



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 3 Tahun 2024 Page 5981-6000

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Strategi Meningkatkan Keandalan Mesin Reader untuk Memperpendek Antrian Pada Gate 7 Gerbang Waru Ramp

Andika Jaya Wardana^{1✉}, Muslimin Abdulrahim²

Universitas 17Agustus 1945 SURABAYA

Email: andikajawardana17@gmail.com^{1✉}

Abstrak

PT Jasa Marga Tol Road Operator, operator jalan tol di Indonesia, menghadapi masalah downtime pada mesin pembaca kartu e-tol di gerbang tol Waru Ramp, Surabaya. Perawatan mesin dilakukan secara reaktif, menyebabkan keterlambatan perbaikan karena kurangnya teknisi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor kerusakan mesin, mengevaluasi dampaknya, dan mengembangkan strategi perawatan. Dengan keandalan komponen kabel dan konslet rata-rata 37.16% dan 39.34%, penjadwalan dipercepat dengan mempertimbangkan tingkat keandalan minimal 50%. Hasilnya, perawatan kabel dan konslet dilakukan setiap 3 hari dengan keandalan masing-masing 55.21% dan 57.14%. Pencegahan kerusakan, seperti pemasangan tutup mesin, direkomendasikan untuk meningkatkan keandalan dan mengurangi risiko kemacetan lalu lintas.

Kata Kunci: *Jasa Marga, E-tol, Pencegahan Kerusakan*

Abstract

PT Jasa Marga Tol Road Operator, a toll road operator in Indonesia, faced a downtime problem on the e-toll card reader machine at the Waru Ramp toll gate, Surabaya. Maintenance of the machine is carried out reactively, causing delays in repairs due to the lack of technicians. This study aims to identify the factors of engine damage, evaluate their impact, and develop maintenance strategies. With an average reliability of cable and short circuit components of 37.16% and 39.34%, scheduling is accelerated by considering a reliability level of at least 50%. As a result, cable and short circuit maintenance was carried out every 3 days with reliability of 55.21% and 57.14%, respectively. Damage prevention, such as the installation of engine caps, is recommended to increase reliability and reduce the risk of traffic jams.

Keywords: *Jasa Marga, E-toll, Damage Prevention*

PENDAHULUAN

PT Jasa Marga Toll Road Operator adalah perusahaan yang berfokus pada pengoperasian jalan tol di beberapa ruas yang dikelola oleh Jasa Marga. Didirikan pada 21 Agustus 2015, perusahaan ini memiliki tiga shift operasional: shift 1 dari jam 06.00 sampai 14.00, shift 2 dari jam 14.00 sampai 22.00, dan shift 3 dari jam 22.00 sampai 06.00.

Dalam konteks perkembangan transportasi masa kini, jalan tol menjadi elemen kunci dalam perencanaan transportasi negara. Meminimalisir kemacetan dan waktu perjalanan, jalan tol meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup masyarakat. Tarif jalan tol diberlakukan sebagai biaya akses, biasanya dikelola oleh perusahaan khusus yang bekerja sama dengan pemerintah.

Gerbang tol Waru di Surabaya mengalami masalah downtime pada mesin pembaca kartu e-toll di Gardu 7. Untuk mengatasi hal ini, perawatan mesin reader menjadi krusial. Melalui manajemen perawatan yang tepat, termasuk pembersihan rutin dan pemantauan kinerja, diharapkan dapat meminimalkan gangguan operasional dan memaksimalkan efisiensi mesin.

Penelitian dilakukan untuk memahami penyebab downtime, dengan fokus pada mesin reader. Tabel berikut menyajikan hasil pengamatan tentang mesin reader pada periode Januari 2024.

Dalam dunia industri modern, keandalan mesin menjadi kunci dalam menjaga kelancaran proses produksi. Namun, kerusakan mesin bisa mengganggu aktivitas produksi dan menyebabkan kerugian finansial yang signifikan. Oleh karena itu, penjadwalan perawatan menjadi krusial untuk meningkatkan keandalan mesin. Dengan penjadwalan perawatan yang efektif, perusahaan dapat mengidentifikasi waktu yang tepat untuk melakukan perawatan preventif atau korektif, mengurangi risiko kerusakan mendadak, memperpanjang umur mesin, dan menjaga kelancaran proses produksi. Dengan demikian, penjadwalan perawatan menjadi strategi yang penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas perusahaan.

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini mencakup bagaimana cara mengurangi kerusakan mesin reader pada Gardu 7 dan penyebab kemacetan di pintu masuk Gerbang Tol Waru Ramp Gate 7. Tujuan penelitian ini adalah memberikan informasi tentang langkah-langkah untuk mengurangi kerusakan mesin reader dan mengurangi antrian kendaraan di Gerbang Waru Ramp Gate 7 yang bermanfaat untuk meningkatkan kelancaran operasional jalan tol di Gerbang Waru Ramp serta meningkatkan keandalan mesin reader di Gerbang Tol Waru Ramp Gate 7.

