

Sistem Perawatan Alat Overhead Crane Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Dan Age Replacement

Oleh:

Ferdiansyah Wendyantoro

Indah Apriliana Sari Wulandari., S.T., M.T.

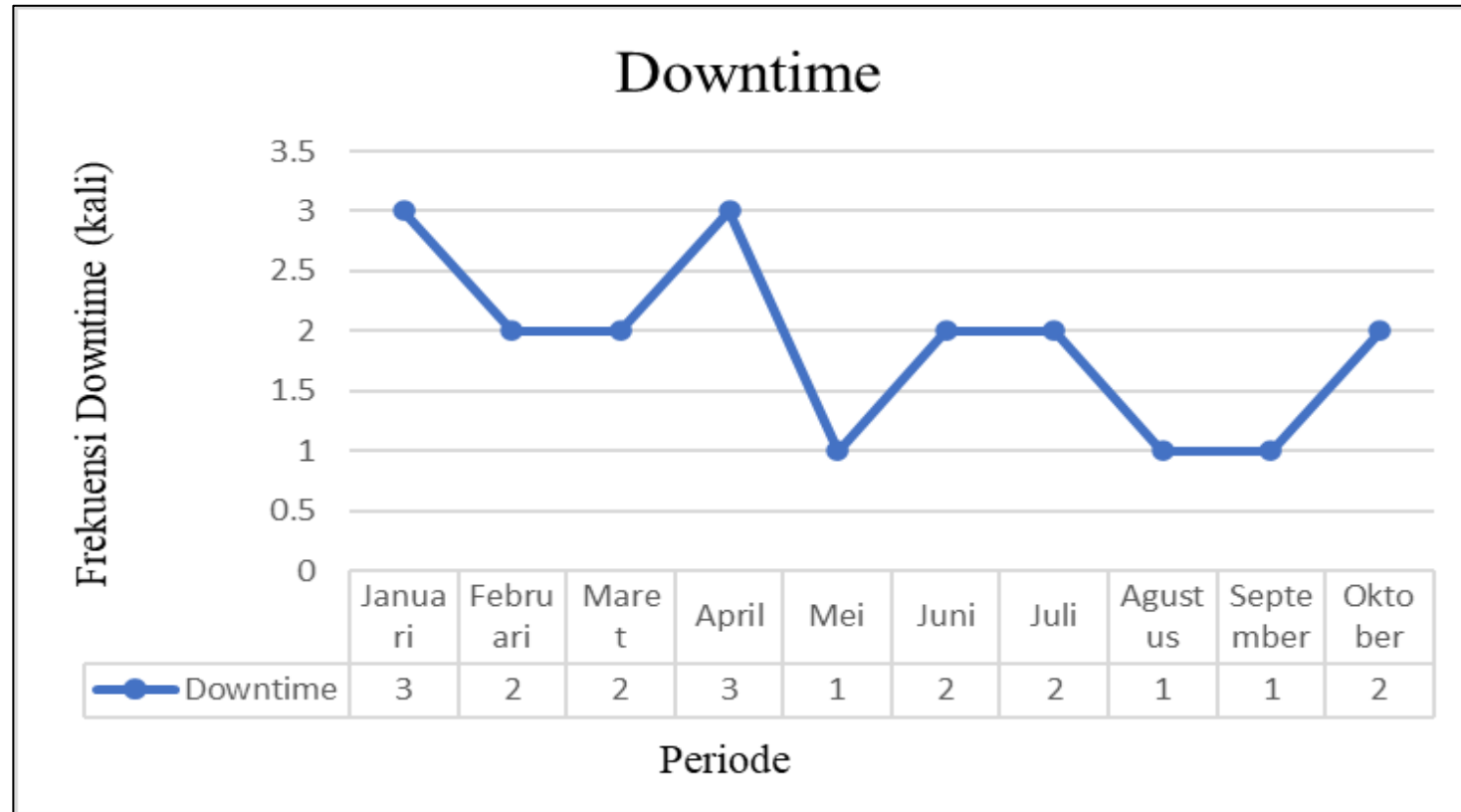
Progam Studi Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Januari 2025



Pendahuluan



Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

1. Bagaimana menentukan tindakan perawatan yang paling optimal?
2. Bagaimana menentukan interval waktu penggantian secara optimal untuk meningkatkan reliabilitas alat?

