



## Analisis Perawatan Mesin Bubut CD6250C Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT. XYZ

Habib Baharudin<sup>1</sup>, Dedi Rizaldi<sup>2</sup>, Mochammad Rajib El Atros<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

<sup>1</sup>baharudinhabib12@gmail.com

### Abstract

PT XYZ is one of the industries engaged in the manufacturer of agricultural, plantation, industrial equipment / machinery that can make / engineer tools / machines. Conventional lathe is one of the production machines in PT XYZ. Lathe machines are often damaged so they require maintenance. This study aims to provide maintenance proposals for conventional lathe machines through the application of the RCM approach in order to get a more effective and efficient maintenance strategy, the application of RCM starts from identifying system functions and malfunctions, Intermediate Decision Tree (IDT) analysis and Logic Tree Analysis (LTA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) analysis, Mean Time Between Failure (MTBF) and Mean Time To Repair (MTTR) analysis and selection of maintenance proposals. From the results of the RCM analysis of conventional lathe machines, it is obtained that the components that have the largest Risk Priority Number (RPN) are Lathe Chisels 54 RPN, Chuck / Chamfer 30 RPN, V-Belt & Pulley 20 RPN. The results of the proposed maintenance for lathe machines are Preventive Maintenance, component maintenance is carried out before experiencing damage such as chuck before 1112.5 hours of use, Lathe Chisel before 185.08 hours of use, V-Belt + Pulley must be repaired before 2226 hours according to MTBF calculations.

Keywords: reliability centered maintenance (RCM), intermediate decision tree (IDT), logic tree analysis (LTA), failure mode and effect analysis (FMEA)

### Abstrak

PT. XYZ adalah salah satu industri yang bergerak dalam bidang produsen alat/mesin Pertanian, Perkebunan, Perindustrian yang bisa membuat/merekayasa alat/mesin. Mesin Bubut konvensional merupakan salah satu mesin produksi yang ada di PT. XYZ. Mesin bubut sering mengalami kerusakan sehingga membutuhkan pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan pemeliharaan terhadap mesin bubut konvensional melalui penerapan pendekatan RCM agar mendapatkan strategi pemeliharaan yang lebih efektif dan efisien, penerapan RCM mulai dari identifikasi fungsi sistem dan kegagalan fungsi, analisis *Intermediate Decision Tree* (IDT) dan *Logic Tree Analysis* (LTA), analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), analisis *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) dan pemilihan usulan perawatan. Dari hasil analisis RCM mesin bubut konvensional didapatkan komponen yang memiliki *Risk Priority Number* (RPN) terbesar adalah yaitu Pahat Bubut 54 RPN, Chuck/cekam 30 RPN, *V-Belt & Pulley* 20 RPN. Hasil Usulan perawatan untuk mesin bubut adalah *Maintenance Preventive*, perawatan komponen dilakukan sebelum mengalami kerusakan seperti *chuck/cekam* sebelum 1112,5 jam pemakaian, Pahat Bubut sebelum 185,08 jam pemakaian, *V-Belt + Pulley* harus perbaikan sebelum 2226 jam sesuai dengan perhitungan MTBF.

Kata Kunci: *reliability centered maintenance* (RCM), *intermediate decision tree* (IDT), *logic tree analysis* (LTA), *failure mode and effect analysis* (FMEA)

### 1. Pendahuluan

Dalam era industri modern yang ditandai oleh tingkat persaingan yang semakin tinggi dan dinamis, setiap perusahaan manufaktur dituntut untuk dapat meningkatkan baik kualitas maupun kuantitas produksi secara berkelanjutan. Peningkatan ini diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang terus berkembang sekaligus menjaga daya saing perusahaan di tengah

transformasi industri berbasis teknologi. Salah satu faktor kunci yang memengaruhi keberhasilan dalam pencapaian target produksi tersebut adalah kelancaran operasional peralatan produksi. Gangguan operasional yang disebabkan oleh kerusakan mesin, terutama yang bersifat mendadak, tidak hanya berdampak pada terganggunya jadwal produksi, tetapi juga dapat

menimbulkan kerugian finansial yang signifikan, meningkatnya biaya perbaikan, hingga penurunan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan.

Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemeliharaan peralatan yang tidak hanya efektif dalam mencegah terjadinya kegagalan, tetapi juga efisien dalam hal penggunaan sumber daya serta tepat sasaran dalam menangani risiko kerusakan. Sistem pemeliharaan yang dirancang dengan baik mampu memperpanjang umur pakai mesin, menurunkan frekuensi downtime, serta meningkatkan keandalan dan produktivitas sistem secara keseluruhan.

Sejumlah penelitian dan praktik industri telah menunjukkan bahwa pendekatan pemeliharaan berbasis keandalan merupakan strategi yang relevan dan adaptif terhadap tantangan operasional masa kini. Salah satu metode yang banyak diterapkan dalam konteks ini adalah *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) [1]. RCM merupakan pendekatan sistematis dan terstruktur yang tidak hanya berfokus pada tindakan perbaikan setelah terjadi kerusakan, tetapi juga menekankan pada pentingnya menjaga dan mempertahankan fungsi utama sistem secara berkelanjutan. Dengan kata lain, RCM bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pemeliharaan yang paling tepat berdasarkan fungsi, konsekuensi kegagalan, dan prioritas risiko dari masing-masing komponen dalam suatu sistem yang bertujuan menentukan strategi perawatan paling tepat berdasarkan fungsi dan risiko kegagalan dari setiap komponen mesin [2]. Penerapan metode RCM dan age replacement dalam analisa pemeliharaan mesin terbukti dapat menurunkan frekuensi kerusakan serta meminimalkan waktu henti produksi secara signifikan [3]. Identifikasi moda kegagalan menggunakan pendekatan RCM memberikan hasil yang efektif dalam menentukan tindakan pemeliharaan preventif untuk mesin produksi [4]. RCM tidak hanya fokus pada perbaikan kerusakan, tetapi juga pada pencegahan dan prediksi kegagalan. Dalam implementasinya, RCM sering didukung oleh teknik analisis seperti *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan menghitung tingkat risikonya, *Intermediate Decision Tree* (IDT) untuk klasifikasi dampak kegagalan, serta *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menetapkan jenis tugas pemeliharaan yang sesuai.

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi dan rekayasa mesin untuk sektor pertanian dan industri. Salah satu mesin utama yang digunakan adalah mesin bubut konvensional. Namun, saat ini sistem pemeliharaan mesin tersebut masih bersifat reaktif, di mana tindakan perbaikan hanya dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan. Hal ini menyebabkan peningkatan frekuensi downtime, tingginya biaya perbaikan, dan potensi menurunnya kualitas serta kuantitas produksi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang strategi pemeliharaan yang lebih tepat melalui pendekatan RCM. Dengan menggabungkan metode FMEA, IDT, dan LTA, diharapkan penelitian ini dapat memberikan usulan pemeliharaan yang mampu meningkatkan keandalan mesin bubut konvensional dan mendukung efisiensi produksi di PT. XYZ.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sistem pemeliharaan mesin bubut konvensional menggunakan pendekatan RCM dan menghasilkan strategi pemeliharaan yang efektif, efisien, serta sesuai dengan kebutuhan teknis dan operasional perusahaan.

