
PENERAPAN METODE RELIABILITY – CENTERED MAINTENANCE (RCM) DALAM PERENCANAAN PERAWATAN MESIN BUBUT KONVENSIONAL PADA CV. MULTITECH JAYA AGUNG

Zachwa Sabitha Rizky Arifin Putri ¹, Yanuar Pandu Negoro ², Hidayat ³
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia
e-mail : zachwa.sabitha29@gmail.com

ABSTRAK

CV. Multitech Jaya Agung merupakan perusahaan manufaktur yang sering mengalami downtime produksi akibat kerusakan berulang pada mesin bubut CQ 6230. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kegiatan perawatan mesin dengan menggunakan metode Reliability-Centered Maintenance (RCM). Metode RCM digunakan untuk mengidentifikasi fungsi sistem, mode kegagalan, dan dampaknya, sehingga dapat ditentukan strategi pemeliharaan yang paling efektif. Fokus penelitian adalah pada komponen kritis seperti spindle, chuck, motor, dan gear yang berdasarkan analisis Pareto menjadi penyumbang kerusakan terbesar. Data kerusakan dari Januari 2025 hingga Maret 2025 dianalisis untuk menghitung nilai MTTR, MTTF, dan MTBF serta menentukan interval pemeliharaan optimal menggunakan pendekatan Total Minimum Downtime (TMD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan RCM mampu meningkatkan keandalan mesin dan mengurangi downtime melalui perencanaan perawatan yang lebih efisien dan proaktif. Metode ini juga berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas dan kelancaran proses produksi.

Kata kunci : Reliability-Centered Maintenance, Mesin Bubut, MTTR, MTTF, MTBF, Total Minimum Downtime.

ABSTRACT

CV. Multitech Jaya Agung, a manufacturing company, frequently faces production downtime due to repeated failures in its CQ 6230 lathe machine. This study aims to optimize machine maintenance using the Reliability-Centered Maintenance (RCM) method. RCM identifies system functions, failure modes, and their effects to determine the most effective maintenance strategies. The research focuses on critical components—spindle, chuck, motor, and gear—which account for the majority of breakdowns based on Pareto analysis. Failure data from January 2025 to March 2025 were analyzed to calculate MTTR, MTTF, and MTBF, and to determine optimal maintenance intervals using the Total Minimum Downtime (TMD) approach. The findings show that applying RCM improves equipment reliability and reduces downtime by enabling proactive and efficient maintenance planning. This method helps increase productivity and ensures more reliable machine operations.

Keywords : Reliability-Centered Maintenance, Lathe Machine, MTTR, MTTF, MTBF, Total Minimum Downtime.

Jejak Artikel

Upload artikel : 15 Juni 2025

Revisi : 20 Juni 2025

Publish : 3 Juli 2025

1. PENDAHULUAN

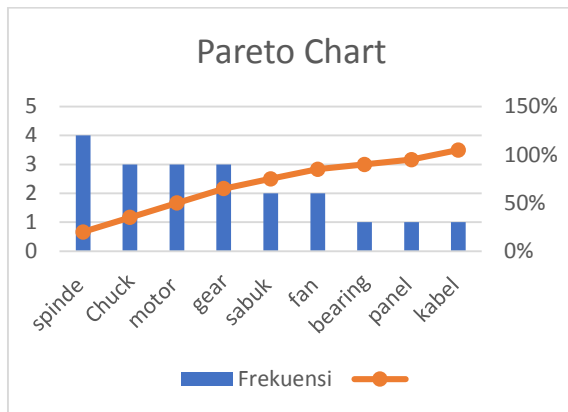
Dalam dunia industri manufaktur, keandalan mesin produksi menjadi faktor krusial dalam menjaga kontinuitas operasi dan produktivitas perusahaan. Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah downtime, yaitu waktu henti mesin akibat kerusakan. CV. Multitech Jaya Agung, sebuah perusahaan manufaktur komponen mesin industri, mengalami permasalahan serius terkait downtime mesin

bubut konvensional tipe CQ 6230 yang digunakan sejak tahun 2003.