Metode

RCM adalah metode pemeliharaan yang memberikan prioritas pada evaluasi reliabilitas dan kepentingan komponen dalam suatu sistem. Tujuannya untuk mengoptimalkan dari segi efektivitas dan efisiensi

Age Replacement adalah metode untuk menentukan interval pergantian dan pemeriksaan komponen dengan minimasi *downtime*

Data Hasil Persentase Downtime Kerusakan Komponen Overhead Crane

No.	Nama Komponen	Downtime (jam)	% Downtime	% Downtime Kumulatif
1	Contactor	20.5	31.7	31.7
2	Slipring	3.7	5.7	37.4
3	Motor hoist	15.6	24.2	61.6
4	Brake lining	4.1	6.3	67.9
5	Photoelectric Sensor	20.8	32.1	100.0
Jumlah		65	100	

Hasil – Pengolahan Data RCM II Deccision Worksheet

RCM II Decision Worksheet			SISTEM : OVERHEAD CRANE (ST - OC - 02)			Facilitator :		Date :
			SUBSISTEM : OVERHEAD CRANE (ST - OC - 020)			Auditor :		Year :
No	Komponen	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Potential Cause Of Failure	Konsekuensi kegagalan	Tindakan yang Diberikan	Tindakan Perawatan yang Dilakukan
1	Contactor	Menyambungkan dan memutus arus listrik	Coil terbakar	Mengakibatkan gesekan yang mengeluarkan percikan api	Pengecekan pada <i>electrode</i> pin	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian Komponen
				Tidak dapat mengaktifkan atau memutus	Pengecekan pada pemasangan <i>electrode</i> pin	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian Komponen
			Contactor kabel kendor	Menyebabkan <i>magnetic contactor</i> terbakar	Pengecekan sebelum mesin beroperasi	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
			Contact macet	Mesin tidak dapat beroperasi dengan jangka panjang	Mengontrol secara terjadwal	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
				Menyebabkan arus tidak stabil	Pengecekan pada instalasi	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
			Contact aus	Menyebabkan macet pada aliran listrik	Contact macet	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian Komponen

Hasil – Pengolahan Data RCM II Decision Worksheet

2	Motor Hoist	Mengangkat dan menggerakkan beban	Vibrasi kasar pada bearing	Perputaran motor tidak lancar	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
				Poros pada roll penggerak menjadi tidak stabil	Pengecekan posisi bearing pada rol penggerak	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian Komponen
			Vibrasi kasar pada gear	Rol penggerak tidak dapat beroperasi dan mengalami selip	Pengecekan pada gear penggerak	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
				Mengakibatkan gigi gear cepat aus	Pengecekan posisi gear dipastikan benar	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
			Kumparan terbakar	Mengakibatkan motor tidak berfungsi	Pengecekan pada instalasi	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian Komponen
3	Photoelectric Sensor	Mendeteksi keberadaan objek	Sensor kotor	Objek tidak terdeteksi	Penyesuaian pengkalibrasian	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
				Pembacaan data tidak akurat	Akumulasi Minyak atau cairan	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen
			Modul penerima rusak	Tidak menerima sinyal dari pemancar	Kerusakan elektronik pada modul	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian Komponen
				Sinyal terganggu atau hilang	Koneksi kabel yang tidak stabil	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian Komponen
			Posisi sensor bergeser	Sensor membaca objek yang salah	Pengecekan pada instalasi	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan Kondisi Komponen

