

---

## **ANALISIS KEGAGALAN *MAINTENANCE* TOWER LAMP ATLAS COPCO B5+ MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PT XYZ**

**Saiful Ahmad**

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri  
Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo  
Email: ifulahmad59@gmail.com

**Ainur Komariah\***

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri  
Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo  
Email: ainurkomariah.ak@gmail.com\*

**Suprpto**

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri  
Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo  
Email: suprptodd2@gmail.com

### **ABSTRAK**

PT XYZ adalah salah satu perusahaan pertambangan batu bara di Indonesia. Dalam melaksanakan operasional pekerjaan pertambangan, kendala yang dialami PT XYZ pada periode Januari 2022 hingga Februari 2023 adalah pada bagian *support power plant*, yaitu pada tower lampu. Pada tower lampu Atlas Copco B5+, terjadi frekuensi kerusakan tidak terjadwal yang cukup tinggi. Kerusakan tersebut mengakibatkan rendahnya kinerja tower lampu Atlas Copco B5+. Akibatnya aktivitas produksi pada malam hari terganggu dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Untuk mengatasi permasalahan ini, digunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Dengan metode ini, dihasilkan analisis mengenai mode kegagalan lampu tower Atlas Copco B5+, besarnya nilai risk priority number (RPN), analisis waktu antar kegagalan (MTBF), serta dihasilkan rekomendasi tindakan perawatan pada 3 komponen paling kritis yang paling tinggi nilai RPN-nya. Dari pengumpulan data primer diketahui 7 komponen mengalami mode kegagalan. Kemudian dengan perhitungan skor severity, occurrence, dan detection; diperoleh tiga komponen dengan nilai RPN tertinggi yaitu filter bahan bakar (RPN 300), kapasitor (RPN 240), dan baterai (RPN 150). Hasil perhitungan mean time between failure (MTBF) pada komponen filter bahan bakar adalah 256,82 jam; kapasitor 714;29 jam; dan baterai 1.277,5 jam. Tindakan preventive maintenance yang disarankan untuk perawatan tiga komponen ini adalah penggantian. Penggantian filter bahan bakar disarankan untuk dilakukan sesudah 250 jam operasi, dari sebelumnya 500 jam operasi, untuk mengurangi terjadinya kerusakan tidak terjadwal. Untuk kapasitor dan baterai, tindakan perawatan yang disarankan adalah dengan menambahkan item ini pada lembar pemeriksaan berkala 7 hari. Penggantian kapasitor disarankan setiap 750 jam operasi, sedangkan penggantian baterai disarankan setiap 1.250 jam operasi.

**Kata kunci:** perawatan, tower lampu, RCM

### **ABSTRACT**

PT XYZ is a coal mining company in Indonesia. In carrying out mining work operations, the obstacles experienced by PT XYZ in the period January 2022 to February 2023 were in the power plant support section, namely in the light tower. In the Atlas Copco B5+ light tower, there is a fairly high frequency of unscheduled breakdowns. This damage resulted in low performance of the

Atlas Copco B5+ light tower. As a result, production activities at night are disrupted and cause losses for the company. To overcome this problem, the Reliability Centered Maintenance (RCM) method is used. Using this method, an analysis of the failure modes of the Atlas Copco B5+ tower lights, the value of the risk priority number (RPN), analysis of time between failures (MTBF), and recommendations for maintenance actions for the 3 most critical components with the highest RPN values are generated. From primary data collection, it is known that 7 components experience failure mode. Then by calculating the severity, occurrence, and detection scores; three components with the highest RPN values were obtained, namely fuel filters (RPN 300), capacitors (RPN 240), and batteries (RPN 150). The calculation results of the mean time between failure (MTBF) on the fuel filter components are 256.82 hours; capacitor 714;29 hours; and 1,277.5 hours of battery. The recommended preventive maintenance action for the maintenance of these three components is replacement. Replacement of the fuel filter is recommended to be done after 250 hours of operation (from the previous 500 hours of operation) to reduce the occurrence of unscheduled breakdowns. For capacitors and batteries, the recommended maintenance measure is to add these items to the 7-day periodic inspection sheet. Capacitor replacement is recommended every 750 operating hours, while battery replacement is recommended every 1250 operating hours.

