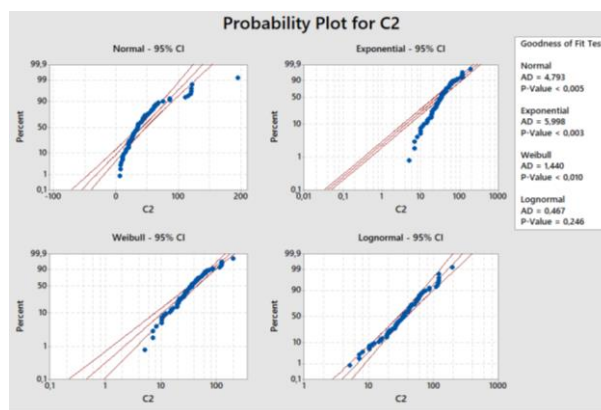
Berikut merupakan proses penghitungan untuk nilai MTTF komponen wesel.

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= \theta \Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right) \\
 &= 16750,7 \Gamma \left(\frac{1}{0,78657} + 1 \right) \\
 &= 16750,7 \Gamma (2,27134) \\
 &= 16750,7 \cdot 1,018
 \end{aligned}$$

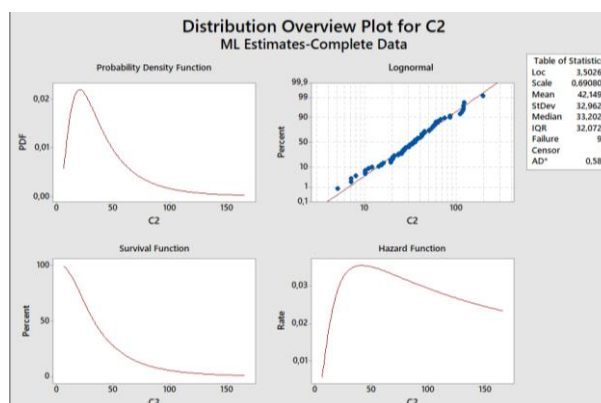
= 17052,21 menit atau 284,203 jam atau 11 hari

Hasil perhitungan MTTF menunjukkan bahwa semakin besar nilai MTTF maka komponen tersebut memiliki rentang waktu kerusakan yang lama. MTTF dari wesel yaitu 17052,21 menit atau 284,203 jam menunjukkan bahwa wesel akan rusak kembali setelah 17052,21 menit atau 284,203 jam dari kerusakan terakhir. Waktu MTTF wesel memiliki nilai yang besar jadi wesel memiliki rentang waktu kerusakan yang lama.

Selanjutnya adalah melakukan perhitungan MTTR. Berdasarkan kriteria nilai Anderson Darling (AD) yang memiliki nilai terkecil diantara keempat jenis uji Distribusi yang digunakan. Distribusi Lognormal memiliki nilai AD yang rendah sebesar 0,467, sehingga disimpulkan bahwa Distribusi yang sesuai untuk data TTR komponen wesel adalah Distribusi Lognormal.



Gambar 4. 4 Hasil Uji Penentuan Distribusi Data Time To Repair (TTR) Wesel



Gambar 4. 5 Hasil Uji Penentuan Parameter data Time To Repair (TTR) Wesel

Tabel 4. 4 Nilai Parameter MTTR Wesel

No.	Jenis Kegagalan	Jenis Distribusi TTR	Parameter	
			Location	Scale
1	Wesel	Lognormal	3,50262	0,69080

Berikut merupakan proses penghitungan untuk nilai MTTR komponen wesel.

$$\lambda = 0,69080$$

$$v = 3,50262$$

$$e = 2,7182$$

$$MTTR = e^{v + \frac{\lambda^2}{2}}$$

$$MTTR = e^{3,50262 + \frac{0,69080^2}{2}}$$

$$MTTR = e^{3,50262 + 0,69080}$$

$$MTTR = 2,7182^{4,19342}$$

$$MTTR = 66,24061 \text{ menit}$$

MTTR pada wesel adalah 66,24061 menit yang relatif kecil menandakan kerusakan yang terjadi pada wesel rata-rata dapat dikendalikan dengan baik dan tidak membutuhkan waktu repair yang lama.

