

## Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan Pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Tri Joko Wibowo<sup>1</sup>, Tb. Syarif Hidayatullah<sup>2</sup>, Ahmad Nalhadi<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Serang Raya  
Jl. Raya Cilegon No.Km. 5, Taman, Drangong, Kec. Taktakan, Kota Serang, Banten  
Email: rb.bowo@gmail.com, tbsyarif99@gmail.com, irqi02@gmail.com

### ABSTRAK

PT. TDE adalah perusahaan manufaktur bergerak di bidang permesinan dan suku cadang. Mesin bubut adalah salah satu mesin yang digunakan pada proses produksi suku cadang dan sebagainya, Salah satu produk suku cadang adalah *mechanical seal*. Mesin bubut terdiri dari beberapa komponen yang sering mengalami *breakdown* sehingga mengakibatkan downtime. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tindakan perawatan yang optimal untuk komponen kritis pada mesin bubut CZ6232A dan memberikan usulan perawatan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengevaluasi sebuah fasilitas dan sumber daya untuk menghasilkan *reliability* yang tinggi. Dari analisa RCM pada mesin bubut didapatkan Komponen yang memiliki *risk priority number* (RPN) terbesar yaitu bearing 360, stator 288 dan rotor 288 sehingga memerlukan strategi perawatan yang lebih tepat dibandingkan perawatan sebelumnya. Hasil pemilihan tindakan perawatan RCM terdapat 5 komponen dengan perawatan CD yaitu kipas pendingin, motor housing, bearing, main shaft dan drive pulley, terdapat 2 komponen dengan perawatan FF yaitu stator dan rotor dan terdapat 1 komponen dengan tindakan perawatan TD yaitu brush

**Kata kunci:** *downtime, Reliability Centered Maintenance (RCM), breakdown, mechanical seal, risk priority number*

### ABSTRACT

*PT. TDE is a manufacturing company engaged in machinery and spare parts. The lathe is one of the machines used in the production process of spare parts and so on. One of the spare parts products is a mechanical seal. The lathe consists of several components that often experience breakdown, resulting in downtime. This study aims to determine the optimal maintenance actions for critical components on the CZ6232A lathe and provide maintenance suggestions with the Reliability Centered Maintenance (RCM) approach. RCM is a systematic approach to evaluate a facility and resources to produce high reliability. From the RCM analysis on the lathe, the components that have the largest risk priority number (RPN) are bearing 360, stator 288 and rotor 288, thus requiring a more precise maintenance strategy compared to previous treatments. The results of the selection of RCM maintenance actions there are 5 components with CD maintenance, namely cooling fan, motor housing, bearing, main shaft and drive pulley, there are 2 components with FF treatment, namely stator and rotor and there is 1 component with TD maintenance action, namely brush*

**Keywords :** *downtime, Reliability Centered Maintenance (RCM), breakdown, mechanical seal, risk priority number*

### I. PENDAHULUAN

Parameter kepuasan konsumen semakin tinggi, salah satunya menginginkan produk bisa diterima dengan waktu yang cepat dan kualitas yang bagus. Untuk memenuhi parameter ini, perusahaan harus melakukan program perawatan yang tepat untuk memastikan mesin produksinya dalam kondisi handal. Mesin yang handal akan mendukung pencapaian target produksi baik secara kualitas maupun kuantitas (Ben-Daya, M., Kumar, K., & Murthy, D. N. P., 2016).

Perawatan mencakup tindakan mencegah maupun tindakan memperbaiki atas terjadinya kegagalan pada suatu mesin/peralatan. Perawatan merupakan kombinasi semua aspek teknis, administratif dan manajerial selama siklus hidup dari mesin/peralatan (Ben-Daya, M., Kumar, K., & Murthy, D. N. P., 2016).

PT. TDE adalah perusahaan manufaktur bergerak di bidang permesinan dan suku cadang. Salah satu produk suku cadang adalah *mechanical seal*. Menurut Ben-Daya, M., Kumar, K., & Murthy, D. N. P (2016), obyek perawatan terklasifikasi menjadi 3 yaitu *products, plants and infrastructures*. Mesin bubut termasuk dalam klasifikasi *products*. Mesin bubut terdiri dari beberapa komponen. PT TDE telah melakukan

perawatan rutin namun belum efektif. Ketidakefektifan perawatan terlihat dari seringnya mesin bubut mengalami kerusakan seperti sering mengalami kemacetan pada eretan, motor penggerak yang bekerja tidak normal karena beban pemakaian berlebih, saluran sistem pendingin macet, baut pada *tool post* longgar, dan *tail stock* tidak center dengan kepala tetap. Adapun data *breakdown* dalam kurun waktu 1 tahun pada tahun 2020 yaitu motor penggerak sebanyak 1.930 menit, sistem pendingin 1.510 menit, eretan sebanyak 1.920 menit, *tail stock* 760 menit, dan *tool post* 480. Berikut ini data downtime mesin bubut yang terjadi di PT TDE :

