



Evaluasi Keandalan Mesin Gilingan Tebu dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* di PG. XYZ

Ahmad Hari Setiawan¹✉, Aan Zainal Muttaqin¹, Doni Susanto¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Madiun

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.46953

✉ Corresponding author:
[ahmadsetiawan3487@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Downtime;

RCM;

MTTF;

MTTR;

MTBF;

Industri di indonesia yang semakin tahun mengalami perkembangan mendorong PG. XYZ meniungkatkan keandalan mesin pada mesin penggilingan tebu, khusunya pada komponen pisau unigrator, metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Data diambil selama musim giling 2023 dan 2024, dengan analisis resiko menggunakan FMEA Risk priority Number nilai yang didapatkan sebesar 216 dan presentase 17,1%. tercatat waktu henti yang signifikan yaitu 1540 menit (30%) yang diakibatkan dari pergantian komponen ini. Analisis RCM mennggunakan matrix distribusi weibull karena paling akurat menggambarkan pola kerusakan, dengan nilai MTTF sebesar 588,57 jam, MTTR 1 jam 58 menit. Dan MTBF sebesar 225,8 jam. dan untuk tindakan perawatan Condition Dereected, Dan Temuan ini menunjukan perlunya interval penjadwalan untuk mengurangi downtime lanjutan sehingga bisa meningkatkan efisiensi operasional untuk memperpanjang umur pakai komponen secara optimal

Keywords:

Downtime;

RCM;

MTTF;

MTTR;

MTBF;

Abstract

Industry in indonesia which is increasingly experiencing development encourages PG.XYZ increases the realiability of the machine on the sugar cane milling machine, especially on the unigrator knife component, the method used in the study is the use the Reliability Centered Maintenance (RCM) method. Data was taken during the 2023 and 2024 milling seasons, with risk analysis using FMEA Risk Priority Number the value obtained was 216 and a percentage of 17%. Significant downtime of 1540 minutes (30%) was recorded due to the replacement of the component. RCM analysis use the weibull distribution matrix because it most accurately describes the damage pattern, with an MTTF value of 588.57 hours, MTTR 1 hour 58 minutes. And MTBF of 225.8 hours. And for Condition derected maintenance actions, and these findings

indicate the need for scheduling intervals to reduce further downtime so as to increase operational efficiency to optimally extend the life of the component.

1. PENDAHULUAN

Sektor industri manufaktur yang ada di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami perkembangan yang pesat hal tersebut juga tentunya akan berdampak pada seluruh industri manufaktur yang ada. Dengan pertumbuhan pengetahuan tentang kebutuhan akan efisiensi dan pemanfaatan teknologi canggih berupa alat dan fasilitas produksi, keperluan untuk fungsi pemeliharaan juga akan semakin meningkat (Hidayat et al., 2021). Namun pertumbuhan ini juga disebabkan oleh tantangan dalam menjaga keberlangsungan dan efisiensi proses produksi. Sumber daya yang terpenting didalam jalannya produksi adalah peralatan mesin produksi (Ishak et al., 2023). Khususnya pada sektor agroindustri seperti pabrik gula. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh pabrik gula (PG) XYZ adalah tingginya tingkat downtime mesin pada stasiun penggilingan, yang disebabkan oleh kerusakan sebagian komponen mesin.

Sebagai respons terhadap tantangan yang ada, perusahaan saat ini sedang memperbaiki dan mengevaluasi kinerja mesin, terutama pada mesin gilingan tebu yang merupakan bagian penting dalam proses produksi gula. Perawatan dapat dijelaskan sebagai serangkaian aktivitas yang dilakukan untuk mempertahankan atau melindungi fasilitas atau alat pabrik serta melakukan perbaikan, penyesuaian, atau penggantian yang dibutuhkan, sehingga dapat tercapai kondisi operasional produksi yang memuaskan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Sukmawati et al., 2024). Dilatarbelakangi keadaan mesin gilingan tebu yang berfungsi selama 24 jam tanpa henti selama masa penggilingan, sehingga dengan keadaan seperti itu mesin sangat bergantung pada kesiapan dan kemampuan komponen utamanya. Oleh karena itu, harapan adanya tindakan perawatan segera diperlukan agar mesin dapat beroperasi tanpa adanya hambatan sehingga tercipta suasana operasional yang lancar sesuai dengan prosedur perusahaan.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab waktu *Downtime* pada mesin gilingan PG. XYZ dengan harapan dapat memaksimalkan waktu operasional dan menekan pengeluaran perusahaan dalam biaya perbaikan. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Afiva et al., 2020) Hasil dari penelitian ini dengan metode RCM adalah nilai RPN untuk komponen bearing rel, bearing spindle, dan selang yang dianggap sebagai komponen penting dalam sistem. Selanjutnya, diputuskan kebijakan pemeliharaan yang terdiri dari 2 tugas *on-condition* terjadwal, 2 tugas restorasi terjadwal, dan 2 tugas pembuangan terjadwal, dengan interval waktu pemeliharaan yang sesuai dengan kategori tugas. Dengan menggunakan metode RCM, PT. XYZ mampu mengurangi biaya pemeliharaan sebanyak Rp. 51.800.331. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Syafei & Suhendar, 2022) Tindakan perawatan yang sesuai untuk komponen Roda Gerinda adalah Tugas Pemulihan Terjadwal dengan interval perawatan setiap 120 hari, sementara untuk komponen Sistem Pendingin adalah Tugas Pemulihan Terjadwal dengan interval perawatan setiap 180 hari. Prosedur Operasional Standar telah diajukan untuk kegiatan perawatan. Persentase peningkatan efisiensi perawatan untuk Komponen Roda Gerinda yang awalnya 36,7% meningkat menjadi 59,14%, dan untuk Sistem Pendingin dari 42,3% menjadi 56,07%.