Menurut (Ignatius Deradjad Pranowo, 2019) Proses pemeliharaan akan mempengaruhi tingkat ketersediaan (*availability*) fasilitas produksi, laju produksi, kualitas produk akhir (*endproduct*), ongkos produksi, dan keselamatan operasi. Faktor-faktor tersebut selanjutnya akan berpengaruh terhadap tingkat keuntungan (*profitability*) perusahaan. Proses pemeliharaan selain membantu kelancaran proses produksi karena ketepatan waktu pengiriman produk, juga menjaga fasilitas dan peralatan tetap efektif dan efisien dan terhindar dari kerusakan (*zerro breakdown*). Proses produksi membutuhkan kegiatan pemeliharaan yang meliputi pembersihan, inspeksi, pelumasan, serta pengadaan suku cadang demi keberlanjutannya. Pemeliharaan mempunyai kaitan erat dengan tindakan pencegahan (*preventive*) dan perbaikan (*corrective*).

Menurut (Levitt, 2010) ada beberapa pendekatan yang digunakan dalam menganalisis kinerja mesin dan mengidentifikasi area untuk perbaikan sebagai berikut:

1. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Menurut (Levitt, 2010) OEE adalah suatu indikator yang sederhana namun komprehensif untuk mengukur efisiensi internal dan sebagai indikator proses perbaikan berkelanjutan. OEE juga dapat digunakan untuk menganalisis efisiensi mesin tunggal atau sistem permesinan terintegrasi. Dengan menggunakan OEE, perusahaan dapat mengukur performa peralatan produksi, mengidentifikasi kerugian yang mempengaruhi produktivitas, dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas keseluruhan. OEE dihitung dengan rumus:

$$OEE = Availability \times Performanc \times Quality \quad ()$$

Dimana:

- a. Availability: Rasio waktu sebenarnya produksi terhadap waktu yang dijadwalkan.
- b. Performance: Rasio waktu produksi sebenarnya terhadap waktu produksi ideal.
- c. Quality: Rasio jumlah produk berkualitas baik terhadap jumlah total produk.

2. Availability

Menurut (Levitt, 2010) *availability* adalah istilah yang mengacu pada ketersediaan suatu sistem atau peralatan. *Availability* menunjukkan sejauh mana sistem atau peralatan tersebut dapat beroperasi tanpa gangguan atau *downtime*. Dalam konteks manajemen perawatan atau *maintenance*, *availability* menggambarkan seberapa sering peralatan dapat digunakan secara efektif dan siap digunakan. (Levitt, 2010) menekankan pentingnya *availability* dalam menjaga kinerja dan produktivitas perusahaan. Dengan memastikan ketersediaan yang tinggi, perusahaan dapat menghindari kerugian akibat *downtime* yang

tidak terencana. Levitt juga menyoroti pentingnya perencanaan perawatan yang tepat guna untuk memastikan ketersediaan peralatan yang optimal. Adapun rumus dari *availability*:

$$Availability = \frac{Waktu\ Tersedia\ untuk\ Prosesi}{Waktu\ Total}$$

3. Performance

Performance mengukur seberapa efisien peralatan digunakan dalam proses produksi. Rumusnya adalah:

$$Performance = \frac{Produksi\ Sebenarnya}{Produksi\ Ideal}$$

4. Quality

Quality mengukur seberapa baik peralatan menghasilkan produk berkualitas. Rumusnya adalah:

$$Performance = \frac{Produksi\ Sebenarnya}{Produksi\ Ideal}$$

5. Mean Time Between Failures (MTBF):

Mean Time Between Failure (MTBF) adalah suatu metrik yang digunakan untuk mengukur rata-rata waktu antara kegagalan (failure) yang terjadi pada suatu sistem atau peralatan. Menurut (Levitt, 2010) MTBF merupakan parameter yang penting dalam menilai kualitas maintenance. MTBF menggambarkan seberapa andalnya suatu sistem atau peralatan dalam menjalankan fungsinya tanpa mengalami kegagalan.

MTBF dapat dihitung dengan membagi total waktu operasional oleh jumlah kegagalan yang terjadi. Semakin tinggi nilai MTBF, semakin andal sistem atau peralatan tersebut. MTBF juga dapat digunakan untuk memprediksi waktu antara kegagalan berikutnya dan membantu dalam perencanaan perawatan preventif. MTBF mengukur rata-rata waktu antara kegagalan peralatan. Rumusnya adalah:

$$MTBF = \frac{Total\ Waktu\ Kerja}{Jumlah\ Kegagalan}$$

6. Mean Time to Repair (MTTR):

Mean Time to Repair (MTTR) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memperbaiki suatu sistem atau peralatan setelah mengalami kegagalan. Menurut (Levitt, 2010) MTTR merupakan indikator penting dalam manajemen perawatan atau maintenance. mtrr mencakup waktu mulai dari kegagalan terjadi hingga sistem atau peralatan kembali berfungsi dengan baik, termasuk waktu yang diperlukan untuk mendeteksi kegagalan, mendiagnosis masalah, dan memperbaiki permasalahan tersebut. MTTR memiliki peran penting dalam mengevaluasi ketersediaan

dan keandalan sistem serta peralatan, tingkat keparahan insiden, dan efektivitas upaya perbaikan. MTTR yang tinggi dapat menyebabkan downtime yang tidak terencana yang berdampak signifikan. Dengan memantau MTTR, organisasi dapat mengidentifikasi area di mana perlu meningkatkan proses, mengidentifikasi tren kegagalan, dan membuat keputusan tentang bagaimana mengoptimalkan strategi perawatan