Tabel 1 data *downtime* pada mesin bubut pada tahun 2020

No	Bulan	<i>Downtime</i> (menit)	Total Waktu Operasi (menit)	% <i>Downtime</i>
1	Januari	840	13.920	6,03%
2	Februari	160	13.920	1,15%
3	Maret	2.350	13.920	16,88%
4	April	780	12.960	6,02%
5	Mei	0	12.000	0%
6	Juni	180	13.920	1,29%
7	Juli	900	14.400	6,25%
8	Agustus	900	14.880	6,05%
9	September	0	13.680	0%
10	Oktober	0	13.920	0%
11	November	0	14.400	0%
12	Desember	490	13.920	3,52%
<b>Rata-rata</b>		<b>550</b>	<b>13.820</b>	<b>3,93%</b>

Sumber : pengolahan data (2021)

*Downtime* adalah waktu dimana mesin/peralatan tidak beroperasi baik karena sedang *preventive maintenance* ataupun sedang *corrective maintenance*. Waktu *downtime* meliputi waktu administrasi, waktu logistik dan waktu perbaikan mesin (Ben-Daya, M., Kumar, K., & Murthy, D. N. P., 2016 hal : 86). Mesin-mesin produksi yang sudah tua adalah salah satu penyebab utama tingginya *downtime*. Tingginya *downtime* pada mesin merupakan masalah yang rata-rata dihadapi perusahaan sekarang ini. Kondisi ini tentu akan mengakibatkan proses produksi pada perusahaan menjadi tidak efisien (Bangun et al., 2014).

Permasalahan yang sering muncul diatas menunjukkan perlunya perbaikan dari manajemen perawatan. Tujuan perawatan adalah menjaga kehandalan mesin sehingga mesin tetap beroperasi dengan baik. Oleh sebab itu diperlukan strategi perawatan yang baik sehingga kelangsungan produksi bisa terjaga. Aktivitas perawatan harus dilakukan secara tepat dan konsisten (Syahrudin, 2012). Secara lebih luas, manajemen perawatan adalah semua aktivitas manajemen untuk menentukan tujuan/prioritas perawatan, strategi perawatan dan penentuan tanggung jawab pelaksana perawatan (Ben-Daya, M., Kumar, K., & Murthy, D. N. P., 2016 hal : 401). Kinerja suatu mesin terbagi menjadi 2 yaitu *non reliability measures* dan *reliability measures*. *Non reliability measures* meliputi *technical, operational, economic, environmental impact* dll. Sedangkan *reliability measures* antara lain *interval reliability, interval availability*, jumlah kegagalan mesin/peralatan dll (Ben-Daya, M., Kumar, K., & Murthy, D. N. P., 2016 hal : 10-11).

Untuk mengatasi masalah tersebut ada beberapa metode perawatan yang dapat dilakukan, salah satunya dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Metode RCM dapat menganalisa alternatif kegiatan manajemen perawatan yang tepat sesuai dengan fungsi, risiko & dampak kegagalan dari setiap komponen mesin. Pada prinsipnya RCM merupakan bentuk dari *preventif maintenance*. Namun *preventive maintenance* di dalam RCM ini bukan sekedar menjadwalkan kegiatan perawatan tetapi menjadwalkan kegiatan perawatan yang memang benar-benar mampu mengurangi risiko *fault* dan *effect* dari terjadinya *fault* (Ben-Daya, M., Kumar, K., & Murthy, D. N. P., 2016 hal : 408).

Banyak model perawatan yang dapat digunakan seperti: *Preventive Maintenance Optimization* (PMO), *Quick Start Reliability* (QSR), *Risk Based Maintenance* (RBM) dan *Proactive Reliability Maintenance* (PRM) dan sebagainya. Namun *Total Productive Maintenance* dan *Reliability Centered Maintenance* merupakan fundamental dari model-model perawatan tersebut (Syahrudin, 2012). Penerapan RCM memiliki banyak keuntungan antara lain pengembangan sistem kesehatan dan keselamatan kerja, pengembangan kerja sama tim, efisiensi biaya, pengembangan kualitas produk dan juga peningkatan *plant availability and reliability* (Sajaradj et al., 2019). *Reliability Centered Maintenance* diterjemahkan sebagai metode *maintenance* yang menggunakan pendekatan *reliability* atau keandalan suatu alat. Metode RCM ini melengkapi metode *maintenance* lainnya seperti *predictive maintenance, preventive maintenance, run to failure maintenance / breakdown maintenance* ataupun metode *maintenance* lainnya yang berfokus pada *availability* (Moubray, J. 1997). RCM merupakan integrasi dari *preventive maintenance, predictive testing &*

*inspection, reactive maintenance (repair), proactive maintenance* untuk meminimalkan biaya perawatan, *downtime* dan sekaligus mengoptimalkan fungsi mesin selama rentang usia mesin (Okwuobi et al., 2018).