Secara teori, RCM adalah pendekatan pemeliharaan yang mengintegrasikan prinsip-prinsip kesehatan sistem dengan analisis risiko untuk menemukan strategi perawatan yang paling efektif. Metode Pemeliharaan Berbasis Keandalan ini dianggap sebagai sistem perawatan yang paling efisien karena fokus utamanya adalah pada keandalan, yang memungkinkan perkiraan mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan keandalan mesin di masa depan dan menyediakan informasi untuk melakukan pemeliharaan preventif, sehingga produksi dapat berlangsung secara optimal dan biaya dapat diminimalkan (Theresia et al., 2023). Ketika terjadi kerusakan, tim pemeliharaan akan segera menangani permasalahannya. Pemeliharaan berkala menjadi langkah krusial untuk menjaga agar mesin tetap berfungsi dengan baik dan meningkatkan efisiensi produksi (Akbar Waluyo & Widyaningrum, 2023). Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk memperpanjang umur komponen, tetapi juga untuk meningkatkan kinerja operasional serta mengurangi biaya pemeliharaan dalam jangka panjang. Selain itu, efektivitas RCM didukung oleh mencapai efisiensi yang optimal di dalam perusahaan. Mencapai efisiensi yang maksimal dalam proses sangat penting untuk kelangsungan hidup dan perkembangan perusahaan (Pramudia & Fuadati, 2020).

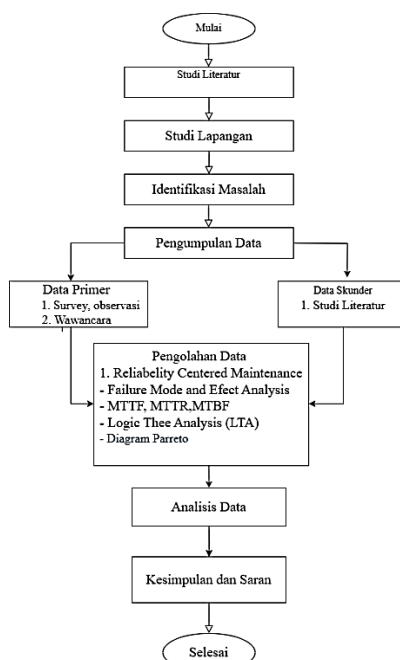
Penerapan metode (*Reliability Centered Maintenance*) RCM sudah banyak terbukti sangat efektif didalam mengatasi permasalahan-permasalahan terkait dengan interval perawatan mesin, metode ini sangat relevan

dengan kondisi mesin gilingan tebu di PG. XYZ saat ini, karena keadaan mesin yang sudah tua maka dari itu perawatan yang sesuai dan optimal agar mesin dapat berjalan seuai dengan yang diharapkan. Salah satu Tujuannya utama dari metode (*Reliability Centered Maintenance*) RCM adalah untuk meningkatkan umur dan kinerja aset, sistem atau peralatan sekaligus meminimalkan biaya (Abid & Ashari, 2022). Nilai kebaruan dari penelitian ini terletak pada model integrasi RCM dengan konteks pemeliharaan mesin tua di industri gula, serta pembangunan data aktual untuk menentukan tindakan pemeliharaan preventif yang tepat sasaran. Diharapkan agar peneliti tetap memusatkan perhatian pada fakta atau peristiwa yang berkaitan dengan konteks yang sedang diteliti (Waskito et al., 2025). Dengan begitu penelitian ini nantinya dapat untuk menjadi referensi atau strategi dalam pengambilan keputusan didalam konsep pemeliharaan yang berada disektor serupa.

