

Perencanaan Perawatan Pada Unit Pembangkit Lisrik Tenaga Diesel Hative Kecil Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance

Resti Pramana Putri¹, Hamles Leonardo Latupeirissa², Marselin Jamlaay³
^{1,2,3}*Teknologi Rekayasa Kelistrikan Minyak dan Gas, Politeknik Negeri Ambon*
¹kiranap0687424@gmail.com, ²hamleslatupeirissa@gmail.com, ³marselin90@gmail.com

ABSTRACT

Plant maintenance is one of the important activities to support the continuity of electricity production. In PLTD Small Hative, maintenance activities carried out include the replacement of damaged components as an effort to rejuvenate and overhaul which is a Preventive Maintenance Action aimed at maintaining the power plant unit so that there is no damage or disruption in its operation. In this study, the method used to analyze component failures in Small Hative PLTD is the Reliability Centered Maintenance and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methods. Through this method, the value of the failure rate and (MTBF) used to analyze the maintenance/maintenance system of the generating unit can be determined. Based on the calculation results, it is known that the critical components in the Small Hative PLTD generating unit are the Cylinder Head and Bearing Generator. The component damage time interval determined by the RCM method is the Cylinder Head with an interval of 181.81 Hours, while the Bearing Generator with an interval of 144.92 Hours.

Keywords: Maintenance, Reliability Centered Maintenance, FMEA, PLTD

ABSTRAK

Pemeliharaan pembangkit merupakan salah satu kegiatan penting untuk mendukung kontinuitas produksi listrik. Pada PLTD Hative Kecil kegiatan pemeliharaan yang dilakukan diantaranya yaitu penggantian komponen-komponen yang rusak sebagai upaya peremajaan dan Overhaul yang merupakan Tindakan Preventive Maintenance bertujuan untuk merawat Unit pembangkit agar tidak terjadi kerusakan atau gangguan dalam pengoperasiannya. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk menganalisis kegagalan komponen pada PLTD Hative Kecil adalah dengan metode Reliability Centered Maintenance dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Melalui metode ini dapat diketahui nilai laju kerusakan dan (MTBF) yang digunakan untuk menganalisis sistem pemeliharaan/perawatan unit pembangkit. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui komponen-komponen kritis pada unit pembangkit PLTD Hative Kecil adalah Cylinder Head dan Bearing Generator. Interval waktu Rata-rata kerusakan komponen yang ditentukan dengan metode RCM adalah Cylinder Head dengan interval sebesar 181,81 Jam, sedangkan Bearing Generator dengan interval sebesar 144,92 Jam.

Kata Kunci: Perawatan, Reliability Centered Maintenance, FMEA, PLTD

I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik juga menggunakan mesin diesel sebagai penggerak mula yang berfungsi menghasilkan energy mekanik yang diperlukan untuk memutar rotor Generator untuk menghasilkan

aliran listriknya. Permasalahan yang dihadapi adalah banyak kerusakan-kerusakan mesin yang mengakibatkan mesin tidak beroperasi dan tingginya biaya perbaikan yang mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian. [1]

Kegiatan perawatan yang selama ini telah dilakukan oleh PLTD Hative Kecil adalah penggantian komponen-komponen mesin yang rusak sebagai usaha peremajaan dan *overhaul* yang bertujuan untuk memperpanjang umur pakai mesin, selain itu juga adanya tindakan *Preventive Maintenance (PM)* yang bertujuan untuk merawat mesin-mesin agar tidak terjadi kerusakan atau gangguan saat beroperasi. *Preventive Maintenance* yang dilakukan oleh PLTD Hative Kecil Ambon mengacu pada buku manual (*Shop Manual*) yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat mesin, dengan tujuan menjaga kondisi komponen mesin agar tetap beroperasi dengan baik. [2]

