

Strategi Perawatan Mesin Giling Pabrik Gula X Menggunakan *Reliability centered maintenance* (RCM) Dan Pendekatan Ekonomi Teknik

Oleh: Bahrul Musyahadah (221020700052)

Dosen Pembimbing: Indah Apriliana Sari W., ST., MT.

Dosen Penguji 1: Ir. Tedjo Sukmono, ST., MT.

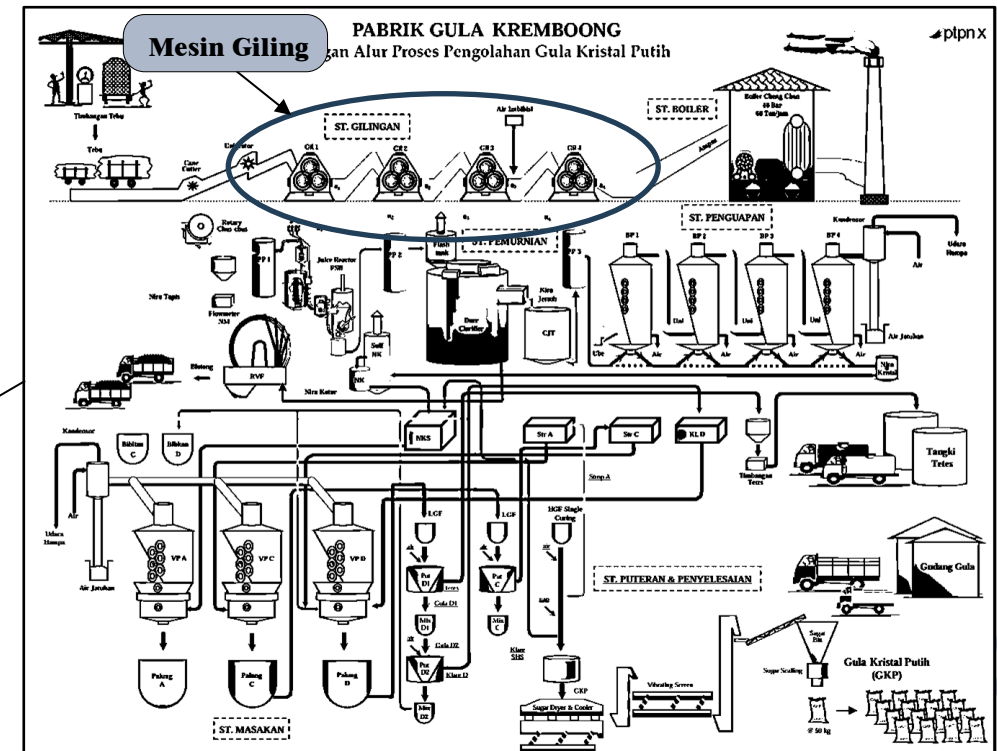
Dosen Penguji 2: Ir. Boy Isma Putra, ST., MM.

Latar Belakang

Mesin giling merupakan bagian paling awal dan paling vital dalam proses produksi di pabrik gula X, karena seluruh alur produksi sangat bergantung pada kinerja mesin ini. Jika mesin giling mengalami gangguan, maka proses berikutnya seperti pemurnian, penguapan, hingga kristalisasi ikut terdampak.

Berdasarkan data periode Juni-Agustus 2025, tercatat sebanyak 18 kejadian kerusakan dengan total downtime mencapai 33 jam. Secara persentase downtime terlihat kecil, tetapi frekuensi kerusakan yang cukup sering menunjukkan adanya gangguan berulang pada sistem.

Meskipun preventive maintenance telah diterapkan, frekuensi gangguan masih cukup sering. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan *reliability centered maintenance* (RCM) yang dikombinasikan dengan analisis ekonomi teknik untuk menentukan strategi perawatan yang efektif dan layak secara finansial.