Pembahasan

TTF DAN TTR

Data interval waktu antar kerusakan (TTF) dan interval waktu antar perbaikan (TTR) diperoleh selama periode Januari 2024 – Oktober 2024

Pola Distribusi

Nama Komponen	Distribusi (TTF)	AD
Contactor	Normal	0.161
Photoelectric Sensor	Normal	0.270
Motor hoist	Normal	0.266

Nama Komponen	Distribusi (TTR)	AD
Contactor	Normal	0.374
Photoelectric Sensor	Normal	0.316
Motor hoist	Lognormal	0.203

Penentuan Parameter

Nama Komponen	Distribusi (TTF)	Parameter	
		Mean (μ)	Standar Deviasi (σ)
Contactor	Normal	57.5	31.0685
Photoelectric Sensor	Normal	46.5	23.6907
Motor Hoist	Normal	33.75	15.4495

Nama Komponen	Distribusi (TTR)	Parameter	
		Mean (μ)	Standar Deviasi (σ)
Contactor	Normal	3.65667	1.96787
Photoelectric Sensor	Normal	4.15333	1.93297
Motor hoist	Lognormal	T_{med} (Loc)	S (Scale)
		0.902184	0.702793

MTTF DAN MTTR

Komponen	MTTF (Hari)	MTTR (Jam)
Contactor	57.5	1.380
Photoelectric Sensor	46.5	1.116
Motor hoist	3.932	1.1549

Pembahasan

Interval Penggantian Pencegahan

Komponen Contactor

Interval waktu penggantian pencegahan dengan minimasi *downtime* pada komponen Contactor didapatkan dari nilai D (tp) yang paling kecil yaitu pada interval hari ke 11 dengan nilai *downtime* sebesar 0.026557.

tp	R(tp)	F(tp)	M(tp)	D(tp)
1	0.956558	0.043442	941.5435	0.030121
2	0.915004	0.084996	481.2243	0.029524
3	0.875255	0.124745	327.8854	0.029000
4	0.837232	0.162768	251.2915	0.028539
5	0.800862	0.199138	205.3956	0.028135
6	0.766071	0.233929	174.8485	0.027779
7	0.732792	0.267208	153.0720	0.027466
8	0.700958	0.299042	136.7772	0.027191
9	0.670508	0.329492	124.1367	0.026950
10	0.641380	0.358620	114.0540	0.026740
11	0.613517	0.386483	105.8316	0.026557

Pembahasan

Interval Penggantian Pencegahan

Komponen Photoelectric Sensor

Interval waktu penggantian pencegahan dengan minimasi *downtime* pada komponen Photoelectric Sensor didapatkan dari nilai D (tp) yang paling kecil yaitu pada interval hari ke 11 dengan nilai *downtime* sebesar 0.026664.

tp	R(tp)	F(tp)	M(tp)	D(tp)
1	0.953990	0.046010	888.9806	0.030123
2	0.910097	0.089903	454.9566	0.029530
3	0.868223	0.131777	310.3889	0.029013
4	0.828276	0.171724	238.1851	0.028562
5	0.790167	0.209833	194.9269	0.028167
6	0.753811	0.246189	166.1412	0.027822
7	0.719128	0.280872	145.6256	0.027521
8	0.686041	0.313959	130.2785	0.027259
9	0.654476	0.345524	118.3771	0.027031
10	0.624364	0.375636	108.8875	0.026834
11	0.595637	0.404363	101.1519	0.026664

Pembahasan

Interval Penggantian Pencegahan

Komponen Motor Hoist

Interval waktu penggantian pencegahan dengan minimasi *downtime* pada komponen Motor Hoist didapatkan dari nilai D (tp) yang paling kecil yaitu pada interval hari ke 11 dengan nilai *downtime* sebesar 0.029502.

