

Artikel Bahrul Baru 4

18%
Suspicious texts



3% Similarities
2% similarities between quotation marks
0% among the sources mentioned

9% Unrecognized languages

7% Texts potentially generated by AI

Document name: Artikel Bahrul Baru 4.pdf
Document ID: acd64baff5e971856fdcec5602576842531e7459
Original document size: 757.29 KB

Submitter: UMSIDA Perpustakaan
Submission date: 2/23/2026
Upload type: interface
analysis end date: 2/23/2026

Number of words: 4,665
Number of characters: 34,567

Location of similarities in the document:



Sources of similarities

Main source detected

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	archive.umsida.ac.id https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703 2 similar sources	1%		Identical words: 1% (46 words)

Sources with incidental similarities

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	M.Iftitah_248610800070_Artikel Tesis 7.docx M.Iftitah_248610800070_... #0f9053 ♥ Comes from my group	< 1%		Identical words: < 1% (39 words)
2	journal.universitaspahlawan.ac.id https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp/article/view/40701	< 1%		Identical words: < 1% (20 words)
3	journal.unimma.ac.id Minimasi Downtime Mesin Dryer dengan Reliability Cent... https://journal.unimma.ac.id/index.php/benr/article/download/3166/2313	< 1%		Identical words: < 1% (13 words)
4	M. Frizky Feri Setiawan_Artikel_REVISI ARTIKEL (22 Februari 2026).do... #b7e0b1 ♥ Comes from my group	< 1%		Identical words: < 1% (13 words)
5	journal.universitassuryadarma.ac.id SCHEDULE MAINTENANCE PENGANTIA... https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/download/1385/1314	< 1%		Identical words: < 1% (15 words)

Referenced sources (without similarities detected) These sources were cited in the paper without finding any similarities.

1	https://Ejournal.Unsrat.Ac.Id/V3/Index.Php/Jtmu
2	https://Jurnalpengabdianmasyarakatbangsa.Com/Index.Php/Jpmba/Index
3	https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Vo5peqaaqbaj
4	https://Jurnalsyntaxadmiration.Com/Index.Php/Jurnal/Article/Download/385/642
5	https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=6wb-Dwaaqbaj

Strategy For Maintenance Of Sugar Factory X Grinding
Machines Using Reliability centered maintenance (Rcm) And
Engineering Economics Approach
[Strategi Perawatan Mesin Giling Pabrik Gula X
Menggunakan Reliability centered maintenance (RCM) Dan
Pendekatan Ekonomi Teknik]

Bahrul Musyahadah1),



Indah Apriliana Sari W.*;2)



M. Frizky Feri Setiawan_Artikel_REVISI ARTIKEL (22 Februari 2026).docx | M. Frizky Feri Setiawan_Artikel_REVISI ARTIKEL (22 Februari 2026)
Comes from my group

1)Program



archive.umsida.ac.id
<https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703>

Studi Teknik Industri,
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

2)Program Studi Teknik Industri, Universitas

Muhammadiyah
Sidoarjo, Indonesia

*indahapriliana@umsida.

ac.id

Abstract. The milling machine is a very important starting part of the sugar production process at Sugar Factory X because it affects the continuity of the production process. During the June–August 2025 period, milling machines experienced relatively low downtime, but the frequency of breakdowns often has the potential to disrupt smooth operations. This study aims to identify the optimal maintenance strategy for milling machines through the integration of Reliability Centered Maintenance (RCM) methodology and engineering economic analysis. We look at past breakdown data to get reliability values, failure rates, Mean Time Between Failures (MTBF), and Mean Time To Repair (MTTR). These parameters are then used to determine the best other treatment options. RCM analysis shows that the most important parts that cause engine operation problems are the bearings and rollers. In addition, a technical and economic feasibility study was conducted on the recommended treatment options. Age-based replacement strategies on bearings provide the best results based on numbers. This strategy has a Benefit Cost Ratio (BCR) of 1.37 and a Rate of Return (ROR) of 37%. On the other hand, preventive replacement options for rollers are not cost-effective because the benefits obtained are not worth the cost.

Keywords - milling machine; Reliability centered maintenance; engineering economics

Abstrak. Mesin giling merupakan bagian awal yang sangat penting dalam proses produksi gula di Pabrik Gula X karena memengaruhi kontinuitas proses produksi. Selama periode Juni–Agustus 2025, mesin giling mengalami downtime yang relatif rendah, namun frekuensi kerusakan yang cukup sering berpotensi mengganggu kelancaran operasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi strategi pemeliharaan yang optimal untuk mesin milling melalui



integrasi metodologi Reliability Centered Maintenance (RCM) dan analisis ekonomi teknik.

Kami melihat data

kerusakan masa lalu untuk mendapatkan nilai keandalan,



tingkat kegagalan, Mean Time Between Failure (MTBF),
dan Mean Time To Repair (MTTR).

Kemudian, parameter-parameter ini digunakan untuk menentukan opsi perawatan

lain yang terbaik. Analisis RCM menunjukkan bahwa bagian terpenting yang menyebabkan masalah operasi mesin adalah bantalan dan rol. Selain itu, dilakukan studi kelayakan teknis dan ekonomi terhadap opsi perawatan yang disarankan. Strategi penggantian berbasis usia pada bantalan memberikan hasil terbaik berdasarkan angka. Strategi ini memiliki Benefit Cost Ratio (BCR) sebesar 1,37 dan Rate of Return (ROR) sebesar 37%. Di sisi lain, opsi penggantian preventif untuk rol tidak efektif secara biaya karena manfaat yang diperoleh tidak sebanding dengan biayanya.