Rumusan Masalah dan Tujuan

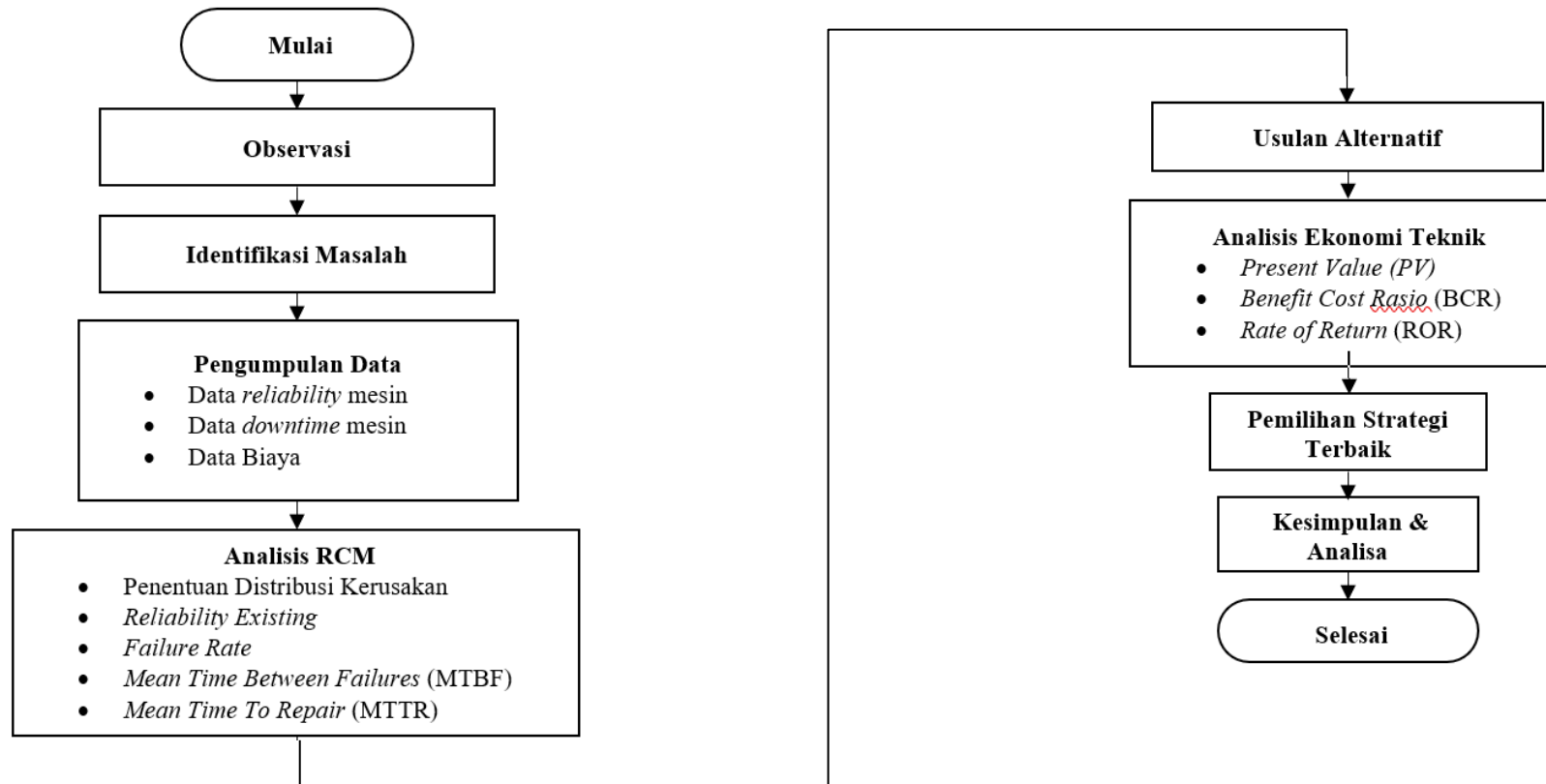
Rumusan Masalah

Bagaimana kondisi reliabilitas mesin giling di PT. SGN PG Kremboong, bagaimana penentuan waktu dan strategi penggantian komponen yang optimal melalui pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), serta alternatif penggantian komponen yang paling ekonomis berdasarkan analisis ekonomi teknik.

Tujuan

1. Mengetahui kondisi reliabilitas mesin giling di PT. SGN PG Kremboong.
2. Menentukan waktu dan strategi penggantian komponen mesin giling yang optimal menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM).
3. Menentukan alternatif penggantian komponen mesin giling yang paling ekonomis berdasarkan analisis ekonomi teknik.

Metodologi



Data Operasional Mesin

Tabel 1. Data *Reliability* Mesin Giling.

Tanggal Kerusakan Sebelumnya	Tanggal Kerusakan Berikutnya	TTF (jam)
05-06-2025	09-06-2025	96
09-06-2025	15-06-2025	144
15-06-2025	21-06-2025	144
21-06-2025	28-06-2025	168
28-06-2025	05-07-2025	168
05-07-2025	10-07-2025	120
10-07-2025	11-07-2025	24
11-07-2025	14-07-2025	72
14-07-2025	21-07-2025	168
21-07-2025	25-07-2025	96
25-07-2025	29-07-2025	96
29-07-2025	02-08-2025	96
02-08-2025	06-08-2025	96
06-08-2025	09-08-2025	72
09-08-2025	13-08-2025	96
13-08-2025	19-08-2025	144
19-08-2025	25-08-2025	144

Berdasarkan data yang dikumpulkan antara Juni dan Agustus 2025. Waktu operasional ideal mesin frais adalah 2.208 jam, yang mencakup 24 jam operasi setiap hari dan total 92 hari operasi. Mesin sebenarnya beroperasi selama 2.175 jam selama periode yang diamati, dengan 18 kasus kerusakan dan total 33 jam waktu henti.

