

Penerapan Strategi Perawatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Pada *Electric Motor Pompa Sentrifugal Jenis Multistage* Perusahaan Minyak

Anissa Shifa Azahra¹, Mansyaul Huda², Mario Agung Halomoan Pakpahan³, Muhammad Faiz Ramadhan⁴, Fajar Paundra^{5*}

¹⁾Program Studi Matematika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera,

²⁻⁵⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera
Jalan Terusan Ryacudu, Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan 35365

*Corresponding author, E-mail: fajar.paundra@ms.ita.ac.id

ABSTRAK

Analisis *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)* pada *electric motor* bertegangan menengah (4160V) yang digunakan pada pompa sentrifugal jenis *multistage* pada perusahaan minyak harus dilakukan secara tepat. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab, dampak, serta menentukan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang selanjutnya digunakan untuk menghitung *Risk Priority Number (RPN)*. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa komponen winding memiliki nilai RPN tertinggi, diikuti *shaft* dan *grounding cable*, sehingga memerlukan prioritas dalam penanganan. Strategi perawatan yang diterapkan meliputi *Preventive Maintenance (PM)*, *Predictive Maintenance (PDM)*, dan *Corrective Maintenance (CM)*, dengan interval perawatan yang disesuaikan untuk tiap komponen. Melalui analisis ini, dapat ditentukan rekomendasi perawatan untuk mengurangi resiko kerusakan dan menjaga kontinuitas operasional alat, sekaligus memberikan pengalaman praktis dalam penerapan *strategi Reliability Centered Maintenance (RCM)* di industri perusahaan minyak.

ABSTRACT

In this practical work activity, the author conducted an FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) analysis on a medium voltage electric motor (4160 V) used in a multistage centrifugal pump in oil company industry. The analysis was conducted to identify failure modes, causes, impacts, and determine severity, occurrence, and detection values which were then used to calculate the Risk Priority Number (RPN). Based on the results of the analysis, it was found that the winding component has the highest RPN value, followed by the shaft and grounding cable, so it requires priority in handling. The maintenance strategies applied include Preventive Maintenance (PM), Predictive Maintenance (PDM), and Corrective Maintenance (CM), with maintenance intervals adjusted for each component. Through this analysis, maintenance recommendations can be determined to reduce the risk of damage and maintain the continuity of tool operations, while providing practical experience in the application of Reliability Centered Maintenance (RCM) strategies in oil company industry.

Keywords: Oil Company Industry, FMEA Analysis, Centrifugal Pump, Maintenance Strategy, Reliability Centered Maintenance (RCM)

1. PENDAHULUAN

Perusahaan minyak pada umumnya banyak menggunakan alat dan mesin yang menunjang dalam operasional berjalannya kegiatan. Salah satu alat yang sangat penting dalam perusahaan minyak adalah pompa sentrifugal, yaitu alat yang mendistribusikan minyak atau fluida dari satu wadah ke wadah lainnya. Pompa sentrifugal ini bekerja dengan *electric motor* yang menyedot cairan fluida melalui pipa masuk dan disemprotkan melalui pipa keluar. Perawatan peralatan industri, khususnya *electric motor*, sangat penting untuk memastikan operasional yang efisien dan meminimalkan risiko kerusakan. Salah satu metode yang efektif dalam perawatan adalah *Reliability Centered Maintenance (RCM)*, yang berfokus pada identifikasi mode kegagalan dan pemilihan

tindakan perawatan yang tepat. RCM tidak hanya membantu mengoptimalkan biaya perawatan, tetapi juga meningkatkan keandalan peralatan (Aritonang et al., 2015; Anthony, 2018).

Penerapan RCM dalam perawatan *electric motor* pompa sentrifugal jenis *multistage* diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai efektivitas strategi perawatan ini. Melalui analisis *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*, penelitian ini akan membahas cara kerja peralatan, metode perawatan yang diterapkan, serta hasil analisis yang diperoleh. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan FMEA dapat mengurangi kemungkinan kegagalan di masa depan dengan memberikan panduan yang jelas untuk tindakan perawatan yang diperlukan (Siregar & Damanik, 2020; Pasaribu et al, 2021).