Walaupun demikian, telah melakukan kebijakan PM, penggantian komponen yang rusak dan *overhaul* untuk peremajaan tetap saja terjadi kerusakan saat beroperasi. PLTD Hative kecil ambon mempunyai lima mesin dengan daya yang berbeda dan spesifikasi yang berbeda. Pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) secara optimal guna memenuhi kebutuhan masyarakat salah satu metode yang bisa di gunakan untuk mengatasi permasalahan aktivitas perawatan yang belum terprogram dan keandalan mesin di karenakan usia mesin yang sudah cukup lama beroperasi maka perlu adanya penggambaran system perawatan actual dengan menggunakan metode *Reliability centered Maitenance (RCM)*. Dengan metode tersebut maka dapat di gunakan untuk menganalisa fungsi komponen, jenis kerusakan yang terjadi, efek yang timbul akibat kerusakan dan tindakan yang harus dilakukan untuk mengatasi kerusakan tersebut selain itu juga informasi tersimpan dalam *RCM Worksheet*.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis melakukan penelitian dengan judul “Perencanaan Perawatan Unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) “

Untuk mengatasi masalah ini penting untuk mengetahui Tindakan perencanaan perawatan Pembangkit menggunakan RCM perawatan yang optimal pada unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil, komponen yang tergolong kritis pada unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil, dan interval waktu kerusakan pada komponen kritis.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui komponen yang tergolong kritis pada unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil, Mengetahui interval waktu kerusakan, waktu perbaikan yang optimal, waktu pergantian dan pencegahan pada komponen kritis, Dan Memberikan rekomendasi tindakan perawatan yang optimal pada unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil.

Hasil dari penelitian ini diharapkan Sebagai sarana bagi penulis untuk mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro, Dapat dijadikan sebagai bahan lebih lanjut bagi para pembaca dan peneliti yang berminat terhadap permasalahan yang sama.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah suatu stasiun pembangkit tenaga, dimana sebagai penggerak mula adalah sebuah mesin diesel yang mendapat energi dari bahan bakar cair yang dikenal sebagai minyak solar, dan merubah energi tersebut menjadi energi mekanik dan dikopel dengan sebuah generator untuk mengubah energi mekanik dari mesin diesel menjadi energi listrik. Prinsip kerja PLTD adalah dengan menggunakan mesin diesel yang berbahan bakar *High Speed Diesel Oil (HSDO)* [3].

2.1 Jenis-Jenis Perawatan

Kegiatan perawatan (*Maintenance*) yang dilakukan terhadap mesin dan peralatan pabrik di dalam perusahaan memerlukan suatu metode dan prosedur yang tepat. Oleh sebab itu manajemen perawatan haruslah dapat membuat dan menyusun suatu program dan perencanaan perawatan yang efektif. Kegiatan Perawatan Dapat dibedakan secara umum atas dua macam, yaitu *Preventive maintenance* dan *Corective* atau *breakdown maintenance* [4].

2.2 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

Komponen utama pembangkit listrik tenaga diesel sebagai berikut:

2.2.1 Mesin Diesel

Motor diesel dikategorikan dalam motor bakar torak dan mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*). Penggunaan motor diesel bertujuan untuk mendapatkan tenaga mekanik dari energy panas yang di timbulkan oleh energy kimia bahan bakar,

2.2.2 Generator

Generator adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi kinetik atau magnetic menjadi energi listrik. Alat ini menghasilkan listrik dari energi gerak atau magnet lalu menyalurkannya ke peralatan listrik lainnya. Generator menghasilkan energi listrik lewat induksi dengan memutar kumparan antara celah kutub magnet yang terhubung menggunakan konektor.

2.3 Pengertian Perawatan

Perawatan (*maintenance*) merupakan salah satu kegiatan yang memegang peranan penting di dalam suatu perusahaan industri dan sama pentingnya dengan aktivitas lainnya seperti pengadaan dan pengawasan bahan baku yang kesemuanyaditunjukkan agar proses produksi yang dilaksanakan oleh mesin-mesin dan peralatan-peralatan dapat berjalan dengan lancar tanpa adanya gangguan. Pengertian kegiatan perawatan (*maintenance*) dirumuskan secara berbeda-beda oleh para ahli ekonomi dan tergantung dari sudut pandang masing-masing namun pada intinya maksud dan tujuannya tetap sama.