Berdasarkan data historis dari bulan Maret 2024 hingga Maret 2025, terdapat total 186 kejadian kerusakan, di mana 56 kasus terjadi pada mesin bubut CQ 6230. Analisis Pareto menunjukkan bahwa empat komponen utama, yaitu spindle, chuck, motor, dan gear, menyumbang lebih dari 70% terhadap total kerusakan tersebut.

Tabel 1. Data Historis *Maintenance*

Bulan	Mesin CQ 6230	Mesin CZ 300A	Mesin Milling ZAY 7032
marc 24'	5	1	4
apr 24'	1	3	1
may 24'	5	0	1
jun 24'	2	3	4
jul 24'	6	4	2
aug 24'	3	2	4
sept 24'	5	1	2
oct 24'	1	2	1
nov 24'	2	0	2
dec 24'	6	4	1
jan 25'	8	5	1
feb 25'	7	1	3
marc 25'	4	4	3
Total	55	30	29



Gambar 1. Grafik Pareto Chart

Komponen-komponen tersebut mengalami kerusakan dengan pola berulang, yang diduga berasal dari keausan akibat usia mesin dan kurangnya strategi perawatan yang terstruktur. Hal ini mendorong perlunya pendekatan perawatan berbasis analisis keandalan.

Salah satu metode yang terbukti efektif dalam menyusun strategi perawatan berbasis risiko adalah Reliability Centered Maintenance (RCM). RCM memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi mode kegagalan dari setiap komponen, menganalisis dampaknya terhadap sistem, dan menentukan jenis tindakan perawatan yang paling tepat. Dengan pendekatan ini, perusahaan dapat menurunkan downtime, meningkatkan efektivitas perawatan, dan memaksimalkan efisiensi biaya operasional.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode RCM pada mesin bubut CQ 6230 di CV. Multitech Jaya Agung guna menyusun jadwal perawatan optimal berdasarkan data kerusakan aktual dan perhitungan keandalan seperti MTTR (Mean Time To Repair), MTTF (Mean Time To Failure), serta simulasi Total Minimum Downtime (TMD).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menyusun strategi perawatan mesin bubut CQ 6230 secara optimal, diperlukan pendekatan sistematis yang dapat menganalisis seluruh aspek fungsi dan potensi kegagalan komponen. Salah satu metode yang tepat digunakan adalah Reliability Centered Maintenance (RCM), karena mampu mengintegrasikan aspek teknik, operasional, dan risiko kegagalan dalam penyusunan keputusan pemeliharaan.

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual kerusakan mesin dan menyusun strategi perawatan berdasarkan analisis keandalan. Objek penelitian adalah mesin bubut konvensional tipe CQ 6230 yang digunakan di CV. Multitech Jaya Agung.

2.1. Sumber Data

Data yang digunakan diperoleh melalui:

- Observasi langsung di lapangan
- Wawancara dengan teknisi dan owner
- Dokumentasi historis kerusakan mesin

Data kerusakan pada mesin bubut CQ 6230 yang telah dikumpulkan selama bulan Januari – Maret 2025. Data tersebut meliputi data jenis kerusakan, penyebab kerusakan dan lama perbaikan. Berikut ini adalah data kerusakan mesin bubut CQ 6230 dapat dilihat pada tabel

Tabel 2. Historis *Maintenance*

Tanggal	Jenis Kerusakan	Lama Perbaikan (Jam)	Waktu Mulai Berhenti	Waktu Selesai Perbaikan	Alasan Kerusakan

03-Jan-25	Chuck longgar	3	09:15	11:15	Sistem pengu nci aus
07-Jan-25	Motor tidak stabil	4	10:00	14:00	Putaran tidak konsisten
10-Jan-25	Gear utama aus	4	09:30	13:30	Gear sudah tipis
14-Jan-25	Spindle bergetar	4	13:00	16:00	Spindle aus dan longgar
18-Jan-25	Sabuk penggerak putus	3	11:00	13:00	Sabuk sudah getas
21-Jan-25	Bearing spindle pecah	5	09:45	14:45	Kerusakan
25-Jan-25	Panel kontrol error	3	14:15	17:15	Komponen elektronik tua terkena debu
29-Jan-25	Kabel power meleleh	4	10:30	14:30	Isolasi kabel tua mengelupas, menyebabkan panas berlebihan

