

Perencanaan Pemeliharaan Mesin Pompa Centrifugal Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm): Studi Kasus PT Nabati Asahan

Septri Asri Enjelina Sinaga¹, Anita Christine Sembiring²

^{1,2} Teknik Industri, Fak. Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia
sepтрisina96@gmail.com

Abstract

PT Multimas Nabati Asahan is one of the vegetable oil producers that experiences a high frequency of sudden breakdowns in centrifugal pump machines, averaging 12 hours per month, which negatively impacts production target achievement, operational efficiency, and increased production costs. The research methodology includes the identification of critical components, failure analysis through Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Logic Tree Analysis (LTA) to determine the priority of maintenance actions. The research results show that the mechanical seal is the component with the highest RPN value of 504, followed by the rubber coupling and bearing. From the task selection results, maintenance action recommendations berupa time directed maintenance, condition based maintenance, and failure finding were obtained. The implementation of RCM is capable of reducing the frequency of sudden failures, optimizing maintenance costs, and improving the reliability and productivity of centrifugal pump machines. This research is expected to serve as a strategic reference in the machinery maintenance management system in the palm oil processing industry.

Keywords: *Reliability Centered Maintenance, FMEA, Logic Tree Analysis, Downtime, Centrifugal Pump Machine.*

Abstrak

PT Multimas Nabati Asahan adalah salah satu produsen minyak nabati yang mengalami permasalahan tingginya frekuensi kerusakan mendadak pada mesin pompa sentrifugal, dengan rata rata mencapai 12 jam perbulan yang berdampak negatif terhadap perncapaian target produksi, efisiensi operasional dan peningkatan biaya produksi. Metodologi penelitian mencakup identifikasi komponen kritis, analisis kegagalan melalui *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menentukan prioritas tindakan pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *mechanical seal* merupakan komponen dengan nilai RPN tertinggi sebesar 504, di ikuti *rubber coupling* dan *bearing*. Dari hasil *task selection*, diperoleh rekomendasi tindakan pemeliharaan berupa *time directed maintenance*, *condition based maintenance*, dan *failure finding*. Penerapan RCM mampu menurunkan frekuensi kerusakan mendadak, mengoptimalkan biaya pemeliharaan, serta meningkatkan keandalan dan produktivitas mesin pompa centrifugal. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan strategis dalam sistem manajemen pemeliharaan mesin di industri pengolahan kelapa sawit.

Kata kunci: *Reliability Centered Maintenance, FMEA, Logic Tree Analysis, Downtime, Mesin Pompa Sentrifugal.*

1. PENDAHULUAN

PT Nabati Asahan, salah satu produsen minyak nabati terkemuka di Sumatera Utara, menghadapi tantangan signifikan dalam pemeliharaan mesin produksi yang kompleks, khususnya pada proses pengolahan minyak kelapa sawit. Berdasarkan pengamatan awal, perusahaan mengalami peningkatan frekuensi kerusakan mendadak pada mesin, disertai dengan tambahan biaya perawatan. Berdasarkan laporan dari departemen perawatan, rata-rata waktu henti (downtime) mesin tercatat mencapai 12 jam per bulan sepanjang tahun 2023, yang memberikan dampak negatif terhadap pencapaian target produksi dan efisiensi operasional (Data Internal PT Nabati Asahan, 2023). Kondisi ini menunjukkan perlunya evaluasi menyeluruh terhadap pemeliharaan sistem yang ada. Salah satu langkah strategi yang dapat diambil adalah dengan mengadopsi metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). [1] Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja mesin produksi, sekaligus mengoptimalkan operasional perusahaan secara keseluruhan melalui program pemeliharaan yang terstruktur dan efektif [2]