2. METODE

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam peneitian ini dapat dilihat dalam diagram alir penelitian pada gambar 2.1 sebagai berikut;



Gambar 1. Diaram Alir Penelitian

Metode Pengolahan Data

Perawatan yang fokus pada keandalan atau maintenance yang berpusat pada keandalan adalah suatu cara dalam merencanakan perawatan agar sistem dapat terus berfungsi sesuai kebutuhan penggunaanya dalam situasi operasional saat ini (Wahjudi et al., 2024). RCM lebih mementingkan pemeliharaan fungsi sistem ketimbang melindungi aset fisiknya. Proses ini meliputi analisis menyeluruh tentang fungsi dan kemungkinan kerusakan yang terkait dengan komponen-komponen.

3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effects Analysis merupakan sebuah pendekatan terstruktur yang bertujuan untuk menilai desain sistem dengan cara mengidentifikasi bentuk-bentuk kegagalan yang dapat menyebabkan setiap kerusakan dan kegagalan (Dayera, Musa Bundaris Palungan, 2024). Nilai RPN terdiri dari tiga elemen utama yaitu: Severity (Keseriusan), Occurrence (Frekuensi), dan Detection (Pendekteksian) di mana ketiga elemen ini bersama-sama mengevaluasi tingkat risiko dan memberikan panduan untuk tindakan perbaikan yang diperlukan sebagai berikut:

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrent} \times \text{Detection}$$

$$\text{RPN} = S \times O \times D$$

Mean Time To Failure

MTTF merupakan suatu matrix penting dalam suatu pemeliharaan penting yang dapat memperkirakan berapa lama asset yang tidak dapat diperbaiki dapat berfungsi sebelum rusak.

$$MTTF = \frac{\text{Total Waktu Operasi}}{\text{Jumlah Kerusakan}}$$

Mean Time To Repair

Mean Time To Repair (MTTR) adalah waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan pada alat berat. Perhitungan MTTR dimulai dari saat alat mengalami kerusakan hingga dapat berfungsi kembali dengan normal. MTTR mencerminkan seberapa efisien perusahaan dalam menghadapi dan menyelesaikan masalah yang ada (Febryan et al., 2024)

$$MTTR = \frac{\text{Downtime}}{\text{Frekuensi Kerusakan}}$$

Mean Time Between Failure

Mean Time Between Failure (MTBF) merupakan rata-rata waktu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan. Pengoperasian mesin karena breakdown

$$MTBF = \frac{\text{Operation} - \text{Downtime}}{\text{Frekuensi Kerusakan}}$$

Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan sebuah grafik batang dan grafik garis yang menggambarkan perbandingan seluruh jenis data secara keseluruhan (Oktaviana & Auliandri, 2023). Alfredo Pareto adalah orang yang pertama kali memperkenalkan diagram pareto, sementara Joseph Juran adalah orang pertama yang memanfaatkan alat tersebut. Dengan menggunakan diagram ini, kita bisa mengidentifikasi masalah yang paling utama, sehingga kita dapat menetapkan prioritas dalam penyelesaiannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analysis Downtime

Berikut adalah Data Downtime dengan jumlah kerusakan

Tabel 1. Jumlah kerusakan, Presentase kumulatif dan Downtime

Komponen mesin	Downtime	Frekuensi	Jumlah Kerusakan
Pisau unigrator	1540	38%	13
Roller Gilingan	520	13%	4
Slat CC1	234	6%	4
Cakar Ampas	737	18%	6
Bearing	308	8%	4
Cane Carter	281	7%	3
Gear Box	225	6%	3
Rantai CC1	198	5%	3
Total	4033	100%	40

Setelah diketahui jumlah kerusakan, frekuensi kumulatif dan Downtime Sistem komponen mesin gilingan dengan begitu langkah berikutnya yaitu visualisasi data melalui diagram pareto sebagai berikut:

**Gambar 2. Diagram Pareto Downtime komponen**

Berdasarkan tabel dan gambar diagram pareto tersebut dapat diketahui bahwa dari 8 komponen yang ada yang memiliki downtime yang tertinggi pada tahun 2023 dan 2024 adalah komponen pisau unigrator dengan 1540 menit atau 25 jam yang disebabkan oleh waktu yang terbuang untuk melakukan pergantian komponen dan perbaikan.