2.4 Fungsi dan Tujuan perawatan

Fungsi perawatan adalah memperbaiki mesin atau peralatan (*equipment*) yang rusak dan menjaga agar selalu dalam kondisi siap dioperasikan. Defenisi lainnya menyatakan bahwa “perawatan adalah meliputi seluruh kegiatan yang diambil untuk menjaga kondisi mesin atau peralatan yang bisa diterima. Kegiatan perawatan dilakukan untuk memelihara mesin dan peralatan agar selalu berada pada tingkat kinerja tertentu dengan biaya seminim mungkin, dengan kata lain kondisi mesin atau peralatan diupayakan dapat memaksimalkan kinerja.

2.5 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability centered maintenance adalah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua asset fisik terus melakukan apa yang ingin lakukan dalam kondisi operasinya saat ini Untuk memperoleh informasi yang penting untuk melakukan *improvement* pada desain awal yang kurang baik. Untuk mengembangkan sistem *maintenance* yang dapat mengembalikan kepada *reliability* dan *safety* seperti awal mula *equimen* dari *deteriorasi* yang terjadi setelah sekian laman dioperasikan. Untuk mewujudkan semua tujuan diatas dengan biaya minimum. Dalam pendefinisian *Reliability centered maintenance* (RCM) mempunyai beberapa defenisi, yaitu suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dikerjakan untuk menjamin setiap asset fisik tetap bekerja sesuai yang diinginkan atau suatu proses untuk menentukan perawatan yang efektif. Suatu pendekatan pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *Preventive maintenance* (PM) dan *corrective maintenance* (CM) untuk memaksimalkan (*life time*) dan fungsi asset / sistem / *equipment* dengan biaya minimal[5].

2.6 Fungsi Laju Kerusakan

Fungsi laju kerusakan didefenisikan sebagai *limit* dari laju kerusakan dengan panjang interval waktu mendekati nol, maka fungsi laju kerusakan adalah laju kerusakan sesaat. Rata-rata kerusakan yang terjadi dalam interval waktu(t) dinyatakan, Kerusakan rata-rata dinyatakan sebagai berikut [6]:

$$\lambda = \frac{f}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

λ = (Laju kerusakan)

f= (Jumlah kerusakan)

t= (Waktu jam kerja)

2.7 Mean Time Between Failure (MTBF)

MTBF (Mean Time Between Failure) adalah ukuran keandalan dari suatu sistem atau komponen, yang dinyatakan sebagai rata-rata waktu kegagalan. hal Ini mengukur seberapa lama komponen atau sistem dapat berfungsi dengan baik sebelum mengalami kegagalan. Istilah yang paling umum dalam Analisa keandalan adalah MTBF dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

MTBF = *Mean time Between failure*

λ = Laju kerusakan

Pemantauan MTBF sekarang ini tidak hanya sebatas pada terjadinya estimasi kegagalan, tetapi pelaksanaannya menjadi lebih luas yaitu untuk memantau keandalan setelah perbaikan dilaksanakan.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertempat di PLTD Hative Kecil, yang terletak di Jl. Kapten Piere Tendea Desa Galala, kec. Baguala Ambon. Yang dilakukan selama 1 bulan. Jenis data yang diperlukan dalam perencanaan ini i) Sistem perawatan saat ini ii) Data Frekuensi Kerusakan iii) Jam produksi.