Perencanaan Pemeliharaan Mesin Pompa Centrifugal dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM): Studi Kasus PT Nabati Asahan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pemeliharaan mesin pompa centrifugal di PT Nabati Asahan melalui penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). PT Nabati Asahan, sebagai salah satu produsen minyak nabati terkemuka di Indonesia, menghadapi tantangan dalam menjaga kinerja mesin produksi akibat tingginya downtime dan frekuensi kerusakan tak terduga. [4] Dalam konteks PT Nabati Asahan, penerapan RCM mencakup identifikasi mode kegagalan kritis, penentuan prioritas komponen mesin berdasarkan tingkat risiko, serta penerapan tindakan preventif dan prediktif.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian deskriptif adalah jenis penelitian yang mendeskripsikan gejala, peristiwa, atau kejadian saat ini. Dalam situasi ini, penelitian ini menempatkan lebih banyak perhatian pada masalah yang sebenarnya sepanjang penelitian berlangsung. Tujuan penelitian adalah untuk mengumpulkan, mengorganisasi dan menganalisis data dengan teknik yang digunakan untuk memecahkan masalah dasar.

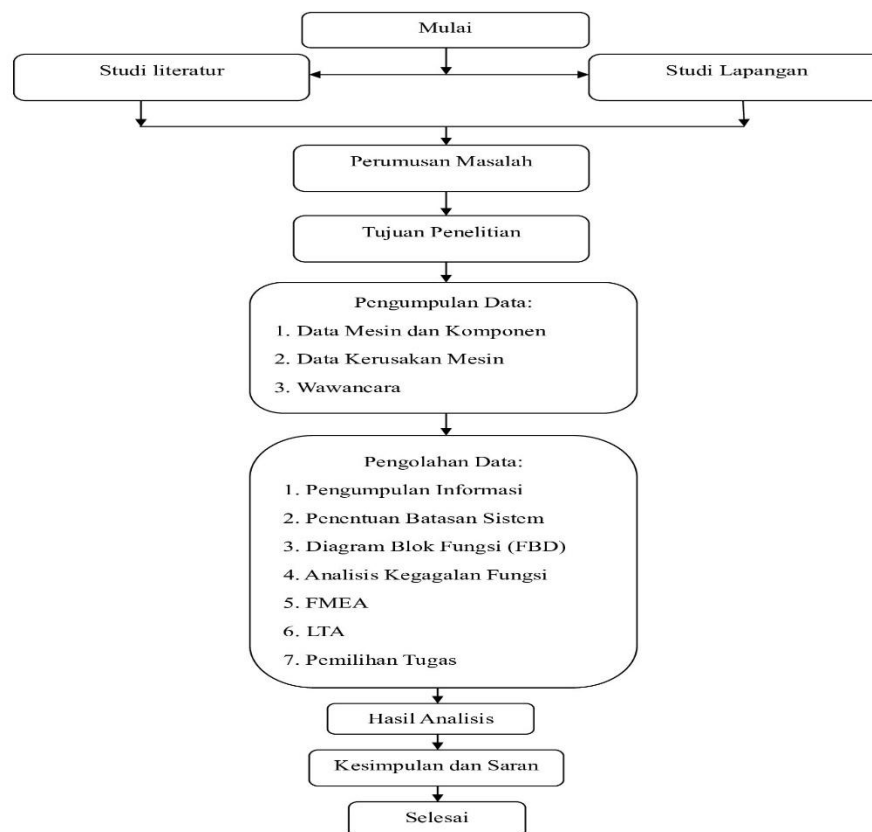
2.2. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian, maka langkah selanjutnya melakukan pengolahan data. Adapun pengolahan data yang dilakukan adalah mengidentifikasi komponen kritis mesin menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Tahapan dalam proses pengerjaan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yaitu:

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi.
Proses awal untuk menentukan sistem mana yang akan dianalisis serta mengumpulkan data yang diperlukan.
2. Penentuan batasan sistem.
Mengidentifikasi batasan dari sistem yang sedang dianalisis.
3. Deskripsi sistem dan diagram blok fungsional.
Penjabaran sistem dan pembuatannya dalam bentuk diagram untuk menggambarkan fungsinya secara visual.
4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsional.
Mengidentifikasi fungsi utama sistem dan jenis kegagalan yang mungkin terjadi.