02-Feb-25	Fan pendingin mati	2	15:30	17:30	Motor fan sudah tidak kuat
06-Feb-25	Chuck longgar	2,5	09:00	11:30	Sistem pengu nci tidak diganti sejak lama
10-Feb-25	Gear transmisi slip	4	13:00	17:00	Gigi gear menipis
13-Feb-25	Motor overheating	5	09:15	14:15	Pelumas kurang
17-Feb-25	Spindle aus	3	14:00	17:00	Gesekan berulang tanpa pelumas rutin
21-Feb-25	Sistem pelumasan tersumbat	2	15:00	17:00	Oli menge ntal, sirkulasi terhambat
25-Feb-25	Sensor posisi tidak akurat	3	09:45	12:45	Sensor respons lambat

28-Feb-25	Gear utama bunyi kasar	3	10:30	13:30	Gear tidak presisi
03-Mar-25	Chuck longgar	2	13:15	15:15	Sistem mekanis penguncian lemah
07-Mar-25	Motor tidak menyala	5	09:30	14:30	Komutator rusak
11-Mar-25	Fan spindle tidak berfungsi	2	13:30	15:30	Fan aus
15-Mar-25	Sabuk penggerak kendorn	3	10:00	13:00	Sabuk aus

2.2. Langkah – Langkah Metodologi

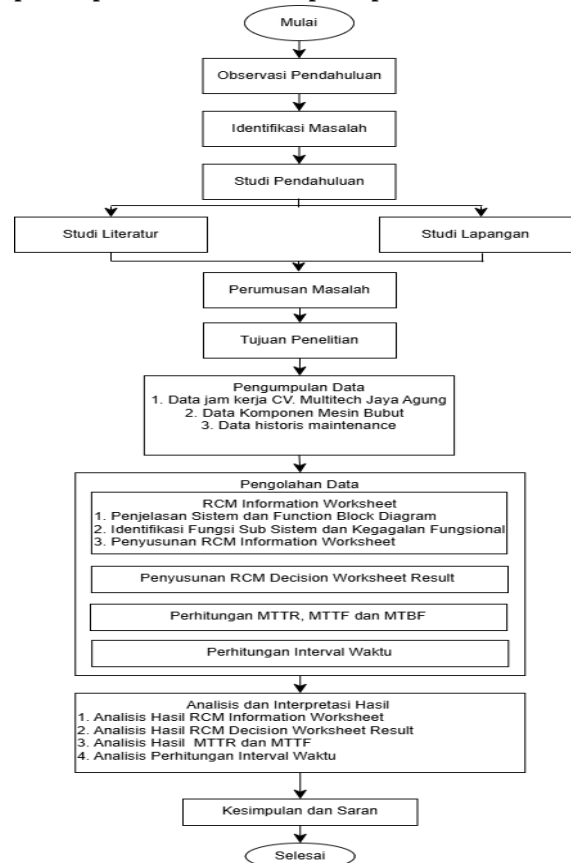
Penelitian ini menggunakan pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM), dengan tahapan sebagai berikut:

- Identifikasi sistem dan fungsi peralatan, untuk mengetahui peran utama mesin bubut CQ 6230 dalam proses produksi.
- Penentuan functional failure, yaitu ketidaksesuaian antara kondisi mesin saat ini dengan fungsi yang diharapkan.
- Analisis mode kegagalan (failure mode) dari komponen utama.
- Evaluasi dampak dari kegagalan terhadap operasional mesin.
- Penentuan jenis tugas pemeliharaan: preventive, predictive, atau corrective.