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui tindakan perawatan yang optimal untuk komponen kritis pada mesin bubut CZ6232A dengan memakai pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Beberapa hal keterbatasan dari penelitian ini adalah belum memperhitungkan *non reliability performance* dan belum melihat manajemen perawatan dari aspek strategis maupun taktikal.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. TDE yang berada di Serang -Banten. Penelitian ini berfokus pada mesin bubut CZ6232A di PT. TDE dimana mesin ini mengalami *downtime* sebesar 3,93% selama tahun 2020.

Penerapan tahap-tahap metode RCM terdiri dari tujuh tahap yang sistematis yaitu (Kurniawan & Kholik, 2017) :

### 2.1 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Kriteria pemilihan system didasarkan pada aspek keselamatan dan lingkungan yaitu 1). sistem yang memiliki *preventive maintenance* dan atau biaya *preventive maintenance* yang tinggi, 2). Sistem yang memiliki tindakan *corrective maintenance* dan atau biaya *corrective maintenance* yang banyak, 3). Sistem yang memiliki kontribusi yang besar atas terjadinya full atau *partial outage* (atau *shutdown*) pengumpulan informasi berfungsi untuk mendapatkan gambaran dan pengertian yang lebih mendalam mengenai sistem dan bagaimana sistem bekerja.

### 2.2 Pendefinisian Batasan Sistem

Definisi batas sistem (*system boundary definition*) digunakan untuk mendefinisikan batasan-batasan suatu sistem yang akan dianalisis dengan RCM, berisi tentang apa yang harus dimasukkan dan yang tidak dimasukkan ke dalam sistem, berupa masukan (*input*) dan keluaran (*output*).

### 2.3 Deskripsi Sistem dan Functional Block Diagram

Deskripsi sistem diperlukan untuk mengetahui komponen yang terdapat didalam sistem tersebut dan bagaimana komponen tersebut beroperasi. Sedangkan *Functional block diagram* untuk mengidentifikasi sistem dengan rinci dan merupakan diagram alir dari aliran *fungsi* pada suatu sistem.

### 2.4 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Fungsi sistem adalah kinerja yang diharapkan oleh sistem untuk dapat beroperasi. Kegagalan fungsional didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar prestasi (*performance standard*) yang diharapkan. *Functions* adalah standar kinerja dari mesin yang diinginkan dan seberapa bagus mesin mampu beroperasi sesuai standar kinerja tersebut. *Functional Failures* adalah berbagai kondisi dimana system dan peralatan gagal memenuhi standar kinerja baik secara keseluruhan maupun sebagian. *Failure Modes* adalah kondisi dimana menjadi penyebab terjadinya *functional failure*. Kondisi ini bisa mempengaruhi pada system maupun peralatan lainnya .

### 2.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan metode sistematik untuk mengidentifikasi dan mencegah persoalan produk maupun proses sebelum persoalan itu terjadi. FMEA fokus kepada pencegahan cacat, peningkatan keselamatan dan kenaikan tingkat kepuasan pelanggan (McDermott, Mikulak & Beauregard. (2008). *Failure Mode and Effect Analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan. Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan tertinggi pada setiap *failure* atau kegagalan yang terjadi pada komponen, maka dilakukan analisis dengan menggunakan FMEA dengan beberapa tahapan yaitu (Bangun et al., 2014) :

- a. Identifikasi kegagalan (*failure*)
- b. Identifikasi kegagalan mesin (*function failure*)
- c. Identifikasi penyebab kegagalan (*failure mode*)
- d. Identifikasi efek dari kegagalan (*failure effect*)
- e. Perhitungan *Severity*

*Severity* adalah tingkat keparahan atau efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan mesin. Nilai *rating severity* antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang sangat besar terhadap sistem. Berikut adalah nilai *severity* secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 *Severity*

<i>Rating</i>	<i>Criteria of Severity Effect</i>
10	Tidak berfungsi sama sekali
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan
8	Kehilangan fungsi utama
7	Pengurangan fungsi utama
6	Kehilangan kenyamanan fungsi pengguna
5	Mengurangi kenyamanan fungsi pengguna
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerjaan menyadari adanya masalah
3	Tidak terdapat efek dan pekerjaan menyadari adanya masalah
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah
1	Tidak ada efek

Sumber :Reza et al, (2017)

f. Perhitungan *Occurrence*

*Occurrence* adalah tingkat keseringan terjadinya kerusakan atau kegagalan. *Occurrence* berhubungan dengan estimasi jumlah kegagalan kumulatif yang muncul akibat suatu penyebab tertentu pada mesin. Nilai rating *occurrence* antara 1 sampai 10. Berikut adalah nilai *Occurrence* secara umum dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 *Occurance*