**Keywords:** *maintenance. tower lamp, RCM*

## 1. PENDAHULUAN

Industri pertambangan telah menjadi salah satu penopang penting bagi pembangunan ekonomi nasional. Industri pertambangan melakukan pengolahan Sumber Daya Alam (SDA), yang hasilnya digunakan untuk pembangunan dan kesejahteraan rakyat Indonesia. Penerimaan negara salah satunya dihasilkan dari sektor pertambangan ini. Setiap tahun perusahaan pertambangan menyumbang kepada penerimaan negara dalam bentuk iuran tetap, iuran produksi dan penjualan hasil tambang [1].

Kalimantan merupakan wilayah yang menyimpan potensi sumber daya alam yang cukup besar. Tambang batubara dalam jumlah besar dan kualitas yang baik terdapat banyak kabupaten di Kalimantan. Di antaranya di Kabupaten Banjar, Tanah Laut, Kota Baru, Tanah Bumbu, HST, HSU, HSS, Tapin, dan Kabupaten Tabalong. Kalimantan menyimpan 62,1% dari total potensi cadangan dan sumber daya batubara di Indonesia, menjadikan Kalimantan sebagai wilayah terbesar pemasok batubara di Indonesia. Besar potensi batubara di Kalimantan adalah sebesar 88,31 miliar ton sumber daya dan 25,84 miliar ton cadangan Dengan demikian, Kalimantan menjadi andalan Indonesia dalam penyediaan batubara yang merupakan sumber energi dengan harga terjangkau [2].

PT XYZ adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang jasa pertambangan. Jasa yang disediakan oleh PT XYZ meliputi pembukaan lahan untuk pertambangan (*land clearing*), pemindahan lapisan tanah atas (*over burden removal*), pengambilan batu bara (*coal getting*), dan pengangkutan batu bara ke stok *yard* atau pelabuhan (*coal hauling*). Sejalan dengan hal tersebut maka tanggung jawab PT XYZ ke *customer* adalah seberapa banyak pemindahan lapisan tanah (*over burden*) dan batubara yang dikeluarkan; serta batubara yang dikirim ke *stock yard*/pelabuhan sesuai kemauan *customer*.

Untuk menunjang kegiatan operasional PT XYZ menggunakan alat berat. Alat berat yang digunakan antara lain *Dump Truck*, *Motor Grader*, *Drilling*, *Pompa*, *Whell Loader*, *Tower Lamp* dan *Excavator*. Salah satu alat berat yang cukup penting adalah *Tower Lamp*. Tower lamp merupakan salah satu alat pendukung yang membantu proses aktivitas tambang pada malam hari, cahaya yang di dihasilkan dari towerlamp digunakan sebagai penerangan di area tambang, dimana ketika terjadi kerusakan pada towerlamp di malam hari, maka seluruh aktivitas tambang di tempat tersebut harus berhenti.

Kendala yang di alami PT XYZ pada periode Januari 2022 hingga Februari 2023 di bagian support power plant adalah tingginya frekuensi kerusakan yang tidak terjadwal pada unit tower lamp Atlas Copco B5+, yaitu sebanyak 62 kali. Kerusakan tersebut mengakibatkan rendahnya

kinerja tower lamp Atlas Copco B5+, akibatnya aktivitas produksi pada malam hari terganggu, produktivitas menurun, dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan

Sebagai sebuah perusahaan yang mengandalkan peralatan untuk menjalankan aktivitas operasional, PT XYZ melakukan kegiatan *maintenance* dengan intensif [3]. *Maintenance* yang dilakukan meliputi *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. *Preventive maintenance* ditujukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin selama operasi berlangsung melalui *periodic service* dan *periodic inspection*, sedangkan *corrective maintenance* adalah perawatan tidak terjadwal yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi penyebab kerusakan dan kemudian memperbaikinya pada saat terjadi kerusakan terhadap peralatan sehingga peralatan produksi dapat beroperasi normal kembali.