## 2. Metode Penelitian

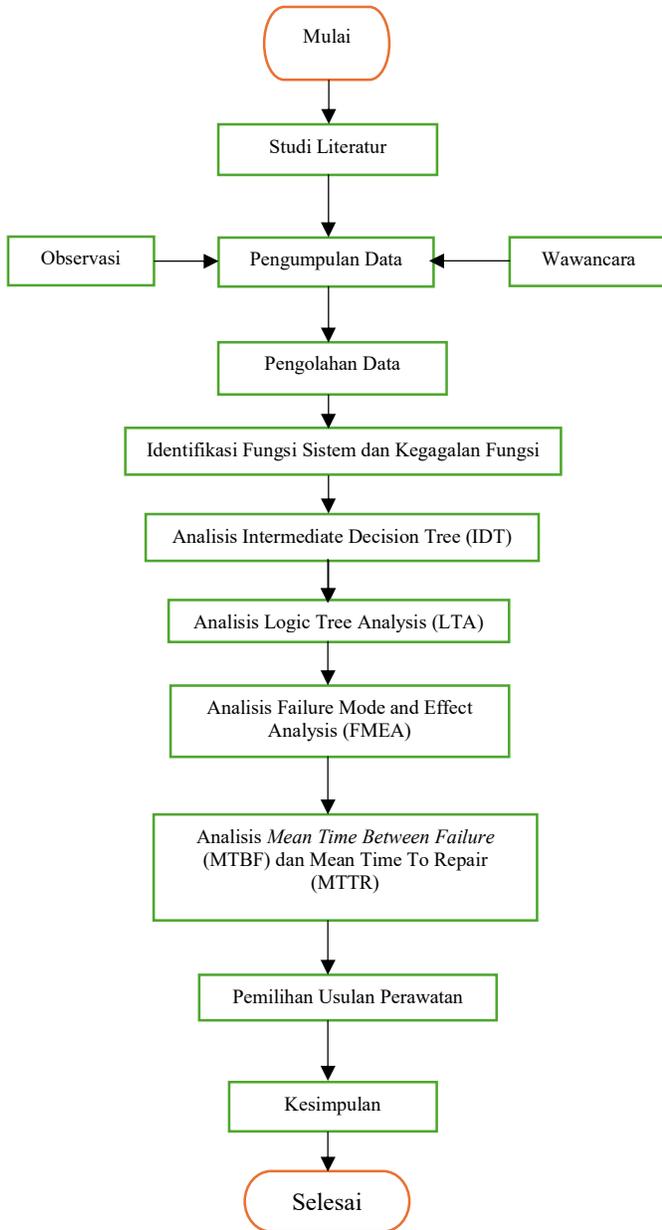
Penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mencari data-data referensi mengenai proses maintenance pada mesin bubut konvensional di PT. XYZ. Kemudian melakukan observasi secara langsung di lapangan serta pengamatan terhadap mesin bubut dan melakukan wawancara terhadap teknisi untuk mendapatkan data secara lebih detail dan mendalam terkait perawatan *maintenance* pada mesin bubut konvensional.

Kombinasi RCM dan Fault Tree Analysis (FTA) membantu memetakan akar penyebab kegagalan serta menetapkan strategi pemeliharaan yang sesuai dengan tingkat risiko [5]. Dengan menggunakan metode RCM II, interval perawatan dapat ditentukan berdasarkan usia pakai optimal dari komponen mesin, sehingga perawatan menjadi lebih efisien [6]:

1. Identifikasi Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi identifikasi fungsi dan kegagalan fungsi untuk mengetahui fungsi komponen beserta kegagalan yang dapat terjadi pada mesin bubut konvensional di PT. XYZ.
2. Analisis *Intermediate Decision Tree* (IDT) dan *Logic Tree Analysis* (LTA) analisis *Intermediate Decision Tree* (IDT) dan *Logic Tree Analysis* (LTA) digunakan untuk menentukan konsekuensi kegagalan serta menetapkan tindakan pemeliharaan yang paling tepat berdasarkan dampaknya terhadap keselamatan, produksi, dan deteksi kerusakan [7]
3. Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Pada analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menggunakan nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk memprioritaskan kegagalan berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan, dan deteksi kegagalan [8]
4. Analisis *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) Menghitung MTBF digunakan untuk memperkirakan interval rata-rata antar kegagalan, sedangkan MTTR menunjukkan durasi waktu rata-rata perbaikan hingga mesin kembali beroperasi normal [9] Sedangkan

Menghitung MTBF digunakan untuk memperkirakan interval rata-rata antar kegagalan, sedangkan MTTR menunjukkan durasi waktu rata-rata perbaikan hingga mesin kembali beroperasi normal [10]. Pemilihan usulan perawatan  
 Pemilihan usulan perawatan dari hasil perhitungan dan analisis perawat yang tepat untuk mesin bubut konvensional.