5. Analisis mode kegagalan dan dampaknya (FMEA).
Menganalisis jenis-jenis kegagalan yang terjadi dan dampaknya terhadap operasional.
6. *Logic Tree Analysis* (LTA).
Suatu pengukuran kualitatif untuk mengklasifikasikan mode kegagalan yang terjadi pada suatu sistem.
7. Kritikalitas dan probabilitas kejadian.
Menilai tingkat pentingnya kegagalan dan kemungkinan terjadinya kegagalan tersebut.
8. Pemilihan tugas.
Menentukan langkah-langkah pemeliharaan (*maintenance*) yang perlu dilakukan berdasarkan analisis yang sudah dibuat.

2.3. Flow Chart Penelitian



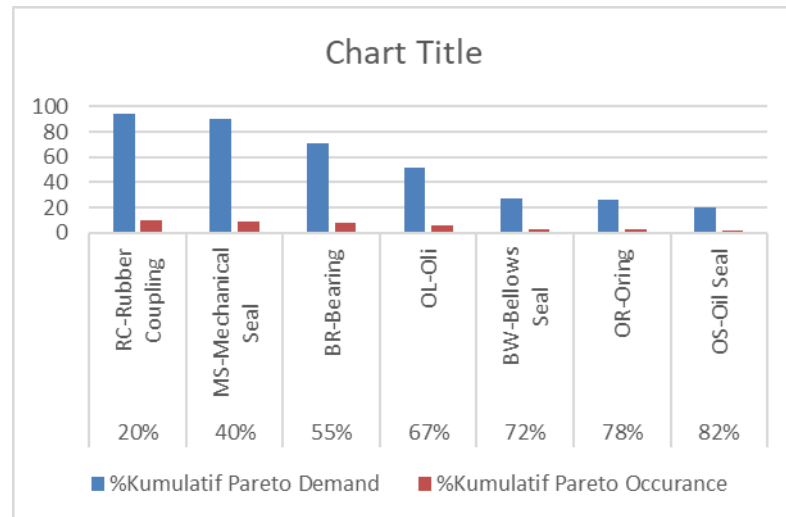
Gambar 1. Flow Chart Penelitian

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan wawancara kepada pekerja dan melihat secara menyeluruh proses dan sistem manajemen perbaikan mesin pengolahan

di PT.Multimas Nabati Asahan. Data yang diperoleh yaitu data frekuensi kegagalan mesin produksi, detail komponen seperti fungsi, kegagalan yang mungkin terjadi, bentuk kegagalan, dan efek yang mungkin ditimbulkan akibat kegagalan.



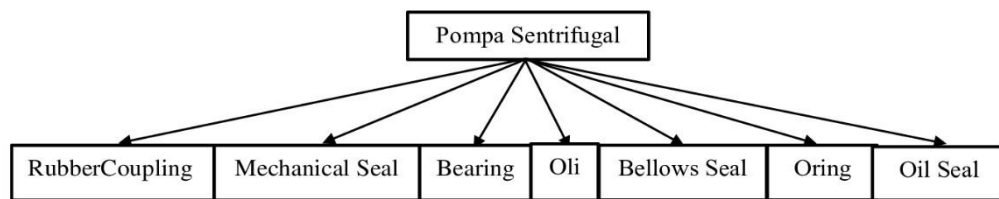
Gambar 2. Diagram Pareto

3.2.2 Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional (FBD)

Tahap ini melibatkan sistem untuk menentukan komponen kritis mesin yang berpengaruh terhadap kinerja mesin. Informasi yang digunakan sebagai dasar pembuatan diagram blok fungsional untuk mengidentifikasi sistem dengan rinci

Tabel 1. Data Waktu Henti Mesin Pompa Sentrifugal

Bulan	Waktu Operasional		
	Hari	Jam/Bulan	Jam/Hari
Januari	31	260,4	8,4
Februari	29	452,4	15,6
Maret	31	438,96	14,16
April	30	532,8	17,76
Mei	31	513,36	16,56
Juni	30	554,4	18,48
Juli	31	505,92	16,32
Agustus	31	513,36	16,56
September	30	432	14,4
Oktober	31	498,48	16,08
November	30	338,4	11,28
Desember	31	744	24