Atas dasar tersebut, penulis akan menganalisis permasalahan ini dengan metode *reliability centered maintenance* (RCM), yaitu suatu prosedur yang dijalankan untuk menentukan tindakan perawatan yang sesuai bagi sistem atau komponen. Tujuan utama RCM adalah mempertahankan fungsi sistem pada tingkat keandalan yang diinginkan. Tahapan awal dimulai dari identifikasi mode kegagalan, lalu menghitung skala prioritas berdasarkan resiko kegagalan. Selanjutnya ditentukan langkah perawatan yang efektif bagi komponen atau sistem tersebut [4]. Rekomendasi perawatan dapat dengan menggabungkan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

Metode RCM memiliki beberapa kelebihan, yaitu analisis RCM akan menghasilkan sebuah program perawatan yang berfokus pada jenis kegagalan yang sering terjadi [5]. Selain itu ada keuntungan lain dari penerapan RCM yaitu peningkatan ketersediaan dan keandalan peralatan, serta penurunan biaya operasional. Pada jangka panjang, manfaat yang diperoleh adalah kinerja operasional yang meningkat, kerjasama yang baik antarbagian, serta meningkatnya motivasi para pekerja [6].

Penelitian sistem perawatan dengan menggunakan RCM sudah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Pranoto pada tahun 2013 meneliti tentang implementasi preventive maintenance Fasilitas Produksi Dengan Metode RCM Pada PT XYZ. Pada riset ini didapatkan 7 komponen kritis yang mempengaruhi kinerja fungsi yaitu rubber, selang penghisap udara, 2 jenis *bearing*, selang pipa gas argon, roll karet seal, dan *coupling*. Pemilihan tindakan perawatan terhadap komponen kritis pada riset ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu condition directed dan time directed. Dua komponen kritis yang ditentukan tindakan perawatannya dengan condition directed adalah rubber S-205 dan seal roll karet. Lima komponen kritis yang ditentukan dengan perawatan time directed adalah selang penghisap udara, dua jenis bearing, selang pipa gas argon, coupling [7]. Riset lain dilakukan oleh Wilbert pada tahun 2013, tentang penerapan preventive maintenance dengan mengaplikasikan Grey FMEA pada PT WXY. Riset ini menghasilkan rekomendasi interval perawatan berdasarkan RCM, yaitu sebanyak 4 jenis komponen direkomendasikan tindakan perawatan terjadwal dan 4 komponen direkomendasikan perawatan tidak terjadwal. Komponen yang direkomendasikan perawatan terjadwal adalah spindle, motor, radial ball bearing, dan v-belt [8]. Bhakti pada tahun 2015 melaksanakan penelitian dengan judul perancangan sistem pemeliharaan menggunakan metode RCM pada pulverizer (studi kasus: PLTU Paiton Unit 3). Dilakukan analisis data secara kualitatif, dan dari analisis tersebut, terdeteksi 12 mode kegagalan. Analisis dilakukan pada empat subsistem pulverizer. Selanjutnya, diperoleh nilai rata-rata waktu antar kegagalan (MTBF) tiap subsistem [9].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Waktu, Lokasi Penelitian dan Objek Penelitian

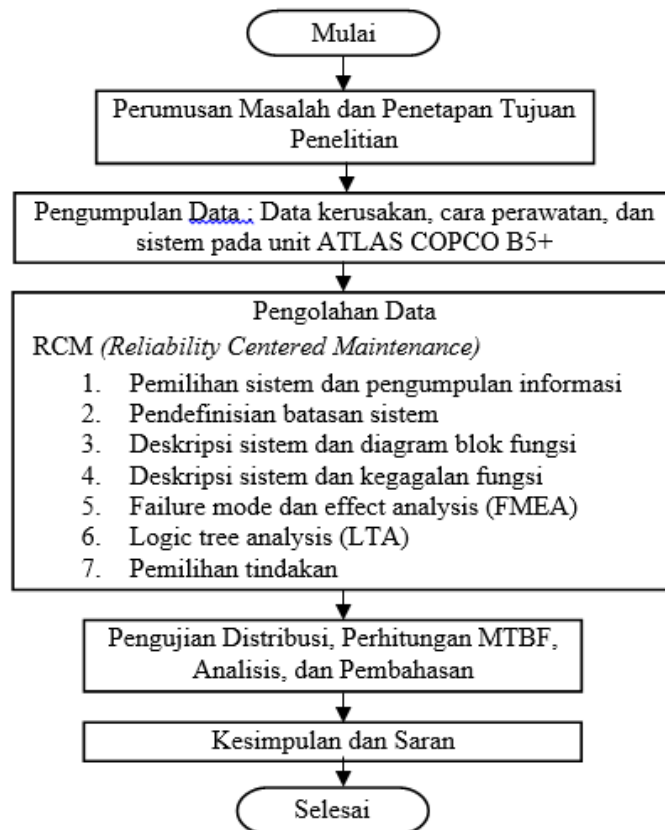
Penelitian ini dilakukan di PT XYZ Kalimantan selatan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2023. Objek penelitian yang diamati adalah unit Atlas Copco B5+ yang memiliki tingkat kerusakan tinggi yang ditinjau dari nilai *downtime* pada periode januari 2022 s/d februari 2023 di PT XYZ