MTTR mengukur rata-rata waktu yang diperlukan untuk memperbaiki peralatan setelah terjadi kegagalan. Rumusnya adalah:

$$MTTR = \frac{\text{Total Waktu Perbaikan}}{\text{Jumlah Kegagalan}}$$

7. Overall Maintenance Effectiveness (OME):

OME mengukur efektivitas pemeliharaan secara keseluruhan. Rumusnya adalah:

$$OME = \frac{\text{Total Waktu Produktif}}{\text{Total Waktu Kerja}}$$

8. Breakdown Maintenance Ratio:

Breakdown Maintenance Ratio adalah istilah yang tidak ditemukan dalam sumber pencarian yang tersedia. Namun, berdasarkan informasi yang ditemukan, terdapat istilah yang mirip yaitu Breakdown Maintenance. Breakdown Maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah suatu sistem atau peralatan mengalami kegagalan atau kerusakan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Dalam hal ini, perbaikan dilakukan setelah terjadi breakdown atau kegagalan. Menurut (Levitt, 2010) Breakdown Maintenance dapat dianggap sebagai tindakan perbaikan yang dilakukan setelah terjadinya kegagalan pada sistem atau peralatan. Hal ini berbeda dengan Preventive Maintenance yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan dengan tujuan mencegah kerusakan atau gangguan yang dapat mengganggu operasional. Breakdown Maintenance Ratio mengukur proporsi waktu yang dihabiskan untuk perbaikan darurat dibandingkan dengan waktu produksi yang seharusnya. Rumusnya adalah:

$$\text{Breakdown Maintenance Ratio} = \frac{\text{Waktu Total Darurat}}{\text{Waktu Total Kerja}}$$

Distribusi kerusakan merupakan ekspresi matematis usia dan pola kerusakan mesin atau peralatan. Pada umumnya terdapat empat jenis distribusi yang digunakan untuk mengidentifikasi pola data yang terbentuk, antara lain: distribusi *Weibull*, distribusi *Eksponensial*, distribusi Normal, dan distribusi *Lognormal*.

1. Distribusi *Weibull*

Distribusi *Weibull* merupakan distribusi yang paling banyak digunakan untuk waktu kerusakan, karena distribusi ini baik digunakan untuk laju kerusakan yang meningkat maupun laju kerusakan yang menurun.

Dua parameter yang digunakan dalam distribusi *Weibull* ini yaitu parameter θ yang disebut dengan parameter skala (scale parameter) dan parameter β yang disebut dengan parameter bentuk (shape parameter). Parameter β digunakan untuk menentukan laju kerusakan dari pola data yang terbentuk, sedangkan parameter θ digunakan untuk menentukan nilai tengah dari pola data yang ada. Fungsi *reliability* yang terdapat dalam distribusi *Weibull* yaitu (Palmer, 2006):

$$\text{Reliability function} = R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

Dimana $\theta > 0$, $\beta > 0$, dan $t > 0$

2. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial digunakan untuk menghitung keandalan dari distribusi kerusakan yang memiliki laju kerusakan konstan. Distribusi ini mempunyai laju kerusakan yang tetap terhadap waktu, dengan kata lain probabilitas terjadinya kerusakan tidak tergantung pada umur alat. Distribusi ini merupakan distribusi yang paling mudah untuk dianalisa, jika terdapat peralatan atau mesin yang laju kerusakannya terjadi secara tetap maka dapat dipastikan data kerusakan peralatan tersebut termasuk dalam distribusi eksponensial. Parameter yang digunakan dalam distribusi eksponensial adalah λ , yang menunjukkan rata-rata kedatangan kerusakan yang terjadi. Fungsi *reliability* yang terdapat dalam distribusi eksponensial yaitu (Palmer, 2006):

$$\text{Reliability function} = R(t) = e^{-\lambda t}$$

Dimana $\lambda > 0$ dan $t > 0$

3. Distribusi Normal

Distribusi normal cocok untuk digunakan dalam memodelkan fenomena keausan. Parameter yang digunakan dalam distribusi normal ini adalah μ yang menunjukkan nilai tengah dan σ yang menunjukkan standar deviasi dari data yang ada. Karena hubungannya dengan distribusi lognormal, distribusi ini dapat juga digunakan untuk menganalisa probabilitas lognormal. Fungsi *reliability* yang terdapat dalam distribusi normal yaitu (Palmer, 2006) :

$$\text{Reliability function} = R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1 - \mu}{\sigma}\right)$$

Dimana $\mu > 0$, $\sigma > 0$, dan $t > 0$

4. Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal menggunakan dua parameter yaitu s yang menunjukkan parameter bentuk (shape parameter) dan t_{med} sebagai parameter lokasi (location parameter) yang merupakan nilai tengah dari suatu distribusi kerusakan. Distribusi ini dapat memiliki berbagai macam bentuk, sehingga sering dijumpai bahwa data yang sesuai dengan distribusi Weibull juga sesuai dengan distribusi lognormal. Fungsi *reliability* yang terdapat pada distribusi lognormal yaitu (Palmer, 2006) :

$$Reliability\ function = R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)$$