tp	R(tp)	F(tp)	M(tp)	D(tp)
1	0.850896	0.149104	274.3196	0.030195
2	0.724024	0.275976	148.2091	0.029782
3	0.616070	0.383930	106.5352	0.029512
4	0.524211	0.475789	85.9669	0.029346
5	0.446049	0.553951	73.8371	0.029258
6	0.379542	0.620458	65.9224	0.029227
7	0.322951	0.677049	60.4123	0.029238
8	0.274797	0.725203	56.4009	0.029279
9	0.233824	0.766176	53.3847	0.029341
10	0.198960	0.801040	51.0612	0.029417
11	0.169294	0.830706	49.2378	0.029502

Reliability Sebelum dan Sesudah

Komponen Contactor

Nilai reliability komponen pada komponen Contactor sebelum dan sesudah penggantian pencegahan mengalami peningkatan sebesar 39% dari 61,35% menjadi 100%.

t	R(t)	n	T	t-nT	R(t-nT)	R(t-nT) - R(t)
1	0.956558	0	0	1	0.956558	0%
2	0.915004	0	0	2	0.915004	0%
3	0.875255	0	0	3	0.875255	0%
4	0.837232	0	0	4	0.837232	0%
5	0.800862	0	0	5	0.800862	0%
6	0.766071	0	0	6	0.766071	0%
7	0.732792	0	0	7	0.732792	0%
8	0.700958	0	0	8	0.700958	0%
9	0.670508	0	0	9	0.670508	0%
10	0.641380	0	0	10	0.641380	0%
11	0.613517	1	11	0	1.000000	39%
12	0.586880	1	11	1	0.956561	37%
13	0.561386	1	11	2	0.915008	35%
14	0.537000	1	11	3	0.875261	34%
15	0.513673	1	11	4	0.837240	32%
16	0.491359	1	11	5	0.800870	31%
17	0.470015	1	11	6	0.766081	30%
18	0.449598	1	11	7	0.732803	28%
19	0.430067	1	11	8	0.700970	27%
20	0.411385	1	11	9	0.670520	26%
21	0.393515	1	11	10	0.641393	25%
22	0.376421	2	11	0	1.000000	62%

Reliability Sebelum dan Sesudah

Komponen Photoelectric Sensor

Nilai reliability komponen pada komponen Photoelectric Sensor sebelum dan sesudah penggantian pencegahan mengalami peningkatan sebesar 40% dari 59,56% menjadi 100%.

t	R(t)	n	T	t-nT	R(t-nT)	R(t-nT) - R(t)
1	0.953990	0	0	1	0.953990	0%
2	0.910097	0	0	2	0.910097	0%
3	0.868223	0	0	3	0.868223	0%
4	0.828276	0	0	4	0.828276	0%
5	0.790167	0	0	5	0.790167	0%
6	0.753811	0	0	6	0.753811	0%
7	0.719128	0	0	7	0.719128	0%
8	0.686041	0	0	8	0.686041	0%
9	0.654476	0	0	9	0.654476	0%
10	0.624364	0	0	10	0.624364	0%
11	0.595637	1	11	0	1.000000	40%
12	0.568231	1	11	1	0.953990	39%
13	0.542087	1	11	2	0.910097	37%
14	0.517146	1	11	3	0.868223	35%
15	0.493352	1	11	4	0.828276	33%
16	0.470652	1	11	5	0.790167	32%
17	0.448998	1	11	6	0.753811	30%
18	0.428339	1	11	7	0.719128	29%
19	0.408631	1	11	8	0.686041	28%
20	0.389830	1	11	9	0.654476	26%
21	0.371894	1	11	10	0.624364	25%
22	0.354783	2	11	0	1.000000	65%

Reliability Sebelum dan Sesudah

Komponen Motor Hoist

Nilai reliability komponen pada komponen Motor Hoist sebelum dan sesudah penggantian pencegahan mengalami peningkatan sebesar 83% dari 16,92% menjadi 100%.