- Perhitungan parameter keandalan, yaitu:
MTTR (Mean Time To Repair): rata-rata waktu perbaikan.
MTTF (Mean Time To Failure): rata-rata waktu antarkerusakan.
MTBF (Mean Time Between Failure): rata-rata waktu antara perbaikan dan kegagalan berikutnya.
- Penentuan interval perawatan optimal berdasarkan pendekatan Total Minimum Downtime (TMD), menggunakan distribusi lognormal.

2.3. Diagram Alir

Berikut adalah gambaran umum dari alur penerapan metode RCM pada penelitian ini:



Gambar 2. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan temuan-temuan penting terkait kondisi keandalan mesin bubut CQ 6230 di CV. Multitech Jaya Agung. Berdasarkan data historis kerusakan, observasi lapangan, dan hasil perhitungan keandalan, dapat dijabarkan hasil-hasil berikut:

3.1. Analisis Downtime

Selama periode Januari hingga Maret 2025, tercatat 20 kali kejadian kerusakan dengan total downtime sebesar 66 jam dari total 616 jam waktu kerja mesin. Hal ini menghasilkan persentase downtime sebesar:

$$Downtime\ (%) = (66/616) \times 100 = 10,71\%$$

Downtime sebesar ini cukup signifikan dalam industri manufaktur karena berdampak langsung pada keterlambatan produksi dan biaya operasional.

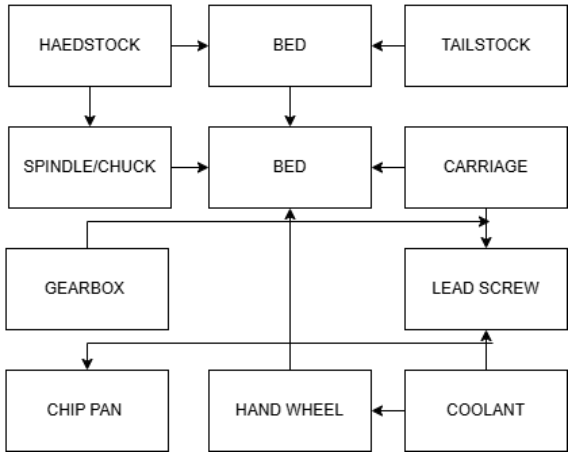
3.2. Function Block Diagram

Setelah mengetahui mengetahui fungsi dari berbagai sub sistem serta komponen yang ada pada mesin bubut. Tahap selanjutnya yakni membuat Function Block Diagram untuk mengetahui hubungan antar sub sistem.

- Bed (Meja Mesin)
Sebagai landasan utama seluruh komponen. Menopang dan menjaga presisi gerak headstock, tailstock, carriage, dan lead screw.
- Headstock & Spindle
Mengubah tenaga motor menjadi putaran spindle. Spindle memutar benda kerja melalui chuck sebagai input utama pembubutan.
- Chuck
Menjepit benda kerja. Terhubung langsung dengan spindle untuk meneruskan putaran ke benda kerja.
- Tailstock
Menopang ujung benda kerja dan alat bantu (bor/pahat). Dapat digeser sepanjang bed untuk menyesuaikan posisi.
- Carriage (Eretan)
Menggerakkan pahat ke benda kerja secara manual atau otomatis. Bergerak di atas bed mengikuti alur pahat.
- Lead Screw & Feed Rod
Menggerakkan carriage: lead screw untuk ulir, feed rod untuk pemakanan otomatis. Tenaga berasal dari gearbox.
- Gearbox
Mengatur kecepatan spindle dan feed rate. Menyalurkan tenaga dari motor ke spindle dan sistem gerak lainnya.
- Hand Wheel
Memberi kontrol manual pada carriage, cross slide, dan tailstock untuk posisi pahat dan benda kerja.

- Chip Pan
Menampung serpihan logam dari proses pemotongan. Terletak di bawah area kerja.
- Coolant System
Menyemprotkan cairan pendingin ke area potong. Menjaga suhu dan memperpanjang umur pahat.