Availability Komponen

Merupakan ratio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi komponen. Berdasarkan rumus didapatkan nilai availability sebagai berikut.

$$A(i) = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \times 100\%$$

$$A(i) = \frac{17052,21}{17052,21 + 66,24061} \times 100\%$$

$$A(i) = 0,99 \times 100\% = 99 \%$$

Reliability Komponen

Menghitung nilai keandalan dari wesel dengan nilai location dan scale distribusi lognormal. Berdasarkan rumus didapatkan nilai keandalan sebagai berikut tabel 4.8 nilai parameter MTTF wesel.

Tabel 4. 5 Nilai Parameter MTTF Wesel

No.	Jenis Kegagalan	Jenis Distribusi TTF	Parameter	
			Shape (β)	Scale (θ)
1	Wesel	Lognormal	0,78657	16750,7

$$MTTF = t = 17052,21$$

$$R(t) = \exp - \left(\frac{t}{\theta} \right)^{\beta}$$

$$R(t) = \exp - \left(\frac{17052,21}{16750,7} \right)^{0,78657}$$

$$(t) = 0,432$$

$$(t) = 43,2 \% \text{ nilai keandalan pada wesel} = 43,2 \%$$

Interval Waktu Perawatan

Rata-rata jam kerja perbulan (1 bulan = 30 hari)

Hari kerja per bulan = 30 hari

Jam kerja tiap hari = 24 jam

Rata-rata jam kerja per bulan = $30 \times 24 = 720$ jam

Jumlah kerusakan

Jumlah kerusakan selama 36 bulan = 29 kali

Waktu rata-rata perbaikan

MTTR = 66,24061 menit

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{MTTR}}{\text{rata - rata jam kerja per bulan}} = \frac{66,24061}{720}$$

$$= 0,092$$

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{\mu}} = \frac{1}{0,092} = 10,869 \text{ menit}$$

Waktu rata-rata pemeriksaan

Rata-rata 1 kali pemeriksaan wesel 66 menit = 1,1 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata - rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata - rata jam kerja per bulan}} = \frac{1,1}{720} = 0,00152$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0,00152} = 657,894$$

Rata-rata kerusakan

Jumlah kerusakan wesel per 4 tahun = 92

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 4 tahun}}{36} = \frac{92}{36} = 2,55$$

Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{2,55 \times 657,894}{10,869}} = \sqrt{\frac{1677,629}{10,869}}$$

$$= \sqrt{154,349} = 12,42$$

Interval waktu pemeriksaan

$$t_i = \frac{\text{rata - rata jam kerja per bulan}}{n} = \frac{720}{12,42} = 57,97 \text{ jam}$$

$$= 3 \text{ hari}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa strategi pemeliharaan preventif, sebagaimana ditentukan melalui metode RCM, melibatkan dua tindakan utama untuk mencegah

gangguan pada motor penggerak 3 sakelar: Tugas Pembuangan Terjadwal, yang memerlukan penggantian komponen dalam atau sebelum masa pakai yang ditetapkan, dan Tugas Restorasi Terjadwal, yang mencakup perbaikan atau perombakan komponen dalam atau sebelum masa pakai yang ditentukan. Selain itu, studi ini menyoroti bahwa keandalan peralatan bergantung pada waktu, dengan penggunaan komponen atau alat berat yang lebih lama dan interval perawatan yang diperpanjang yang mengakibatkan berkurangnya keandalan. Secara khusus, switch menunjukkan tingkat keandalan 43,2% di samping tingkat ketersediaan yang mengesankan sebesar 99%. Untuk mengatasi kegagalan komponen atau gangguan pada sakelar, interval perawatan setiap 3 hari dianjurkan.

