

DOI <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v9i3.2882>

Analisa Keandalan Instrumentasi *Boiler Feed Pump* Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) di PT.PLN Nusantara Power UP Tenayan

Raehan Adillah. S^{1*}, Jufrizel¹, Putut Son Maria¹, Hilman Zarory¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Jl. HR. Soebrantas No. 155 Panam, Pekanbaru, 28293.

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: raehanadillah03@gmail.com

Abstract – PT. PLN Nusantara Power UP Tenayan is a company operating in the power generation sector and focuses on operating PLTUs Tenayan, Indonesia. One part of the machine that influences the operation of the generator is the boiler feed pump. Lack of optimal boiler feed pump instrumentation often results in failure in operating activities. This research uses the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method with the research objective of finding out the causes of failures that occur, identifying the type of failure, and determining the RPN value and the impact that occurs. The analysis results, it shows that the Boiler Feed Pump instrumentation components still meet operating standards because the Risk Priority Number (RPN) value is below 200, even though the Speed Sensor has a fairly high RPN value but is still in the reliable category, the result of identifying the type of failure that occurs is that the indicator reading is not actual, the component is not functioning, the highest RPN value for the Boiler Feed Pump component is the Speed Sensor component with an RPN value of 160 and the lowest RPN value is for the pressure indicator component with an RPN value of 30. The most important recommended action for the Speed Sensor component is to carry out maintenance for 1 month very.

Abstract – PT. PLN Nusantara Power UP Tenayan merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembangkit listrik dan memiliki fokus pada pengoperasian PLTU di Tenayan, Indonesia. Salah satu bagian mesin yang berpengaruh dalam pengoperasian pembangkit adalah boiler feed pump. Kurang optimalnya Instrumentasi Boiler Feed Pump sering mengakibatkan kegagalan dalam aktivitas pengoperasian. Penelitian ini menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dengan tujuan penelitian untuk mengetahui penyebab kegagalan yang terjadi, mengidentifikasi jenis kegagalan, serta menentukan nilai RPN dan dampak yang terjadi. Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen Instrumentasi Boiler Feed Pump tetap memenuhi standar operasi karena nilai Risk Priority Number (RPN) dibawah 200, walaupun pada Sensor Speed memiliki nilai RPN cukup tinggi namun masih dalam kategori handal, hasil identifikasi jenis kegagalan terjadi ialah pembacaan indikator tidak aktual, komponen tidak berfungsi, nilai RPN tertinggi pada komponen Boiler Feed Pump ialah komponen Sensor Speed dengan nilai RPN 160 dan nilai RPN terendah pada komponen pressure indicator dengan nilai RPN 30. Untuk tindakan yang direkomendasikan yang paling utama pada komponen Sensor Speed ialah melakukan perawatan 1 bulan sekali.

Keywords – *Boiler Feed Pump, FMEA, Keandalan, Pembangkit, RPN.*

PENDAHULUAN

Salah satu jenis energi yang sangat dibutuhkan oleh semua orang, baik untuk konsumsi bisnis maupun rumah tangga adalah energi listrik [1]. Diperkirakan penggunaan listrik akan terus

meningkat setiap tahunnya, kebutuhan energi listrik meningkat tidak hanya karena jumlah penduduk yang bertambah di suatu daerah, tetapi juga karena aktivitas ekonomi penduduk yang bertambah di suatu daerah, tetapi juga karena aktivitas ekonomi

penduduk yang terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka [2].

Dari pernyataan PLN yang diinformasikan oleh kabar tribun Pekanbaru, Riau defisit energi listrik sebesar 270 MW dari total kebutuhan sebesar 600 [3]. Dikarenakan Riau mengalami peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya, maka dari itu dibutuhkan suatu pembangkit tenaga yang memadai. Indonesia mengembangkan berbagai jenis pembangkit, salah satunya pembangkit listrik bersumber tenaga uap [4]. PT PLN Nusantara Power Up Pekanbaru telah mengoperasikan bagian dari program 35.000 MW yang disusun oleh pemerintah, yang bertujuan untuk menyalurkan 31% kebutuhan listrik di Provinsi Riau dan menyalurkan 4% kebutuhan sistem kelistrikan Sumatera [5].