Gambar 3. Diagram Blok Fungsional

3.2.3 Definisi Kendala Sistem

Suatu Batasan sistem yang telah ditetapkan dan digunakan untuk mengetahui keterbatasan input, proses dan output mesin pompa sentrifugal. Batasan ini hasil dari pengamatan terhadap komponen-komponen mesin pompa sentrifugal yang sering mengalami kerusakan.

3.2.4 Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Analisis kegagalan fungsi adalah kegiatan untuk mengidentifikasi masing-masing semua fungsi komponen dan mengidentifikasi semua kegagalan fungsional. Kegagalan terbesar dalam total kerusakan data *downtime* terjadi pada pompa sentrifugal. Fungsi dan kegagalan sistem harus ditentukan oleh komponen yang memiliki Tingkat kegagalan tinggi sehingga dapat ditentukan tindakan yang tepat. Karena komponen yang tidak berfungsi akan menghambat pengoperasian mesin (Finamore et al., 2021).

Tabel 2. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi Komponen Mesin

Sistem	Fungsi
RC-Rubber Coupling	Meneruskan putaran dari motor ke pompa
MS-Mechanical Seal	Mencegah kebocoran fluida
BR-Bearing	Menopang poros dan mengurangi gesekan
OL-Oli	Melumasi komponen bergerak
BW-Bellows Seal	Mencegah kebocoran fluida
OR-Oring	Membentuk seal antara dua komponen di Mechanical Seal
OS-Oil Seal	Mencegah kebocoran oli

3.2.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode Analysis (FMEA) adalah suatu proses evaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen, dan menganalisis pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut. Hasil analisis digunakan untuk mengetahui komponen-komponen peralatan yang mendapat prioritas perbaikan sehingga dapat dilakukan perawatan yang sesuai dengan tingkat risiko yang mungkin terjadi. Proses penentuan kegagalan komponen yang dapat mengakibatkan kegagalan sistem dikenal sebagai *Failure Mode and Effect Analysis* atau FMEA (Syafei & Suhendar, 2022). Sebagai teknik pelengkap untuk mengevaluasi kinerja sistem, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dapat menilai dan menganalisis komponen sistem

untuk meminimalkan risiko atau dampak kegagalan.

$$\text{RPN} = \text{Tingkat Keparahan} \times \text{Kejadian} \times \text{Deteksi}$$

Informasi:

- RPN (*Risk Priority Number*) adalah hasil gabungan dari tiga variabel
- *Severity* (tingkat keparahan bahaya)
- *Occurrence* (Frekuensi kejadian)
- *Deteksi* (Tingkat deteksi)