Tabel 2. Data Operasional Mesin

Bulan	Tahun	Waktu Operasi (Jam)
Mei	2023/2024	744
Juni	2023/2024	720
Juli	2023/2024	744
Agustus	2023/2024	744
Total		2952

Setelah dilakukan visualisasi menggunakan diagram pareto berikutnya yaitu menghitung dengan matrix distribusi *weibull* berikut merupakan perhitungannya;

a. Perhitungan Distribusi *Weibull* $x_1^2 - (\sum_i^n x_i)^2] [n(\sum_i^n y_i^2) - \sum_i^n y_i^2]$

$$i-0,3=1-0,3=0,7$$

$$n+0,4=3+0,4=3,4$$

$$X_i = t_i = 5.257495$$

$$y_i = \left[\frac{1}{1-F(t_i)} \right] = \ln \left[\frac{1}{0.052239} \right] = -2.92522$$

$$r = \frac{n \sum_i^n = 1 x_i y_i - (\sum_i^n x_i) \sum_i^n y_i}{\sqrt{n(\sum_i^n x_i^2) - (\sum_i^n x_i)^2} [n(\sum_i^n y_i^2) - (\sum_i^n y_i)^2]}$$

$$\frac{(11 * (-15.3793) - (5.257495) * (-2.92522))}{\sqrt{((11 * 27.64126) - (5.257495)^2)((11 * 8.556930966) - (-2.92522)^2)}}$$

$$r = 0.884205857$$

b. Perhitungan matrix distribusi weibul unigrator didapatkan nilai (r) sebesar 0.884205857

Tabel 3. Perhitungan Distribusi Weibull

No	Ti (jam)	F(ti)	Xi = (ln Yi / Ti)	Xi.Yi	Xi ²	Yi ²	Nilai Weibull	(r)
1	192	0.052239	5.257495	-2.92522	-15.3793	27.64126	8.556930966	0.884205857
2	216	0.126866	5.375278	-1.99756	-10.7374	28.89362	3.990247113	
3	312	0.201493	5.743003	-1.49161	-8.5663	32.98209	2.224888884	
4	336	0.276119	5.817111	-1.1297	-6.57161	33.83878	1.276231596	
5	336	0.350746	5.817111	-0.83949	-4.88339	33.83878	0.704739848	
6	432	0.425373	6.068426	-0.59053	-3.58358	36.82579	0.348723956	

No	Ti (jam)	F(ti)	$X_i = (\ln \frac{Y_i}{T_i})$	$X_i \cdot Y_i$	X_i^2	Y_i^2	Nilai Weibull	(r)
7	624	0.5	6.43615	-0.36651	-2.35893	41.42403	0.134331721	
8	720	0.574627	6.579251	-0.1569	-1.03229	43.28655	0.024617978	
9	768	0.649254	6.64379	0.04659	0.309533	44.13994	0.002170613	
10	912	0.723881	6.81564	0.252253	1.719267	46.45295	0.063631694	
11	5952	0.798507	8.691483	0.471255	4.095902	75.54187	0.222080973	
Total	10800	4.679104	69.24474	-8.72743	-46.9882	444.8657	17.54859534	

Setelah dilakukan perhitungan distribusi weibull langkah berikutnya yaitu ke tahap seperhitungan Uji Mann's Test. Dibawah ini merupakan perhitungan untuk Uji Mann's Test. Yang ada pada tabel 3.4

c. Perhitungan Uji Mann's Test.

Setelah dilakukan pertungan dengan menggunakan distribusi weibull selanjutnya akan masuk ke perhitungan menggunakan Uji Mann's Test.

Tabel 4. Uji Mann's Test.

No	Ti (jam)	$\ln(T_i)$	$1 - ((i-0,5)/(n+0,25))$	Zi	Mi	$\ln(t_{i+1}) - \ln t_i$	$(\ln t_{i+1} - \ln t_i)/Mi$
1	192	5.257495	0.962264151	-3.25797	1.138912	0.11778304	0.10341719
2	216	5.375278	0.886792453	-2.11906	0.55408	0.36772478	0.663667591
3	312	5.743003	0.811320755	-1.56498	0.383195	0.07410797	0.193394746
4	336	5.817111	0.735849057	-1.18179	0.302174	0	0
5	336	5.817111	0.660377358	-0.87961	0.256559	0.25131443	0.979556991
6	432	6.068426	0.58490566	-0.62305	0.229203	0.36772478	1.604366069
7	624	6.43615	0.509433962	-0.39385	0.213284	0.14310084	0.670939135
8	720	6.579251	0.433962264	-0.18057	0.20609	0.06453852	0.313156582
9	768	6.64379	0.358490566	0.025524	0.207365	0.17185026	0.828733667
10	912	6.81564	0.283018868	0.232889	0.219712	1.87584259	8.537745494
11	5952	8.691483	0.20754717	0.452601	-0.4526	-8.6914826	19.20341094

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{K-1} [(int \frac{1+i-1}{M} - int \frac{1}{M})]}{\sum_{i=1}^{K-1} [\frac{int \frac{1+i-1}{M} - int \frac{1}{M}}{Mi}]}$$

$$M = \frac{4 * 3.433987}{3.5 * 130 * 3.432567} = 1.714091616$$

Jika keputusan $M < F_{crit} = 1.714 <$ Maka Ho dapat diterima.