Dalam melaksanakan pekerjaannya, PT PLN Nusantara Power UP Tenayan melakukan serangkaian tahapan yang panjang dengan didukung peralatan dan mesin-mesin yang beragam. Hal ini dikarenakan sering terjadi permasalahan/kegagalan pada komponen instrumen pada mesin yang digunakan. Sehingga mengganggu tahapan produksi pembangkit listrik tersebut. Salah satu mesin yang sering mengalami kegagalan adalah *boiler feed pump*.

Boiler feed pump merupakan salah satu sistem yang mempunyai tujuan untuk mengontrol dan menyuplai air pada jumlah tertentu yang berasal dari tangki air (*deaerator*) menuju *boiler* secara terus menerus untuk selanjutnya diubah menjadi uap [6]. Pada *boiler feed pump* terdapat komponen instrumentasi seperti *temperature indicator*, sensor vibrasi, *pressure switch*, *pressure indicator*, RTD (sensor temperatur), *pressure transmitter*, sensor *speed* agar *boiler feed pump* dapat bekerja sesuai yang diinginkan.

Observasi langsung dan wawancara bersama tim *leader* instrumen dan kontrol di PT PLN Nusantara Power UP Tenayan, beliau mengatakan bahwa kegagalan yang terjadi pada komponen instrumen *boiler feed pump* dapat menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya, mengganggu proses produksi, serta operator tidak bisa mengontrol dengan baik. Untuk memastikan komponen instrumentasi berjalan dengan baik, maka diperlukan upaya pencegahan terhadap kegagalan untuk mengidentifikasi potensi penyebab serta efek kegagalan yang akan terjadi. Salah satu metode perawatan yang mampu untuk mengidentifikasi kegagalan adalah Metode FMEA [7]. Metode ini

adalah suatu jenis analisis kualitatif yang bertujuan untuk menemukan jenis-jenis kegagalan dari suatu penyebab kegagalan, serta efek kegagalan yang diakibatkan oleh masing-masing komponen terhadap suatu sistem [8].

Pada penelitian [9] yang dijelaskan bahwa perangkat yang handal, kondisi ini dibuktikan dengan hasil analisa menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), meskipun terdapat kerusakan pada perangkat genset dengan nilai RPN yang cukup tinggi tetapi masih dalam kategori handal. Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh [10] berhasil menggunakan Metode FMEA untuk mengetahui keandalan sistem, mengidentifikasi jenis kegagalan serta dampak yang ditimbulkan oleh kegagalan setiap komponen pada *magnetic force welding machine*. Tingkat resiko yang diperoleh antara 2 sampai 6, yaitu resiko rendah.

Dari penelitian yang dilakukan [11] tentang penerapan Metode FMEA pada Mesin *Goss Community*. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi penyebab kerusakan dan menyarankan cara perbaikan terhadap kerusakan. *Reel stand*, unit cetak dan *mailrom* adalah komponen yang sering rusak sehingga berakibat proses produksi terganggu. Usulan perbaikan yaitu mengganti tombol *switch* secara berkala, membersihkan dan mengganti *roll micromatic* ketika keluaran produksi berubah, serta mengganti blengket dan *cutting rubber* saat proses produksi lambat.

Dalam melakukan penelitian tentang analisis RPN pada keandalan komponen mesin kompresor *double screw* menggunakan Metode FMEA di Pabrik Semen PT.XYZ. Penelitian ini menunjukkan bahwa Metode FMEA mampu mengidentifikasi kegagalan dan menganalisis nilai RPN pada mesin kompresor *Double Screw* dengan nilai *Risk Priority Number* tertinggi sebesar 84 untuk komponen *unloader kit* dan *non return valve* sedangkan nilai *Risk Priority Number* terendah pada *oil filter* sebesar 30 [12]. Penelitian [13] berhasil meneliti tindakan pencegahan dan kegagalan pengujian lemari es dengan menggunakan Metode FMEA. Hasil dari penelitian ini menegaskan bahwa untuk komponen dengan nilai RPN yang tinggi, seperti termokopel, rcl meter, *walk-in chamber* dan *power source* harus diprioritaskan untuk perawatan atau pencegahan kegagalan.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya yang telah diuraikan diatas, Metode FMEA berhasil digunakan untuk mengidentifikasi,

mengevaluasi dan mengurangi resiko kegagalan dalam suatu proses atau produk. Pada penelitian ini hanya berfokus pada alat instrumen, maka pada *paper* ini, penulis ingin melakukan penelitian dengan maksud untuk menganalisis permasalahan yang terjadi pada instrumentasi *boiler feed pump* yang ada di PT. PLN Nusantara Power UP Tenayan menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