Tabel 3. Failure Mode Effect Analysis

No	komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect			S	O	D	RPN
					Local	System	Plant				
1	RC-Rubber Coupling	Meneruskan putaran dari motor ke pompa	Tidak dapat meneruskan putaran	Rubber coupling robek, aus, atau patah	Putaran tidak sampai ke pompa	Pompa tidak beroperasi	Produksi berhenti	7	10	6	420
2	MS-Mechanical Seal	Mencegah kebocoran fluida	Kebocoran fluida	Permukaan seal aus, retak, atau tidak rata	Kebocoran fluida di area seal	Kehilangan efisiensi pompa	Fluida terbuang, meningkatkan Production loss	8	9	7	504
3	BR-Bearing	Menopang poros dan mengurangi gesekan	Tidak dapat menopang poros secara stabil	Bearing aus, pelumasan kurang, atau korosi	Meningkatkan vibrasi pompa hingga kepada tingkat unacceptable	Komponen pompa cepat rusak	Downtime meningkat akibat peningkatan TTF	7	8	3	168
4	OL-Oli	Melumasi komponen bergerak	Tidak memberikan pelumasan yang memadai	Oli habis, kualitas oli menurun, atau bocor	Gesekan berlebih pada komponen	Komponen aus lebih cepat	Kerusakan pompa dan biaya perbaikan meningkat	5	6	4	120
5	BW-Bellows Seal	Mencegah kebocoran fluida	Kebocoran fluida	Material seal robek atau kehilangan elastisitas	Kebocoran di area bellows	Efisiensi pompa menurun	Fluida terbuang, meningkatkan production loss	8	3	7	168
6	OR-Oring	Membentuk seal antara dua komponen di Mechanical Seal	Tidak dapat membentuk seal	O-ring aus, retak, atau tidak terpasang dengan	Kebocoran di sambungan komponen	Tekanan fluida berkurang	Kehilangan fluida atau kerusakan	8	3	7	168
7	OS-Oil Seal	Mencegah kebocoran oli	Kebocoran oli	Seal aus atau putus	Kebocoran oli di area seal	Pelumasan berkurang	Komponen aus lebih cepat, downtime	7	2	6	84
8	CP-Coupling	Meneruskan putaran dari motor ke poros	Tidak dapat meneruskan putaran	Baut pengencang kendur atau material coupling aus/pecah	Putaran tidak tersampaikan	Pompa tidak berfungsi	Produksi berhenti	8	2	6	96
9	GK-Gasket	Mencegah kebocoran antara dua permukaan	Kebocoran fluida	Gasket robek atau pemasangan tidak rata	Kebocoran pada sambungan	Tekanan sistem menurun	Kehilangan fluida dan efisiensi	6	2	6	72
10	SH-Shaft	Meneruskan putaran dari motor ke impeller	Tidak dapat meneruskan putaran	Poros bending, tergores, atau patah	Impeller tidak berputar	Pompa tidak dapat memompa	Produksi berhenti	8	2	8	128
11	GR-Grease	Melumasi komponen bergerak	Tidak memberikan pelumas yang memadai	Oli habis, kualitas oli menurun	Bearing overheating	Kerusakan bearing	Downtime meningkat	6	2	4	48
12	GD-Gland	Menahan mating ring agar tidak berpindah posisi	Kebocoran fluida	Gland aus atau pemasangan tidak tepat	Kebocoran di mechanical seal	Pompa berhenti bekerja	Produksi berhenti	8	1	8	64
13	EM-Electro Motor	Mengubah energi listrik menjadi kinetik, dan selanjutnya akan diteruskan ke pompa	Tidak dapat mengkonversi energi listrik menjadi kinetik	Overheating, coil terbakar, atau overload	Motor berhenti beroperasi	Pompa tidak berfungsi	Produksi berhenti	9	1	4	36
14	IM-Impeller	Mentransfer energi kinetik ke fluida	Tidak dapat mentransfer fluida	Impeller aus, retak, atau tersumbat	Aliran fluida berkurang/terhenti	Efisiensi dan performance sistem menurun	Fluida tidak terpompa, target produksi terganggu	7	1	9	63

3.2.6 Analisis Pohon Logika (LTA)

Pada proses *Logic Tree Analysis* umumnya menggunakan tiga pertanyaan yang terstruktur (*Evident*, *Safety* dan *category*) untuk mendapatkan kategori kegagalan yang terjadi. Dalam analisis kekritisitas, ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan, terutama yang berikut ini (Hakim et al., 2020):

- E *Evidence* (bukti) Indikasi kegagalan yang terlihat.
- S *Safety* (keamanan) Apakah kegagalan berisiko terhadap keselamatan?
- O *Outages* (Gangguan) Apakah menyebabkan berhentinya produksi?
- C *Category* : A (*failure affects safety*) and Category B (*failure affect production*)