Berdasarkan penjelasan diatas, berikut adalah Function Block Diagram dari mesin bubut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Function Block Diagram

3.3. RCM Information Worksheet

Berikut sebagai bagian dari proses Reliability Centered Maintenance, dilakukan identifikasi terhadap fungsi utama, kegagalan fungsional, mode kegagalan, dan efek dari kerusakan pada komponen-komponen utama mesin. Hasil analisis ini dituangkan dalam worksheet berikut:

Tabel 3. RCM Information Worksheet

RCM Information Worksheet					
No.	Componen	Function	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect
1.	Spindle	Memutar benda kerja yang dijepit chuck.	Spindle bergeser	Spindle aus dan longgar	Ketidakpresisian dalam proses pemotongan yang menyebabkan hasil kerja tidak akurat dan produk cacat Potensi kerusakan pada benda kerja karena gerakan yang tidak stabil
			Bearing spindle pecah	Kerusakan karena beban tinggi terus-menerus	Mempercepat degradasi komponen bearing Meningkatkan risiko kegagalan mendadak saat operasi
			Spindle aus	Gesekan berulang tanpa pelumasan rutin	Mengurangi umur pakai spindle secara signifikan Meningkatkan suhu operasional yang berlebihan
					Merusak permukaan kontak spindle
2.	Chuck	Menjepit benda kerja agar stabil saat berputar.	Chuck longgar	Sistem pengunci aus	Berpotensi menyebabkan kemacetan atau seizure pada spindle Sistem pendinginan tidak optimal
					Risiko overheating pada spindle meningkat
			Sistem mekanis yang memiliki penguncian lemah		Mengurangi presisi pengerjaan sehingga pembentukan benda kerja tidak sesuai Risiko keselamatan jika benda kerja terlepas saat operasi
					Penguncian benda kerja tidak optimal Kemungkinan pergeseran benda kerja selama proses Kualitas hasil pengerjaan tidak konsisten

				Sistem pengunci tidak diganti sejak lama	Risiko kegagalan penguncian total
					Potensi kecelakaan kerja serius
					Downtime tidak terencana yang panjang
3.	Motor	Memberikan tenaga untuk putaran chuck	Motor tidak bekerja dengan stabil	Putaran tidak konsisten	Variasi kecepatan yang tidak terkontrol
			Motor Overheat	Pelumasan kurang	Meningkatkan beban kerja pada sistem transmisi
					Peningkatan gesekan dan keausan internal
					Umur pakai motor berkurang drastic
			Motor tidak menyala	Komutator rusak	Kegagalan sistem total
					Kebutuhan penggantian komponen yang mendesak
4.	Gear		Gear utama aus	Gear sudah tipis karena gesekan jangka Panjang	Perubahan rasio transmisi yang mempengaruhi kecepatan output

		Mengubah rasio putaran dan arah putaran			Pengipisan gigi yang meningkatkan risiko patah gigi
			Gear transmisi slip	Gigi gear memipis	Akurasi pemesian terganggu
			Gear berbunyi kasar	Gear tidak presisi lagi karena aus	Transfer daya tidak efisien
					Vibrasi berlebih yang mempengaruhi kualitas pemesian
					Mempercepat keausan komponen lain dalam sistem transmisi