METODE

Desain, tempat dan waktu

Tahap pertama dalam penelitian ini menentukan dan mengidentifikasi pada mesin untuk mengetahui fungsi dari masing-masing instrumen yang berhubungan dengan mesin, dimulai dari studi literatur hingga sampai didapatkannya hasil Metode FMEA dalam penelitian. Penelitian dilaksanakan di PT. PLN Nusantara Power UP Tenayan dan berlangsung selama 9 hari sejak tanggal 19 februari hingga 27 februari 2024. Objek yang diteliti adalah sistem instrumentasi *boiler feed pump*.

Pengumpulan data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data tentang gangguan pada *boiler feed pump* selama 3 tahun, dari periode Januari 2019- Desember 2021 dan data yang berkaitan dengan komponen *boiler feed pump*. Peneliti juga melakukan wawancara kepada tim *leader* instrumen dan kontrol untuk mendapatkan data riset dengan cara melakukan tanya jawab mengenai hal-hal yang tidak dipahami peneliti kepada pihak yang terlibat langsung dalam peristiwa yang berkaitan dengan topik riset.

Analisa data

Data didapatkan setelah melakukan wawancara dan observasi lapangan bersama tim *leader* instrumen dan kontrol, kemudian dilakukan pendataan pada instrumentasi *boiler feed pump* untuk mengetahui fungsi komponen, jenis kegagalan dan penyebab kegagalan atau kerusakan pada instrumentasi *boiler feed pump*.

Analisa FMEA

Metode yang diimplementasikan untuk melakukan evaluasi desain sistem berdasarkan tingkat kegagalan, jenis komponen sistem yang rusak dan dampak yang ditimbulkan akibat kerusakan komponen tersebut dikenal dengan Metode FMEA. Metode ini diimplementasikan untuk mengetahui tingkat kegagalan sistem pada *level* sistem tertentu dan memudahkan penilaian, pengembangan,

maupun reduksi suatu sistem agar lebih baik serta meminimalisir adanya peluang kritis yang lebih besar dalam komponen sistem [14].

Setiap kegagalan memiliki sebuah nilai yang dikenal sebagai *Risk Priority Number* (RPN). RPN adalah sebuah indikator yang menunjukkan tingkat risiko yang digunakan untuk menentukan langkah-langkah dalam mengatasi kegagalan dalam sistem instrumentasi. Semakin tinggi nilai RPN, semakin besar risiko dalam sistem instrumentasi dan sebaliknya [15]. Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka Persamaan (1) dibawah ini menunjukkan rumus RPN:

$$RPN = Sev \times Occ \times Det \quad (1)$$

Keterangan:

RPN = Nilai Resiko Kegagalan
Severity (*Sev*) = Tingkat Keparahan
Occurrence (*Occ*) = Frekuensi Kejadian
Detection (*Det*) = Tingkat Deteksi

Severity merupakan tingkat keparahan ataupun efek yang tampak dari mode kegagalan pada mesin secara keseluruhan. *Occurrence* merupakan tingkat kerusakan atau kegagalan yang sering terjadi. *Detection* adalah tingkat pengukuran pada saat mendeteksi kerusakan ataupun kegagalan pada komponen yang bisa saja dapat terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Peneliti melakukan identifikasi proses kegiatan dengan mendeskripsikan fungsi dan jenis kegagalan dari setiap komponen *boiler feed pump*. Berikut adalah data instrumentasi *boiler feed pump*.