Dalam konteks industri minyak dan gas, keandalan peralatan menjadi sangat krusial, mengingat dampak ekonomi yang besar jika terjadi downtime. Oleh karena itu, penerapan metodologi RCM dapat menjadi solusi untuk mempertahankan kinerja optimal dari peralatan yang digunakan (Ninny Siregar & Munthe, 2019). Selain itu, pentingnya kolaborasi antara berbagai pihak dalam penerapan strategi perawatan juga telah diidentifikasi sebagai faktor kunci dalam meningkatkan efektivitas pemeliharaan (Ruftyas, 2017).

Pompa yang tidak dirawat dengan baik dapat meningkatkan risiko yang berkaitan dengan keandalan alat, seperti risiko adanya karat, korosi dan penyedotan cairan yang tidak maksimal. Hal ini dapat mempengaruhi proses operasional dan dapat meningkatkan kerugian yang akan dialami perusahaan nantinya. Salah satu kerusakan yang umum terjadi pada pompa sentrifugal multistage adalah kerusakan pada sleeve bearing.

Penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan pengetahuan di bidang teknik mesin, khususnya dalam konteks perawatan peralatan pompa sentrifugal pada industri perusahaan minyak serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya (Ninny Siregar & Munthe, 2019).

Penelitian ini menerapkan strategi perawatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* pada *electric motor* pompa sentrifugal jenis *multistage* di perusahaan minyak serta analisis keamanan struktural *skid* pendukungnya. Pemahaman yang mendalam tentang teori-teori ini krusial untuk menganalisis permasalahan keandalan peralatan dan menyusun rekomendasi perawatan yang efektif dan efisien.

Secara umum, manajemen perawatan aset industri merupakan disiplin ilmu yang esensial untuk menjamin kelancaran operasional, menjaga kualitas produksi, dan mengendalikan biaya. Paradigma perawatan telah berkembang dari pendekatan reaktif menjadi proaktif. Perawatan korektif adalah tindakan perbaikan yang dilakukan setelah kegagalan terjadi, yang seringkali menyebabkan *downtime* tidak terencana dan biaya tinggi. Untuk mengantisipasi hal tersebut, dikembangkanlah perawatan preventif, yaitu serangkaian aktivitas perawatan yang dilakukan secara terjadwal berdasarkan parameter waktu atau penggunaan, tanpa menunggu terjadinya kerusakan (Suzen, 2002). Selanjutnya, perawatan prediktif hadir sebagai metode yang lebih canggih, memanfaatkan teknologi pemantauan kondisi *real-time* atau berkala, seperti analisis vibrasi, termografi, atau analisis oli, untuk mendeteksi potensi masalah dan memprediksi sisa umur pakai komponen. Pendekatan ini memungkinkan perawatan dilakukan tepat waktu sebelum kerusakan meluas, meminimalkan *downtime* dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Namun, untuk aset yang kompleks, berbiaya tinggi, dan memiliki konsekuensi kegagalan yang signifikan—baik dari aspek keselamatan, lingkungan, maupun operasional diperlukan pendekatan yang lebih terstruktur dan berorientasi pada risiko.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* sebagai bagian dari strategi *Reliability Centered Maintenance*. Proses analisis dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. Identifikasi Peralatan dan Komponen dengan menentukan bagian-bagian utama *electric motor* yang memiliki potensi kegagalan.
2. Mengidentifikasi kemungkinan jenis kerusakan (*failure mode*) yang dapat terjadi pada masing-masing komponen.
3. Menentukan penyebab (*failure cause*) dan dampak (*failure effect*) dari setiap kegagalan terhadap performa sistem.
4. Penilaian *SOD* (*Severity, Occurrence, Detection*) dan menilai tingkat keparahan, kemungkinan terjadinya kegagalan, serta kemampuan deteksi terhadap setiap mode kegagalan untuk menghasilkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*.

Berdasarkan hasil analisis RPN, disusun rekomendasi tindakan perawatan yang bertujuan untuk menurunkan tingkat *occurrence* dan meningkatkan keandalan sistem. Rekomendasi juga mencakup interval perawatan yang sesuai untuk masing-masing komponen..