Dimana $s > 0$, $t_{med} > 0$, dan $t > 0$

Keandalan dapat dihitung dengan rumus Ansori & Mustajib dalam Ignatius Deradjad Pranowo, 2019):

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt$$

untuk $t \cdot 0$, $R(t) \cdot 1$, berarti sistem dalam keadaan baik

untuk $t \cdot \cdot$, $R(t) \cdot 0$, berarti sistem dalam keadaan rusak

Dimana:

$R(t)$ = Fungsi keandalan

$F(t)$ = Probabilitas kerusakan

T = Lamanya suatu peralatan beroperasi sampai rusak yang merupakan variabel acak

$R(t)$ = P { alat dapat berfungsi } pada saat t

= P { T } (mesin dapat berfungsi)

= $1 - P \{ T > t \} = 1 - F(t)$

Selanjutnya, untuk menjaga keandalan yang tinggi perlu program pemeliharaan yang baik. Dengan demikian program pemeliharaan yang baik perlu informasi mekanisme kerusakan (*failure mechanism*) dan pola penggunaan (*usage patern*). Pengertian failure di sini dalam arti yang luas dipengaruhi oleh keandalan item (*reliabilty of item*). Program pemeliharaan sendiri juga mempengaruhi *failure mechanism*. Sehingga kesemuanya memiliki hubungan yang bersifat bolak-balik

Keandalan merupakan probabilitas kinerja dari sistem atau alat untuk memenuhi fungsi-fungsi yang diharapkan dalam selang waktu tertentu. Sedangkan fungsi keandalan adalah suatu fungsi matematis yang menggambarkan fungsi kerusakan. Variabel utama

dalam fungsi keandalan adalah waktu terjadinya kerusakan (*time failure*). Fungsi tersebut dirumuskan sebagai berikut Ignatius Deradjad Pranowo, 2019):

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt = P(x > t)$$

Dimana: R(t) merupakan probabilitas peralatan dapat beroperasi hingga waktu t.

Probabilitas suatu peralatan mengalami kerusakan sebelum jangka waktu t disebut sebagai CDF (Cumulative Distribution Failure) dengan rumusan: $F(t)=P(x < t)$

Sehingga dari kedua persamaan diatas dapat dirumuskan bahwa probabilitas keandalan suatu peralatan hingga waktu t dirumuskan sebagai: $R(t)=1-F(t)$

$$R(t) = \exp \left[- \int_0^{\infty} \lambda(t)dt \right]$$

Karakteristik kerusakan pada peralatan umumnya tidak sama meskipun dioperasikan pada waktu yang bersamaan, karakteristik yang sama akan memberikan selang waktu terjadinya kerusakan yang berbeda.

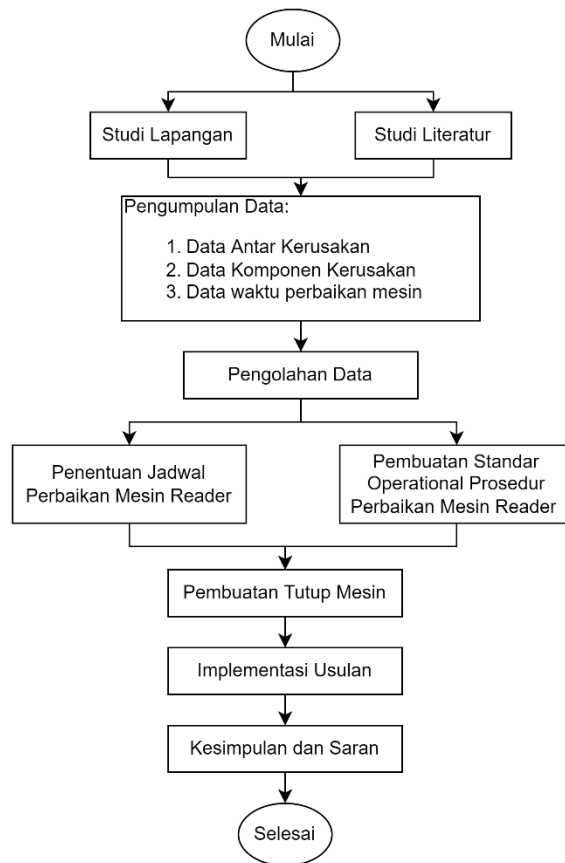
Laju Kerusakan

Laju kerusakan adalah probabilitas banyaknya komponen yang mengalami kerusakan setiap waktu, bila komponen sejenis dioperasikan secara bersama. Laju kerusakan $\lambda(t)$ dirumuskan sebagai berikut:

$$\lambda(t) = \frac{P\{x < t + \Delta t / x > t\}}{P(x > t)}$$

METODE PENELITIAN

Metode harus membuat pembaca dapat memahami metode penelitian yang digunakan. Berikan detail yang memadai agar karya dapat dipahami. Metode yang dituliskan harus ditunjukkan dengan referensi: hanya modifikasi yang relevan yang harus dijelaskan. Jangan ulangi detail metode yang telah ditetapkan. Bagian ini memuat rancangan atau desain penelitian yang dilakukan. Pada bagian ini memuat tentang jenis penelitian, subjek/objek penelitian, teknik/instrumen pengumpulan data dan analisis data. Dilengkapi dengan ilustrasi berupa gambar / bagan desain dan langkah penelitiannya.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan dan Pengolahan Data Kerusakan Komponen