## 2.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada tim perawatan Tower Lamp PT XYZ. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data waktu kegagalan tidak terjadwal dan data historis kerusakan unit Tower Lamp Atlas Copco B5+ pada periode Januari 2022 sampai Februari 2023. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

## 2.3. Metode Pengolahan Data

Berdasarkan data yang di dapatkan selanjutnya dilakukan proses analisis dengan prosedur RCM yaitu: (a) melakukan penentuan objek sistem dan pengumpulan informasi; (b) menentukan batasan system; (c) menentukan struktur gangguan kerja dari system; (d) menentukan fungsi komponen dan kegagalan fungsi; (e) penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA); (f) penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA); dan (g) menentukan tindakan perawatan [4]. Selanjutnya melakukan uji distribusi waktu antar kegagalan untuk mengetahui nilai parameter dan distribusinya. Parameter hasil uji distribusi digunakan untuk menghitung *mean time between failure* (MTBF).



Gambar 1. Tahapan Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada tim perawatan Tower Lamp PT XYZ. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data waktu kegagalan tidak terjadwal dan data historis kerusakan unit Tower Lamp Atlas Copco B5+ pada periode Januari 2022 sampai Februari 2023. Data frekuensi kerusakan tidak terjadwal pada unit Atlas Copco B5+ dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Frekuensi *Breakdown*, Tidak Terjadwal Tower Lampu Atlas Copco B5+**

No	Kerusakan	Frekuensi
1	Hidraulic System	4
2	Attachment	6
3	Engine	28
4	Electrical system	24
	Jumlah	62

Jenis kerusakan yang terjadi pada unit Tower Lamp ATLAS COPCO B5+ PT SIS pada periode Januari 2022 sampai Februari 2023 adalah pada Hidraulic system (tower tidak bisa naik), Attachment (*wire rope sling* putus), Engine (filter bahan bakar buntu, filter udara buntu), Electrical system (generator tidak dapat mengeluarkan arus listrik, mesin tidak menyala, sensor oli bocor).

### 3.2. Pengolahan Data

#### a. *Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Proses analisis pada metode ini yaitu: 1) Penentuan system yang menjadi objek riset dan pemerolehan informasi, (2) Pendeskripsian batasan sistem, 3) Pembuatan diagram blok fungsi sistem, (4) Pendeskripsian fungsi sistem dan pendeteksian kegagalan fungsi sistem, (5) Penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, (6) Pembuatan *Logic Tree Analysis (LTA)*, (7) Penentuan tindakan perawatan. Komponen-komponen yang mengalami kerusakan tidak terjadwal di unit ATLAS COPCO B5+ tertera pada Tabel 2.