2.1. Flow Chart Penelitian



Gambar 1. Flow chart penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi,

Analisis IDT dan Analisis LTA

Berdasarkan data yang dikumpulkan, Masalah utama yang ditemukan pada Mesin Bubut Konvensional di PT. XYZ dalam waktu 1 tahun terletak pada komponen *Chuck/cekam*, Pahat Bubut, *V-Belt & Pulley*. Komponen-komponen ini sering mengalami gangguan yang berujung pada penurunan kinerja mesin, meningkatkan frekuensi downtime, dan menghambat proses produksi. Tabel 1 adalah data Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi, Analisis IDT dan Analisis LTA.

Tabel 1. Fungsi dan Kegagalan, Analisis IDT & LTA

Komponen Sistem	Fungsi Sistem	Kegagalan Sistem
<i>Chuck/cekam</i>	Untuk menjepit benda kerja	cekam tidak center Cekam macet
Pahat Bubut	Untuk menghilangkan material dari benda kerja untuk mencapai bentuk yang diinginkan	Pahat Tumpul Pahat patah
<i>V-Belt &amp; Pulley</i>	Sebagai penghubung daya dari motor ke poros melalui pulley yang mengikuti kecepatan putaran pada gearbox.	Belt pecah Belt Kendur Belt Slip Pully aus
IDT	Dampak Kegagalan (Nampak/Tersembunyi)	LTA
	Dampak terlihat langsung dan berpengaruh terhadap aspek produksi	Tugas Perawatan yang sesuai
	Dampak terlihat langsung dan berpengaruh pada aspek produksi	Pengawasan oleh Operator
	Dampak tidak terlihat, tersembunyi dan berpengaruh pada aspek produksi	Pengawasan oleh operator
	Dampak terlihat langsung dan berpengaruh pada aspek produksi	Penggantian Terjadwal
	Dampak terlihat langsung dan berpengaruh pada aspek produksi	Pemantauan Kondisi Perbaikan Terjadwal

Kondisi Mesin Bubut Sebelum Proses Pemeliharaan: Sebelum dilakukan pemeliharaan, mesin bubut konvensional di PT XYZ sering mengalami gangguan pada chuck/cekam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-5 yaitu ketidaksejajaran chuck/cekam, pahat bubut yang tumpul, dan v-belt yang kendur atau pecah. Gangguan-gangguan ini menyebabkan mesin sering

mengalami *downtime*, yang mengganggu kelancaran proses produksi dan meningkatkan biaya operasional. Selain itu, mesin juga mengalami penurunan performa, di mana beberapa komponen tidak berfungsi dengan optimal seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cakram mesin bubut

Salah satu permasalahan yang sering dijumpai pada komponen cakram mesin bubut adalah ketidakselarasan posisi penjepit terhadap benda kerja, yang mengakibatkan benda kerja tidak terpasang secara sentris terhadap sumbu putar mesin.



Gambar 3. Komponen pencekam mesin bubut

Permasalahan pada komponen penjepit mesin bubut sering terjadi saat proses penjepitan benda kerja, yang berpotensi mengganggu akurasi penyelarasan dan kestabilan selama proses pemotongan.

Setelah diterapkannya strategi pemeliharaan berbasis *Reliability Centered Maintenance* (RCM), kondisi operasional mesin bubut menunjukkan perbaikan yang signifikan. Beberapa komponen utama, seperti *chuck* (cekam), pahat bubut, serta sistem transmisi *V-belt* dan *pulley*, yang sebelumnya mengalami kerusakan secara berulang, kini berada dalam kondisi yang lebih stabil dan terjaga. Penerapan tindakan pemeliharaan preventif dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu pengawasan rutin oleh operator untuk komponen *chuck* dan pahat bubut, serta penggantian terjadwal untuk komponen *V-belt* dan *pulley*.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Intermediate Decision Tree* (IDT), *Logic Tree Analysis* (LTA), serta pengukuran *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR), telah memberikan kontribusi yang signifikan dalam perumusan strategi pemeliharaan.