Tabel Durasi Antar Kerusakan Komponen Mesin Reader

No	Komponen			Selisih (Hari)		
	Kabel	Sumpin	Konslet Perangkat Lunak	Kabel	Sumpin	Konslet Perangkat Lunak
1	15 November 2023	09 Mei 2023	14 November 2023			
2	22 November 2023	20 Juni 2023	22 November 2023	7	42	8
3	28 November 2023	26 Juli 2023	27 November 2023	6	36	5
4	02 Desember 2023	30 Agustus 2023	01 Desember 2023	4	35	4
5	08 Desember 2023	08 Oktober 2023	07 Desember 2023	6	39	6

6	12 Desember 2023	10 November 2023	11 Desember 2023	4	33	4
7	19 Desember 2023	12 Desember 2023	18 Desember 2023	7	32	7
8	23 Desember 2023	29 Januari 2024	24 Desember 2023	4	48	6
9	28 Desember 2023	03 Maret 2024	29 Desember 2023	5	34	5
10	03 Januari 2024	10 April 2024	04 Januari 2024	6	38	6
11	07 Januari 2024		08 Januari 2024	4		4
12	13 Januari 2024		13 Januari 2024	6		5
13	17 Januari 2024		19 Januari 2024	4		6
14	23 Januari 2024		23 Januari 2024	6		4
15	28 Januari 2024		26 Januari 2024	5		3
16	02 Februari 2024		01 Februari 2024	5		6
17	07 Februari 2024		08 Februari 2024	5		7
18	11 Februari 2024		13 Februari 2024	4		5
19	18 Februari 2024		17 Februari 2024	7		4
20	22 Februari 2024		22 Februari 2024	4		5
21	27 Februari 2024		26 Februari 2024	5		4
22	02 Maret 2024		04 Maret 2024	4		7
23	08 Maret 2024		09 Maret 2024	6		5
24	12 Maret 2024		14 Maret 2024	4		5
25	19 Maret 2024		20 Maret 2024	7		6

26	23 Maret 2024	25 Maret 2024	4	5
27	28 Maret 2024	29 Maret 2024	5	4
28	02 April 2024	04 April 2024	5	6
29	08 April 2024	07 April 2024	6	3
30	12 April 2024	14 April 2024	4	7
31	19 April 2024	20 April 2024	7	9

Pengumpulan dan Pengolahan Data Antar Perbaikan

Durasi Perbaikan antar komponen mesin reader

No	Komponen					
	Kabel	Waktu (Menit)	Sumpin	Waktu (Menit)	Konslet Perangkat Lunak	Waktu (Menit)
1	15 November 2023	15	09 Mei 2023	14	16 November 2023	45
2	22 November 2023	18	20 Juni 2023	16	22 November 2023	36
3	28 November 2023	13	26 Juli 2023	13	27 November 2023	52
4	02 Desember 2023	17	30 Agustus 2023	17	01 Desember 2023	31
5	08 Desember 2023	14	08 Oktober 2023	15	07 Desember 2023	55
6	12 Desember 2023	19	10 November 2023	13	11 Desember 2023	40
7	19 Desember 2023	12	12 Desember 2023	16	18 Desember 2023	57
8	23 Desember 2023	16	29 Januari 2024	14	24 Desember 2023	30
9	28 Desember 2023	20	03 Maret 2024	17	29 Desember 2023	49
10	03 Januari 2024	15	10 April 2024	15	04 Januari 2024	33
11	07 Januari 2024	18			08 Januari 2024	42
12	13 Januari 2024	13			13 Januari 2024	58
13	17 Januari 2024	17			19 Januari 2024	35
14	23 Januari 2024	14			23 Januari 2024	51
15	28 Januari 2024	19			26 Januari 2024	46
16	02 Februari 2024	12			01 Februari 2024	39

17	07 Februari 2024	16	08 Februari 2024	60
18	11 Februari 2024	20	13 Februari 2024	34
19	18 Februari 2024	15	17 Februari 2024	47
20	22 Februari 2024	18	22 Februari 2024	54
21	27 Februari 2024	13	26 Februari 2024	32
22	02 Maret 2024	17	04 Maret 2024	41
23	08 Maret 2024	14	09 Maret 2024	56
24	12 Maret 2024	19	14 Maret 2024	38
25	19 Maret 2024	12	20 Maret 2024	59
26	23 Maret 2024	16	25 Maret 2024	43
27	28 Maret 2024	20	29 Maret 2024	37
28	02 April 2024	15	04 April 2024	50
29	08 April 2024	18	07 April 2024	44
30	12 April 2024	13	14 April 2024	53
31	19 April 2024	11	20 April 2024	46