(a) *Temperature Indicator*, komponen tersebut berfungsi sebagai pembaca temperatur lokal di dalam *boiler feed pump*. Kegagalan yang terjadi yakni penunjukan temperatur *error* yang disebabkan oleh *spring* lemah dan dapat dilihat dari penunjukan temperatur tidak aktual. (b) Sensor Vibrasi, komponen tersebut berfungsi sebagai mengukur dan mendeteksi getaran pada mesin. Kegagalan yang terjadi yakni pembacaan sensor tidak aktual dalam mengukur getaran, hal itu disebabkan oleh konektor kabel sinyal kemasukan debu yang dapat dilihat dari penunjukan di *display* tidak terbaca. (c) *Pressure Switch*, komponen tersebut berfungsi sebagai pembatas tekanan. Kegagalan yang terjadi dikarenakan tidak bisa berpindahnya no ke nc atau

sebaliknya, yang disebabkan membran yang sudah tidak terkoneksi, dan dapat dilihat ketika ps range telah melebihi disetting sensor tidak merespon dengan baik. (d) *RTD (Sensor Temperature)*, komponen tersebut berfungsi sebagai pembaca temperatur di DCS LOP dan memantau suhu. Kegagalan yang terjadi yakni pembacaan DCS tidak sesuai dengan pembacaan di lokal yang disebabkan terminal kabel korosif atau berkarat dan dapat dilihat dari pembacaan di ruang *Control Central Room* tidak sesuai dengan pembacaan di lokal. (e) *Pressure Indicator* komponen tersebut berfungsi sebagai pembaca *pressure* di lokal. Kegagalan yang terjadi yakni penunjukan tekanan *error* sehingga operator tidak mengontrol dengan baik. (f) *Pressure transmitter* komponen tersebut berfungsi mengukur dan membaca tekanan suatu peralatan dan bisa mengirimkan sinyal ke DCS atau kontroler. Kegagalan yang terjadi yakni alat ukur tidak dapat mengukur tekanan dengan actual yang disebabkan terminal kabel berkarat dan dapat dilihat dari ruang CCR tidak sesuai dengan pembacaan di lokal. (g) *Sensor Speed* komponen tersebut berfungsi mendeteksi kecepatan gerak suatu peralatan yang selanjutnya diolah ke dalam sinyal elektrik. Kegagalan yang terjadi yakni sensor tidak bisa membaca kecepatan dengan baik yang disebabkan ujung sensor proteksinya tidak bagus dan dapat dilihat dari tampilan di *display* tidak aktual.

Metode yang diimplementasikan untuk melakukan evaluasi desain sistem berdasarkan tingkat kegagalan, jenis komponen sistem yang rusak dan dampak yang ditimbulkan akibat kerusakan komponen [14], [15]. Berikut, potensi dampak mode kegagalan yang terjadi pada komponen *Boiler Feed Pump*.

Tabel 1. Dampak Kegagalan Pada Komponen *Boiler Feed Pump*

No	Instrumentasi dan kegagalan	Dampak kegagalan
1	<i>Temperature Indicator</i>	Operator tidak bisa mengontrol dengan baik
2	Sensor Vibrasi	Ketika mengalami kegagalan unit trip atau tidak berjalan
3	<i>Pressure Switch</i>	Unit trip atau tidak berjalan
4	<i>RTD Sensor Temperature</i>	Sistem yang dikontrol <i>RTD</i> terbakar
5	<i>Pressure Indicator</i>	Operator tidak bisa mengontrol dengan baik
6	<i>Pressure Transmitter</i>	Pengoperasian suatu peralatan tidak normal
7	<i>Sensor Speed</i>	Menyebabkan peralatan rusak karena sensor tidak beroperasi dengan baik

Tabel 1 menunjukkan dampak yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi pada komponen *boiler feed pump* yang harus perlu ditangani dengan segera, kemudian menilai seberapa serius dampak tersebut terhadap proses pengoperasian pembangkit.

Setiap dampak kegagalan memiliki sebuah nilai yang dikenal sebagai *Risk Priority Number (RPN)*. Semakin tinggi nilai RPN, semakin besar risiko dalam sistem instrumentasi dan sebaliknya [16]. Berikut, adalah hasil perhitungan nilai RPN.