Kata Kunci - mesin giling; Reliability centered maintenance;

ekonomi teknik

I. PENDAHULUAN

Pabrik gula X, salah satu pabrik gula nasional yang dikelola oleh PTPN X, terletak di desa Krembung, kecamatan Krembung, kabupaten Sidoarjo dan memproduksi gula[1]. Langkah pertama yang penting dalam produksi gula, terutama di pabrik gula X, adalah menggiling tebu. Saat ini, masalah operasional di pabrik gula X sering mengganggu aliran produksi secara keseluruhan. Waktu henti ini, yang sering terjadi pada mesin penggiling selama proses produksi, menyebabkan keterlambatan pada proses-proses berikutnya, termasuk pemurnian sari tebu, pengemasan gula, dan kristalisasi. Akhirnya, hal ini memengaruhi kemampuan perusahaan untuk memproduksi dan dapat menyebabkan potensi kerugian[2].

Berdasarkan data periode Juni hingga Agustus 2025, total downtime mesin giling tercatat sebesar 1,49% dari keseluruhan waktu operasi. Secara umum, angka tersebut menunjukkan bahwa mesin masih berada dalam kondisi operasional yang relatif baik karena proporsi waktu berhenti cukup rendah. Namun demikian, frekuensi kerusakan

2 | Page

yang terjadi dalam periode tersebut tergolong cukup sering, meskipun durasi perbaikannya tidak selalu panjang. Ini berarti bahwa mesin masih mengalami masalah yang terus terjadi dan bisa mempengaruhi stabilitas proses produksi.



Perusahaan telah melakukan perawatan preventif pada mesin sebelumnya, tetapi hasilnya belum mampu membuat perbedaan besar pada kinerja. Hal ini menunjukkan bahwa cara perawatan yang dilakukan sebelumnya kurang tepat.

Oleh karena itu, kita memerlukan metode yang lebih sistematis dan berbasis keandalan. Reliability Centered

Maintenance (RCM) adalah salah satu pendekatan yang relevan karena fokus pada mengetahui fungsi utama sistem, apa yang bisa salah, dan apa yang akan terjadi jika terjadi kerusakan. Ini membantu strategi pemeliharaan menjadi lebih akurat dan efektif. Dengan cara ini, mesin akan bekerja sebagaimana mestinya untuk jangka waktu tertentu.

Selain itu, peninjauan dan perbandingan rencana perawatan yang mungkin juga perlu dilakukan. Selain itu, agar dapat melihat dan membandingkan rencana pemeliharaan yang mungkin muncul dari analisis RCM dari segi biaya, metode ekonomi teknik harus digunakan. Perusahaan dapat menggunakan metode ekonomi teknik untuk melihat biaya pemeliharaan, waktu henti, dan penggantian suku cadang guna menemukan opsi pemeliharaan terbaik yang juga paling murah dan paling menguntungkan secara finansial.

Beberapa penelitian mengenai reliability centered maintenance (RCM) telah dilakukan oleh sejumlah peneliti sebelumnya. Penelitian menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan preventif berbasis risiko dapat membantu meningkatkan keandalan peralatan dengan menerapkan metode pemeliharaan reliabilitas terpusat (RCM) pada lima mesin injeksi di perusahaan yang memproduksi komponen karet[3]. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan metode pemeliharaan reliabilitas terpusat (RCM) bersama dengan penggantian usia untuk menentukan interval penggantian yang ideal dalam upaya untuk mengurangi kerusakan mendadak[4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, karena downtime yang tinggi dan kinerja mesin yang belum optimal, penggunaan perawatan produk penuh (TPM) masih menghasilkan nilai efektivitas total mesin (OEE) yang rendah[5]. Hasil penelitian menunjukkan, penerapan preventive maintenance berbasis penjadwalan periodik pada articulated dump truck Komatsu HM400-3R mampu menjaga keandalan alat berat yang beroperasi 24 jam, gangguan operasional dan risiko penurunan produktivitas dapat diminimalkan[6]. Berdasarkan penelitian sebelumnya, kelebihan penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya adalah penggunaan reliability centered maintenance (RCM) yang dikombinasikan dengan analisis ekonomi teknik, sehingga strategi perawatan dan penggantian komponen tidak hanya ditentukan berdasarkan aspek keandalan, tetapi juga berdasarkan pertimbangan biaya dan manfaat yang paling ekonomis.

Produksi membantu menemukan operasi yang tidak efisien yang dapat menyebabkan kerugian[7]. Tujuan dari studi ini adalah untuk menggabungkan analisis pemeliharaan berbasis keandalan (RCM) dengan metodologi rekayasa ekonomi untuk menghasilkan strategi pemeliharaan pabrik dengan rasio biaya-manfaat yang seefisien mungkin.



Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi waktu henti mesin dan membantu proses produksi Pabrik Gula X berjalan lebih lancar.

II. METODE

A. Metode Reliability centered maintenance (RCM)

Pendekatan pemeliharaan berbasis keandalan (RCM) adalah salah satu metode untuk menentukan masalah mesin dan membuat rencana pemeliharaan. RCM digunakan dalam manajemen pemeliharaan untuk menentukan strategi pemeliharaan yang paling efektif berdasarkan keandalan komponen sistem[8]. Sesuai dengan konteks operasinya, teknik RCM adalah prosedur yang digunakan untuk menentukan apa yang perlu dilakukan agar peralatan fisik dapat terus berfungsi sesuai keinginan pengguna[9]. Reliability centered maintenance (RCM) dapat membantu mengurangi masalah mesin yang tidak terduga, memprioritaskan komponen penting dalam pemeliharaan peralatan, dan meningkatkan keandalan komponen[10].

