

PERENCANAAN INTERVAL PERAWATAN MESIN DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DAN PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* DI PT. XYZ

Nadya Annisa Wulandari ¹⁾, Yustina Ngatilah ²⁾

^{1, 2}Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

e-mail: nadyaannisaw@gmail.com ¹⁾, yustinangatilah@gmail.com ²⁾

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang mengolah bahan baku getah pinus menjadi Derivate Gum Rosin (gondorukem). Produk tersebut nantinya dapat diaplikasikan menjadi salah satu bahan pembuatan penjilid buku, cat atau tinta, cairan pelapis, serta sebagai larutan dasar perekat. Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah adanya Breakdown mesin pada Reactor B yang tinggi yaitu sebesar 9480 menit (32 kali) pada tahun 2019 serta belum adanya interval waktu perawatan mesin yang tepat akibatnya, hal ini dapat mengarah pada aktivitas pemeliharaan korektif, yang dapat mengakibatkan waktu henti, proses produksi terhenti, dan biaya pemeliharaan yang lebih tinggi. Dengan mengintegrasikan analisis kualitatif termasuk FMEA (Failure Mode and Effect Analyze) dan RCM II Decision Worksheet, metode penelitian yang digunakan adalah Reliability Centered Maintenance II. Metode lain yang digunakan yaitu dengan perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan turunnya efektivitas pada mesin produksi. Hasil penelitian diperoleh bahwa ada 6 komponen kritis pada mesin Reactor B dan dari analisis interval perawatan menunjukkan bahwa Interval waktu perawatan yang tepat pada komponen Coil Cooling selama 397,778 jam, Katup Utama selama 625,066 jam, Katup Samping selama 2553,432 jam, Motor Agitator selama 1762,232 jam, Kondensor selama 241,145 jam, dan Line Hopper selama 396,048 jam dan biaya perawatan yang optimal sebesar Rp. 7.475.160,48. Selain itu dalam penelitian ini diperoleh nilai Overall Equipment Effectiveness total sebesar 84,46%, Ketersediaan sebesar 97,76%, Efisiensi kinerja sebesar 96,68%, dan Rasio Kualitas sebesar 91,18%.

Kata Kunci: Interval Perawatan, Overall Equipment Effectiveness, Reliability Centered Maintenance.

ABSTRACT

PT. XYZ is a company that processes pine sap raw materials into Derivate Gum Rosin (gondorukem). The product can be applied as a material for making book binders, paints or inks, coating fluids, as well as an adhesive base solution. The problem faced by the company is the presence of engine breakdown at Reactor B which is high, which is 9480 minutes (32 times) in 2019 and the absence of proper machine maintenance time intervals as a result, this can lead to corrective maintenance activities, which can lead to time downtime, stalled production processes, and higher maintenance costs. By integrating qualitative analysis including FMEA (Failure Mode and Effect Analyze) and RCM II Decision Worksheet, the research method used is Reliability Centered Maintenance II. Another method used is the calculation of Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses to identify the factors causing the decrease in the effectiveness of production machines. The results showed that there are 6 critical components in the Reactor B engine and the maintenance interval analysis shows that the correct maintenance time interval for the Coil Cooling component is 397,778 hours, Main Valve for 625,066 hours, Side Valve for 2553,432 hours, Agitator Motor for 1762,232 hours, Condenser for 241,145 hours, and Line Hopper for 396,048 hours and the optimal maintenance cost is Rp. 7,475,160.48. In addition, in this study, the total Overall Equipment Effectiveness value was 84.46%, Availability was 97.76%, Performance Efficiency was 96.68%, and Quality Rate was 91.18%.

Keywords: Maintenance Interval, Overall Equipment Effectiveness, Reliability Centered Maintenance.

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ adalah pabrik pengolahan bahan baku getah pinus menjadi *derivate Gum Rosin* (gondorukem) yang terletak di Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Hasil produksi PT. XYZ dapat digunakan dalam industri lain seperti industri bahan pembuatan penjilid buku, cat atau tinta, cairan pelapis, serta sebagai larutan dasar perekat. PT. XYZ mengoperasikan lebih dari 25 mesin yang digunakan untuk mengolah getah pinus tersebut. Di antaranya adalah mesin *reactor* yang berjumlah 4, yaitu mesin *reactor* A, B, C, dan E. Berdasarkan data survey awal *breakdown* yang diperoleh, diketahui bahwa jumlah rata-rata *breakdown time* masing-masing mesin *reactor* A, B, C, dan E secara berurutan yaitu sebesar 2460 menit, 9480 menit, 2970 menit dan 120 menit. *Valve* pada mesin *Reactor B* terjadi sebanyak 32 kali pada tahun 2019 dimana umur mesin dari *Reactor B* ini sendiri yaitu berumur 8 tahun. Dapat dilihat dari data tersebut bahwa rata-rata jumlah kerusakan yang terdapat pada mesin Reaktor B paling tinggi. *Valve* pada mesin *Reactor B* terjadi pada komponen *valve* samping, *main valve*, *bearing motor* dan *coil cooling*. Adanya *valve* pada komponen tersebut mempengaruhi jaringan proses produksi, sehingga apabila terjadi kerusakan maka produksi tidak akan dapat berjalan secara maksimal sesuai dengan rencana produksi yang telah ditetapkan. *Valve* yang sering ditemukan pada mesin reaktor B dapat menyebabkan aktivitas pemeliharaan, yang dapat mengakibatkan waktu henti dan proses produksi. Permasalahan tersebut menyebabkan perusahaan mengalami kerugian yang cukup besar, karena biaya perbaikan jika terjadi kerusakan cukup memakan biaya.