3.4. RCM Worksheet

Tabel 4. RCM Worksheet

RCM Decision Worksheet																		
No.	Component	Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Action Required			
									S1	S2	S3							
		F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1.	Spindle	Memutar benda kerja yang dipeji chuck.	Spindle bergetar	Spindle aus dan longgar	N	N	N	Y	Y	N	N	N	-	-	-	-	Monitoring getaran & alignment bulanan	
		Bearing spindle pecah	Kerusakan karena beban tinggi terus-menerus		N	Y	N	Y	N	N	Y	-	-	-	-	-	Penggantian bearing terjadwal	
		Spindle aus	Gesekan berulang tanpa pelumasan rutin		N	N	N	Y	N	Y	N	-	-	-	-	-	Overhaul spindle	
			Fan spindle tidak berfungsi	Fan aus	Y	Y	N	Y	Y	N	N	Y	-	-	-	-	Pemeriksaan & pembersihan	
2.	Chuck	Menjepit benda kerja agar stabil saat berputar.	Chuck longgar	Sistem pengunci aus karena usia	N	Y	N	Y	Y	N	N	-	-	-	-	-	Pemeriksaan kekencangan chuck	
				Sistem mekanis yang penguncian lemah	N	N	N	Y	N	Y	N	-	-	-	-	-	Overhaul chuck	
				Sistem pengunci tidak diganti sejak lama	N	Y	N	Y	N	N	N	-	-	-	-	-	Replacement sistem pengunci	
3.	Motor	Memberikan tenaga untuk putaran chuck	Motor tidak bekerja dengan stabil	Putaran tidak konsisten	N	N	N	Y	Y	N	N	-	-	-	-	-	Monitoring suhu motor	
			Motor Overheat	Pelumasan kurang	N	Y	N	Y	Y	N	N	-	-	-	-	-	Monitoring suhu motor	
			Motor tidak menyala	Komutator rusak	N	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	-	-	Penggantian komutator sesuai umur pakai	
4.	Gear	Mengubah rasio putaran chuck	Gear utama aus	Gear sudah tipis karena gesekan jangka panjang	N	N	N	Y	N	Y	N	-	-	-	-	-	Overhaul gear	
			Gear transmisi slip	Gigi gear memipis	N	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	-	-	Penggantian gear transmisi	
			Gear berbunyi kasar	Gear tidak presisi lagi karena aus	N	N	N	Y	Y	N	N	-	-	-	-	-	Monitoring suara & vibrasi	

Berdasarkan hasil analisis RCM Decision Worksheet, komponen kritis mesin dikategorikan menurut consequence evaluation yang mencakup aspek Hidden Failure (H), Safety (S), Environment (E), Operational (O), dan Non-Operational (N). Empat komponen

utama yaitu spindle, chuck, motor, dan gear menunjukkan karakteristik sebagai berikut:

- Spindle: Mode kegagalan seperti aus, longgar, dan fan tidak berfungsi berdampak besar pada operasional (O=Y). Tindakan pemeliharaan meliputi monitoring getaran, penggantian bearing, overhaul, serta pemeriksaan fan secara berkala.
- Chuck: Kegagalan seperti sistem pengunci yang aus menimbulkan risiko operasional dan keselamatan (S=Y, O=Y). Tindakan yang disarankan adalah pemeriksaan kekencangan, overhaul, dan penggantian pengunci.
- Motor: Kegagalan seperti ketidakstabilan, overheat, dan kerusakan komutator berdampak pada keselamatan dan operasional (S=Y, O=Y). Disarankan monitoring suhu dan penggantian komponen sesuai umur pakai.
- Gear: Mode kegagalan seperti aus dan transmisi slip berdampak operasional (O=Y). Pemeliharaan meliputi overhaul, penggantian gear, dan pemantauan suara serta vibrasi.

Penerapan strategi pemeliharaan preventif dan inspeksi berkala pada komponen-komponen tersebut diperlukan untuk meminimalkan downtime dan mencegah kegagalan mendadak.

3.5. Perhitungan MTTR,MTTF dan MTBF Komponen

Dari 20 kejadian kerusakan yang dianalisis, dilakukan perhitungan Mean Time To Repair (MTTR), Mean Time To Failure (MTTF), dan Mean Time Between Failure (MTBF) untuk masing-masing komponen kritis:

Komponen	MTTR (jam)	MTTF (jam)	MBTF (jam)
Spindle	3,25	445	448,25
Chuck	2,5	696	698,5
Motor	4,67	535	539,67
Gear	3,67	584,5	589,15

Nilai MTTF menunjukkan interval rata-rata waktu antarkerusakan, sedangkan MTTR menunjukkan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan. MTBF (Mean Time Between Failure) adalah jumlah dari MTTF dan MTTR, menggambarkan rata-rata waktu operasional antara dua kerusakan.