<i>Rating</i>	<i>Probability of Occurrence</i>
10	Lebih besar dari per 50 jam penggunaan
9	35-50 per 7200 jam penggunaan
8	31-35 per 7200 jam penggunaan
7	26-30 per 7200 jam penggunaan
6	21-25 per 7200 jam penggunaan
5	15-20 per 7200 jam penggunaan
4	11-15 per 7200 jam penggunaan
3	5-10 per 7200 jam penggunaan
2	Lebih kecil dari 5 per 7200 jam penggunaan
1	Tidak pernah sama sekali

Sumber :Reza et al, (2017)

g. Perhitungan *Detection*

Deteksi diberikan pada sistem pengendalian yang digunakan saat ini yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi penyebab atau mode kegagalan. Nilai rating deteksi antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi sangat sulit terdeteksi. Berikut adalah nilai *detection* secara umum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 *Detection*

<i>Rating</i>	<i>Probability of Detection</i>
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk mendeteksi
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang sedang rendah untuk terdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Pasti terdeteksi

Sumber :Reza et al, (2017)

h. Perhitungan *Risk Priority Number (RPN)*

Risk Priority Number (RPN) adalah sebuah pengukuran dari resiko yang bersifat relative, RPN diperoleh melalui hasil perkalian antara rating Severity, Occurrence dan Detection.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (1)$$

## 2.6 Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Empat hal yang penting dalam analisis kekritisan yaitu sebagai berikut:

1. *Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
2. *Safety*, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
3. *Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti?
4. *Category*, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori, yakni:
  - a. Kategori A (*Safety problem*), apabila kegagalan komponen mengakibatkan masalah keselamatan karyawan.
  - b. Kategori B (*Outage problem*), apabila kegagalan komponen mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin berhenti.
  - c. Kategori C (*Economic problem*), apabila kegagalan komponen mengakibatkan masalah ekonomi perusahaan.
  - d. Kategori D (*Hidden failure*), apabila karyawan tidak mengetahui telah terjadinya kegagalan komponen dalam kondisi normal.

## 2.7 Task Selection

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dalam proses RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Tugas yang dipilih dalam kegiatan *preventive maintenance* harus memenuhi syarat berikut:

1. Jika tindakan pencegahan tidak dapat mengurangi resiko terjadinya kegagalan majemuk sampai suatu batas yang dapat diterima, maka perlu dilakukan tugas menemukan kegagalan secara berkala. Jika tugas menemukan kegagalan berkala tersebut tidak menghasilkan apa-apa, maka keputusan standar selanjutnya yang wajib dilakukan adalah mendesain ulang sistem tersebut (tergantung dari konsekuensi kegagalan majemuk yang terjadi).
2. Jika tindakan pencegahan dilakukan, akan tetapi biaya proses total masih lebih besar daripada jika tidak dilakukan, yang dapat menyebabkan terjadinya konsekuensi operasional, maka keputusan awalnya adalah tidak perlu dilakukan *maintenance* terjadwal.
3. Jika dilakukan tindakan pencegahan, akan tetapi biaya proses total masih lebih besar dari pada jika tidak dilakukan tindakan pencegahan, yang dapat menyebabkan terjadinya konsekuensi non operasional, maka keputusan awalnya adalah tidak perlu dilakukan *maintenance* terjadwal, akan tetapi apabila biaya perbaikannya terlalu tinggi, maka sekali lagi sudah saatnya dilakukan desain ulang terhadap sistem.
- 4.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data yang dikumpulkan pada mesin bubut yaitu :

Tabel 5 Data mesin bubut Januari 2020 - Desember 2020

No	Bulan	Waktu Operasi		Jumlah Produksi (unit)	Downtime (menit)
		Hari	Menit		
1	Januari	29	13.920	20	840
2	Februari	29	13.920	25	160
3	Maret	29	13.920	5	2350
4	April	27	12.960	16	780
5	Mei	25	12.000	30	0
6	Juni	29	13.920	20	180
7	Juli	30	14.400	23	900
8	Agustus	31	14.880	10	900
9	September	28	13.680	30	0
10	Oktober	29	13.920	30	0
11	November	30	14.400	25	0
12	Desember	29	13.920	17	490

Sumber : Data Perusahaan (2020)

Tabel 6 frekuensi breakdown

Komponen	Frekuensi	Downtime (menit)
Motor penggerak	4	1.930
Sistem pendingin	11	1.510
Eretan	1	1.920

Lanjutan Tabel 6 *frekuensi breakdown*

<b>Komponen</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Downtime (menit)</b>
<i>Tail stock</i>	3	<b>760</b>
<i>Tool post</i>	1	<b>480</b>
<b>Total</b>	20	<b>6.600</b>

Sumber : Data Perusahaan (2020)

Dari Tabel 5 dan Tabel 6 nampak ada keterkaitan antara jumlah produksi dengan tingkat kehandalan dari mesin. Frekuensi kerusakan yang tinggi dapat menyebabkan terhambatnya kelancaran proses produksi. Proses produksi yang terhambat akan berdampak pada tidak tercapainya target produksi (Kirana et al., 2016).