Hasil Uji Distribusi

Tabel 3. Hasil Uji Distribusi Menggunakan Minitab.

Distribusi	Nilai <i>Anderson-Darling</i> (AD)	Keterangan
Normal	1,399	Paling cocok
Lognormal	1,698	Kurang
<i>Weibull</i>	1,433	Cocok
<i>Exponential</i>	4,207	Tidak cocok

Semakin kecil nilai *Anderson-Darling* (AD), semakin baik kecocokan distribusi terhadap data.

Distribusi normal dipilih karena menurut hasil uji kecocokan distribusi menggunakan grafik probabilitas di Minitab, nilai *Anderson-Darling* (AD) terkecil adalah 1,399 dan nilai p lebih besar dari 0,05.

Reliability Existing

$$\begin{aligned}R(t) &= 1 - \Phi \left(\frac{t - \mu}{\sigma} \right) \\R(t) &= 1 - \Phi \left(\frac{120,8 - 114,4}{40,3} \right) \\R(t) &= 1 - \Phi (0,149) \\R(t) &= 1 - 0,563 \\R(t) &= 0,437 = 43,7\%\end{aligned}$$

Nilai *reliability* mesin gilingan berdasarkan distribusi normal adalah 43,7%, yang menunjukkan bahwa probabilitas mesin dapat beroperasi hingga waktu rata-rata kerusakan berada pada tingkat cukup tinggi.

Failure Rate, MTBF dan MTTR

Failure Rate

$$\begin{aligned}f(t) &= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}z^2\right) \\f(t) &= \frac{1}{40,3\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}(0,161)^2\right) \\f(t) &= \frac{1}{101,02} \times e^{-0,0130} \\f(t) &= 0,0099 \times 0,9871 \\f(t) &= 0,0098 \\\lambda(t) &= \frac{f(t)}{R(t)} \\\lambda(t) &= \frac{0,0098}{0,437} = 0,0224 \text{ kegagalan/jam}\end{aligned}$$

Nilai *failure rate* mesin giling pada waktu operasi 120,8 jam adalah sebesar 0,0224 kegagalan per jam. Nilai ini menunjukkan bahwa laju kegagalan sistem meningkat setelah melewati waktu rata-rata kegagalan /jam

MTBF

$$\begin{aligned}\text{MTBF} &= \mu = \frac{\sum x}{n} \\\text{MTBF} &= \frac{2.175}{18} \\\text{MTBF} &= 120,8 \text{ jam}\end{aligned}$$

Nilai MTBF sebesar 120,8 jam menunjukkan bahwa selama periode Juni-Agustus 2025 mesin gilingan rata-rata mengalami kerusakan setiap 120,8 jam operasi.

MTTR

$$\begin{aligned}\text{MTTR} &= \frac{\text{Total downtime}}{\text{Jumlah kegagalan}} \\\text{MTTR} &= \frac{33}{18} \\\text{MTTR} &= 1,83 \text{ jam}\end{aligned}$$

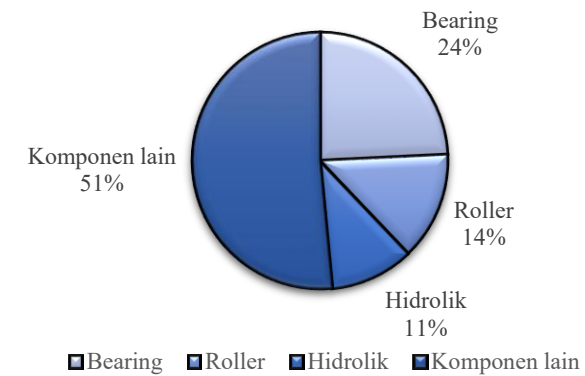
Nilai MTTR sebesar 1,83 jam menunjukkan bahwa perbaikan mesin gilingan relatif singkat, tetapi tingkat kerusakan yang cukup sering masih memengaruhi ketersediaan mesin