Perhitungan distribusi dan MTTF dan MTBF

Hasil perhitungan dengan menggunakan software minitab 19

Perhitungan Data Antar kerusakan

1) Hasil Parameter kabel

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	2.031
Lognormal	2.191
Exponential	8.862
Loglogistic	2.050
3-Parameter Weibull	5.581
3-Parameter Lognormal	5.816
2-Parameter Exponential	5.836
3-Parameter Loglogistic	4.901
Smallest Extreme Value	2.138
Normal	2.142
Logistic	2.046

Maka distribusi yang sesuai pada parameter kabel adalah logistic dengan nilai Anderson-Darling yang terkecil yaitu 2.046 dengan rata rata antar kerusakan (MTBF) sebesar $156/30=5.2$ Hari atau 124.8 jam dibulatkan 125 jam

2) Hasil parameter Sumpin

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	1.788
Lognormal	1.627
Exponential	4.123
Loglogistic	1.681
3-Parameter Weibull	1.502
3-Parameter Lognormal	1.470
2-Parameter Exponential	1.623
3-Parameter Loglogistic	1.401
Smallest Extreme Value	1.895
Normal	1.708
Logistic	1.768

Maka distribusi yang sesuai pada parameter Sumpin adalah 3-parameter loglogistic dengan nilai Anderson-Darling yang terkecil yaitu 1.401 dengan rata-rata antar kerusakan (MTBF) sebesar $337/9=37.4$ Hari atau 897.6 jam dibulatkan 898 jam.

3) Hasil Parameter Konslet Perangkat Lunak

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	1.197
Lognormal	1.128
Exponential	7.992
Loglogistic	1.126
3-Parameter Weibull	1.112
3-Parameter Lognormal	1.118
2-Parameter Exponential	3.089
3-Parameter Loglogistic	1.128
Smallest Extreme Value	1.654
Normal	1.185
Logistic	1.226

Maka distribusi yang sesuai pada parameter Konslet perangkat lunak adalah 3-parameter weibull dengan nilai Anderson-Darling yang terkecil yaitu 1.112 dengan rata-rata antar kerusakan (MTBF) sebesar $161/30=5.36$ Hari atau 128.6 jam dibulatkan 129 jam Hasil perhitungan data waktu perbaikan

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	0.928
Lognormal	0.932
Exponential	9.924
Loglogistic	0.893
3-Parameter Weibull	0.898
3-Parameter Lognormal	0.921
2-Parameter Exponential	3.025
3-Parameter Loglogistic	0.916
Smallest Extreme Value	1.030
Normal	0.921
Logistic	0.921

Maka distribusi yang sesuai pada parameter perbaikan kabel adalah loglogistic dengan nilai Anderson-Darling yang terkecil yaitu 0.893 dengan rata-rata perbaikan komponen (MTTR) sebesar $(459 \text{ menit})/31=15.7$ menit dibulatkan 16 menit.

4) Hasil parameter komponen Sumpin

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	1.546
Lognormal	1.548
Exponential	4.529
Loglogistic	1.487
3-Parameter Weibull	1.542
3-Parameter Lognormal	1.545
2-Parameter Exponential	1.873
3-Parameter Loglogistic	1.503
Smallest Extreme Value	1.562
Normal	1.545
Logistic	1.503

Maka distribusi yang sesuai pada parameter perbaikan Sumpin adalah loglogistic dengan nilai Anderson-Darling yang terkecil yaitu 1.487 dengan rata-rata perbaikan komponen (MTTR) sebesar $150/10=15$ menit

5) Hasil Parameter Konslet Perangkat Lunak

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	0.751
Lognormal	0.784
Exponential	9.199
Loglogistic	0.737
3-Parameter Weibull	0.758
3-Parameter Lognormal	0.754
2-Parameter Exponential	2.340
3-Parameter Loglogistic	0.753
Smallest Extreme Value	0.871
Normal	0.757
Logistic	0.763

Maka distribusi yang sesuai pada parameter perbaikan Konslet perangkat lunak adalah weibull dengan nilai Aderson-Darling yang terkecil yaitu 0.751 dengan rata rata perbaikan komponen (MTBF) sebesar $1393/31=44.9$ menit dibulatkan 45 menit

Perhitungan keandalan mesin

1. Keandalan Komponen Kabel
 - a. Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 5.2 hari
 - b. Laju kegagalan sebesar $\lambda=1/MTTF=1/(5.2 \text{ hari})=0.192$
 - c. e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t)=e^{(-\lambda t)}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.192(1)} = 82.04\%$$

Tabel 4. 6 Hasil perhitungan tingkat keandalan komponen kabel dengan Excel

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	82.04%	16	4.21%	31	0.22%
2	67.30%	17	3.45%	32	0.18%
3	55.21%	18	2.83%	33	0.15%
4	45.29%	19	2.32%	34	0.12%
5	37.16%	20	1.91%	35	0.10%
6	30.48%	21	1.56%	36	0.08%
7	25.01%	22	1.28%	37	0.07%
8	20.52%	23	1.05%	38	0.05%
9	16.83%	24	0.86%	39	0.04%
10	13.81%	25	0.71%	40	0.04%