**Tabel 2. Sistem Dan Komponen**

No	Sistem	Kode	Komponen
1.	Hidraulic system	1.1.	Hose hidrolik
2.	Attachment	2.1.	<i>Wire rope sling</i>
3.	Engine	3.1.	Filter bahan bakar
		3.2.	Filter udara
4.	Electrical System	4.1.	Capasitor
		4.2.	Baterai
		4.3.	Sensor oli

Selanjutnya, dilakukan prosedur FMEA. Prosedur ini merupakan cara pengidentifikasian kegagalan sebuah komponen, penyebab kegagalan, efek dari kegagalan, serta tingkat kekritisan yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut [10]. Pada metode FMEA ditentukan nilai *severity*, nilai *occurance* dan nilai *detection* sesuai dengan rating yang menjadi pedoman. Nilai *severity* berkisar antara 1 s.d. 10. *Severity* paling ringan ditunjukkan dengan nilai 1 (kerusakan tidak menimbulkan efek yang berarti), sedangkan *severity* paling parah ditunjukkan dengan nilai 10 (kerusakan menimbulkan bahaya bagi keselamatan). Nilai *occurence* berkisar antara 1 s.d. 10, dimana nilai 1 menunjukkan kejadian yang tingkat kemungkinannya sangat rendah untuk terjadi, sedangkan nilai 10 untuk kejadian yang hampir pasti terjadi. Rating *detection* berkisar antara 1 s.d. 10, dimana nilai 1 menunjukkan bahwa kerusakan hampir pasti dapat terdeteksi dengan proses pengawasan. Sedangkan nilai 10 menunjukkan bahwa kerusakan sering tersembunyi atau sangat sulit dideteksi. Nilai *risk priority number (RPN)* ditentukan dari hasil perkalian tiga kriteria tersebut [11].

Penentuan rating pada aspek *severity*, *occurance*, dan *detection*, serta hasil penghitungan RPN tertera pada Tabel 3.

**Tabel 3. Failure Mode and Effect Analysis**

Kode	Komponen	Mode kegagalan	Penyebab kegagalan	Dampak kegagalan	S	O	D	RPN
1.1	Hose hidrolik	Hose hidrolik bocor	Paparan panas dari mesin dan daya tahan dari hose yang lemah	Tower tidak bisa naik	7	3	2	42
2.1	Wire rope sling	Wire rope sling putus	Gesekan antara sling dan ripper pada saat unit di pindah	Unit tidak bisa di pindah	5	1	3	15
3.1	Filter bahan bakar	Aliran bahan bakar tersumbat	Tangki bahan bakar kotor dan interval penggantian part yang terlalu lama.	Mesin tidak menyala	10	5	6	300
3.2	Filter udara	Aliran udara tersumbat	Udara di sekitar unit kotor dan banyak debu	Tenaga mesin rendah	9	5	3	135
4.1	Capasitor	Kapasitas capasitor rendah	Tempertur kerja capasitor terlalu tinggi	Generator tidak dapat mengeluarkan arus listrik	10	6	4	240
4.2	Baterai	Voltase baterai rendah	Tingginya intensitas penggunaan baterai	Mesin tidak bisa start	10	5	3	150
4.3	Sensor oli	Sensor oli bocor	Rusaknya seal pada sensor akibat dari panas mesin	Mesin mati sendiri	9	3	2	54

Dari Tabel 3. dapat dilihat bahwa terdapat 3 komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu filter bahan bakar dengan nilai 300, kapasitor dengan nilai 240 dan baterai dengan nilai 150.

Selanjutnya dilakukan analisis dengan metode LTA, yaitu analisis kekritisan kerusakan berdasarkan tiga kriteria (*evident*, *safety*, dan *outage*). Pada kriteria *evident*, ditanyakan apakah dalam kondisi normal operator mengetahui bahwa telah terjadi gangguan dalam sistem. Pada kriteria *safety*, ditentukan apakah kerusakan berpengaruh terhadap keselamatan. Yang terakhir pada kriteria *outage*, ditanyakan apakah kerusakan menyebabkan mesin berhenti. Selanjutnya berdasarkan jawaban atas kriteria tersebut, ditentukan kategori kerusakan. Adapun kategori yang ditetapkan adalah kategori A (*safety problem*), kategori B (*outgae problem*), Kategori C (*economic problem*) dan kategori D (*hidden failure*) [7]. Hasil LTA dari *Focus Group Discussion* (FGD) tertera pada Tabel 4.