Dari hasil ini, terlihat bahwa MTTR nilai tertinggi terdapat pada motor 4,67 jam, artinya komponen ini memerlukan waktu perbaikan yang paling lama dibandingkan lainnya. MTTF

nilai tertinggi dimiliki oleh chuck 696 jam atau setara dengan 87 hari jam kerja, menandakan bahwa komponen ini cukup jarang mengalami kerusakan meskipun waktu perbaikannya relatif cepat (2,5 jam). Komponen dengan nilai MTBF tertinggi adalah Chuck 698,5 jam setara dengan 87 hari jam kerja, yang mengindikasikan performa operasionalnya cukup stabil namun tetap membutuhkan perawatan berkala untuk mencegah penurunan fungsi.

3.6. Interval Perawatan Menggunakan TMD

Selanjutnya dilakukan simulasi Total Minimum Downtime (TMD) untuk menentukan interval optimal perawatan masing-masing komponen berdasarkan distribusi lognormal dan normal.

Komponen	Interval Optimal Perawatan
Spindle	38 hari
Chuck	2 hari
Motor	56 hari
Gear	29 hari

Spindle memiliki interval perawatan 38 hari, menunjukkan komponen ini memiliki keandalan yang cukup tinggi, tetapi tetap perlu dijaga karena dampaknya besar bila terjadi kerusakan. Chuck memerlukan perawatan setiap 2 hari, karena merupakan komponen yang sangat rentan terhadap keausan akibat kontak langsung dengan benda kerja. Motor memiliki interval perawatan terpanjang yaitu 56 hari, mencerminkan keandalannya dalam operasi normal, namun tetap perlu pemeriksaan berkala untuk mencegah overheating atau gangguan listrik. Gear membutuhkan interval perawatan 29 hari, berada di tengah – tengah antara chuck dan spindle dari segi ketahanan, rentan terhadap gesekan dan aus.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian berjudul “Penerapan Metode Reliability-Centered Maintenance (RCM) dalam Optimasi Perawatan Mesin Bubut Konvensional pada CV. Multitech Jaya Agung”, metode RCM terbukti efektif dalam mengidentifikasi fungsi sistem, mode kegagalan, serta dampak kerusakan, sehingga strategi pemeliharaan dapat diterapkan secara efisien dan terarah. Analisis Pareto menunjukkan bahwa

komponen spindle, chuck, motor, dan gear merupakan penyumbang utama kerusakan, sehingga fokus perawatan pada komponen tersebut mampu menurunkan downtime secara signifikan.

Melalui perhitungan MTTR, MTTF, MTBF, dan pendekatan Total Minimum Downtime (TMD), diperoleh jadwal perawatan preventif optimal: spindle setiap 38 hari, chuck 2 hari, motor 56 hari, dan gear 29 hari. Hasil ini membuktikan bahwa tujuan penelitian untuk merancang jadwal perawatan mesin berbasis RCM tercapai.

Penerapan RCM meningkatkan keandalan mesin, mengurangi waktu henti produksi, dan mendorong perawatan yang lebih proaktif. Hal ini berdampak pada efisiensi biaya serta peningkatan produktivitas. Oleh karena itu, metode RCM sangat direkomendasikan bagi industri manufaktur, khususnya yang menggunakan mesin tua atau sering mengalami downtime, untuk meningkatkan keandalan peralatan dan daya saing perusahaan.