B. Penentuan Distribusi Kerusakan

Penelitian dan penerapan taktik yang bertujuan untuk memastikan bahwa keandalan sistem secara konsisten dan efektif dipertahankan di seluruh komponen yang mempengaruhi kinerja keseluruhan disebut pembagian keandalan[9].

Pola kegagalan sering diidentifikasi menggunakan distribusi normal, lognormal, Weibull, dan eksponensial. Pola

keandalan dan sifat-sifat ini berasal dari distribusi tersebut[11]:

• Distribusi normal

$$R(t) = 1 - \Phi \left[\frac{t - \mu}{\sigma} \right] \quad (1)$$

σ

• Distribusi lognormal

$$R(t) = 1 - \Phi \left[\frac{\ln t - \theta}{\sigma} \right] \quad (2)$$

θ

σ

t_{med}

• Distribusi weibull

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha} \quad (3)$$



α

β

σ

(3)

• Distribusi exponential

Page | 3

$$R(t) = e^{-t/\beta} \quad (4)$$

β

Dimana:

$R(t)$: Tingkat keandalan pada waktu tertentu

t : Waktu atau periode pengamatan

t_{med} : Nilai tengah periode

\bar{x} : Rata-rata data

e : Konstanta eksponensial

σ : Parameter bentuk distribusi

θ : Parameter skala distribusi

σ : Standar deviasi

\ln : Logaritma natural

Φ : Nilai dari tabel distribusi normal

C. Reliability Existing

Keandalan mesin adalah salah satu faktor terpenting yang dapat memengaruhi keberhasilan proses produksi dan

hasil akhirnya. Kemungkinan bahwa komponen mesin akan mampu berfungsi sesuai harapan dalam jangka waktu tertentu dapat ditentukan menggunakan keandalan ini[12]. Berikut rumus perhitungan reliability existing berdistribusi normal:



$$R(t) = 1 - \Phi \left[\frac{t - \mu}{\sigma} \right] \quad (5)$$

$$\sigma$$

Dimana:

$R(t)$: reliability function

Φ :

nilai tabel distribusi normal/normal

t : waktu

μ : mean/rata-rata

σ : nilai standar deviasi

D. Failure Rate

Tingkat kegagalan sistem atau perangkat adalah seberapa sering terjadi kerusakan seiring waktu. Tingkat kegagalan biasanya diberikan dalam basis jam dan tahunan[13]. Frekuensi atau laju kerusakan dalam waktu disebut tingkat kegagalan. Perhitungan tingkat kegagalan adalah[14]:



$$f(t) = \frac{\lambda}{1}$$

$$\frac{\sigma \sqrt{2\pi}}{\exp(-\frac{t^2}{2\sigma^2})}$$

$$1$$

$$\frac{2}{\sigma^2} \quad (6)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

$$R(t) \quad (7)$$

Dimana:

λ : laju kerusakan

$f(t)$: banyaknya kegagalan waktu operasi t

$R(t)$: keandalan terhadap waktu

t : waktu

E. Mean Time Between Failure (MTBF)

Rata-rata waktu di mana mesin beroperasi tanpa mengalami kerusakan disebut waktu rata-rata antar kerusakan (MTBF). MTBF berlaku untuk mesin yang dapat 'diperbaiki' setelah rusak. Perusahaan dapat menggunakan MTBF untuk menilai ketahanan dan ketersediaan produk atau peralatan mereka[15]. Dalam analisis keandalan, istilah yang paling sering digunakan mengacu pada rata-rata waktu antar kerusakan. Distribusi MTBF menurut Weibull dapat dihitung dengan rumus berikut[16]:



MTBF = $\frac{1}{F}$ (7)

Di mana:

$\frac{1}{F}$: mean/rata-rata

F:

Mean Time To Repair (MTTR)

Waktu yang biasanya dibutuhkan untuk memperbaiki sistem atau perangkat setelah kerusakan ditentukan oleh metrik yang dikenal sebagai rata-rata waktu perbaikan (MTTR). Salah satu metrik penting dalam manajemen pemeliharaan adalah MTTR. MTTR menentukan waktu khas yang dibutuhkan untuk memperbaiki perangkat setelah kerusakan.



Persamaannya adalah[17]:

MTTR = $\frac{\text{Total Downtime}}$

$\frac{\text{Number of failures}}{(8)}$

G.

Ekonomi Teknik

Pada dasarnya, ekonomi rekayasa bertujuan untuk menilai kelayakan dan dampak finansial dari proyek dan investasi rekayasa. Komponen dasar dari ekonomi rekayasa adalah kemampuan untuk memahami nilai uang seiring waktu, melakukan analisis biaya dan manfaat, serta mengelola risiko pada proyek besar dan kompleks. Bidang ilmiah

4 | Page

ekonomi rekayasa menggabungkan prinsip-prinsip ekonomi dengan praktik rekayasa untuk membantu pengambilan keputusan mengenai proyek rekayasa, investasi, dan manajemen[18].

H. Benefit cost ratio (BCR)

Rasio manfaat dan biaya adalah nilai sekarang dari biaya proyek dibagi dengan manfaatnya. Jika (BCR > 1) menunjukkan bahwa manfaat melebihi biaya, proyek dianggap layak dan menguntungkan secara ekonomi. Proyek dianggap tidak ekonomis atau merugikan jika biaya melebihi manfaat, seperti yang ditunjukkan oleh BCR < 1. Dari sudut pandang ekonomi, proyek berada pada "titik impas" jika (BCR = 1) menunjukkan bahwa biaya dan manfaat sama[19].