Tabel 2. Perhitungan Nilai RPN Pada Instrumentasi *Boiler Feed Pump*

No	Instrumentasi dan kegagalan	SEV	OCC	DET	RPN
1	<i>Temperature Indicator</i>	5	5	3	75
2	Sensor Vibrasi	7	4	3	84
3	<i>Pressure Switch</i>	7	3	3	63
4	<i>RTD Sensor Temperature</i>	7	4	5	140
5	<i>Pressure indicator</i>	5	2	3	30
6	<i>Pressure Transmitter</i>	5	4	4	80
7	<i>Sensor Speed</i>	8	5	4	160

Tabel 2 menunjukkan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* dari setiap instrumentasi *boiler feed pump* yang didapatkan berdasarkan hasil diskusi bersama tim *leader* instrumen dan kontrol dengan skala nilai 1 yang artinya tidak ada dampak atau tidak berdampak apa-apa ketika komponen mesin rusak, sampai skala nilai 10 yang artinya dampak berbahaya yang bisa menimbulkan resiko kecelakaan kerja. Data dalam tabel menunjukkan nilai RPN pada komponen masih dibawah 200, tetapi pada komponen *sensor speed* yang memiliki nilai RPN 160 perlu adanya pengawasan terus menerus agar mengurangi resiko kegagalan yang lebih parah. Standar nilai RPN yang ditetapkan dalam Metode FMEA yakni 200, komponen yang RPN nya dibawah 200 artinya komponen dalam sistem tidak membutuhkan penanganan segera tetapi tetap penting untuk terus memantau dan mengelola resiko tersebut, sedangkan komponen yang RPNnya melebihi nilai 200 artinya komponen dalam sistem membutuhkan penanganan dengan segera [16].

Recommended Action

Recommended action diperoleh dari FGD (*Forum Group Discussion*) dengan teknisi di PT. PLN Nusantara Power UP Tenayan, peneliti meninjau setiap tingkat keparahan tinggi (terlepas dari nilai RPN) diikuti oleh masing-masing RPN tinggi dan

mengembangkan tindakan yang direkomendasikan ketika dijalankan akan bisa mengurangi resiko ketinggian yang dapat diterima, seperti yang tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 3. *Recommended Action*

No	Instrumentasi	Recommended Action
1	Temperature Indicator	Melakukan verifikasi sensor dalam waktu 6 bulan sekali
2	Sensor Vibrasi	Melakukan pembersihan area konektor secara periodik
3	Pressure Switch	Kalibrasi sensor <i>pressure switch</i> 6 bulan sekali
4	RTD Sensor Temperature	Melakukan pembersihan pada terminal 6 bulan sekali
5	Pressure Indicator	Melakukan verifikasi sensor 6 bulan sekali
6	Pressure Transmitter	Melakukan perawatan 6 bulan sekali
7	Temperature Indicator	Melakukan perawatan 1 bulan sekali

Tabel 3 bertujuan untuk mengurangi resiko terhadap kegagalan dengan cara mengidentifikasi, mengevaluasi dan mengurangi potensi kegagalan dan dampaknya. Data dalam tabel menunjukkan bahwa komponen yang memerlukan perawatan yang lebih yaitu *sensor speed* dengan melakukan perawatan 1 bulan sekali, sementara komponen lainnya melakukan perawatan 6 bulan sekali. Rekomendasi ini diperoleh dari FGD (*Forum Group Discussion*) dengan tim *leader* instrumen dan kontrol serta teknisi di PT. PLN Nusantara Power UP Tenayan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti hanya menggunakan data kerusakan tahun 2019 sampai 2021 yang diperoleh dari PT. PLN Nusantara Power UP tenayan. Dan analisis sampai tahapan tindakan yang direkomendasikan, serta penelitian ini hanya berfokus pada komponen *boiler feed pump* yang pernah mengalami kerusakan.

Setelah dilakukan analisis terhadap keandalan instrumen *boiler feed pump* menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) didapati komponen instrumentasi *Boiler Feed Pump* masih memenuhi standar operasi karena nilai *Risk Priority Number* (RPN) masih dibawah 200, walaupun pada *sensor speed* memiliki nilai RPN cukup tinggi namun masih dalam kategori handal.