Uji distribusi weibull menggunakan dua parameter yaitu θ (scale parameter) dan β (shape parameter) hasil perhitungannya sebagai berikut:

Nilai tengah $\ln(T_i) = 6.295$

Nilai tengah $Y_i = \sqrt{-\ln(-\ln(1-F(t)))}$

Tabel 3. 5 Nilai tengah

Tabel 3.5 Nilai rata-rata

$\sum \ln T_i$	$\sum y_i$	$\sum x_2 i$	$\sum x_i Y_i$	n
69.24474	-8.72743	444.8657	-46.9882	11

Perhitungan Mean Time To Failure (MTTF)

Perhitungan nilai tengah distribusi data antar kerusakan MTTF untuk perhitungan sebagai berikut:
Untuk distribusi weibull dua parameter:

$$MTTF \theta \cdot (1 + \frac{1}{\beta})$$

Dengan

$$\theta = 541,17$$

$$\beta = 0,887$$

$$\Gamma\left(1 + \frac{1}{0,887}\right) = \Gamma(2,1275) \approx 1,087$$

$$MTTF = 541,17 \times 1,087 = 588,57 \text{ jam}$$

Mencari β (*shape parameter*):

$$\beta = \frac{n \sum(X_i y_i) - \sum X_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\beta = \frac{11(-46.9882) - (69.24474)(-8.72743)}{11(444.8657) - (69.24474)^2}$$

$$\beta = \frac{-516.8702 + 604.3665}{4893.5227 - 4794.847}$$

$$\beta = \frac{87.4963}{98.6757} = 0.887 \rightarrow \beta = 0.887$$

Mencari \emptyset (*Scale Parameter*)

$$\bar{x} = \frac{69.244.74}{11} = 6.295 \\ \gg \emptyset \approx 541.17$$

Setelah dilakukan perhitungan Uji Mann's Test. Mendapatkan kesimpulan bahwa komponen pisau unigrator B (*Shape Parameter*) mendapatkan angka 0.887 dan untuk \emptyset (*Scale Parameter*) mendapatkan nilai sebesar 541.17 dengan begitu lanjut ke perhitungan selanjutnya untuk menentukan nilai *Mean Time to Reapair* (MTTR)

Perhitungan *Mean Time to Reapair* (MTTR)

Perhitungan MTTR yaitu untuk mengetahui total waktu rata-rata keseluruhan pergantian komponen dibawah ini merupakan perhitungan menggunakan rumus (MTTR) sebagai berikut:

$$MTTR = \frac{\text{(Total Downtime)}}{\text{Jumlah pemeliharaan}} \\ = \frac{1540}{13} \\ = 118.461538$$

Berdasarkan dari perhitungan dengan menggunakan rumus MTTR memperoleh hasil sebesar 118.461538, dan dengan begitu maka rata-rata untuk waktu pergantian komponen mesin gilingan tebu untuk komponen pisau unigrator adalah sekitar 1 jam lebih 58 menit

Perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF)

Dengan berdasarkan data yang ada, pengoperasian mesin saat proses produksi mesin beroperasi nonstop selama 24 jam penuh selama 4 bulan priode giling 1 dibulan mei sampai agustus 2023 priode giling ke 2 Mei sampai Agustus 2024 dengan data menemukan bahwa saat priode giling ada kendala kerusakan hingga pergantian komponen yaitu pisau unigrator sebanyak 13 kali kerusakan dengan begitu maka perlu adanya analisis lebih lanjut untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Berikut merupakan rumus perhitungan MTBF;

$$MTBF = \frac{\text{(Operation - Total Downtime)}}{\text{Jumlah kegagalan}} \\ = \frac{2952 - 1540}{13} \\ = 443.076$$

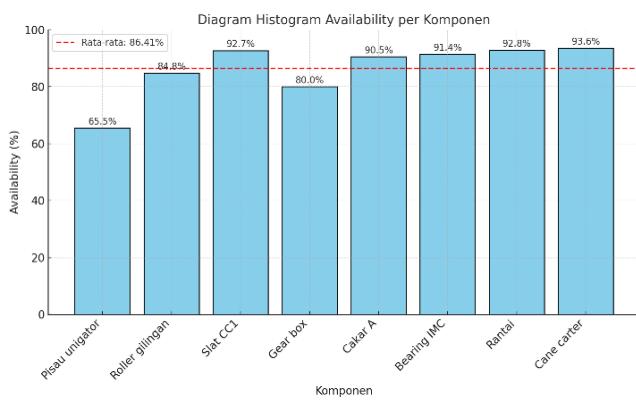
Setelah dilakukan perhitungan MTBF didapatkan hasil 443.076 jam mengidentifikasi bahwa rata-rata komponen pisau unigrator Setiap 18.46 hari (atau ± 2.6 minggu), komponen tersebut diperkirakan mengalami 1 kegagalan.