Kombinasi metode tersebut memungkinkan identifikasi kegagalan secara menyeluruh, penilaian risiko, dan penentuan tindakan perawatan yang lebih tepat guna serta efisien, sehingga mendukung peningkatan keandalan mesin dalam jangka panjang.

### 3.2 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Dalam upaya merumuskan strategi pemeliharaan yang lebih efektif, analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada setiap komponen mesin serta menentukan prioritas penanganannya. Salah satu parameter utama dalam FMEA adalah *Risk Priority Number* (RPN), yang dihitung berdasarkan tiga faktor utama: tingkat keparahan (*Severity*), frekuensi kejadian (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi kegagalan (*Detection*). Nilai RPN memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat risiko yang ditimbulkan oleh masing-masing mode kegagalan. Dengan memanfaatkan nilai RPN, tim pemeliharaan dapat memfokuskan sumber daya dan tindakan perbaikan pada kegagalan yang memiliki dampak paling signifikan terhadap keandalan sistem. Pendekatan ini tidak hanya membantu dalam mengoptimalkan proses pengambilan keputusan, tetapi juga mendukung perencanaan pemeliharaan preventif secara lebih terarah dan efisien, sehingga mampu meminimalkan *downtime* dan meningkatkan kinerja operasional mesin secara keseluruhan.

Tabel 2. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Komponen	Mode kegagalan	S	Penyebab kegagalan
Chuck/cekam	Cekam tidak center, Cekam macet	5	Penyetelan cekam yang salah
	Pahat tumpul, Pahat patah	6	Penyetelan <i>tools post</i> tidak benar, pemakaian pahat
V-Belt & Pulley	V-belt kendur, V-belt pecah, pulley aus	5	usia komponen, pulley aus

O	Efek kegagalan	D	RPN
6	Benda kerja tidak center, Benda kerja tidak dapat dijepit	1	30
9	Kualitas benda kerja yang buruk Terjadi slip pada V-belt, putaran poros tidak maksimal	1	54
2		2	20

Perhitungan RPN

1. Chuck/cekam

$$RPN = 5 \times 6 \times 1 = 30$$

2. Pahat Bubut

$$RPN = 6 \times 9 \times 1 = 54$$

### 3. V- Belt & pulley

$$RPN = 5 \times 2 \times 2 = 20$$

Berdasarkan hasil analisis FMEA, nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi terdapat pada komponen pahat bubut, yaitu sebesar 54. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pahat bubut memiliki tingkat risiko kegagalan paling tinggi dan oleh karena itu harus menjadi prioritas dalam tindakan perbaikan maupun penggantian apabila terjadi indikasi kerusakan.

### 3.3 Analisis Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR)

Tabel 3 menyajikan data riwayat pengoperasian komponen pada mesin bubut konvensional selama satu tahun terakhir di PT. XYZ. Data ini digunakan sebagai dasar perhitungan nilai MTBF dan MTTR untuk mengevaluasi keandalan serta efektivitas pemeliharaan masing-masing komponen mesin.

Tabel 3. Data Operasional Mesin Bubut Konvensional

Komponen	Total Operasional Time (Jam)	Number Of Failures	Total Downtime
Chuck/cekam	2227 jam	2	2 jam
Pahat Bubut	2227 jam	12	6 jam
V-Belt & Pulley	2227 jam	1	1 jam

Menghitung MTBF bertujuan untuk mendapatkan hasil rata-rata interval waktu antara perbaikan mesin hingga mesin tersebut mengalami kerusakan lagi.

$$MTBF = \frac{\text{Total Operational Time} - \text{Downtime}}{\text{Number of Failure}}$$