Untuk penelitian selanjutnya peneliti menyarankan untuk identifikasi penyebab kerusakan ketika keandalan masih cukup tinggi dengan menambahkan Metode lainnya seperti *Failure Tree Analysis* (FTA) dan untuk penjadwalan perawatan dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, saran, kritik dan dukungan selama proses penelitian.

REFERENSI

- [1] L. Apriliasa, and D. Ichسانی, “Desain Compact heat exchanger Tipe Fin and tube Sebagai Alat Pendingin Motor pada Boiler Feed Pump (Studi Kasus pada Sebuah Perusahaan Pembangkit Tenaga Listrik)”, *Jurnal Teknik Pomtis* Vol. 2, No. 2. 2017
- [2] I. Gunawan, H. Eteruddin, and U. Situmeang, “Analisis Transien Pada Sistem Transmisi 150KV Riau Setelah Beroperasinya PLTU Tenayan Raya Menggunakan *Power World Simulator*”, *Jurnal Teknik*, Vol. 14, 223-231. Oktober. 2020.
- [3] N. Hendri, "Live Streamins : PLN Ungkap Riau Masih Kekurangan Daya Listrik 270 MW". *Tribunpekanbaru.com*, Pekanbaru, maret. 2018.
- [4] Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, “Jumlah Penduduk Menurut Kabupaten / Kota di Provinsi Riau, 2010-2019”, 2020.
- [5] Y. A. Prasetyo, Japri, Sunaryo, “*Penerapan Reliability Centered Maintenance* Pada Peralatan *Ship Unloader* PLTU Tenayan 2 X 110 MW”, *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi* (JUTIN), Vol. 3, No. 2. November. 2020.
- [6] R. A. Pratomo, “Analisis Penurunan Performa Pada *Boiler Feed Pump* Sebagai Langkah *Reactive Maintenance* di PJB UP Gresik”, Skripsi, IT SEPULUH NOPEMBER SURABAYA. 2018.
- [7] W. O. Widyarto, G. A. Dwiputra, Y. Kristiantoro, “Penerapan Konsep *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Dalam Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Six Sigma”, *Jurnal REKAVASI*, Vol. 3, 54-60. 2015.

- [8] F. Noviardi, "Analisa Keandalan Sistem Instrumentasi Pada Rotary Machine Di PT. Asia Forestama Raya dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis", Skripsi, UIN SUSKA RIAU. 2020.
- [9] A. Faizal, S. Arifin, "Analisis Keandalan Instrumentasi Pada Unit Central Mechanical Electrical Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus PT. Telkom Area Network Riau Daratan Pekanbaru)", Skripsi, UIN SUSKA RIAU. 2017.
- [10] S. Iwan, "FMEA Sebagai Alat Analisa Resiko Moda Kegagalan Pada Magnetic Force Welding Machine ME-27.1", Jurnal Batan, No. 13. 2014.
- [11] A. Y. Somey, M. L. Pattiapon, B. J. Camerling, "Penerapan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada Mesin Goss Community", Jurnal I-Tabaos, Vol. 3, No. 2. Juni. 2023.
- [12] M. Rizona, Junaidi, F. A. Kurniawan, "Analisa RPN (Risk Priority) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Kompresor Double Screw Menggunakan Metode FMEA di Pabrik Semen PT.XYZ", Jurnal Buletin Utama Teknik, Vol. 17, No. 1. September. 2017.
- [13] H. Firdaus, T. Widiarti, "Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Sebagai Tindakan Pencegahan Pada Kegagalan Pengujian", Jurnal LIPI, Vol. 2015, pp. 131-147
- [14] A. Rahman, and S. Perdana, "Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA", Jurnal Optimasi Teknik Industri, Vol.. 3. 33-37. 2021.
- [15] H. Wibowo, A. Sidiq, and A. Ariyanto, "Penjadwalan Perawatan Komponen Kritis Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Perusahaan Karet," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 79–87, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v6i2.4106.
- [16] T. J. Wibowo, T. S. Hidayatullah, and A. Nalhadi, "Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM)," *J. Rekayasa Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 110–120, 2021, doi: 10.37631/jri.v3i2.485.