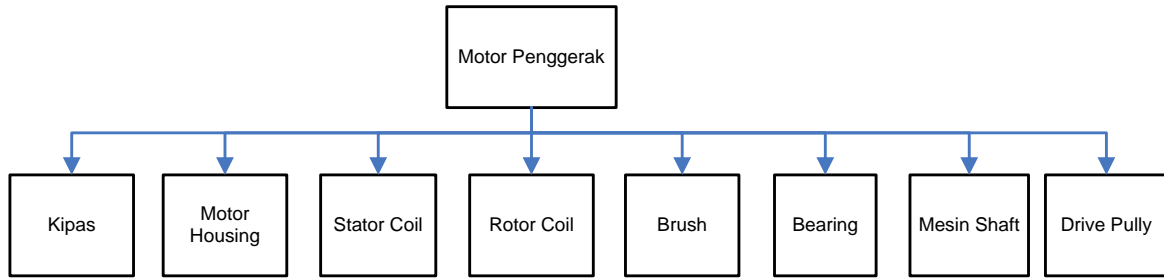
Berikut ini adalah tahapan yang harus dilakukan dalam analisa metode RCM :

- 3.1 Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi awal mengenai mesin bubut CZ6232A  
 Mesin bubut CZ6232A merupakan suatu mesin yang digunakan untuk membuat komponen suku cadang yang berbentuk benda silindris. Batasan system pada mesin bubut CZ6232A adalah pada motor penggerak, eretan, dan kepala tetap.
- 3.2 Definisi Batasan Sistem  
 Batasan sistem mesin bubut CZ6232A pada bagian *input*, proses, dan *output*. *Input* dari mesin bubut CZ6232A adalah matrial kayu, logam dan plastik, yang kemudian dibentuk dengan cara mengurangi material yang tidak diinginkan dengan pahat. Pendefinisian batasan sistem diperlukan agar terdapat batasan, sehingga komponen yang diidentifikasi menjadi jelas dan tidak tumpang tindih. Berdasarkan wawancara dan observasi komponen yang sering mengalami kerusakan pada mesin bubut CZ6232A, yaitu :

Tabel 7 Fungsi Sistem

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>Fungsi Komponen</b>
1	Motor Penggerak	Motor penggerak berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan komponen yang lain.
2	Sistem pendingin	Sistem pendingin ini memiliki fungsi untuk menyemprotkan cairan saat proses pembubutan terjadi, selain itu bagian ini juga berfungsi untuk menstabilkan suhu alat potong ketika dirasa sudah terlampau panas. Karena suhu yang stabil bisa membuat ketajaman mata potong lebih awet dan hasil kerjanya lebih maksimal.
3	Eretan	Eretan merupakan bagian mesin bubut yang berfungsi sebagai dudukan sekaligus penghantar alat potong atau pahat agar dapat bergerak sepanjang alas mesin baik bergerak membujur ataupun melintang. Kondisi eretan mempengaruhi hasil pemotongan oleh pahat maupun akurasi ukuran benda kerja.
4	<i>Tail stock</i>	Kepala lepas atau <i>tailstock</i> ini berada dipasang di atas alas mesin atau terdapat di sebelah kanan mesin yang dikencangkan dengan baut dan mur. Adapun gunanya sebagai tempat penahan ujung benda kerja yang sedang di bubut, maupun sebagai tempat penahan dudukan bor saat digunakan, dll.
5	<i>Tool post</i>	Bagian dudukan pahat ini berada di atas eretan atas yang berfungsi untuk menjepit pahatan saat proses pembubutan dilakukan.

- 3.3 Deskripsi sistem dan *Functional Diagram Block* (FDB)  
 Pada tahapan ini dilakukan pendeskripsian sistem untuk mengidentifikasi desain sistem yang kritis, hubungan antar komponen dan pengaruhnya terhadap kinerja sistem. Informasi yang ada kemudian digunakan untuk membuat *functional diagram block* untuk mengidentifikasi sistem dengan rinci.