t	R(t)	n	T	t-nT	R(t-nT)	R(t-nT) - R(t)
1	0.850896	0	0	1	0.850896	0%
2	0.724024	0	0	2	0.724024	0%
3	0.616070	0	0	3	0.616070	0%
4	0.524211	0	0	4	0.524211	0%
5	0.446049	0	0	5	0.446049	0%
6	0.379542	0	0	6	0.379542	0%
7	0.322951	0	0	7	0.322951	0%
8	0.274797	0	0	8	0.274797	0%
9	0.233824	0	0	9	0.233824	0%
10	0.198960	0	0	10	0.198960	0%
11	0.169294	1	11	0	1.000000	83%
12	0.144052	1	11	1	0.850896	71%
13	0.122573	1	11	2	0.724024	60%
14	0.104297	1	11	3	0.616070	51%
15	0.088746	1	11	4	0.524211	44%
16	0.075514	1	11	5	0.446049	37%
17	0.064254	1	11	6	0.379542	32%
18	0.054674	1	11	7	0.322951	27%
19	0.046522	1	11	8	0.274797	23%
20	0.039585	1	11	9	0.233824	19%
21	0.033683	1	11	10	0.198960	17%
22	0.028661	2	11	0	1.000000	97%

Hasil Perhitungan *Availability*

Komponen	Availibilty jika dilakukan penggantian pencegahan	Availibilty jika dilakukan pemeriksaan	Availibilty Total
Contactor	0.376421	0.9765625	0.367598633
Photoelectric Sensor	0.354783	0.9765625	0.346467773
Motor hoist	0.028661	0.7729659	0.022153976

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini terdapat tiga komponen kritis pada alat berat *Overhead Crane* yang diidentifikasi melalui analisis diagram Pareto, yaitu *Contactor*, *Photoelectric Sensor*, dan *Motor Hoist*. Perhitungan interval pemeliharaan menunjukkan bahwa nilai MTTR (*Mean Time to Repair*) masing-masing komponen adalah 57,5 hari untuk *Contactor*, 46,5 hari untuk *Photoelectric Sensor*, dan 33,75 hari untuk *Motor Hoist*.

Sebagai rekomendasi, penerapan metode RCM dan *Age Replacement* dalam perawatan preventif menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai *reliability* (keandalan) komponen. *Reliability* komponen *Contactor* meningkat sebesar 39%, dari 61,35% menjadi 100%. Untuk *Photoelectric Sensor*, *reliability* naik sebesar 40%, dari 59,56% menjadi 100%. Sementara itu, *Motor Hoist* menunjukkan peningkatan *reliability* sebesar 83%, dari 16,92% menjadi 100%. Dengan demikian, disarankan untuk menerapkan metode ini pada tiap komponen kritis dengan interval penggantian setiap 11 hari.

Referensi

- 1) M. Fahrurroji *et al.*, “Usulan Perencanaan Perawatan Dengan Menggunakan Metode Reliability Centred Maintenance (RCM) di PT. Djabesmen,” *J. Ind. Xplore*, vol. 6, no. 2, pp. 75–84, 2021.
- 2) A. A. Muzakki, “Analisis Preventive Maintenance Mesin Am Korin Dengan Age Replacement Di Pt Nugraha Indah Citarasa Indonesia,” *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehat.*, vol. 5, no. 2, p. 325, 2021, doi: 10.24912/jmstkik.v5i2.9078.
- 3) I. Ramadhan and W. Widiasih, “Analisis Penggantian dan Perawatan pada Papermachine Bagian Wire dan Dryer Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan Age replacement Pada PT. X,” *J. Tekst. J. Keilmuan dan Apl. Bid. Tekst. dan Manaj. Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–14, 2023, doi: 10.59432/jute.v6i1.60.
- 4) I. L. Kusminah, A. N. Rachmat, and D. A. Nurjanah, “Optimizing Small Excavator Maintenance Activity Planning Using the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Method II,” *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 9, no. 1, pp. 208–217, 2024, doi: 10.12962/j25481479.v9i1.19844.
- 5) J. T. Juwandono and J. Purnama, “Analisa Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age Replacement,” *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 6, no. 3, pp. 483–492, 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i3.15768.
- 6) A. Muhazir, Z. Sinaga, and R. D. Septiadi, “Perencanaan Perawatan Mesin Building Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM),” *J. Optim.*, vol. 10, no. 1, p. 120, 2024, doi: 10.35308/jopt.v10i01.9263.