Reliability Centered Maintenance (RCM) Metode pemeliharaan mesin yang lebih bersifat corrective maintenance dengan belum tersedianya tindakan untuk mengidentifikasi secara dini gejala terjadinya kerusakan komponen dan belum jadwal pergantian komponen dan prosedur perawatan yang kurang memadai dalam perusahaan. Oleh karena itu, dilakukan pengolahan data dengan pendekatan Reliability Centered Maintenance ini terdiri dari tujuh tahapan sistematis, yaitu: i)Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi ii)Pendefinisian batas system iii)Deskripsi sistem dan blok fungsi iv) Pendeskripsian fungsi sistem dan kerusakan fungsi v)Penyusunan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1 PLTD Hative Kecil

PLTD Hative Kecil Merupakan salah satu PLTD yang ada di pulau Ambon yang terletak di Jl. Kapten Piere Tendea Desa Galala, kec. Baguala Ambon. Berdiri tahun 1975 dan mulai operasi tahun 1977 dengan 2 unit mesin SWD 6 TM 410 RR dengan daya terpasang 2.296 KW. Selanjutnya bertahap pada tahun 1983 ,1986 dan 1991 dilakukan penambahan mesin yang terdiri dari mesin SWD 6 TM 410 RR yang mempunyai daya terpasang sebesar 3.280 KW, mesin SWD 12 TM 410 RR dengan daya terpasang sebesar 6.560KW dan SWD 12 TM 410 RR Dengan daya terpasang 7040KW.



Gambar 4.1 PLTD Hative Kecil
(Sumber: PLTD Hative Kecil, 2024)

4.2. Pembahasan

Berdasarkan data pada tabel 4. 1 yang menjadi komponen kritis adalah dengan jumlah kerusakan terbesar komponen yang dapat diketahui pada Tabel 4. 1.

No	Komponen	Jumlah skala Severity	Jumlah skala Occurance	Jumlah Skala Detection	Nilai RPN
1	Cylinder Head	106	74	102	800088
2	Exhaust Valve Housing	69	76	78	409032
3	Gasket	79	69	73	397923
4	Exhaust Valve	79	83	79	518003
5	Inlet Valve	74	70	69	357420
6	Distribution Box	66	71	74	346764
7	Exhaust Rocker Arm	73	72	70	367920
8	Inlet Valve Rocker Arm	78	79	81	499122
9	Exhaust Valve Seat	73	64	75	350400
10	Inlet Valve Seat	75	76	79	450300
11	Inlet Valve Housing	76	72	85	465120
12	Bearing Generator	87	70	84	511560
13	Rotor	82	68	79	440504
14	Stator	74	70	83	429940
15	Automatic Voltage Regulator (AVR)	70	63	68	299880
16	Current Transvormer	75	73	71	388725
17	Exciter	81	72	72	419904
18	Dioda	69	74	65	331890

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa komponen dari unit yang bersifat kritis adalah Cylinder Head dan Bearing Generator

4.2.1 Penyebab dan efek kerusakan pada komponen

Dari penelitian ini menemukan penyebab dan efek kerusakan fungsi Pada setiap komponen antara lain:

1. Cylinder Head disebabkan karena terjadi panas yang cukup tinggi sehingga kompresi bocor dan daya yang dihasilkan menurun dan air bercampur pelumas sehingga dapat merusak fungsi pelumas
2. Bearing Generator Pelumasan yang tidak memadai kurangnya pelumasan atau penggunaan pelumas yang tidak sesuai dapat menyebabkan keausan dan panas berlebih pada bearing yang akhirnya memicu kerusakan.

4.2.2 Data Fungsi komponen Kritis

1. Cylinder Head berfungsi untuk menutup blok motor bagian atas dimana antara kepala silinder dan blok motor dapat dipisahkan, dan menahan tekanan kompresi waktu pembakaran.
2. Bearing Generator untuk mengurangi gesekan antara dua komponen, sehingga bisa bergerak dengan tujuannya.

4.2.3 FMEA (*Failure mode and effect Analisis*)

Pada tahap ini kita menganalisis komponen yang bersifat kritis dan sering rusak sehingga jika terjadi kerusakan pada komponen tersebut maka sejauh mana pengaruhnya terhadap fungsi system secara keseluruhan. Dengan demikian kita akan dapat memberikan perlakuan lebih terhadap komponen tersebut dengan Tindakan perawatan yang tepat.