4.2. Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan oleh penulis sebagai rekomendasi perbaikan adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan implementasi secara bertahap terhadap jadwal perawatan mesin bubut yang telah dirancang dengan metode RCM, guna menguji efektivitasnya di lingkungan operasional nyata serta melakukan penyesuaian jika ditemukan kendala dalam pelaksanaannya.
2. Diperlukan pelatihan dan pendampingan bagi teknisi maupun operator mesin terkait pemahaman konsep RCM, pelaksanaan tugas perawatan, serta pentingnya pencatatan kondisi mesin secara rutin untuk mendukung keberhasilan sistem perawatan.
3. Jadwal perawatan yang telah disusun hendaknya dievaluasi secara berkala dengan mempertimbangkan data historis kerusakan dan kondisi terkini mesin, sehingga dapat dilakukan pemutakhiran untuk menjaga efektivitas dan relevansi jadwal tersebut.
4. Disarankan agar perusahaan mengembangkan sistem informasi berbasis digital untuk pencatatan dan pemantauan kegiatan perawatan, sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis secara sistematis dan mendukung pengambilan keputusan manajerial yang lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, A., & Marquez, A. C. (2020). Reliability-centered maintenance: A strategic tool for industrial asset management. Springer.
- Assauri, S. (1993). Manajemen Produksi dan Operasi. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Chen, Y., Zhang, H., Wang, L., & Li, J. (2022). Condition-based maintenance optimization with uncertain monitoring data. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 28(2), 257–274.
- Daryus. (2008). Manajemen Pemeliharaan Mesin. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Effendi, F., & Triyanto, A. (2024). Penerapan Metode RCM pada Mesin Super Mixer dalam Industri Farmasi untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional. *Scientica Journal*,
- Hutabarat, M., Mesra, T., & Azmi, A. (2023). Penerapan Perawatan Mesin Excavator Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance di PT Pelindo I (Persero) Cabang Dumai. *Jurnal Arti*,
- Khan, F., Rathore, M. H., & Siddiqui, N. A. (2022). Optimizing industrial equipment reliability using RCM: A review of critical practices. *International Journal of Industrial Engineering*, 29(1), 30–45.
- Kresna Payung, Y., Nursanti, E., & Priyasmanu, T. (2023). Analisis Sistem Perawatan Pompa Sentrifugal Menggunakan Metode RCM untuk Mengetahui Interval Penggantian Optimum di Perumda Tirta Kanjuruhan. *Jurnal Valtech*,
- Kurniawan, A. (2013). Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin Industri. Graha Ilmu.
- Lukodono, R. (2020). Optimalisasi strategi maintenance berbasis RCM. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), 20–27.
- Manzini, R. (2010). Maintenance for industrial systems. Springer.
- Margana, A. S., Ayu, W. S., & Khoirunnisaa, E. I. (2025). Analisis Sistem Perawatan Menggunakan Metode RCM dengan Bantuan Failure Mode Effect Analysis pada Air Handling Unit G4. *Jurnal Teknologi*,
- Maylafaiz, A. A., & Wahyudin, W. (2024). Penerapan Perawatan Mesin Die Cut Menggunakan Metode RCM di PT Empat Perdana Karton. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*,
- Mobley, R. K. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Moubray, J. (1997). Reliability-Centered Maintenance (2nd ed.). Industrial Press Inc.
- Nugroho, Y. P., Wijaya, H., & Setiawan, D. (2022). Penerapan metode Total Minimum Downtime (TMD) pada mesin blower industri. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 10(2), 88–96.
- Pamungkas, R., Rachman, R., & Handoko, T. (2023). Dampak risiko kerusakan mesin terhadap performa produksi. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Produksi*, 18(1), 45–51.
- Pintelon, L., & Parodi-Herz, A. (2020). Maintenance: An Evolutionary Perspective. In *Springer Handbook of Maintenance Management* (pp. 3–24). Springer.
- Rausand, M. (2021). Reliability of Safety-Critical Systems: Theory and Applications. Wiley.
- Santoso, D., & Chairul, M. (2023). Preventive maintenance planning using age replacement and TMD approach. *Jurnal Teknik Industri Indonesia*, 14(1), 45–52.
- Sikos, L., & Klemeš, J. J. (2023). Challenges in applying RCM in complex industrial systems. *Journal of Cleaner Production*, 385, 135621.
- Stephens, M. (1974). Anderson Darling Test. New York: Springer.
- Sudrajat, A. (2020). Perawatan dan Perbaikan Mesin Industri. Graha Ilmu.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Wisesa, M. D. (2020). Pengaruh Total Minimum Downtime terhadap efisiensi jadwal maintenance. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang*, 14(2), 67–73.
- Wildan Khalif, D. A. (2023). Analisa Perawatan Mesin Pembentuk Papan Fiber Semen Dengan Menggunakan Metode RCM di PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering (JSE)*, VIII, No. 4, 7138 – 7147