Gambar 1 *Block Diagram Fungsi Mesin bubut cz6232a*

3.4 Penentuan fungsi sistem dan kegagalan sistem

Analisis kegagalan fungsi adalah kegiatan untuk mendeskripsikan masing-masing sistem, subsistem dan komponen atau peralatan serta mengidentifikasi semua fungsi dengan sistem atau subsistem yang lain dan mengidentifikasi semua kegagalan fungsional. Dari total kerusakan yang ada pada data *breakdown* kegagalan fungsi mesin yang disebabkan oleh motor penggerak, eretan, dan kepala tetap. Kegagalan paling besar disebabkan oleh motor penggerak.

Analisis kegagalan fungsi sebagai berikut :

Table 8 Analisis Fungsi dan Kegagalan Fungsi

Komponen	Fungsi Komponen	Kegagalan Fungsi Komponen
Kipas pendingin	Merupakan penghasil angin yang digerakkan oleh perputaran mesin atau dinamo listrik untuk membantu proses pendinginan mesin.	Kipas pendingin patah
<i>Motor housing</i>	<i>Motor Housing</i> merupakan bagian terluar dari komponen motor penggerak sehingga bisa melindungi semua komponen yang ada didalamnya.	<i>Motor housing</i> berkarat
<i>Stator coil</i>	Fungsi dari <i>stator</i> ialah untuk menghasilkan medan listrik di sekitar <i>rotor</i> .	Kumparan <i>stator</i> terbakar atau putus
<i>Rotor coil</i>	Sama halnya dengan <i>stator</i> , <i>rotor</i> juga merupakan bagian dari motor penggerak yang dililit dengan tembaga. Jadi pada <i>rotor</i> terdapat poros yang berfungsi sebagai <i>output</i> tenaga penggerak.	Kumparan <i>rotor</i> terbakar atau putus
<i>Brush</i>	Merupakan sikat tembaga yang fungsinya untuk menghubungkan arus listrik dengan rotor.	<i>Brush</i> habis
<i>Bearing</i>	<i>Bearing</i> digunakan sebagai bantalan antara permukaan poros dengan <i>motor housing</i> . Tujuan dari digunakannya <i>bearing</i> ialah agar putaran yang nantinya dihasilkan oleh motor penggerak akan berlangsung secara mulus.	<i>Bearing</i> pecah
<i>Main shaft</i>	Merupakan salah satu komponen utama pada dinamo listrik yang berperan sebagai poros tempat menempelnya berbagai peralatan yang harus digerakan.	<i>Main shaft</i> tidak stabil

3.5 Penentuan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Penyusunan tabel FMEA dilakukan berdasarkan data fungsi komponen dan laporan perawatan yang kemudian dapat ditentukan berbagai kegagalan yang mengakibatkan kegagalan fungsi. Dari penyusunan FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*) dapat diketahui apa penyebab dari kegagalan dan dampak apa yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut.

Perhitungan RPN pada *bearing* rusak :

$$\begin{aligned}
 \text{RPN} &= S \times O \times D \\
 &= 8 \times 5 \times 9 \\
 &= 360
 \end{aligned}$$

Tabel 9 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada mesin bubut CZ6232A

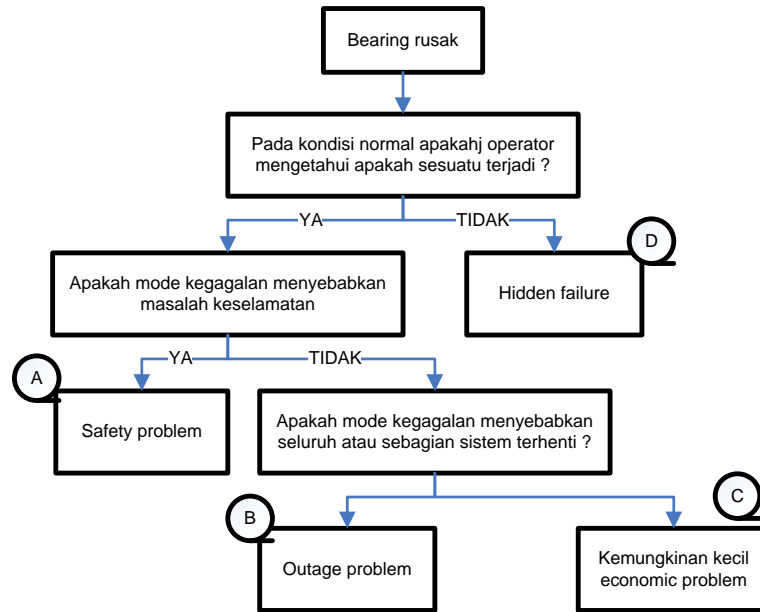
Kegagalan	Efek dari Potensi Kegagalan	S	Potensi Penyebab	O	Pengendalian	D	RPN
Kipas pendingin patah	Mesin <i>overheat</i>	7	Beban pekerjaan berlebih	6	Mengganti atau memperbaiki kipas pendingin	6	252
<i>Motor housing</i> berkarat	Mesin <i>overheat</i>	5	Kotoran yang masuk kebagian dalam motor	7	Membersihkan <i>motor housing</i>	2	70
Kumparan <i>stator</i> terbakar atau putus	Motor penggerak tidak berfungsi	8	Tegangan yang masuk terlalu tinggi	4	Mengecek tegangan agar lebih	9	288
Kumparan <i>rotor</i> terbakar atau putus	Motor penggerak tidak berfungsi	8	Tegangan yang masuk terlalu tinggi	4	Mengecek tegangan agar lebih tinggi	9	288
<i>Brush</i> habis	Motor tidak bekerja	8	Keadaan <i>bearing</i> sudah rusak, sehingga putaran tidak stabil	4	Mengganti <i>bearing</i>	8	256
<i>Bearing</i> pecah	Gesekan antara <i>rotor</i> dan <i>stator</i>	8	Beban yang dikerjakan tidak sesuai dengan kapasitas mesin	5	Mengatur beban supaya sesuai dengan kapasitas mesin	9	360
<i>Main shaft</i> tidak stabil	Mesin Telat Merespon	7	Keadaan bering rusak atau tidak presisi	5	Mengganti atau mengatur ulang posisi bering	6	210
<i>Drive pulley</i> mengalami keausan pada bagian tepi	Mesin <i>overload</i>	7	Memutar beban yang lebih besar dari kemampuannya dalam waktu lama	5	Mengatur beban supaya sesuai dengan kapasitas mesin	6	210