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis terhadap data *failure modes and effects analysis (FMEA)* pada *electric motor* pompa sentrifugal jenis multistage dengan data *based by practice* dan berdasarkan kondisi aktual, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Data FMEA pada Electric Motor (Severity, Occurrence, Detection & RPN)

FMEA Electric Motor					System : Centrifugal Pump Subsystem : Electric Motor					
No	Komponen	Fungsi Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan	Tindakan Yang Dilakukan	S	O	D	RPN
1	Sleeve Blearing	Memastikan poros berada pada posisi benar untuk mengurangi gesekan	Kerusakaan Bearig	Kurangnya lubrikasi	Peralatan berhenti beroperasi mendadak	Memantau jumlah kadar pelumas	8	5	3	120
				Kontaminasi Pelumas		memantau temperatur pada bearing				
				Kualitas fabrikasi buruk	Menyebabkan Kerusakan pada Alat	monitor vibrasi				
				Rotel Unbalance		analisa vibrasi				
				Over Clearance/ under clearance		Release Bearing				
				Misalignment		Analisa Vibrasi				
2	Space Heater	Mencegah penguapan supaya kelembaban air	Tidak adanya daya	Korsleting	Peralatan berhenti beroperasi mendadak	Mengukur voltase	8	3	4	96

FMEA Electric Motor					System : Centrifugal Pump Subsystem : Electric Motor					
No	Komponen	Fungsi Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan	Tindakan Yang Dilakukan	S	O	D	RPN
		supaya tidak terjadi korosi pada komponen logam dalam motor		Terjadi kegagalan pada <i>auxiliary contact</i>		Melakukan pengecekan pada <i>auxiliary contact</i>				
3	Air Filter	Menyaring udara supaya kotoran tidak masuk ke dalam motor	Temperatur <i>winding</i> yang tinggi	Kotor	Mengurangi hasil produksi	Membersihkan air filter	7	2	4	56
4	Shaft	Menyalurkan daya yang berasal dari motor menuju pompa	Cacat Komponen	Overload pada shaft	Menyebabkan kerusakan pada alat	Analisa vibrasi	8	5	5	200
				Korosi		Penghalusan shaft				
				Kualitas Perbaikan yang buruk		Shaft burnishing & ERO				
				Jarak celah yang tidak sesuai standar						
5	Labyrinth Seal/Oil Guard	Mencegah kebocoran	Kebocoran oli	Aus/Retak	Kerusakan pada alat	Memastikan Sight Glass Terpasang dan Bersih	8	5	1	40
				Spesifikasi yang tidak sesuai	Peralatan mendadak berhenti beroperasi	Memantau level pelumas				
				Pelumas yang berkurang						
6.	Winding	Menghasilkan medan magnet	Korsleting pada <i>winding rotor</i>	Kontaminasi kotoran /pelumas	Kerusakan pada alat	Membersihkan Filter Udara	8	7	5	280
				Waktu Start Terlalu Singkat		Melakukan Start Up sesuai dengan SOP				
			Temperatur tinggi	Degradasi Isolasi		Megger test				
			Arus tidak stabil			Cek Resistensi dengan DLRQ				

FMEA Electric Motor					System : Centrifugal Pump Subsystem : Electric Motor					
No	Komponen	Fungsi Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan	Tindakan Yang Dilakukan	S	O	D	RPN
						MCSA (motor current signature analysis)				
			Masalah pada Bar	Peralatan menyala dan berhenti beroperasi secara berulang ulang		Service at Central Shop				
7	Rotor	Menghasilkan tenaga listrik	Celah pada rotor yang tidak sesuai	Overload	Kerusakan pada peralatan	Analisa Vibrasi	8	5	4	160
			Axial Movement	Rotor Bar retak		MCSA				
						Memperbaiki Rotor Bar				
8	Kabel Grounding	Menjaga keamanan arus listrik	Korsleting	Komponen/sambungan yang longgar	Membahayakan lingkungan sekitar	Memperbaiki grounding	9	5	4	180
			Tidak dapat dibuka	Korosi		Mengecek kondisi kabel dan sambungannya				
				Perubahan struktur tanah		Mengukur resistansi grounding				
9	Kabel Power	Memberikan suplai tegangan listrik	Korsleting	Degradasi Isolasi	Kerusakan pada peralatan		10	3	2	60
			Tidak bisa dibuka	Kabel terminasi yang longgar	Kondisi yang membahayakan lingkungan	Mengencangkan sambungan				
				Spesifikasi yang tidak sesuai		Megger Test				