Tabel 3. *Logic Tree Analysis*

No	Komponen	Fungsi	Kegagalan	E	S	O	C
1	RC-Rubber Coupling	Meneruskan putaran dari motor ke pompa	Tidak dapat meneruskan putaran motor	Y	Y	Y	A&B
2	MS-Mechanical Seal	Mencegah kebocoran fluida	Kebocoran fluida	Y	N	Y	B
3	BR-Bearing	Menopang poros dan mengurangi gesekan	Tidak dapat menopang poros secara stabil	Y	Y	Y	A&B
4	OL-Oli	Melumasi komponen bergerak	Tidak memberikan pelumasan yang memadai	Y	Y	Y	A&B
5	BW-Bellows Seal	Mencegah kebocoran fluida	Kebocoran fluida	Y	N	Y	B
6	OR-Oring	Membentuk seal antara dua komponen di Mechanical Seal	Tidak dapat membentuk seal	Y	N	Y	B
7	OS-Oil Seal	Mencegah kebocoran oli	Kebocoran oli	Y	N	Y	B

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui salah satu komponen yang mengalami kerusakan yaitu RC-Rubber Coupling pada mesin Centrifugal Pump. *RC-Rubber Coupling* pada mesin Centrifugal Pump memiliki fungsi untuk Meneruskan putaran dari motor ke pompa. Mode kegagalan dari komponen *RC-Rubber Coupling* adalah Tidak dapat meneruskan putaran motor. Analisis kekritisitas (mode kegagalan) yang diperoleh sebagai berikut :

a.*Evident*: Ya.

Saat kondisi normal, operator dapat melihat bahwa pompa tidak berputar, sehingga kegagalan terlihat langsung.

b.*Safety*: Ya

Kegagalan pada *Rubber Coupling* dapat menyebabkan motor berputar tanpa beban atau pompa berhenti tiba-tiba, yang bisa menimbulkan tekanan berlebih atau kerusakan sistem, sehingga berpotensi membahayakan keselamatan kerja.

c.*Outage*: Ya

Karena putaran dari motor tidak diteruskan ke pompa, maka seluruh sistem bisa berhenti bekerja, sehingga terjadi total *outage*.

d. *Category*: A & B

•A (*Safety*): Karena dapat berdampak pada keselamatan operator jika terjadi lonjakan tekanan atau kerusakan mendadak.

•B (*Production*): Karena menghentikan aliran fluida, maka produksi atau proses operasional akan terganggu atau berhenti.

3.2.7 Task Selection

Task selection digunakan sebagai penentuan kebijakan perawatan yang efektif diterapkan dalam meminimalkan kemungkinan kegagalan yang terjadi dalam segi biaya perawatan. Pemilihan kebijakan perawatan berhubungan dengan mode kegagalan yang terjadi berhubungan langsung dengan *Time Directed* (TD), *Condition Directed* (CD), atau *Failure finding* (FF). Berdasarkan hasil pemilihan tindakan untuk komponen-komponen yang mengalami kegagalan mesin centrifugal, maka dapat diperoleh rekomendasi tindakan yang dihasilkan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah :

Tabel 4. Pemilihan Tugas

No	Komponen	Function Failure	RPN	LTA	Action Plan
1	RC-Rubber Coupling	Tidak dapat meneruskan putaran motor	420	A&B	Time Directed
2	MS-Mechanical Seal	Kebocoran fluida	504	B	Failure Finding
3	BR-Bearing	Tidak dapat menopang poros secara stabil	168	A&B	Condition Directed
4	OL-Oli	Tidak memberikan pelumasan yang	120	A&B	Time Directed

		memadai			
5	BW-Bellows Seal	Kebocoran fluida	168	B	Failure Finding
6	OR-Oring	Tidak dapat membentuk seal	168	B	Condition Directed
7	OS-Oil Seal	Kebocoran oli	84	B	Failure Finding

4. KESIMPULAN

1. Penerapan metode RCM pada mesin pompa centrifugal memberikan pendekatan sistematis dalam mengidentifikasi komponen kritis, menganalisis mode kegagalan, serta menentukan prioritas tindakan pemeliharaan berdasarkan tingkat risiko dan dampak terhadap operasional Perusahaan.
2. Komponen kritis yang paling sering mengalami kegagalan adalah *mechanical seal*, *rubber coupling*, dan *bearing*. Berdasarkan analisis FMEA, komponen dengan nilai RPN tertinggi adalah *mechanical seal* (504), disusul *rubber coupling* (420), dan *bearing* (168).
3. Analisis LTA (Logic Tree Analysis) menunjukkan bahwa kegagalan pada beberapa komponen dapat berdampak langsung terhadap keselamatan kerja (kategori A) dan kelangsungan produksi (kategori B), sehingga memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan pemeliharaan.