**Tabel 4. Logic Tree Analysis**

Kode	Komponen	Mode kegagalan	Analisa kritis			
			Evident	Safety	Outage	Category
1.1	Hose hidrolik	Hose hidrolik bocor	Y	N	N	C
2.1	<i>Wire rope sling</i>	<i>Wire rope sling</i> putus	Y	Y	N	A
3.1	Filter bahan bakar	Aliran bahan bakar tersumbat	Y	N	Y	B
3.2	Filter udara	Aliran udara tersumbat	Y	N	Y	B
4.1	Capasitor	Kapasitas capasitor rendah	Y	N	Y	B
4.2	Baterai	Voltase baterai rendah	Y	N	Y	B
4.3	Sensor oli	Sensor oli bocor	Y	N	Y	B

Dari Tabel 4, dapat disimpulkan filter bahan bakar, filter udara, capasitor, baterai, dan sensor oli termasuk kategori B yaitu menyebabkan mesin mati mendadak sedangkan hose hidrolik termasuk kategori C yaitu menyebabkan *performance* unit kurang namun mesin masih dapat beroperasi dan *wire rope sling* termasuk kategori A yaitu menyebabkan gangguan keselamatan pada manusia dan lingkungan.

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses RCM. Rekomendasi tindakan yang dihasilkan dengan pendekatan RCM sebagai perencanaan tindakan terhadap masing-masing komponen. Hasil dari *Focus Group Discussion* (FGD) pemilihan tindakan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Pemilihan Tindakan**

Kode	Komponen	Mode kegagalan	Panduan seleksi							Tindakan perawatan
			1	2	3	4	5	6	7	
1.1	Hose hidrolik	Hose hidrolik bocor	N	Y	Y	N	N	Y	Y	<i>Condition Directed &amp; Design</i>
2.1	<i>Wire rope sling</i>	<i>Wire rope sling</i> putus	N	N	Y	N	N	Y	Y	<i>Condition Directed &amp; Design</i>
3.1	Filter bahan bakar	Aliran bahan bakar tersumbat	N	Y	Y	N	N	Y	N	<i>Time Directed</i>
3.2	Filter udara	Aliran udara tersumbat	N	Y	Y	N	N	Y	N	<i>Time Directed</i>
4.1	Capasitor	Kapasitas capasitor rendah	N	Y	Y	N	N	Y	N	<i>Time Directed</i>
4.2	Baterai	Voltase baterai rendah	N	Y	Y	N	N	Y	N	<i>Time Directed</i>
4.3	Sensor oli	Sensor oli bocor	N	N	Y	N	N	Y	N	<i>Condition Directed</i>

Dari Tabel 5 dapat disimpulkan sensor oli menggunakan tindakan perawatan *condition directed* yaitu mendeteksi kerusakan dengan cara *visual* inspeksi, memeriksa alat, serta memonitoring data yang ada sedangkan *wire rope sling* dan hose hidrolik menggunakan tindakan perawatan *condition directed and design* yaitu dilakukan modifikasi untuk menambah keandalan komponen tersebut dan setelah sudah dimodifikasi melakukan perawatan visual inspeksi,

memeriksa alat, serta memonitoring data yang ada. Filter bahan bakar, filter udara, kapasitor dan baterai menggunakan tindakan perawatan *time directed* yaitu dilakukakan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.

**b. Pengujian Pola Distribusi**

Pengujian distribusi menggunakan *software Easyfit* dan di ujikan dalam distribusi exponential, weibull, normal, log normal. Uji distribusi digunakan untuk mengetahui termasuk dalam distribusi mana dan mengetahui parameternya. Dari hasil pengujian tampak bahwa distribusi untuk data filter bahan bakar adalah distribusi lognormal, kapasitor adalah distribusi exponential, baterai adalah distribusi normal dan parameternya dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Pengujian Distribusi**

No	Komponen	Distribusi	Statistik	Parameter
1	Filter bahan bakar	Log normal	0,11585	$\sigma = 0.21994$ $\mu = 5.5242$
2	Capasitor	Exponential	0,14373	$\lambda = 0.0014$
3	Baterai	Normal	0,23190	$\sigma = 826.38$ $\mu = 1277.5$