Tabel 2. Data FMEA pada *Electric Motor* (interval Waktu dan jenis Perawatan)

<i>FMEA Electric Motor</i>					<i>System : Centrifugal Pump Subsystem : Electric Motor</i>				
No	Komponen	Fungsi Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek kegagalan	Tindakan yang dilakukan	RPN	Waktu	PIC
1	<i>Sleeve Bearing</i>	Memastikan poros berada pada posisi yang benar dan mengurangi gesekan	Kerusakan pada <i>Bearing</i>	Kurangnya lubrikasi,	Peralatan berhenti beroperasi mendadak	Memantau jumlah pelumas	120	1D	PDM
				Kontaminasi <i>lube oil</i>		Memantau Temperatur pada <i>bearing</i>		ON LINE	PM
				Kualitas fabrikasi buruk	Menyebabkan kerusakan pada alat	Monitor vibrasi		6M	PDM
				<i>Rotel Unbalance</i>		Analisa Vibrasi		3M	PM
				<i>Over Clearance/Under Clearance</i>		Melepas <i>Bearing</i>		OVHL	CM
				<i>Misalignment</i>		Analisa Vibrasi		3M	PDM
2	<i>Space Heater</i>	Mencegah penguapan supaya kelembaban air supaya tidak terjadi korosi pada komponen logam dalam motor	Tidak adanya daya	Korsleting	Peralatan berhenti beroperasi mendadak	Mengukur voltase	96	6M	PM
				Terjadi kegagalan pada <i>auxiliary contact</i>		Melakukan pengecekan pada <i>auxiliary contact</i>		6M	PM
3	Air Filter	Menyaring udara supaya kotoran tidak masuk ke dalam motor	Temperatur winding yang tinggi	Kotor	Mengurangi hasil produksi	Membersihkan filter udara	56	6M	PM
4	<i>Shaft</i>	Menyalurkan daya yang berasal dari motor menuju	Cacat Komponen	<i>Overload</i> pada <i>shaft</i>	Menyebabkan kerusakan pada alat	Analisa vibrasi	200	3M	PDM
				Korosi		Penghalusan <i>shaft</i>		CM	CM

FMEA Electric Motor					System : Centrifugal Pump Subsystem : Electric Motor				
No	Komponen	Fungsi Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek kegagalan	Tindakan yang dilakukan	RPN	Waktu	PIC
		pompa	Permukaan bergelombang	Kualitas Perbaikan yang buruk		Shaft burnishing & ERO		OVHL	PDM
				Jarak celah yang tidak sesuai standar					
5	Labyrinth Seal/Oil Guard	Mencegah kebocoran	Kebocoran oli	Aus/Retak	Kerusakan pada alat	Memastikan Sight Glass Terpasang dan Bersih	40	OVHL	PDM
				Spesifikasi yang tidak sesuai		Memantau level pelumas			
				Pelumas yang berkurang					
6	Winding	Menghasilkan medan magnet	Korsleting pada winding rotor	Kontaminasi kotoran/pelumas & Waktu Start Terlalu Singkat	Kerusakan pada alat	Melakukan Start Up sesuai dengan SOP	280	6M	PM
						Megger test		PDM	PDM
			Temperatur tinggi	Degradasi Isolasi		Cek Resistensi dengan DLRQ		1Y	PM
			Arus tidak stabil			MCSA (motor current signature analysis)		1Y	PM
			Masalah pada Bar	Peralatan nyala dan berhenti beroperasi secara berulang ulang		Servis ke Central Shop		OVHL	PM
7	Rotor	Menghasilkan tenaga	Celah pada rotor yang	Overload	Kerusakan pada	Analisa Vibrasi	160	1M	PDM