Referensi

- 7) N. M. Hidayatulloh and T. Sukmono, “Determination of Production Instrumentation Equipment Maintenance Intervals In the Paper Industry,” *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 23–31, 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i1.1275.
- 8) R. M. Simanungkalit, S. Suliawati, and T. Hernawati, “Analisis Penerapan Sistem Perawatan dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Cement Mill Type Tube Mill di PT Cemindo Gemilang Medan,” *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 1, pp. 72–83, 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i1.199.
- 9) A. B. Sulistyo and S. H. Mutiawati, “Usulan Jadwal Preventive Maintenance Komponen Ban pada Truk Tronton 20.000 KL Menggunakan Metode Age Replacement,” *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 7, no. 2, pp. 137–146, 2021, doi: 10.30656/intech.v7i2.3891.
- 10) A. B. Sulistyo and S. Muhlis, “Optimasi Perawatan Mesin Overhead Crane Pada PT. KNSS Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA),” *J. InTent (Jurnal Ind. dan Teknol. Terpadu)*, vol. 5, no. 2, pp. 27–35, 2022, [Online]. Available: <https://www.ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/2447>
- 11) Kevin Gilbert Wohon, Arini Anestesia Purba, and Budiani Fitria Endrawati, “Penjadwalan Perawatan Sparepart Mesin dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance dan Failure Mode Effect Analysis di PT ABC,” *J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 3, pp. 183–188, 2023, doi: 10.25105/jti.v13i3.19139.

Referensi

- 12) E. A. AGUSTIAWAN, M. Z. FATHONI, and D. WIDYANINGRUM, “Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Hanger Shot Blast Kazo Dengan Menggunakan Metode Age Replacement Di Pt Barata Indonesia,” *Matrik*, vol. 22, no. 1, p. 73, 2021, doi: 10.30587/matrik.v22i1.2715.
- 13) A. B. Zamani, M. Nuruddin, and S. S. Dahda, “Penentuan Interval Penggantian Komponen Mesin Pengayakan Batu Bara Menggunakan Metode Age Replacement,” *J. Serambi Eng.*, vol. VIII, no. 1, pp. 4341–4352, 2023.
- 14) K. Nisak, E. Nursanti, and T. Priyasmanu, “Analisis Tingkat Keandalan Dan Penentuan Interval Waktu Pemeliharaan Mesin Pompa Air Di Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang,” *J. Valtech*, vol. 5, no. 2, pp. 217–223, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/5644>
- 15) S. Sunaryo, J. Japri, Y. Yuhelson, and L. Hakim, “Implementasi RCM pada mesin diesel Deutz 20 kVA,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 42–52, 2021, doi: 10.24127/trb.v10i1.1451.
- 16) A. Sastriawan, “Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Produksi Menggunakan Reliability Centered Maintenance,” *J. Teknol.*, vol. 14, no. 1, pp. 26–35, 2024, doi: 10.35134/jitekin.v14i1.113.
- 17) D. Nurdiansyah and A. H. D. P, “Analysis of Maintenance Management at PT . XYZ Power Plant (With MTTR , MTTF , and Availability Factors) and Development of Performance Improvement Program,” vol. 3, no. 9, pp. 3363–3376, 2024.

Referensi

- 18) An Introduction To Reliability And Maintenance Engineering. New York: Times Roma, 1997.
- 19) D. Wibisono, “Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisasi Six Big Losses Pada Mesin Bubut (Studi Kasus di Pabrik Parts PT XYZ),” J. Optimasi Tek. Ind., vol. 3, no. 1, pp. 7–13, 2021, doi: 10.30998/joti.v3i1.6130.