Pada Tabel 9 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada mesin bubut CZ6232A, didapatkan nilai RPN pada motor penggerak sebesar 252 pada mesin *overheat*, 288 pada kumparan rotor atau stator akan terbakar atau putus, 256 pada *brush* cepat habis, 210 pada *main shaft* rusak dan *drive pulley* rusak dan 360 pada *bearing* rusak. Berdasarkan nilai task selection dalam tingkatan *Risk Priority Number* (RPN) maka tindakan yang harus dilakukan terhadap komponen kipas pendingin, stator, rotor, *brush*, *bearing*, *main shaft*, dan *drive pulley* masuk ke dalam kategori diperlukannya tindakan perawatan yang memadai (*Adequate Maintenance*) hal ini dikarenakan rentang nilai RPN masing-masing komponen berada pada nilai 200-400. Untuk komponen motor housing dengan tindakan (*No Maintenance*) atau tidak diperlukannya tindakan perawatan karena nilai RPN kurang dari 100. Perbaikan akan dilakukan berdasarkan penyebab-penyebab kegagalan yang telah dianalisis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), sehingga kita dapat mengetahui permasalahan yang terjadi untuk dilakukan perbaikan.

### 3.6 *Logic Tree Analysis* (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Prioritas suatu mode kerusakan dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan dalam LTA.

Maka *Logic Tree Analysis* (LTA) mesin bubut CZ6232A sebagai berikut :



Gambar 2 *Logic Tree Analysis* bearing rusak

Berdasarkan Gambar 2 *logic tree analysis* dari bearing rusak tidak berfungsi menunjukkan bahwa kegagalan sistem tidak menyebabkan masalah pada keselamatan tapi menyebabkan seluruh sistem terhenti.

Tabel 10 *Logic Tree Analysis* (LTA)

Kegagalan	Efek dari Potensi Kegagalan	Potensi Penyebab	Critically Analysis			
			E	S	O	C
Kipas pendingin patah	Mesin <i>overheat</i>	Beban pekerjaan berlebih	YA	TIDAK	TIDAK	D
<i>Motor housing</i> berkarat	Mesin <i>overheat</i>	Kotoran yang masuk kebagian dalam motor	YA	TIDAK	TIDAK	D
Kumparan <i>stator</i> terbakar atau putus	Motor penggerak tidak berfungsi	Tegangan yang masuk terlalu tinggi	TIDAK	TIDAK	YA	B/D
Kumparan <i>rotor</i> terbakar atau putus	Motor penggerak tidak berfungsi	Tegangan yang masuk terlalu tinggi	TIDAK	TIDAK	YA	B/D
<i>Brush</i> habis	Motor tidak bekerja	Keadaan <i>bearing</i> sudah rusak, sehingga putaran tidak stabil	TIDAK	TIDAK	YA	B/D
<i>Bearing</i> pecah	Gesekan antara <i>rotor</i> dan <i>stator</i>	Beban yang dikerjakan tidak sesuai dengan kapasitas mesin	TIDAK	TIDAK	YA	B/D
<i>Main shaft</i> tidak stabil	Mesin Telat Merespon	Keadaan bering rusak atau tidak presisi	TIDAK	TIDAK	TIDAK	B/D
<i>Drive pulley</i> mengalami keausan pada bagian tepi	Mesin <i>overload</i>	Memutar beban yang lebih besar dari kemampuannya dalam waktu lama	TIDAK	TIDAK	TIDAK	B