FMEA Electric Motor					System : Centrifugal Pump Subsystem : Electric Motor				
No	Komponen	Fungsi Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek kegagalan	Tindakan yang dilakukan	RPN	Waktu	PIC
		listrik	tidak sesuai		peralatan	MCSA		1Y	PDM
			Axial Movement	Rotor retak Bar		Memperbaiki Rotor Bar		CM	CM
8	Kabel Grounding	Menjaga keamanan arus listrik	Korsleting	Komponen/sambungan yang longgar	Kondisi yang membahayakan lingkungan	Memperbaiki ki grounding	180	CM	CM
			Tidak dapat dibuka	Korosi		Mengecek kondisi kabel dan sambungan nya		1Y	PDM
				Perubahan struktur tanah		Mengukur resistansi grounding		2Y	PDM
9	Kabel Power	Memberikan suplai tegangan listrik	Korsleting	Degradasi Isolasi	Kerusakan pada peralatan	Mengecek kondisi kabel power	60	6M	PM
			Tidak bisa dibuka	Kabel terminasi yang longgar		Mengencangkan sambungan		6M	PM
				Spesifikasi yang tidak sesuai		Megger Test		6M	PM
10	Junction Box	Melindungi sambungan kabel atau jaringan pada kabel tidak terganggu dan tidak membahayakan	Korsleting	Kabel Terminasi yang longgar	Kondisi yang membahayakan lingkungan	Membersihkan dan mengencangkan Junction Box	60	1Y	PM
				Kontaminasi air		Melakukan cek pada Duct Seal Cable		6M	PM
				Baut pemasangan yang tidak lengkap		Memastikan baut sudah terpasang dengan benar		6M	PM

Di Dalam Data Tersebut Terdapat Jenis Alat, Komponen Dari Peralatan, *Failure Mode*, *Failure Cause*, *Failure Effect*, Serta Juga Terdapat *Task Description* Yaitu Langkah Yang Dilakukan Untuk Dapat Mengatasi *Failure Mode* Yang Didapat Dengan Menggunakan Berbagai Macam Metode. Data Tersebut Nantinya Digunakan Untuk Dapat Menentukan *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, Serta *Risk Priority Number (Rpn)*. Setelah Menentukan Sod Dan Rpn Kemudian Dilanjutkan Dengan Menentukan Rekomendasi Tindakan Yang Tepat Untuk Kedepannya Dapat Mengurangi Tingkat *Occurrence* Serta Dapat Memberikan Referensi Mengenai Interval Waktu Perawatan Dari Tiap Komponen Yang Terdapat Pada *Electric Motor*.

3.2 Pembahasan

Pada pelaksanaan kerja praktik ini, dilakukan analisa *FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)* pada *electric motor* yang digunakan dalam pompa sentrifugal jenis multistage. Proses analisa dimulai dengan pengumpulan data FMEA, yang mencakup jenis alat, komponen, *failure mode*, *failure cause*, *failure effect*, dan *task description* untuk mengatasi kegagalan. Data ini digunakan untuk menentukan *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Severity* mengukur tingkat keparahan efek dari setiap mode kegagalan, sedangkan *occurrence* mengindikasikan kemungkinan terjadinya kegagalan. *Detection* menilai kemampuan untuk mendeteksi kegagalan yang mungkin terjadi. *Electric motor* yang dianalisis adalah *Medium Voltage* dengan daya 4160 V, dan beberapa komponen yang mengalami kegagalan termasuk *Sleeve Bearing*, *Shaft*, *Rotor*, dan *Winding*.