Berdasarkan tabel 3.2 diatas dapat diketahui bahwa total waktu operasi mesin gilingan tebu 3 yaitu dengan total angka 2952 jam. Setelah dilakukan perhitungan MTTF, MTTR, MTBF dan Availability Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut ini:

Tabel 6. Availability

Komponen	Bulan/Tahun	Downtime	Frekuensi	Waktu operasi	MTTF	MTTR	MTBF	Hari	Availability
Pisau unigator	05/2023	1540	13	2928	225.2	118.4	225.08	18	65,5%
Roller gilingan	06/2023	520	4	2928	732	130	732	61	84,8%
Slat CC1	07/2023	234	4	2928	732	58.5	732	61	92,7%
Gear Box	08/2023	727	6	2928	488	121.1	488	41	80,0%
Cakar Ampas	05/2024	308	4	2928	732	77	732	61	90,5%
Bearing IMC	06/2024	281	3	2928	976	93.6	976	82	91,4%
Rantai	07/2024	225	3	2928	976	75	976	82	92,8%
Cane carter	08/2024	198	3	2928	976	66	976	82	93,6%
Rata-Rata									88,91%

Berdasarkan perhitungan data yang ada pada Tabel 3.6 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *availability* sebesar 88,91% yang artinya mesin penggilingan masih belum optimal dalam segi perawatan karena standar mesin berkerja secara optimal adalah 90% dibawah ini merupakan grafik *availability* untuk mesin gilingan tebu dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut:



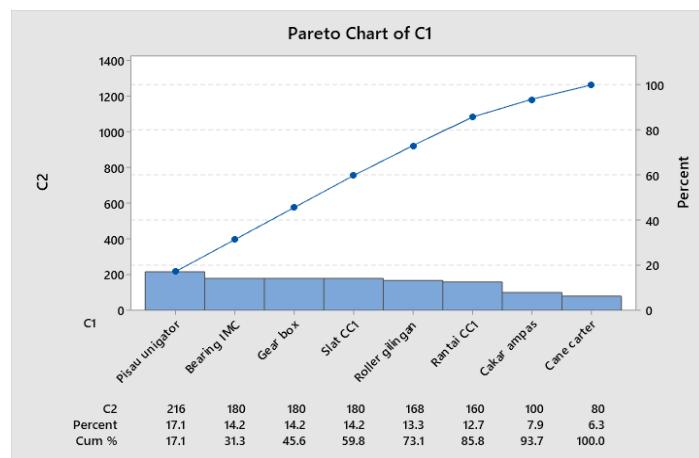
Gambar 3.2 Histogram Availability Mesin Gilingan Tebu Tahun 2023 dan 2024

Analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Tabel 7. Risk Number Priority

Equipment	Failure mode	Effect Of Failure	S	O	D	RPN
Pisau unigator	Aus, tumpul karena gesekan	Pemotongan terganggu, downtime tinggi	8	9	3	216
Roller gilingan	Aus dan ketidaksejajaran poros	Efisiensi, ekstraksi menurun, kebocoran nira	7	6	3	168
Slat CC1	Rantai kendur/ Aus	Ketidakteraturan Aliran tebu, penurunan output	6	6	5	180
Gear box	Gigi aus karena beban berlebih	Getaran tinggi kehilangan torsi	6	5	6	180
Cakar ampas	Keausan mekanis	Penurunan akurasi, penyaluran ampas	5	4	5	100
Bearing IMC	Pelumasan buruk, kurang bagus material	Overheating, kerusakan rotasi	6	5	6	180
Rantai CC1	Ketengen berlebih, pelumasan buruk	Putus mendadak, mengakibatkan beerhenti total operasional mesin	8	4	5	160
Cane carter	Komponen tidak stabil, material menumpuk	Macet, penghentian proses distribusi	5	4	4	80

Setelah diketahui nilai Risk Priority Number dan frekuensi kumulatif maka langkah selanjutnya dapat divisualisasikan dalam bentuk diagram pareto pada gambar 3.3 sebagai berikut:

**Gambar 3.2 Diagram Pareto Nilai Risk Priority Number**

Dari analisis FMEA Risk Priority Number dan frekuensi kumulatif dan di visualisasikan meneggunakan diagram pareto diatas yang diketahui terdapat 8 komponen yang ada pada mesin penggilingan tebu yang masing- masing memiliki nilai, nilai yang tertinggi ada pada komponen pisau unigrator yang memiliki nilai (RPN) tertinggi yaitu sebesar 216 dan presentase 17,1%. Dengan begitu terdapat masalah yang serius dalam stasiun gilingan yang diakibatkan oleh ketidakandalan komponen pisau unigrator dalam waktu operasional sehingga tercipta waktu *Downtime* berlebih pada stasiun gilingan khususnya dalam mesin gilingan tebu. Hal berikut bila tidak segera dilakukan analisis lanjutan untuk menemukan akar permasalahan dan cara mengatasi permasalahan tersebut tentunya akan sangat mengganggu jalannya waktu produksi gula selanjutnya.