### 3.7 Task selection

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dalam proses RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Berikut adalah rekapitulasi pemilihan tindakan yang diambil dari *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Logic Tree Analysis*

Tabel 11 Rekapitulasi Pemilihan Tindakan RCM

No	Komponen	Mode kegagalan	RPN	LTA	Action Plan
1	Kipas pendingin	Kipas pendingin patah	252	D	Condition Directed
2	Motor housing	Motor housing berkarat	70	D	Condition Directed
3	Stator	Kumparan stator terbakar atau putus	288	B/D	Finding Failure
4	Rotor	Kumparan rotor terbakar atau putus	288	B/D	Finding Failure
5	Brush	Brush habis	256	B/D	Time Directed
6	Bearing	Bearing pecah	360	B/D	Condition Directed
7	Main shaft	Main shaft tidak stabil	210	B/D	Condition Directed
8	Drive pulley	Drive pulley mengalami keausan pada bagian tepi	210	B/D	Condition Directed

Berdasarkan hasil tabel rekapitulasi untuk pemilihan tindakan RCM pada tabel 8 maka pemilihan Tindakan untuk komponen kritis mesin bubut sebagai berikut :

- 1) *Condition Directed* (CD) adalah tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat, serta *memonitoring* sejumlah data yang ada. Apabila ada pendeteksian ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen. Komponen yang termasuk dalam Tindakan perawatan ini yaitu kipas pendingin, motor housing, bearing, main shaft dan drive pulley.
- 2) *Time Directed* (TD) adalah tindakan yang bertujuan untuk melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen. Komponen yang termasuk dalam tindakan perawatan ini yaitu brush.
- 3) *Finding Failure* (FF) adalah tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan tersembunyi dengan pemeriksaan berkala. Komponen yang termasuk dalam tindakan perawatan ini yaitu stator dan rotor

#### IV. SIMPULAN

Komponen yang memiliki *risk priority number* (RPN) terbesar yaitu bearing 360, stator 288 dan rotor 288 sehingga memerlukan strategi perawatan yang lebih tepat dibandingkan perawatan sebelumnya. Hasil pemilihan tindakan perawatan RCM terdapat 5 komponen dengan perawatan CD yaitu kipas pendingin, motor housing, bearing, main shaft dan drive pulley, terdapat 2 komponen dengan perawatan FF yaitu stator dan rotor dan terdapat 1 komponen dengan tindakan perawatan TD yaitu brush.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

-

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ben-Daya, M., Kumar, K., & Murthy, D. N. P. (2016). *Introduction to Maintenance Engineering : Modelling, Optimization, and Management*. John Wiley & Sons. United Kingdom.
- Bangun, I., Rahman, A., & Darmawan, Z. (2014). Production Machine Maintenance Planning With Reliability Centered Maintenance (RCM) II In Blowing Om Machine. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 2, 997. <http://jrmsi.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jrmsi/article/view/145/178>
- Kirana, U. T., Alhilman, J., & Sutrisno, S. (2016). Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Corazza Ff100 Pada Line 3 Pt Xyz Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Ii. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 3(01), 47. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v3i01.41>
- Kurniawan, R. A., & Kholik, H. M. (2017). Usulan Perawatan Mesin Stitching Dengan Metode Reliability Centered Maintenance. *Jurnal Teknik Industri*, 16(2), 83. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol16.no2.83-91>
- Moubray, John, 1997, *Reliability Centered Maintenance II*, 2 nd Edition, Butterworth Heinemann, Oxford.

- McDermott, Mikulak & Beauregard. (2008). *The Basics of FMEA 2<sup>nd</sup> Edition*. CRC Press. Taylor & Francis Group
- Okwuobi, S., Ishola, F., Ajayi, O., Salawu, E., Aworinde, A., Olatunji, O., & Akinlabi, S. A. (2018). A reliability-centered maintenance study for an individual section-forming machine. *Machines*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/machines6040050>
- Reza, Supriyadi & Ramayanti, G. (2017). Analisis Kerusakan Mesin Mandrel Tension Reel dengan Metode FMEA. Seminar Nasional Riset Terapat 2017. Serang. Banten
- Sajaradj, Z., Huda, L. N., & Sinulingga, S. (2019). The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing (Journal Review). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012058>
- Syahrudin. (2012). Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD "X." *Jurnal Tekhologi Terpadu*, 1(7), 42–49.
- ZHANG, T., CHEN, Y., WANG, C., & ZHANG, S. (2017). Application of Reliability-centered Maintenance Method in Maintenance and Control Optimization in NPPs. *DEStech Transactions on Engineering and Technology Research*, icca. <https://doi.org/10.12783/dtetr/icca2016/6068>