11	11.33%	26	0.58%	41	0.03%
12	9.29%	27	0.48%	42	0.02%
13	7.62%	28	0.39%	43	0.02%
14	6.25%	29	0.32%	44	0.02%
15	5.13%	30	0.26%	45	0.01%

Maka rata rata kerusakan pada komponen kabel selama 5.2 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 37.16%

2. Keandalan Komponen Sumpin

- a. Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 37.4 hari
- b. Laju kegagalan sebesar $\lambda=1/MTTF=1/(37.4 \text{ hari})=0.0267$
- c. e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R (1) sebesar

$$R(t)=e^{(-\lambda t)}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.0267(1)} = 97.36\%$$

Tabel 4. 7 Persentase Keandalan Komponen Sumpin Dengan Excel

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	97.36%	16	65.19%	31	43.65%
2	94.79%	17	63.47%	32	42.50%
3	92.29%	18	61.80%	33	41.38%
4	89.86%	19	60.17%	34	40.29%
5	87.49%	20	58.58%	35	39.23%
6	85.18%	21	57.04%	36	38.19%
7	82.93%	22	55.53%	37	37.18%
8	80.74%	23	54.07%	38	36.20%
9	78.61%	24	52.64%	39	35.25%
10	76.54%	25	51.25%	40	34.32%
11	74.52%	26	49.90%	41	33.41%
12	72.55%	27	48.58%	42	32.53%
13	70.64%	28	47.30%	43	31.67%
14	68.77%	29	46.05%	44	30.84%
15	66.96%	30	44.84%	45	30.02%

Maka rata rata kerusakan pada komponen sumpin selama 37.4 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 37.18%

3. Keandalan Komponen Konslet Perangkat Lunak
 - a. Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 5.36 hari
 - b. Laju kegagalan sebesar $\lambda=1/MTTF=1/(5.36 \text{ hari})=0.186$
 - c. e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828
 Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t)=e^{(-\lambda t)}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.186(1)} = 82.98\%$$

Tabel 4. 8 Hasil perhitungan tingkat keandalan komponen konslet perangkat lunak dengan Excel

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	82.98%	16	5.05%	31	0.31%
2	68.86%	17	4.19%	32	0.26%
3	57.14%	18	3.48%	33	0.21%
4	47.41%	19	2.89%	34	0.18%
5	39.34%	20	2.40%	35	0.15%
6	32.65%	21	1.99%	36	0.12%
7	27.09%	22	1.65%	37	0.10%
8	22.48%	23	1.37%	38	0.08%
9	18.65%	24	1.14%	39	0.07%
10	15.48%	25	0.94%	40	0.06%
11	12.84%	26	0.78%	41	0.05%
12	10.66%	27	0.65%	42	0.04%
13	8.84%	28	0.54%	43	0.03%
14	7.34%	29	0.45%	44	0.03%
15	6.09%	30	0.37%	45	0.02%

Maka rata rata kerusakan pada komponen sumpin selama 5.36 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 39.34%.

Penentuan Jadwal Perawatan

Dari tingkat keandalan pada komponen kabel sebesar rata rata 37.16% dan dan komponen konslet dengan keandalan rata rata 39.34% maka penjadwalan akan dipercepat guna menghindari breakdown mesin yang mengakibatkan kemacetan pada kendaraan. Maka acuan yang digunakan dalam melakukan penjadwalan yang akan mendatang digunakan dengan keandalan komponen mesin minimal 50% sehingga acuan yang digunakan dalam melakukan penjadwalan mesin pada komponen kabel digunakan selama 3 hari (72 jam) dengan tingkat keandalan 55.21% dan keandalan yang digunakan pada

komponen konslet digunakan selama 3 hari (72 jam) dengan tingkat keandalan 57.14%. Selain itu komponen sumpin dengan keandalan rata rata 37.18% juga harus dipertimbangkan, pergantian komponen sumpin dilakukan selama 1 bulan (720 jam) dengan tingkat keandalan 44.84%, meskipun keandalan mesin masih dibawah 50% akan tetapi disarankan pergantian dari teknisi pemesanan dilakukan pergantian selama 1 bulan atau 30 hari.

Jadwal ke	Jam ke-	Lamanya	Selesai	Tanggal	Kabel	Konslet	Sumpin
1	0	0	0	14 April 2024	-	-	-
2	72	1	73	17 April 2024	v	v	-
3	145	1	146	20 April 2024	v	v	-
4	218	1	219	23 April 2024	v	v	-
5	291	1	292	26 April 2024	v	v	-
6	364	1	365	29 April 2024	v	v	-
7	437	1	438	02 Mei 2024	v	v	-
8	510	1	511	05 Mei 2024	v	v	-
9	583	1	584	08 Mei 2024	v	v	-
10	656	1	657	11 Mei 2024	v	v	-
11	729	1	730	14 Mei 2024	v	v	v
12	802	1	803	17 Mei 2024	v	v	-
13	875	1	876	20 Mei 2024	v	v	-
14	948	1	949	23 Mei 2024	v	v	-
15	1021	1	1022	26 Mei 2024	v	v	-
16	1094	1	1095	29 Mei 2024	v	v	-
17	1167	1	1168	01 Juni 2024	v	v	-
18	1240	1	1241	04 Juni 2024	v	v	-
19	1313	1	1314	07 Juni 2024	v	v	-
20	1386	1	1387	10 Juni 2024	v	v	-