1. Chuck/cekam  

$$MTBF = \frac{2227 \text{ jam} - 2 \text{ jam}}{2} = 1112,5 \text{ jam}$$
2. Pahat Bubut  

$$MTBF = \frac{2227 \text{ jam} - 6 \text{ jam}}{12} = 185,08 \text{ jam}$$
3. V-Belt + Pulley  

$$MTBF = \frac{2227 \text{ jam} - 1 \text{ jam}}{1} = 2226 \text{ jam}$$

Mean Time Between Failure (MTBF) merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat keandalan suatu komponen. Semakin tinggi nilai MTBF, maka semakin jarang komponen tersebut mengalami kegagalan dalam periode operasionalnya. Berdasarkan hasil perhitungan, komponen V-Belt dan Pulley memiliki nilai MTBF tertinggi, yaitu sebesar 2.226 jam. Hal ini menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki frekuensi kegagalan yang lebih rendah dibandingkan dengan komponen lainnya, sehingga dapat dikategorikan sebagai komponen yang lebih andal dalam sistem.

Sementara itu, perhitungan Mean Time To Repair (MTTR) bertujuan untuk menunjukkan total waktu

yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan hingga komponen dapat kembali beroperasi. Nilai MTTR memberikan gambaran mengenai efisiensi proses perbaikan dan dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan strategi pemeliharaan agar downtime dapat diminimalkan.

$$MTTR = \frac{\text{Downtime}}{\text{Number of Failure}}$$

1. Chuck/cekam  

$$MTTF = \frac{2 \text{ jam}}{2} = 1 \text{ jam}$$
2. Pahat bubut  

$$MTTF = \frac{6 \text{ jam}}{12} = 0,5 \text{ jam} = 30 \text{ menit}$$
3. V-Belt & Pulley  

$$MTTF = \frac{1 \text{ jam}}{1} = 1 \text{ jam}$$

Mean Time To Repair (MTTR) merupakan indikator efisiensi proses perbaikan suatu komponen. Nilai MTTR yang rendah menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen tersebut relatif singkat. Berdasarkan hasil perhitungan, komponen pahat bubut memiliki nilai MTTR paling rendah, yaitu sebesar 30 menit, yang mengindikasikan bahwa proses perbaikan komponen ini dapat dilakukan dengan cepat dan efisien. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, strategi pemeliharaan yang paling tepat diterapkan pada mesin bubut konvensional adalah preventive maintenance. Strategi ini bersifat proaktif dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan atau kerusakan komponen dengan melakukan pemeliharaan secara berkala sebelum kerusakan terjadi.

Hasil analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) terhadap mesin bubut konvensional menunjukkan nilai Risk Priority Number (RPN) masing-masing komponen sebagai berikut: chuck/cekam sebesar 30, pahat bubut sebesar 54, dan V-Belt & Pulley sebesar 20. Berdasarkan nilai tersebut, komponen yang memiliki tingkat risiko tertinggi adalah pahat bubut, sehingga perlu diprioritaskan dalam tindakan perbaikan dan penggantian jika terjadi kegagalan, diikuti oleh chuck/cekam dan V-Belt & Pulley.

Selanjutnya, hasil analisis Intermediate Decision Tree (IDT) dan Logic Tree Analysis (LTA) menunjukkan bahwa komponen chuck/cekam dan pahat bubut memerlukan pengawasan rutin oleh operator atau teknisi. Sementara itu, V-Belt & Pulley memerlukan tindakan pemeliharaan melalui penggantian terjadwal sebelum mencapai waktu operasi 2.226 jam sesuai nilai MTBF. Selain itu, pemantauan kondisi harus dilakukan oleh divisi maintenance minimal satu kali setiap minggu, dan perbaikan terjadwal juga perlu dilaksanakan untuk menjaga keandalan komponen tersebut.