Hasil perhitungan *Risk Priority Number (RPN)* menunjukkan bahwa komponen dengan nilai tertinggi adalah *Winding* (280), diikuti oleh *Shaft* (200), *Grounding Cable* (180), dan *Rotor* (160). RPN dihitung berdasarkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari masing-masing komponen. Rekomendasi tindakan perawatan mencakup *preventive maintenance*, *predictive maintenance*, dan *corrective maintenance*, dengan interval waktu perawatan yang disarankan berdasarkan kebutuhan dan potensi kegagalan. Tindakan ini bertujuan untuk mengurangi tingkat *occurrence* dan meningkatkan keandalan *electric motor*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kerja praktik dan analisis, penerapan strategi *Reliability Centered Maintenance (RCM)* yang didukung metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* terbukti efektif dalam pengambilan keputusan pemeliharaan *electric motor* pada pompa sentrifugal multistage. Strategi ini membantu mengidentifikasi potensi kegagalan, menilai risiko, dan menentukan prioritas tindakan untuk meningkatkan keandalan peralatan. Nilai *Risk Priority Number (RPN)* yang diperoleh dari analisis FMEA menjadi dasar dalam menentukan prioritas penanganan dan pengambilan keputusan perawatan yang lebih tepat sasaran.

Pendekatan ini menjadikan kegiatan perawatan lebih proaktif dan sistematis, memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan interval perawatan dan tindakan korektif. Pemeliharaan yang terencana dapat meminimalisir potensi kerusakan, sehingga mengurangi waktu henti (*breakdown time*) yang berdampak pada proses produksi. Selain itu, pengalaman kerja praktik ini meningkatkan kompetensi mahasiswa dan memberikan wawasan praktis yang berharga. Saran untuk meningkatkan efektivitas perawatan di masa mendatang mencakup observasi langsung ke lapangan untuk memahami karakteristik *electric motor*, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai untuk keselamatan kerja, evaluasi berkala performa motor, serta memastikan keakuratan dan kelengkapan data dalam proses FMEA untuk menghindari kesalahan dalam penentuan risiko dan strategi penanganannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. I. N. Gusniar, "Optimalisasi Sistem Perawatan Pompa Sentrifugal Di Unit Utility Pt.Abc," *J. Ilm. Solusi*, Vol. 1, No. 1, Pp. 77–86, 2014.
- [2]. M. A. Siregar And W. S. Damanik, "Pengaruh Variasi Sudut Keluar Impeler Terhadap Performance Pompa Sentrifugal," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur Dan Energi*, Vol. 3, No. 2, Pp. 166–174, 2020, Doi: 10.30596/Rmme.V3i2.5278.
- [3]. Z. Anthony, "Motor Induksi," *Mesin List. Arus Bolak-Balik*, Pp. 1–184, 2019, [Online]. Available: <https://drive.google.com/file/d/1lhwupcci2es1dbnuu6-Jgf7g2unzxk6p/view?usp=sharing>.
- [4]. Muhammad Iqbal Naufal And Irwanto Irwanto, "Motor Listrik 3 Fasa Sebagai Sistem Penggerak Motor Roll Pada Mesin Case Sealer Di Pt. Matahari Megah," *J. Sains Dan Teknol.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 32–45, 2023, Doi: 10.58169/Saintek.V2i1.132.
- [5]. A. Rachmat And A. Ruhama, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Uji Motor Listrik Induksi Ac 3 Fasa Menggunakan Dinamometer Tali (Rope Brake Dynamometer)," *J-Ensitem*, Vol. 1, No. 01, Pp. 7–16, 2014, Doi: 10.31949/J-Ensitem.V1i01.11.
- [6]. S. Ruftiyas, "Analisis Pemeliharaan Mesin (Maintenance) Dalam Meningkatkan Efisiensi Biaya Pemeliharaan Pada Ciwawa Cake & Bakery. Diss. Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Unpas," Vol. 53, No. 9, Pp. 1689–1699, 2017.
- [7]. M. I. Pasaribu, D. A. A. Ritonga, And A. Irwan, "Analisis Perawatan (Maintenance) Mesin Screw Press Di Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Di Pt. Xyz," *Jitekh*, Vol. 9, No. 2, Pp. 104–110, 2021, Doi: 10.35447/Jitekh.V9i2.432.
- [8]. H. Ninny Siregar And S. Munthe, "Analisa Perawatan Mesin Digester Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Pada Ptpn Ii Pagar Merbau," *J. Ind. Manuf. Eng.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 87–94, 2019, [Online]. Available: <http://Ojs.Uma.Ac.Id/Index.Php/Jime>.