Biaya perawatan dan penggantian komponen kabel pada mesin reader berkisar antara Rp. 30.000 hingga Rp. 50.000. Jumlah biaya ini mencakup biaya perawatan rutin serta penggantian kabel yang rusak akibat digigit tikus atau terkena debu. Perawatan dan penggantian komponen untuk mengatasi konsleting pada mesin reader memerlukan biaya sekitar Rp. 150.000 hingga Rp. 200.000. Biaya ini meliputi perbaikan dan penggantian komponen yang terkena konsleting. Sementara itu, biaya penggantian komponen sumpin pada mesin reader mencapai Rp. 1.500.000 untuk setiap pergantian. Biaya ini terdiri dari pembelian komponen sumpin yang baru dan pemasangan oleh teknisi yang

berpengalaman. Penting untuk memperhitungkan biaya-biaya ini dalam merencanakan anggaran perawatan dan penggantian komponen mesin reader. Selain itu, langkah-langkah pencegahan yang tepat juga harus dilakukan untuk meminimalkan risiko kerusakan dan menghindari biaya yang tidak terduga.

Strategi Mitigasi Risiko Kerusakan Mesin Reader

Kerusakan pada mesin reader disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk gigitan tikus yang merusak kabel dan debu yang masuk ke dalamnya. Air juga dapat menyebabkan korsleting pada mesin, terutama jika terjadi kebocoran lingkungan atau penggunaan di tempat lembab. Selain itu, kerusakan pada komponen sumpin sering terjadi karena penumpukan data transaksi yang berlebihan. Untuk mencegah kerusakan, pemasangan tutup pada mesin reader bisa mengurangi risiko masuknya tikus, debu, dan air. Langkah pencegahan ini penting untuk menjaga kinerja mesin reader dan menghindari gangguan yang dapat mempengaruhi operasionalnya.



Gambar 4. Pemasangan tutup pada mesin reader

SIMPULAN

Kesimpulan analisis data menekankan pentingnya penjadwalan perawatan yang efektif untuk menjaga kinerja mesin reader. Faktor-faktor seperti keandalan komponen, strategi mitigasi risiko, biaya perawatan, dan langkah-langkah pencegahan disoroti dalam penelitian ini. Rata-rata antar kerusakan serta tingkat keandalan komponen seperti kabel, sumpin, dan konslet perangkat lunak dibahas. Penjadwalan perawatan yang dipertimbangkan berdasarkan tingkat keandalan komponen, dengan rencana perawatan setiap 3 hari untuk kabel dan konslet perangkat lunak, serta setiap 1 bulan untuk sumpin. Strategi mitigasi risiko mencakup pemasangan tutup pada mesin untuk melindungi dari tikus, debu, dan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Bloom, & Neil. (2005). *Reliability Centered Maintenance (RCM) : Implementation Made Simple*.
- Fathurohman, F., & Triyono, S. (2020). RCM (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE): THE IMPLEMENTATION IN PREVENTIVE MAINTENANCE (CASE STUDY IN AN EXPEDITION COMPANY). *EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, 1(02), 197–212. <https://doi.org/10.37366/ekomabis.v1i02.29>
- Ignatius Deradjad Pranowo. (2019). *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan*.
- John, Gross. (2010). *Fundamentals of Preventive Maintenance (Third Edition)*. AMACOM.
- Levitt, J. (2010). *TPM reloaded : total productive maintenance (Robert Weinstein, Ed.; Two Edition)*. Industrial Press.
- Palmer, R. (2006). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook (2nd Edition)*. McGraw-Hill.
- Ramadhani, A. G., Zahra Azizah, D., Nugraha, F., & Fauzi, M. (2022). ANALISA PENERAPAN TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) DAN OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) PADA MESIN AUTO CUTTING DI PT XYZ. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(1), 59–69. <https://doi.org/10.46306/tgc.v2i1>
- Rommy. (2020). Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Grinding Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Journal Industrial Servicess* , 5(2), 207–212.
- Rosyidin Akbar, M., & Widiasih, W. (2022). ANALISIS PERAWATAN MESIN BUBUT DENGAN METODE PREVENTIVE MAINTENANCE GUNA MENGHINDARI KERUSAKAN SECARA MENDADAK DAN UNTUK MENGHITUNG BIAYA PERAWATAN. *SENOPATI*, Vol. 1(2), 32–45.
- Suryatman Margana, A., & Fahmi Suhendar, M. (2021). Analisis Manajemen Perawatan Menggunakan Perhitungan Distribusi Weibull Pada Air Cooled Chiller FMC 20. *IRWNS*, 12, 418–422.
- Tamba, I. A., Suryatman Margana, A., & Prasetyo, B. Y. (2023). Analisis Manajemen Perawatan Menggunakan Perhitungan Distribusi Weibull Dan Metode Fmea Pada Ac Package Di Gerbong PT. KCI Juanda. *IRWNS*, 14, 235–241.