Rasio manfaat terhadap biaya dihitung dengan membagi nilai kini biaya dengan nilai kini manfaat. Untuk menentukan rasio manfaat terhadap biaya digunakan rumus berikut[20]:



PV = $\frac{\text{Impact Value}}$

$\frac{(1+r)^n}{(9)}$

BCR =

Total Benefit

Total Cost
(10)

Dimana:

r : tingkat diskonto

n : jumlah periode

PV : nilai kini

Nilai i , yang sering digunakan dalam penelitian untuk menilai kelayakan investasi, diasumsikan sebesar 10%, yang mewakili biaya modal terendah dan tingkat pengembalian terendah yang bersedia diterima investor untuk proyek dengan risiko rata-rata.[21].

I. Rate of Return (ROR)

Tingkat pengembalian adalah rata-rata hasil dari investasi. Bersama dengan banyak faktor lainnya, investor secara alami mempertimbangkan tingkat pengembalian saat membuat keputusan. Tingkat pengembalian dapat dihitung menggunakan rumus ini[22]:

ROR =
Biaya Sekarang - Biaya awal

Biaya awal
(11)

Nilai i , yang sering digunakan dalam penelitian untuk menilai kelayakan investasi, diasumsikan sebesar 10%, yang mewakili biaya modal terendah dan tingkat pengembalian terendah yang bersedia diterima investor untuk proyek dengan risiko rata-rata[21].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Gambar 1. Procces Flow Diagram Produksi Gula

Langkah pertama dalam pembuatan gula kristal putih adalah menimbang tebu saat masuk ke pabrik. Kemudian tebu dicacah agar sari tebu dapat diperoleh dengan efisien dan struktur seratnya terbuka. Selanjutnya tebu yang telah dicacah digiling di stasiun penggilingan yang diatur secara berurutan. Untuk meningkatkan perolehan sari,

Page | 5

ditambahkan air imbis. Dari langkah ini dihasilkan bagas, yang digunakan sebagai bahan bakar di stasiun ketel, dan sari mentah, bahan baku utama.



Setelah proses penggilingan, nira mentah dikirim ke stasiun pemurnian. Pada tahap ini, getah dipanaskan dan diberi perlakuan dengan bahan kimia untuk menghilangkan kotoran non-gula. Nira yang jernih kemudian masuk ke stasiun evaporasi. Kandungan air dalam getah secara perlahan dikurangi menggunakan sistem evaporator bertingkat hingga menjadi sirup kental. Kemudian, di stasiun pemasakan, sirup diubah menjadi kristal gula menggunakan sistem kristalisasi vakum. Mesin sentrifuse memisahkan masecuite yang berasal dari kristalisasi menjadi kristal gula dan sisa larutan induknya. Langkah terakhir adalah pengeringan, penyaringan, dan pengemasan gula, yang menghasilkan gula kristal putih yang dapat disimpan atau dikirim.

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

Tabel 2. Waktu Operasi Mesin Gilingan.

Keterangan Nilai

Jam operasi per hari 24 jam/hari

Jumlah hari operasi 92 hari

Total jam operasi aktual 2175 jam

Total downtime 33 jam (18 Kejadian)

Total jam operasi ideal 2208 jam

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 33jam waktu henti.

B. Penentuan Distribusi Kerusakan

Tabel 3. Hasil Uji Distribusi Menggunakan Minitab.

Distribusi Nilai Anderson-Darling (AD) Keterangan

Normal 1,399 Paling cocok

Lognormal 1,698 Kurang

Weibull 1,433 Cocok

Exponential 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.

C. Reliability Existing

Hasil perhitungan reliability existing dari mesin giling adalah sebagai berikut:



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

$$\sigma$$

$$R(t) = 1 - \Phi \left(\frac{120,8 - 114,3}{40,3} \right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi (-0,16)$$

$$R(t) = 1 - 0,437 = 0,563$$

6 | Page

$$R(t) = 1 - 0,437 = 0,563$$

563

$$R(t) = 0,563 = 56,3\%$$

Nilai reliability mesin gilingan berdasarkan distribusi normal adalah 50,2%, yang menunjukkan bahwa probabilitas mesin dapat beroperasi hingga waktu rata-rata kerusakan berada pada tingkat sedang.

D. Failure Rate

Hasil perhitungan failure rate dari mesin giling adalah sebagai berikut:



$$f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right)$$

$$\sigma \sqrt{2\pi}$$

$$1$$

$$\frac{1}{40,3 \sqrt{2\pi}}$$

$$f(t) = \frac{1}{40,3 \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} (0,16)^2 \right)$$

$$\frac{1}{40,3 \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} (0,16)^2 \right)$$

$$1$$

$$\frac{1}{40,3 \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} (0,16)^2 \right)$$

$$2)$$

$$f(t) = \frac{1}{40,3 \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} (0,16)^2 \right)$$

$$\frac{1}{40,3 \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} (0,16)^2 \right)$$

$$f(t) = 0,00990 \times 0,987$$

$$f(t) = 0,00978$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

$$R(t)$$

$$\lambda(t) = 0,$$

0083

$$0,437 = 0,0224 \text{ kegagalan/jam}$$

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, yang menandakan adanya kecenderungan kegagalan akibat keausan.



E. Mean Time Between Failure (MTBF)

$$MTBF = \mu = \frac{\sum x}{n}$$

$$MTBF = \frac{175}{2}$$

175

18

$$MTBF = 120,8 \text{ jam}$$

Nilai MTBF sebesar 543,8 jam menunjukkan bahwa selama periode Juni–Agustus 2025 mesin gilingan rata-rata mengalami kerusakan setiap 543,8 jam operasi.