Hasil analisis MTBF dan MTTR memperkuat usulan strategi pemeliharaan tersebut. Berdasarkan perhitungan, komponen chuck/cekam sebaiknya mendapatkan tindakan perbaikan sebelum mencapai 1.112,5 jam pemakaian, pahat bubut sebelum 185,08 jam, dan V-Belt & Pulley sebelum 2.226 jam. Strategi pemeliharaan berbasis waktu ini memungkinkan perusahaan untuk mengantisipasi kegagalan sebelum terjadi, sekaligus mengoptimalkan efisiensi operasional mesin bubut konvensional secara keseluruhan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pemeliharaan pada mesin bubut CD6250C di PT. XYZ, strategi pemeliharaan yang paling sesuai untuk diterapkan adalah preventive maintenance. Pendekatan ini bersifat proaktif, yaitu dilakukan sebelum terjadinya kerusakan atau kegagalan, sehingga dapat meningkatkan keandalan dan kinerja sistem maupun komponen mesin secara keseluruhan.

Hasil analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) menunjukkan bahwa komponen paling kritis adalah pahat bubut, dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi sebesar 54. Nilai ini menandakan bahwa pahat bubut memiliki tingkat risiko kegagalan tertinggi, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam strategi pemeliharaannya.

Berdasarkan analisis Intermediate Decision Tree (IDT) dan Logic Tree Analysis (LTA), ditetapkan bahwa tindakan pemeliharaan pada komponen chuck/cekam dan pahat bubut adalah berupa pengawasan rutin oleh operator atau teknisi. Sedangkan untuk komponen V-Belt & Pulley, tindakan pemeliharaan yang direkomendasikan mencakup penggantian terjadwal, pemantauan kondisi secara berkala, serta pelaksanaan perbaikan terencana.

Dari sisi keandalan komponen, nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) menunjukkan bahwa V-Belt & Pulley memiliki nilai tertinggi yaitu 2.226 jam, yang mengindikasikan bahwa komponen ini jarang mengalami kegagalan dibandingkan dengan komponen lainnya. Sementara itu, dari sisi efisiensi perbaikan, hasil perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) menunjukkan bahwa pahat bubut memiliki waktu perbaikan tercepat, yaitu selama 30 menit.

Dengan demikian, pendekatan pemeliharaan berbasis Reliability Centered Maintenance (RCM) yang didukung oleh metode FMEA, IDT, LTA, MTBF, dan MTTR, terbukti mampu menghasilkan strategi pemeliharaan yang lebih tepat sasaran, efektif, dan efisien dalam meningkatkan keandalan mesin bubut konvensional.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Afefy, I. H. (2010). Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study. *Engineering*, 2(11), pp.863–873.
- [2] Bastuti, R. A., Andari, N. R., & Prasetyo, H. (2021). *Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Mesin Produksi: Studi Kasus dan Penerapannya di Industri Manufaktur*. Jurnal Teknik Industri, 22(2), pp.112–120.
- [3] Hartini, S., Sriyanto, S., & Adityo, R. (2012). Analisis Moda Kegagalan dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus Baking Section Mesin Imforni PT Nissin Biskuit Indonesia). *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 1(3), pp.53–61.
- [4] Kurniawan, A. (2014). Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance II untuk Menentukan Interval Perawatan Mesin Urbannbyte. *Industrial Engineering Online Journal*, 3(1), pp.1–10.
- [5] Juwandono, J. T., & Purnama, J. (2023). Analisa Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age Replacement. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 6(3), pp.483–492.
- [6] Rahardjo, S. B., & Widya, A. R. (2021). Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Fault Tree Analysis (FTA) pada Mesin Cetak Lembar: Studi Kasus Percetakan XYZ di Cikarang. *Jurnal Teknik Industri*, 2(1), pp.30–37.
- [7] Afefy, I. H. (2010). Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study. *Engineering*, 2(11), pp.863–873.
- [8] Stamatis, D. H. (2003). Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution (2nd ed.). *ASQ Quality Press*, pp.145–160.
- [9] Mobley, R. K. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance (2nd ed.). *Butterworth-Heinemann*, pp.95–104.
- [10] Smith, A. M., & Hinchliffe, G. R. (2004). RCM – Gateway to World Class Maintenance. *Elsevier*, pp.121–130.