Identifikasi Komponen Kritis

Tabel 4. Jenis Kerusakan Pada Mesin

Perbaikan/Penggantian	Downtime (jam)
Roller	1,0
Motor penggerak	1,5
V-belt	1,0
Hidrolik	2,0
Bearing	2,5
Pompa pendingin	2,0
Bearing	1,5
Conveyor belt	1,0
Vibrasi tinggi	2,0
Pipa pembuangan tersumbat	2,0
Bearing	1,0
Sensor suhu	1,5
Roller	2,0
Panel listrik	4,0
Roller	1,5
Kebocoran oli	2,0
Bearing	3,0
Hidrolik	1,5

Persentase downtime



Dari diagram persentase downtime, *downtime* terbesar berasal dari oleh bearing sebesar 24%, diikuti roller sebesar 13%, hidrolik sebesar 10% dan komponen lain sebesar 51%. Meskipun komponen lain memiliki persentase terbesar, kategori tersebut terdiri dari berbagai jenis komponen dengan kejadian yang tersebar. Sebaliknya, bearing dan roller merupakan komponen individual yang secara konsisten menyumbang downtime signifikan.

Alternatif Perawatan

Alternatif 1

Age replacement pada Bearing

Alternatif 2

Penggantian *roller* secara preventif

Pemilihan investasi pada dua komponen tersebut diharapkan mampu untuk menurunkan frekuensi kerusakan dan kerugian akibat *downtime* mesin.

Hasil Analisis Ekonomi

Tabel 9. Hasil Perhitungan Ekonomi Teknik

Alternatif	<i>PV_{benefit}</i> (Rp)	<i>PV_{Cost}</i> (Rp)	BCR	ROR
Alternatif perbaikan 1 (<i>Bearing</i>)	1.204.642.996	877.877.487	1,37	37%
Alternatif perbaikan 2 (<i>Roller</i>)	570.620.367	585.251.658	0,98	-2%

Hasil analisis ekonomi teknik menunjukkan bahwa alternatif penggantian bearing menghasilkan PVbenefit sebesar Rp 1.204.642.996 dan PVcost Rp 877.877.487, dengan nilai BCR 1,37 dan ROR 37%. Karena $BCR > 1$ dan ROR positif, alternatif ini dinilai layak secara ekonomi serta mampu menekan downtime dan meningkatkan reliabilitas mesin.

Lalu, alternatif penggantian roller menghasilkan PVbenefit Rp 570.620.367 dan PVcost Rp 585.251.658, dengan BCR 0,98 dan ROR -2%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa alternatif roller tidak layak secara ekonomi karena manfaat lebih kecil dari biaya.

Pemilihan Strategi Terbaik

Berdasarkan hasil perbandingan kedua alternatif, perawatan pada komponen bearing lebih layak untuk diprioritaskan. Alternatif ini tidak hanya memberikan keuntungan secara ekonomi, tetapi juga berkontribusi dalam menekan downtime mesin giling. Dengan demikian, penggantian berbasis umur pada bearing dapat dipertimbangkan sebagai strategi perawatan yang lebih efektif. Sebaliknya, penggantian roller belum menunjukkan kelayakan sebagai tindakan preventif karena manfaat yang diperoleh belum mampu menutupi biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, penanganan roller lebih tepat dilakukan ketika terjadi kerusakan (*corrective maintenance*) dibandingkan dijadwalkan secara preventif.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) dan pendekatan ekonomi teknik pada mesin giling Pabrik Gula X periode Juni-Agustus 2025, diperoleh total *downtime* sebesar 33 jam dengan 18 kejadian kerusakan. Nilai reliability existing sebesar 43,6% menunjukkan bahwa tingkat keandalan mesin masih berada pada kategori sedang dan berpotensi mengalami gangguan berulang. Hasil identifikasi RCM menunjukkan bahwa bearing dan roller merupakan komponen kritis karena frekuensi kerusakan dan kontribusi downtime yang signifikan.

Perhitungan ekonomi teknik menunjukkan bahwa alternatif penggantian berbasis umur (*age replacement*) pada bearing menghasilkan PVbenefit sebesar Rp 1.204.642.996 dan PVcost sebesar Rp 877.877.487 dengan nilai BCR 1,37 serta ROR 37%, sehingga dinyatakan layak secara ekonomi. Sebaliknya, alternatif penggantian preventif roller menghasilkan BCR 0,98 dan ROR -2%, sehingga tidak layak diterapkan. Dengan demikian, strategi age replacement pada bearing direkomendasikan sebagai kebijakan perawatan yang optimal untuk meningkatkan keandalan dan menekan kerugian akibat *downtime*.

TERIMA KASIH