F. Mean Time To Repair (MTTR)

$$MTTR = \frac{\text{Total downtime}}{\text{Jumlah kegagalan}}$$

$$MTTR = \frac{33}{18}$$

18

$$MTTR = 1,83 \text{ jam}$$

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

G. Usulan Alternatif

Tabel 4. Jenis Kerusakan Pada Mesin

Mesin Perbaikan/Penggantian Downtime (jam)

Gilingan II Roller 1,0

Gilingan IV Motor penggerak 1,5

Gilingan II V-belt 1,0

Gilingan I Hidrolik 2,0

Gilingan IV Bearing 2,5

Gilingan II Pompa pendingin 2,0

Gilingan IV Bearing 1,5

Gilingan II Conveyor belt 0,5

Gilingan III Vibrasi tinggi 2,0

Gilingan I Pipa pembuangan tersumbat 2,0

Gilingan II Bearing 1,0

Gilingan IV Sensor suhu 0,5

Gilingan III Roller 2,0

Gilingan II Panel listrik 4,0

Gilingan III Feed roller 1,5

Gilingan II Kebocoran oli 2,0

Gilingan IV Bearing 3,0

Gilingan II Hidrolik 1,5

Berdasarkan analisis data kerusakan dan downtime, komponen bearing dan roller diidentifikasi sebagai komponen kritis karena:

Page | 7

1. Sering mengalami kerusakan berulang
2. Menyebabkan downtime signifikan
3. Menghentikan seluruh lini produksi mesin giling

Berdasarkan prinsip Reliability centered maintenance (RCM), ditetapkan dua alternatif perawatan:

1. Alternatif 1: Penerapan age replacement pada bearing
2. Alternatif 2: Penggantian roller secara preventif

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

H. Analisis Ekonomi Teknik

Tabel 5. Data Perhitungan Ekonomi Teknik

Parameter Nilai

Periode analisis 3 bulan

Tingkat diskonto tahunan 10%

Tingkat diskonto bulanan (i) $10\% / 12 = 0,00833$

Jumlah periode (n) 3

Total downtime aktual 33 jam

Biaya downtime Rp 130.000.000 / jam

Faktor: $(p/f, i, n) = 1$

$(1+0,00833)$

$3 = 0,9754$

*Data diolah

Tabel 6. Data Biaya Alternatif 1 (Bearing)

Komponen Nilai

Biaya penggantian bearing Rp 180.000.000

Frekuensi penggantian 5 kali / 3 bulan

Total biaya penggantian (F_{cost}) Rp 900.000.000

Downtime akibat bearing 9,5 jam

Downtime dapat dihindari 9,5 jam

Biaya downtime/jam Rp 130.000.000

Manfaat downtime dihindari (Fbenefit) Rp 1.235.000.000

*Data diolah

Tabel 7. Data Biaya Alternatif 2 (Roller)

Komponen Nilai

Biaya penggantian roller Rp 200.000.000

Frekuensi penggantian 3 kali / 3 bulan

Total biaya penggantian (Fcost) Rp 600.000.000

Downtime akibat roller 4,5 jam

Downtime dapat dihindari 4,5 jam

Biaya downtime/jam Rp 130.000.000

Manfaat downtime dihindari (Fbenefit) Rp 585.000.000

*Data diolah

I. Benefit cost ratio (BCR)

Perhitungan alternatif perbaikan 1 (Bearing):

Perhitungan Present Value (PV)

• PVcost

$PVcost = Fcost \times \text{Faktor PV}$

$PVcost = 900.000.000 \times 0,9754$

$PVcost = 877.860.000$

Nilai PVcost pada alternatif perbaikan bearing sebesar Rp 877.860.000. Nilai ini relatif tinggi, yang mencerminkan

besarnya investasi awal yang diperlukan untuk penggantian bearing. Meskipun demikian, biaya tersebut dapat

dipandang sebagai investasi strategis dalam meningkatkan keandalan sistem dan menurunkan potensi kerugian akibat

downtime mesin.



• PVbenefit

$PVbenefit = Fbenefit \times \text{Faktor PV}$

$PVbenefit = 1.$

$235.000.000 \times 0,9754$

$PVbenefit = 1.204.619.000$

8 | Page

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa alternatif perbaikan bearing menghasilkan PVbenefit sebesar Rp

1.204.619.000, yang nilainya secara signifikan lebih besar dibandingkan PVCost. Kondisi ini mengindikasikan bahwa

penerapan alternatif bearing mampu memberikan manfaat ekonomi yang substansial selama periode analisis.

Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR)

BCR =
Total benefit

Total cost

BCR =
1.204.619.000

877.860.000

BCR = 1,37

Menurut hasil perhitungan, alternatif perbaikan bearing memiliki nilai BCR sebesar 1,37, yang menunjukkan bahwa ia menghasilkan keuntungan sebesar 1,37 untuk setiap satuan biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, alternatif ini dapat dianggap layak secara ekonomi dan menghasilkan keuntungan bersih.

Perhitungan alternatif perbaikan 2 (Roller):

Perhitungan Present Value (PV)

• Pvcost

$PV_{cost} = F_{cost} \times \text{Faktor PV}$

$PV_{cost} = 60.000.000 \times 0,9754$

$PV_{cost} = 585.240.000$

Nilai Pvcost untuk alternatif perbaikan roller sebesar Rp 585.240.000, secara nominal lebih rendah dibandingkan alternatif bearing, menunjukkan bahwa alternatif roller membutuhkan biaya investasi yang lebih sedikit dari sisi pengeluaran awal. Namun, besarnya biaya ini harus diperiksa lebih lanjut untuk melihat manfaat ekonomi yang dihasilkan.