Analisis Logic Tree Analysis (LTA)

Tabel 8. Logic Tree Analysis

Equipment	Funtion	Failure mode	Critical Analysis			
			Efident	Safety	Outage	Category
Pisau unigrator	Memotong tebu menjadi potongan kecil	Aus, tumpul karena gesekan	Y	N	Y	B
	Menggiling tebu	Aus dan ketidaksejajaran poros	Y	N	Y	C
Roller gilingan	Mengatur aliran tebu ke gilingan	Rantai kendur/ Aus	Y	N	N	C
	Mengankat dan mengeluarkan ampas tebu dari gilingan	Gigi aus karena beban berlebih	Y	N	Y	C
Cakar ampas	Mendukung pergerakan Roller Gilingan	Keausan mekanis	Y	N	Y	C
	Memotong tebu menjadi lebih kecil sebelum di giling	Pelumasan buruk, kurang bagus material	Y	N	N	C
Bearing IMC	Memotong tebu menjadi lebih kecil sebelum di giling	Ketengen berlebih, pelumasan buruk	Y	N	Y	C
	Mengatur kecepatan dan torsi gilingan	Komponen tidak stabil, material menumpuk	Y	N	Y	C
Gear box	Mengunci motor penggerak untuk mentransmisikan tenaga					
Rantai CC1						

Berdasarkan penilaian menggunakan Analisis Pohon Logika (APL), elemen-elemen yang memerlukan penanganan yang berbeda telah dikelompokkan. Di dalam kelompok B, terdapat satu elemen yang dapat memberikan dampak signifikan pada operasi pabrik, yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar, yaitu pisau unigrator. Sementara itu, tujuh elemen lainnya masuk dalam kelompok C, yang dampaknya terhadap operasi pabrik dan keselamatan tidak terlalu besar, sehingga potensi kerugian akibat perbaikan atau penggantian

elemen-elemen tersebut cenderung minimal. Elemen-elemen ini mencakup Roller Gillingan, Slat CC1, Cakar Ampas, Bearing IMC, Cane Carter, Gear Box, dan Rantai CC1.

Tindakan Perawatan

Tabel 3.9 Pemilihan Tindakan Perawatan

<i>Equipment</i>	<i>Function</i>	<i>Failure mode</i>	<i>Selection</i>							<i>Taks selection</i>
			1	2	3	4	5	6	7	
Pisau unigrator	Memotong tebu menjadi potongan kecil	Aus, tumpul karena gesekan								Condition Directed
	Menggiling tebu	Aus dan ketidaksejajaran Poros	Y	N	Y	N	N	Y	-	Condition Directed
Roller gilingan		Rantai kendur/ Aus	Y	N	Y	N	N	Y	-	Condition Directed
		Gigi aus karena beban berlebih	N	N	Y	N	N	Y	-	Condition Directed
Slat CC1	Mengatur aliran tebu ke gilingan	Keausan mekanis								Condition Directed
	Mengangkat dan mengeluarkan ampas tebu dari gilingan	Pelumasan buruk, kurang bagus material								Condition Directed
Cakar ampas	Mendukung pergerakan roller	Ketenggan berlebih, pelumasan buruk								Condition Directed
	Memotong tebu menjadi lebih kecil sebelum di giling	Komponen tidak stabil, material menumpuk								Condition Directed
Bearing IMC										Condition Directed
										Condition Directed
Cane Carter	Mengatur kecepatan dan torsi gilingan									Condition Directed
	Mengunci motor penggerak untuk mentransmisikan tenaga									Condition Directed
Gear box										Condition Directed
										Condition Directed
Rantai CC1										