**c. Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF)**

Perhitungan MTBF digunakan sebagai parameter penentuan perawatan atau penggantian pada komponen sistem. Hasil perhitungan MTBF yaitu filter bahan bakar mempunyai MTBF 256.82, kapasitor mempunyai MTBF 714.29 dan MTBF baterai 1277.5

**3.3. Pembahasan**

Berdasarkan hasil FMEA dilihat bahwa dari 7 mode kegagalan unit tower lamp ATLAS COPCO B5+ terdapat 3 komponen kritis yang memiliki nilai RPN tertinggi diantaranya filter bahan bakar dengan nilai 300, Capasitor dengan nilai 240 dan Baterai dengan nilai 150. Dari hasil tersebut, disusunlah usulan tindakan perawatan dengan metode *Focused Group Discussion*, yang hasilnya tertera pada Tabel 7.

**Tabel 7. Rekomendasi Tindakan Perawatan**

No	Komponen	Logic Tree Analysis & Pemilihan Tindakan	Pembahasan	Rekomendasi Tindakan Perawatan
1.	Filter bahan bakar	Kategori B ( <i>outage problem</i> ) Mengakibatkan mesin berhenti mendadak. Kategori <i>Time Directed</i> (T.D), tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen	Filter bahan bakar memiliki MTBF 256.82 jam, sedangkan dalam <i>preventive</i> yang dilakukan saat ini pergantian filter bahan bakar di lakukan di 500 jam. Hal tersebut terjadi karena penurunan kualitas bahan bakar yang di gunakan yaitu Bio solar di mana bio solar memiliki jelaga tinggi.	Untuk mengurangi terjadinya kerusakan yang tidak terjadwal, maka harus di lakukan perubahan pada <i>preventive maintenance</i> dari filter bahan bakar yaitu pergantian di lakukan di 250 jam operasi.



2.	Capasitor	Kategori B ( <i>outage problem</i> ) Mengakibatkan mesin berhenti mendadak. Kategori <i>Time Directed</i> (T.D), tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen	Capasitor memiliki MTBF 714.29 jam. Dalam perawatan sekarang belum ada jadwal pergantian pada komponen capasitor, dimana pergantian capasitor dilakukan ketika terjadi kerusakan pada capasitor tersebut, yang mengakibatkan kerusakan tidak terjadwal.	Menambahkan penggantian capasitor ke dalam item lembar perawatan setiap 750 jam. Dan melakukan pemeriksaan secara berkala setaip 7 hari sekali.
3	Baterai	Kategori B ( <i>outage problem</i> ) Mengakibatkan mesin berhenti mendadak. Kategori <i>Time Directed</i> (T.D), tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen	Baterai memiliki MTBF 1277.5 jam dalam perawatan sekarang belum ada jadwal pergantian pada komponen baterai, dimana pergantian baterai dilakukan ketika terjadi kerusakan pada baterai tersebut. yang mengakibatkan kerusakan tidak terjadwal	Menambahkan penggantian baterai ke dalam item lembar perawatan setiap 1250 jam. Dan melakukan pemeriksaan berkala setiap 7 hari sekali.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data riwayat kerusakan tidak terjadwal, terdapat 7 mode kegagalan yaitu hose hidrolik bocor, *wire rope sling* putus, aliran bahan bakar tersumbat, aliran udara tersumbat, kapasitas capasitor rendah, voltase baterai rendah dan sensor oli bocor.

Berdasarkan analisis FMEA terdapat 3 komponen kritis yang memiliki nilai RPN tertinggi diantaranya filter bahan bakar dengan nilai 300, capasitor dengan nilai 240 dan baterai dengan nilai 150. Perhitungan MTBF digunakan sebagai parameter penentuan perawatan atau penggantian pada komponen dan sistem memperoleh hasil sebagai berikut: a) Filter bahan bakar mempunyai MTBF 256.82 jam, b) Capasitor mempunyai MTBF 714.29 jam, c) Baterai mempunyai MTBF 1277.5 jam.