REFERENSI

- Pamungkas, I., Irawan, H. T., & Pandria, T. M. A. (2021). *Implementasi Preventive Maintenance Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Komponen Kritis Boiler Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap*. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v2i2.53>
- Perhubungan, P. M. (2011). PM. 32 Tahun 2011. *Menteri Perhubungan Republik Indonesia*, 2.
- Perhubungan, P. M. (2020). PM 44 Tahun 2018. *Mentri Perhubungan Republik Indonesia*, 13.
- Prasmoro, A. V. (2020). *Analisis Sistem Perawatan Pada Mesin Las MIG Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis: Studi Kasus di PT. TE*. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 12(1), 13. <https://doi.org/10.22441/oe.2020.v12.i1.002>
- Raharja, I. P., Suardika, I. B., & W, H. G. (2021). *Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) DI CV. Jaya Perkasa*. 2019(September 2019), 39–48.
- Sarashvati, M. S., Alhilman, J., Prodi, S., Industri, T., Teknik, F., & Telkom, U. (2017). *Optimalisasi Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Dan Perencanaan Pengelolaan Suku Cadang Menggunakan RCS (Reliability Centered Spares) Pada Continous Casting Machine 3 Slab Steel Plant Di PT Krakatau Steel (P. 4(2), 2916–2923*.
- Sari, R. (2017). *Perancangan Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Pulverizer (Studi Kasus: PLTU Paiton Unit 3)*. *Jurnal Teknik ITS*, vol 6(1), 23–124. <https://www.neliti.com/publications/214368/perancangan-sistem-pemeliharaan-menggunakan-metode-reliability-centered-maintena>
- Septyani, S. (2015). *Penentuan Interval Waktu Pearwatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin DI PT PLN (PERSERO) Sektor Pembangkit Ombilin*. 14(2), 238–258.
- Sinaga, Z., Solihin, S., & Ardan, M. (2021). *Perencanaan Perawatan Mesin Welding Mig Pada Produksi Sub Frame Di PT. XYZ Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 6(1), 26–38. <https://doi.org/10.52447/jktm.v6i1.4328>
- Siswanti, E. (2017). *Perencanaan Penjadwalan Dan Persediaan Sparepart Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Di Pt.X*. *Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 25–30. <https://doi.org/10.25105/jti.v6i1.1528>
- Supriyadi, S., Jannah, R. M., & Syarifuddin, R. (2018). *Perencanaan Pemeliharaan Mesin Centrifugal dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance pada Perusahaan Gula Rafinasi*. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 5(2), 139–147.
- Sunardi, Teguh Arifianto, Willy Artha Wirawan, Wahyu Tamtomo Adi, Ayi Syaeful Bahri;

- Geoelectric survey for reactivation planning from Madiun-Slahung railway track in Indonesia. AIP Conference Proceedings 9 March 2023; 2671 (1): 020004. <https://doi.org/10.1063/5.0116640>
- Sunardi, S., Raffli Bachtar, R., Duta Septione, A., Ayu Larasati, N., Adi Perwira, D., Setio Pribadi, F. ., Nurtanto, M. ., Selvan Subramaniam, T. ., & Soedibyo. (2022). Autonomous Rail Rapid Transit (ART) Prototype Concept Using Wireless Charging System with Electromagnetic Induction Coupling. *Journal of Railway Transportation and Technology*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.37367/jrtt.v1i1.4>
- Susanto, A. D., & Azwir, H. H. (2018). *Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(1), 21. <https://doi.org/10.23917/jiti.v17i1.5380>
- Wirawan, W. A., Astuti, S. W., Rozaq, F., & Sunardi. (2021). Peningkatan Kopetensi Tenaga Perawat Sarana Perkeretaapian Pada Bidang Dasar Teknologi Sistem Pengereman. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 23–32.