Berdasarkan analisis melalui FMEA maka didapat nilai Risk Priority Number (RPN) Masing- masing komponen yaitu *Cylinder Head* 800088, Bearing generator 511560. Berdasarkan Analisa tersebut maka dapat disimpulkan bahwa komponen *Cylinder Head*, *Bearing Generator*, Merupakan komponen yang harus mendapat perhatian khusus.

4.2.4. Perhitungan interval Kerusakan

Laju kerusakan (*failure rate*) adalah laju dimana kerusakan terjadi pada interval waktu yang ditetapkan. Berdasarkan nilai RPN dapat kita ketahui bahwa komponen yang bersifat kritis dari unit pembangkit adalah Cylinder Head dan Bearing Generator Maka dapat dihitung Nilai Laju Kerusakan dan MTBF. Perhitungan laju kerusakan untuk komponen tersebut menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

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

Dimana:

λ = (Laju kerusakan)

f= (Jumlah kerusakan)

t= (Waktu jam kerja)

4.2.4.1 Komponen Unit 1

1. Cylinder Head

$$\lambda = \frac{f}{t}$$
$$\lambda = \frac{28}{2880} = 0,0097 \text{ kerusakan / Jam}$$

Dimana:

λ = (Laju kerusakan)

f= (Jumlah kerusakan) = 28

t= (Waktu jam kerja) =2880 jam

2. Bearing Generator

$$\lambda = \frac{f}{t}$$
$$\lambda = \frac{20}{2880} = 0,0069 \text{ kerusakan / Jam}$$

Dimana:

λ = (Laju kerusakan)

f= (Jumlah kerusakan) = 20

t= (Waktu jam kerja) =2880 jam

4.2.4.2 Komponen Unit 3

1. Cylinder Head

$$\lambda = \frac{f}{t}$$
$$\lambda = \frac{16}{2880} = 0,0055 \text{ kerusakan / Jam}$$

dimana:

λ = (Laju kerusakan)

f = (Jumlah kerusakan) = 16

t = (Waktu jam kerja) = 2880 jam

2. Bearing Generator

$$\lambda = \frac{f}{t}$$
$$\lambda = \frac{24}{2880} = 0,0083 \text{ kerusakan / Jam}$$

Dimana:

λ = (Laju kerusakan)

f = (Jumlah kerusakan) = 24

t = (Waktu jam kerja) = 2880 jam

Pada tabel 4.2 merupakan hasil perhitungan interval kerusakan

No	Komponen	Waktu Kerusakan/(Jam)	
		Unit 1	Unit 3
1	Cylinder Head	0,0097	0,0055
2	Bearing Generator	0,0069	0,0083

Setelah diketahui interval kerusakan maka dilakukan perhitungan waktu rata-rata antara kerusakan (MTBF). perhitungan Nilai MTBF untuk Komponen unit 1 dan 3 Selama 1 Tahun, menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \quad (2)$$

Dimana:

MTBF = *Mean time Between failure*

λ = (Laju kerusakan)

4.2.4.3 Komponen Unit 1

1. Cylinder Head

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$
$$MTBF = \frac{1}{0,0097} = 103,09 \text{ Jam}$$

Dimana:

MTBF = *Mean time Between failure*

λ = (Laju kerusakan) = 0,0097

2. Bearing Generator

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$
$$MTBF = \frac{1}{0,0069} = 144,92 \text{ Jam}$$

Dimana:

MTBF = *Mean time Between failure*

λ = (Laju kerusakan) = 0,0069

4.2.4.4 Komponen Unit 3.

1. Cylinder Head

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTBF = \frac{1}{0,0055} = 181,81 \text{ Jam}$$

Dimana:

MTBF = *Mean time Between failure*

λ = (Laju kerusakan) = 0,0055 jam

2. Bearing Generator

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTBF = \frac{1}{0,0083} = 120,48 \text{ Jam}$$

Dimana:

MTBF = *Mean time Between failure*

λ = (Laju kerusakan) = 0,0083

Sesuai dengan jenis distribusi masing-masing komponen hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil perhitungan MTBF

No	Komponen	Waktu Rata-Rata (Jam)	
		Unit 1	Unit 3
1	Cylinder Head	103,09	181,81
2	Bearing Generator	144,92	120,48

Berdasarkan Hasil perhitungan rata-rata Perkomponen Selama 1 Tahun Pada Tabel 4.3 menunjukkan hasil perhitungan MTBF (Mean Time Between Failures) untuk dua komponen, yaitu Cylinder Head dan Bearing Generator, pada dua unit pembangkit yang berbeda, yakni Unit 1 dan Unit 3. MTBF adalah ukuran keandalan komponen yang menunjukkan waktu rata-rata antara kerusakan terjadi. Untuk komponen Cylinder Head, Unit 1 memiliki MTBF sebesar 103,09 jam, sedangkan Unit 3 memiliki MTBF sebesar 181,81 jam. berarti Cylinder Head pada Unit 3 lebih baik daripada Unit 1 karena waktu operasinya sebelum terjadi kegagalan lebih lama. Sedangkan untuk komponen Bearing Generator, Unit 1 memiliki MTBF sebesar 144,92 jam, sementara Unit 3 sebesar 120,48 jam. hal Ini menunjukkan bahwa Bearing Generator lebih baik di Unit 1 dibandingkan Unit 3. Secara keseluruhan, komponen Cylinder Head lebih baik di Unit 3, sedangkan Bearing Generator lebih baik di Unit 1.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Hasil pengolahan data dan analisi pemecahan masalah yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tindakan yang harus dilakukan dalam perawatan unit dengan metode *Reliability centered maintenance* (RCM) yaitu mengurangi kerusakan mesin untuk komponen-komponen kritis atau sering mengurangi kerusakan.
2. Komponen yang paling kritis adalah Cylinder Head, dan Bearing Generator.
3. Interval waktu rata-rata pada Cylinder Head lebih baik di unit 3 dengan interval 181,81 Jam, sedangkan Bearing Generator lebih baik di unit 1 dengan interval 144,92 Jam.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah:

1. Prosedur perawatan pada mesin pembangkit listrik tenaga diesel yang ditentukan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dapat digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan dan menentukan tugas-tugas perawatan di PLTD Hative Kecil, karena memberikan suatu basis data yang komprehensif dan sistematis.
2. Diperlukan pencatatan berkala pada setiap kegiatan perawatan dan kerusakan yang terjadi, sehingga dapat mempertimbangkan dan memutuskan Tindakan perawatan yang akan dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya *breakdown* saat proses produksi berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. B. Syariah and G. Ilmu, "Evaluasi Kinerja Pemeliharaan Mesin PLTD Dengan menggunakan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Mesin Rustoi," no. september 2016, pp. 1–6.
- [2] Syahrudin, "Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD 'X,'" *J. Tekhologi Terpadu*, vol. 1, no. 7, pp. 42–49, 2018.
- [3] N. H. Rahman, "UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2020, [Online]. Available: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/30949>
- [4] N. L. Mauliddiyah, "analisis perawatan pada generator turbin guna menggunakan komponen kritis dengan metode Reliability Centered Maintenance," p. 6, 2021.
- [5] W. Suryana, "Analisis Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Pada PT. Eluan Mahkota Kabupaten Rokan Hulu," *J. Tek. Ind.*, pp. 1–48, 2021.
- [6] Iman Mujiarto, Eddi Indro Asmoro, and Kundori Kundori, "Pengukuran Laju Kerusakan Dengan Mengindikasikan Nilai Mtbfdalam Manajemen Perawatan Mesin Pada Pt. Aic," *J. Tek. Mesin, Ind. Elektro Dan Inform.*, vol. 1, no. 3, pp. 14–23, 2022, doi: 10.55606/jtmei.v1i3.491.