4. KESIMPULAN

1. Diketahui bahwa mesin gilingan tebu nomor 3 pada tahun 2023 dan 2024 mengalami masalah downtime disebabkan oleh pergantian komponen pisau unigrator, dengan total waktu downtime mencapai 1540 menit atau sekitar 25 jam, serta terjadi kerusakan sebanyak 13 kali.
2. Hasil perhitungan distribusi Weibull untuk komponen pisau unigrator menunjukkan nilai (r) sebesar 0. 884205857, yang mengindikasikan bahwa komponen tersebut cenderung mengalami kerusakan lebih awal. Oleh karena itu, tim pemeliharaan perlu melakukan identifikasi, pemantauan, evaluasi, dan melakukan pengujian untuk memastikan efisiensinya, dengan mempertimbangkan material dan desain.
3. Dari hasil analisis uji Mann-Whitney, didapatkan nilai B (Shape parameter) sebesar 0. 887, sedangkan untuk $\bar{\theta}$ (Scale Parameter) bernilai 541. 77.
4. Hasil FMEA menunjukkan bahwa terdapat satu komponen mesin gilingan tebu nomor 3 yang memiliki Risk Priority Number (RPN) tertinggi, yaitu komponen pisau unigrator dengan nilai 216 dan persentase 17,1%.
5. Untuk penjadwalan perawatan komponen pisau unigrator, dilakukan tindakan perawatan setiap 18 hari dengan metode Condition Directed. Sementara itu, untuk Roller Gilingan dilakukan perawatan setiap 61 hari dengan tindakan yang sama, Slat CC1 juga setiap 61 hari dengan metode Condition Directed, Gear Box setiap 41 hari menggunakan Condition Directed, Cakar Ampas setiap 61 hari dengan metode Condition Directed, Bearing IMC setiap 82 hari menggunakan Condition Directed, Rantai CC1 setiap 82 hari dengan tindakan Condition Directed, dan Cane Carter setiap 82 hari dengan proses yang sama.

5. REFERENSI

- Abid, A. M. A., & Ashari, F. (2022). Menentukan Penjadwalan Maintenance Mesin Finish Mill dengan Metode FMEA di PT. Semen Indonesia (PERSERO) Tbk. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Sistem Industri*, 1(2), 77–84.
- Afiva, W. H., Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2020). Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Perencanaan Interval Preventive Maintenance Dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Analisis Fmea (Studi Kasus: Pt. Xyz). *Jurnal PASTI*, 13(3), 298.

- Akbar Waluyo, A., & Widyaningrum, D. (2023). Perbaikan Sistem Perawatan Mesin Forming dengan Metode FMEA dan RCM Berdasarkan Analisis OEE pada PT XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4), 7281–7290.
- Dayera, Musa Bundaris Palungan, F. O. (2024). G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 186–195. <https://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/g-tech/article/view/1823/1229>
- Febryan, C., Luh, N., Lilis, P., Setiawati, S., Teknik, F., & Udayana, U. (2024). *Jurnal Taguchi*. 31–41.
- Hidayat, H., Jufriyanto, M., & Rizqi, A. W. (2021). Perancangan RCM (Reliability Centered Maintenance) Untuk Mengurangi Downtime Mesin Pembuat Botol (Studi Kasus PT IGLAS (Persero), Gresik). *Matrik*, 21(2), 157.
- Ishak, A., Sari, R. M., & Sabri, G. H. (2023). Perencanaan Sistem Pemeliharaan Mesin Screw Press Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Studi Kasus pada PMKS). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 324–334.
- Oktaviana, A. C., & Auliandri, T. A. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Meja dan Kursi Menggunakan Diagram Pareto dan Fishbone pada PK. SKM JATI. *INOBIS: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, 6(4), 559–572.
- Pramudia, N. S., & Fuadati, S. R. (2020). Pengaruh Pertumbuhan Perusahaan dan Ukuran Perusahaan Terhadap Nilai Perusahaan. *Jurnal Ilmu Dan Riset Manajemen*, 9(7), 2614–3259.
- Sukmawati, S., Rini, A. S., & Saputra, P. C. A. (2024). Analisis Perawatan Sistem Coal Pulverizer Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PLTU Banten. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 4(10.46306), 415–428.
- Syafei, M. I., & Suhendar, E. (2022). Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Maintenance Value Stream Map (MVSM) (Studi Kasus di PT. Nusa Indah Jaya Utama). *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2), 67–75.
- Theresia, L., Ranti, G., & Widiany, Y. (2023). Implementasi Lean Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk Meningkatkan Keandalan Mesin: Studi Kasus PT Pelita Cengkareng Paper. *Jurnal IPTEK*, 7(2), 13–20.
- Wahjudi, D., Lim, R., & Budi, E. (2024). Perancangan Sistem Penjadwalan Perawatan Yang Mendukung Total Productive Maintenance Di P.T. X. *Jurnal Dimensi Insinyur Profesional*, 2(1), 48–55.
- Waskito, B., Abdillah, H., & Dwiyanto, A. (2025). Analisis Perawatan Mesin Belt Conveyor di PT . X. *Journal Of Social Science Research*, 5(1), 2969–2978.