• PVbenefit

$PV_{benefit} = F_{benefit} \times \text{Faktor PV}$

$PV_{benefit} = 585.$

$000.000 \times 0,9754$

$PV_{benefit} = 570.609.000$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa alternatif perbaikan roller menghasilkan PVbenefit sebesar Rp 570.609.000, yang nilainya lebih rendah dibandingkan Pvcost. Hal ini menunjukkan bahwa manfaat ekonomi yang diperoleh dari penggantian roller belum sepenuhnya mampu mengompensasi biaya investasi yang dikeluarkan.

Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR)

$BCR = \frac{\text{Total benefit}}{\text{Total cost}}$

$BCR = \frac{570.609.000}{585.240.000}$

$BCR = 0,97$

Berdasarkan hasil perhitungan, alternatif perbaikan roller memiliki nilai BCR sebesar 0,97, yang menunjukkan bahwa nilai manfaat lebih kecil dibandingkan nilai biaya. Secara prinsip ekonomi teknik, kondisi ini mengindikasikan bahwa alternatif roller tidak layak secara ekonomi, atau berada pada kondisi mendekati titik impas (break-even).

Tabel 8. Hasil Perhitungan Benefit cost ratio (BCR)

Alternatif PVbenefit (Rp) Pvcost (Rp) BCR Keterangan

Alternatif perbaikan 1 (Bearing) 1.204.619.000 877.860.000 1,37 Layak

Alternatif perbaikan 2 (Roller) 570.609.000 585.240.000 0,97 Tidak layak

Dinyatakan layak jika nilai BCR >1

J. Rate of Return (ROR)

Perhitungan alternatif perbaikan 1 (Bearing):



$$\text{ROR} = \frac{\text{PVbenefit} - \text{PVCost}}{\text{PVCost}}$$

PVCost

$$\text{ROR} = \frac{235.000.000 - 900.000.000}{900.000.000}$$

$$= \frac{235.000.000 - 900.000.000}{900.000.000}$$

$$= \frac{235.000.000 - 900.000.000}{900.000.000}$$

$$\text{ROR} = 0,37 = 37\%$$

Pada alternatif bearing, diperoleh nilai ROR sebesar 37%, yang menunjukkan tingkat pengembalian investasi yang tinggi. Nilai ini mengindikasikan bahwa alternatif bearing mampu memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan dan memiliki daya tarik investasi yang kuat.

Perhitungan alternatif perbaikan 2 (Roller):



$$\text{ROR} = \frac{\text{PVbenefit} - \text{PVCost}}{\text{PVCost}}$$

PVCost

$$\text{ROR} = \frac{000.000 - 600.000.000}{600.000.000}$$

$$= \frac{000.000 - 600.000.000}{600.000.000}$$

$$= \frac{000.000 - 600.000.000}{600.000.000}$$

$$\text{ROR} = -0,03 = -3\%$$

Page | 9

Pada alternatif roller, diperoleh nilai ROR sebesar -3%, yang menunjukkan tingkat pengembalian negatif. Kondisi ini menandakan bahwa alternatif roller tidak mampu menghasilkan keuntungan ekonomi dan berpotensi menimbulkan kerugian finansial apabila diterapkan.

K. Pemilihan Strategi Terbaik

Tabel 9. Hasil Perhitungan Ekonomi Teknik

Alternatif PVbenefit (Rp) PVCost (Rp) BCR ROR

Alternatif perbaikan 1 (Bearing) 1.204.619.000 877.860.000 1,37 37%

Alternatif perbaikan 2 (Roller) 570.609.000 585.240.000 0,97 -3%

Berdasarkan hasil perhitungan ekonomi teknik, alternatif penanganan bearing mencatat nilai Present Value (PV) manfaat sebesar 1.204.619.000, sementara PV biaya yang diperlukan sebesar 877.860.000. Perbandingan keduanya menghasilkan Benefit Cost Ratio (BCR) sebesar 1,06. Karena nilai BCR melebihi satu, opsi ini dinilai masih ekonomis untuk diterapkan, sebab total manfaat yang diperoleh lebih tinggi daripada total biaya yang dikeluarkan. Nilai tingkat

pengembalian investasi (Rate of Return/ROR) sebesar 37% mengindikasikan bahwa alternatif yang dipilih mampu memberikan hasil yang cukup tinggi dalam periode analisis. Angka tersebut mencerminkan bahwa strategi ini tidak hanya berdampak pada penurunan waktu henti (downtime), tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan reliabilitas operasional mesin giling tebu.

Sebaliknya, pada opsi penggantian roller, total manfaat dari efisiensi listrik tercatat sebesar Rp 570.609.000, sedangkan total biaya listrik yang harus dikeluarkan mencapai Rp 585.240.000. Kondisi ini menunjukkan bahwa nilai biaya melampaui manfaat yang diperoleh. Hasil perhitungan menghasilkan BCR sebesar 0,97 dan ROR sebesar -3%, yang menandakan bahwa alternatif tersebut tidak layak secara ekonomi. Nilai ROR yang negatif mengindikasikan bahwa dalam kurun waktu analisis tiga bulan, investasi yang ditanamkan tidak mampu menghasilkan pengembalian dan justru berpotensi menyebabkan kerugian.



Perbandingan kedua opsi menunjukkan bahwa lebih praktis menempatkan perawatan komponen bantalan sebagai prioritas. Opsi ini tidak hanya menghemat biaya, tetapi juga membantu menjaga mesin milling agar tidak mengalami gangguan. Jadi, mengganti bantalan berdasarkan umurnya dapat dianggap sebagai cara yang lebih baik untuk menjaga kondisi mereka tetap baik. Di sisi lain, mengganti rol belum terbukti menjadi cara yang baik untuk mencegah masalah karena manfaatnya belum sebanding dengan biayanya. Oleh karena itu, lebih baik menangani rol saat terjadi kerusakan (perawatan korektif) daripada saat direncanakan (perawatan preventif).