Rekomendasi tindakan perawatan untuk masing-masing komponen antara lain: a) Filter bahan bakar tindakan perawatannya antara lain dengan melakukan perubahan pada *preventive maintenance* dari filter bahan bakar yaitu pergantian di lakukan di 250 jam operasi dari yang sebelumnya 500 jam operasi untuk mengurangi terjadinya kerusakan tidak terjadwal, b) Capasitor tindakan perawatannya antara lain menambahkan pemeriksaan capasitor ke dalam item lembar pemeriksaan berkala yang di lakukan 7 hari sekali dan menambahkan penggantian capasitor ke dalam item lembar perawatan setiap 750 jam, c) Baterai tindakan perawatannya antara lain menambahkan pemeriksaan baterai ke dalam item lembar pemeriksaan berkala yang di lakukan 7 hari sekali dan menambahkan penggantian baterai ke dalam item lembar perawatan setiap 1250 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zein FA, Setiawan FD, Ardiansyah R. Analisis Time Series dan Cross Section Perbandingan Kinerja Keuangan Studi Kasus Pada PT Adaro Energy , PT Indika Energy , dan PT Harum Energy Tahun 2019 - 2021. *Trending J Manaj dan Ekon* [Internet]. 2023;1(1). Available from: <https://jurnaluniv45sby.ac.id/index.php/Trending/article/download/472/453>
- [2] Kementerian ESDM. Cadangan Batubara Masih 38 , 84 Miliar Ton , Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong [Internet]. 2023 [cited 2023 Jun 12]. Available from: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/cadangan-batubara-masih-3884-miliar-ton-teknologi-bersih-pengelolaannya-terus-didorong>
- [3] Alfath A, Komariah A, Suprpto S. Analisis Sistem Perawatan Unit Multiflo Mf420EX Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT KLM. In *Surakarta: Universitas Sahid Surakarta*; 2022. p. 978–9. Available from: <https://journal.uniba.ac.id/index.php/PSD/article/view/380>
- [4] Setiawan A, Aritonang YMK, Iskandar C. Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance ( RCM ) untuk Menentukan Strategi Perawatan. *Telematika* [Internet]. 2013;8(1):8–14. Available from: <https://journal.ithb.ac.id/telematika/article/view/64>
- [5] Rasindyo MR, Kusumaningrum K, Helianty Y. Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincinnati dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance di PT Dirgantara Indonesia. *Reka Integr* [Internet]. 2015;03(1):400–10. Available from: <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/viewFile/742/941>
- [6] Azis MT, Suprawardhana MS, Purwanto TP. Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance ( RCM ) Berbasis Web pada Sistem Pendingin Primer di Reaktor Serba Guna GA Siwabessy. *J Forum Nukl* [Internet]. 2010;4(1):81–98. Available from: <https://jurnal.batan.go.id/index.php/jfn/article/download/225/214#:~:text=Penerapan metode RCM akan memberikan,yang lebih lama%2C basis data>
- [7] Pranoto J, Matondang N, Siregar I. Implementasi Studi Preventive Maintenance Fasilitas Produksi dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PT XYZ. *J Tek Ind USU* [Internet]. 2013;1(3):18–24. Available from: <https://www.neliti.com/id/publications/219246/implementasi-studi-preventive-maintenance-fasilitas-produksi-dengan-metode-relia>
- [8] Tamin W, Sinaga T, Rambe AJM. Penerapan Preventive Maintenance dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dengan Mengaplikasikan Grey Fmea Pada PT WXY. *J Tek Ind USU* [Internet]. 2013;1(3):53–9. Available from: <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jti/article/view/2099>
- [9] Sari RBP, Kromodihardjo S. Perancangan Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance ( RCM ) Pada Pulverizer ( Studi Kasus : PLTU Paiton Unit 3 ). *J Tek ITS* [Internet]. 2016;6(1):155–60. Available from: <https://media.neliti.com/media/publications/214368-perancangan-sistem-pemeliharaan-mengguna.pdf>
- [10] Hanif RY, Rukmi HS, Susanty S. Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT X dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Reka Integr* [Internet]. 2015;03(03):137–47. Available from: <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/download/879/1113>
- [11] Stamatis DH. *Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from theory to execution*. 2nd ed. Milwaukee: American Society for Quality - Quality Press; 2003.