5. REFERENSI

- [1]. Boy, A. S. (2022). *Analisa Perawatan Pompa Sentrifugal Intake B dengan Menggunakan Metode RCM di Perumda Air Minum Tirta Terubuk Kabupaten Bengkalis*. Machine: Jurnal Teknik Mesin, 7(2), 35–41. DOI:10.33019/jm.v7i2.1957 ojs.unigal.ac.id+13journal.ubb.ac.id+13sinta.kemdikbud.go.id+13
- [2]. Ulum, M. B., Rarindo, H., Wicaksono, H., & Dani, A. (2023). *METODE RCM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL*. Jurnal Teknologi, 17(2), 13.20 ejurnal.undana.ac.id+2ejurnal.undana.ac.id+2sinta.kemdikbud.go.id+2
- [3]. Yeremia K. P. (2023). *Analisis Sistem Perawatan Pompa Sentrifugal Menggunakan Metode RCM dan Perbaikan Berkelanjutan di Perumda Tirta Kanjuruhan*. Skripsi S-1 Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. eprints.itn.ac.id
- [4]. I. Irman, M. Arham, M. I. Nur & H. H. S. (2024). *Evaluasi Program Preventive Maintenance pada Pompa Sentrifugal Jeumont 80 FP6L Kapasitas 160 L/S di PDAM Toraja Utara*. Jurnal Tematis (Teknologi Manufaktur dan Industri), 6(2), 20–30. ejurnal.umri.ac.id+13sinta.kemdikbud.go.id+13ojs.polmed.ac.id+13
- [5]. Robie, R. (2016). *Usulan Penerapan Reliability Centered Maintenance pada Fasilitas Power PT H3I untuk Peningkatan Ketersediaan Jaringan*. Jurnal PASTI, 8(2), 251–265. ejurnal.sttdumai.ac.id+9journal.unrika.ac.id+9repository.univ-tridinanti.ac.id+9

- [6]. Maulana B. U., dkk. (2023). *Analisis Perawatan Mesin Pompa Sentrifugal Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance*. Profisiensi: Jurnal Program Studi Teknik Industri, 10(2), 96–??, repository.univ-tridianti.ac.id+5journal.unrika.ac.id+5ejurnal.undana.ac.id+5
- [7]. Firman Y. U. (2024). *Analisis Maintenance Centrifugal Pump Tipe Eta-N 125x100-40 pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri*. INAJET: Jurnal Nasional Teknik, vol.?, sinta.kemdikbud.go.id+9journal.unesa.ac.id+9ejurnal.umri.ac.id+9
- [8]. Irfan F. R., Nursolih, E., & Yulia, L. (2024). *Analisis Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Metode RCM pada PT. Surya Agrolika Reksa*. Jurnal Industrial Galuh, 6(2), 6574.DOI:10.25157/jig.v6i2.4079ejurnal.undana.ac.id+4ojs.unigal.ac.id+4sinta.kemdikbud.go.id+4
- [9]. Zahra F. (2018). *Design and Maintenance System Implementation Using RCM Method on Dirty Sulphur Pump P-1002A/B (Case Study: Sulphur Handling Unit PT Petrokimia Gresik)*. Skripsi FTI-ITS. repository.its.ac.id
- [10]. Trisna M., dkk. (2020). *Penentuan Penjadwalan Perawatan Pompa Sentrifugal Menggunakan Metoda RCM II*. Unitek / Skripsi, referensi metodologis.