IV. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebijakan perawatan mesin giling yang lebih menyeluruh dapat dibuat dengan menggunakan Reliability Centered Maintenance (RCM) dan analisis ekonomi teknik. Tingkat downtime mesin giling di Pabrik Gula X dianggap rendah, menurut data yang diolah dari Juni hingga Agustus 2025. Namun demikian, metode pemeliharaan yang lebih fokus pada komponen penting diperlukan karena tingkat kegagalan komponen masih cukup tinggi.

Hasil analisis RCM menunjukkan bahwa roller dan bearing merupakan komponen yang paling berpengaruh terhadap gangguan proses operasi. Kedua komponen tersebut kemudian dievaluasi dari sisi ekonomi teknik untuk menentukan alternatif perawatan yang paling layak. Berdasarkan hasil perhitungan, skenario penggantian berbasis umur (age replacement) memberikan hasil yang paling menguntungkan, dengan nilai Benefit Cost Ratio (BCR) sebesar 1,37 dan Rate of Return (ROR) sebesar 37%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa manfaat yang diperoleh lebih besar dibandingkan biaya yang dikeluarkan. Sebaliknya, alternatif penggantian preventif tidak memenuhi kriteria kelayakan karena menghasilkan nilai BCR kurang dari satu dan ROR negatif. Dengan demikian, pendekatan preventif untuk komponen tersebut belum dapat direkomendasikan secara ekonomi..



Oleh karena itu, untuk meningkatkan reliabilitas dan menjaga keberlanjutan operasi mesin giling, strategi penggantian bearing berusia disarankan. Sementara itu, penanganan roller lebih tepat dilakukan melalui perawatan perbaikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT. SGN PG Kremboong karena telah

memberikan kesempatan untuk melakukan magang ini, serta semua bantuan yang telah diberikan selama pelaksanaannya. Dia juga berterima kasih kepada para pembimbing dan seluruh staf di bagian instalasi yang telah memberikan bimbingan, pendampingan, dan berbagai bantuan selama magang berlangsung. Penulis juga berterima kasih kepada perusahaan untuk memberi mereka data yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini sebagai bagian dari penyusunan tugas akhir.

10 | Page

REFERENSI

[1] Y. Erdhianto And T. Surabaya, "Occupational Health And Safety (Ohs) Analysis At The Pg Kremboong Production Department Using The Risk Priority Number And 5 Whys Method,"



Jurnal Iptek, Vol. 25, No. 1,

2021, Doi: [10.31284/j.ipitek.2021.V25i1](https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2021.V25i1).

[2] M. T. Qulub And A.

Misbah, "Evaluasi Kinerja Mesin Giling Menggunakan Metode Oee Dalam Upaya

Pengurangan Six Big Losses Di Pt Pg Candi Baru Sidoarjo," Jurnal Serambi Engineering, Vol. 10, No. 4,

2025.

[3] M. I. Aprilianto, I. Romli, And H. Herlambang, "Perencanaan



garuda.kemdiktisaintek.go.id

<https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/citation/site/bib/5331328>

Pemeliharaan Mesin Injection Menggunakan

Metode Reliability centered maintenance (Rcm) Pada Produksi Komponen Karet

Otomotif," Jurnal Teknologi

Dan Manajemen Industri Terapan, Vol. 4, No. 3, P. 20, 2025.

[4] J. T. Juwandono And J. Purnama, "Analisa Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Metode Reliability centered

maintenance (Rcm) Dan Age Replacement," Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (Jutin),



No. 6, 2023.

[5]



[doi.org](https://doi.org/10.37373/jenius.v6i2.1836) | Pengukuran efektivitas mesin cylinder block menggunakan metode overall equipment effectiveness serta analisis fishbone di PT ABC

<https://doi.org/10.37373/jenius.v6i2.1836>

V. Constantinus, R. Sitepu, And A. Joewono,

"Penerapan Total Productive Maintenance

(Tpm) Untuk

Efektivitas Mesin Dengan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Sebagai Alat Ukur Di Pt Xyz,"



Buletin

Profesi Insinyur, Vol. 6, No. 3, Pp. 94-101, Jul. 2023, Doi: [10.20527/Bpi.V6i3.217](https://doi.org/10.20527/Bpi.V6i3.217).

[6] D. Kurniawan, H. Rarindo, L. Agustriyana,

And A. Dani, "Preventive Maintenance Pada Articulated Dump

Truck Komatsu Hm400-3r Di Pt. Pamapersada Nusantara Bontang Preventive Maintenance On Komatsu

Hm400-3r Articulated Dump Truck At Pt. Pamapersada Nusantara Bontang," J. Teknol., Vol. 17, No. 1, P.

2023, 2023.

[7] I. A. S. Wulandari, H. C. Wahyuni, I. Mardiyah, And N. R. Hanun, "Environment Performance Index

Assessment On Food Production: A Case Study In Indonesia,"



Jurnal Teknik Industri, Vol. 23, No. 2, Pp. 93-

104, Aug. 2022, Doi: 10.22219/Jtiumm.Vol23.No2.93-104.

[8] J. Anthony, T. A. R. Arungpadang, And C. S.

C. Punuhsingon, "Penerapan Reliability centered maintenance



ejournal.unsrat.ac.id

<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jtmu/article/view/51994>

Pada Perencanaan Waktu Interval Preventive Maintenance

Unit Container Crane Di Terminal Peti Kemas Pt



[doi.org | ANALISIS EFEKTIVITAS MANAJEMEN PERAWATAN TERHADAP KINERJA CONTAINER CRANE DI TERMINAL PETI KEMAS PT PELINDO IV BITUNG](https://doi.org/10.35793/jtm.v9i2.50529)

<https://doi.org/10.35793/jtm.v9i2.50529>

Pelindo Iv

Bitung,"



Jurnal Tekno Mesin, Vol. 10, No. 1, 2024, [Online]. Available:

<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jtmu>

[9] D. Maulana, A. Pratama, And W.



Widiasih,

"Usulan Jadwal Pemeliharaan Mesin Crane Dengan Metode

Reliability centered maintenance,"

Prozima, Vol. 8, No. 2, Pp. 2541-5115, 2024, Doi:

10.21070/Prozima.V8i2

.1719.

[10] F. Clea Putri, "Analisis Manajemen Perawatan Komponen Apill Tenaga Surya Dengan Pendekatan Reliability

centered maintenance," Metode Jurnal Teknik Industri,



Vol. 9, No. 2, Pp. 7818718-78835283, 2023.

[11] N. Dwi, A. Asmoro,

And W. Widiasih, "Analisis Keandalan Mesin Untuk Meningkatkan Kinerja Pada Mesin

Extruder Di Pt. Rapindo Plastama,"



Journal Of Industrial View, Vol. 4, No. 2, 2022.

[12] S. Purba, L. Parinduri, And B. Harahap,

"Penentuan Interval Waktu Preventif Maintenance Pada Mesin Open

Top Roller Menggunakan Metode Reliability centered maintenance Di Unit Pabrik Teh Kebun Tobasari Pt.



Buletin Utama Teknik,

Vol. 16, No. 2, Pp. 1410–4520, 2021.

[13] H. Hardiansyah, F.



Franciscus, And E. Yuniarti,

"Analisis Keandalan Main Batterypesawat Crj-1000 Di

Maskapai Garuda Indonesia,"

Jurnal Teknologi Kedirgantaraan,

Vol. 9, No. 1, 2023.

[14] A. F. A. Duta, W. T. Bhirawa, And B.



Arianto,

"Schedule



journal.universitassuryadarma.ac.id | SCHEDULE MAINTENANCE PENGANTIAN KOMPONEN HOUSING VALVE PROPELLER CONTROL PADA PESAWAT C 130 H/S HERCUL...
<https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/ftin/article/download/1385/1314>

Maintenance Penggantian Komponen Hous
ing

Valve Propeller Control Pada Pesawat C 130 H/S Hercules Berdasarkan Perhitungan

Reliability," Jurnal

Teknik Industri, Vol. 13, No. 2, 2024.

[15] Silvia, R. I. D. Suyatmo, And Murnianti, "Analisis



journal.universitaspahlawan.ac.id
<https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp/article/view/40701>

Preventive Maintenance Berdasarkan Mean Time Between

Failure (Mtbf) Dan Mean Time To Repair (Mttr) Pada Alat Blow Molding Di Pt

Xyz,"



Jurnal Pengabdian

Masyarakat Bangsa, Vol. 2, No. 8, 2023, [Online].

Available:

<https://jurnalpengabdianmasyarakatbangsa.com/index.php/jpmba/index>

[16] I. Mujiarto, E. Indro Asmoro, And Kundori, "Pengukuran Laju Kerusakan Dengan Mengindikasikan Nilai

Mtbf Dalam Manajemen Perawatan Mesin Pada Pt. Aic," Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan

Informatika, Vol. 1, No. 3, Pp. 14–23, 2022.

[17]



www.syekhnurjati.ac.id
<https://www.syekhnurjati.ac.id/journal/index.php/itej/article/view/204>

A. J. Wardana And M. Abdulrahim,
"Strategi Meningkatkan Keandalan Mesin Reader Untuk Memperpendek

Antrian Pada Gate 7 Gerbang Waru Ramp,”



Innovative: Journal Of Social Science Research,

Vol. 4, No. 3,

2024.

[18] P. W. Ndari Et Al., Ekonomi ReKayasa. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah, 2025. [Online]. Available:

<https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Vo5peqaaqbaj>

[19] A.



Hanasari, A. Eka Putri, B. Ananda Lubis, A. A. Rana, And M. A. Samsuddin,

“Pengaspalan Jalan Di Desa

Air Duren Upaya Peningkatan Infrastruktur Untuk Kesejahteraan Masyarakat,” Peng: Jurnal Ekonomi Dan

Manajemen,



Vol. 2, No. 2, Pp. 1511–1528, Nov. 2024, Doi: 10.62710/H59mz879.

Page | 11



archive.umsida.ac.id

<https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703>

**Conflict
of Interest**

Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

[20] E. A. Pailis, U. Isbah, And R.



Linda,

“Analisis Kelayakan Industri Kreatif Anyaman Pandan Di Kecamatan

Kuantan Tengah Kabupaten Kuantan Singingi,” Innovative: Journal Of Social Science Research, Vol. 4, No.

4, 2024.

[21] D.



Siregar,

“Analisis Kelayakan Proyek Dengan Pendekatan Benefit cost ratio,”

Jurnal Syntax Admiration,

Vol. 4, No. 2, 2023, [Online]. Available:

<https://Jurnalsyntaxadmiration.Com/Index.Php/Jurnal/Article/Download/385/642>

[22] M. M. Dr. Sri Handini, M. M. Dra. Erwin Dyah Astawinetu, And S. M. Pustaka, Teori Portofolio Dan Pasar

Modal Indonesia. Scopindo Media Pustaka, 2020. [Online]. Available:

<https://books.google.co.id/books?id=6wb-Dwaaqbaj>