Berdasarkan permasalahan sering terjadinya *valve* pada mesin *Reactor B* diperusahaan PT. XYZ, Peneliti telah mengusulkan sistem perawatan mesin yang menggunakan metode *Reliabilitas Centered Maintenance II* (RCM II). Menurut Hamim Rachman, et al., (2017) yang berjudul “Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)” metode *Reliability Centered Maintenance II* ini yang berpusat pada keandalan digunakan untuk menentukan kegiatan interval pemeliharaan perusahaan dan biaya pemeliharaan minimum. Selain penentuan kegiatan interval perawatan mesin, dibutuhkan juga suatu pengukuran efektivitas mesin, tujuannya untuk meningkatkan efektivitas pada mesin *Reactor B* di PT. XYZ. Metode yang diusulkan adalah melakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses*. Menurut Dadi Ahlaq dan Firdanis Setyaning Handika, (2017) pada penelitian “Analisa Perawatan Mesin *Pulper* Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)”, metode OEE tidak hanya berfokus pada bagaimana mengoptimalkan efektivitas peralatan atau bahan pendukung untuk aktivitas kerja, tetapi juga bagaimana meningkatkan efektivitas pekerja atau operator yang akan mengontrol peralatan dan material di masa depan. *Six Big Losses* berfungsi dalam penentuan faktor mana yang menyebabkan penurunan efisiensi mesin. Dengan adanya metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ini diharapkan dapat disediakan interval perawatan dan biaya perawatan, serta perhitungan efisiensi mesin terbaik pada mesin-mesin *Reactor B*, sehingga mesin memiliki lebih banyak kemungkinan kerusakan yang dapat diminimalkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Perawatan

Mesin yaitu hal yang sering menjadi perselisihan antara bagian *maintenance* dengan bagian produksi, karena bagian *maintenance* dianggap sebagai pemborosan biaya, sedangkan bagian produksi menganggapnya berbahaya, namun dapat juga menghasilkan uang (Kurniawan, 2016). Perawatan adalah kegiatan memelihara, memperbaiki, mengganti, membersihkan, menyesuaikan, dan memeriksa benda-benda yang ditangani, yaitu kegiatan menjaga kelangsungan produksi melalui pemeliharaan fasilitas agar dapat memproduksi produk dengan mutu terbaik dan memiliki daya saing (Prasetya dan Ardhyani, 2018). Manajemen pemeliharaan diperlukan untuk meminimalkan *downtime*

sehingga proses pengubahan bahan baku menjadi produk dapat berjalan normal sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya. Konsep yang ditetapkan mendukung sistem yang siap fasilitas produksi, sehingga perlu dilakukan prosedur perawatan (Ansori dan M. Imron, 2017).

Maintenance mengacu pada konsep semua tindakan yang dibutuhkan dalam pemeliharaan fasilitas perusahaan atau mesin agar dapat beroperasi secara normal pada keadaan awalnya. Tindakan pemeliharaan yang dilaksanakan oleh perusahaan mempengaruhi ketersediaan, produktivitas, kualitas produk akhir, biaya produksi dan keselamatan operasional fasilitas produksi (Rachman, et al., 2017). aktor-faktor tersebut kemudian berpengaruh pada tingkat keuntungan (profitabilitas) perusahaan. Proses pemeliharaan yang dilakukan tidak hanya memberikan kontribusi untuk kelancaran produksi agar dapat mengirimkan produk kepada pelanggan secara tepat waktu, tetapi juga menjaga fasilitas dan peralatan dalam keadaan yang efektif dan efisien. Tujuannya adalah untuk mencapai nol kerusakan dalam mengoperasikan mesin (Adam, 2019).

Berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa perawatan adalah kegiatan perbaikan/penggantian komponen-komponen suatu produk atau peralatan sehingga kemampuan dan kondisinya dapat bekerja dengan baik dan dapat diterima (Abidin, 2020). Dengan demikian fungsi dan tujuan perawatan dalam suatu perusahaan akan sangat penting dalam berjalannya suatu perusahaan untuk mencapai keuntungan yang maksimum (Afiva, et al., 2019). Satu hal yang perlu diketahui oleh personel perawatan dan bagian lain dari pabrik adalah bahwa pemeliharaan itu murah sedangkan perbaikan itu mahal (Mukhril, 2016).

B. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Reliability Centered Maintenance (RCM) didefinisikan sebagai rangkaian proses yang dilaksanakan dalam penentuan aktivitas wajib dilakukan agar aset berwujud dapat berfungsi dengan baik saat menjalankan fungsi yang dibutuhkan oleh pengguna (Siswanti, 2017). *Reliability Centered Maintenance (RCM)* juga dapat didefinisikan sebagai metode yang efektif dalam pengembangan *planning PM* (Pemeliharaan Preventif) untuk menurunkan tingkat kegagalan peralatan dan dalam usaha penyediaan alat yang efektif dengan kemampuan terbaik untuk proses produksi di perusahaan. Selain itu untuk pemenuhan kebutuhan pelanggan dan menciptakan daya saing (Maulana, et al., 2017).

Reliability Centered Maintenance (RCM) sebagai proses dalam penentuan tahapan yang wajib diambil untuk memastikan bahwa setiap *item* atau sistem fisik dapat beroperasi secara normal sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan oleh penggunanya. Penerapan RCM lebih menitikberatkan pada komponen-komponen yang dapat menyebabkan kerusakan didalam sistem (Merari, et al., 2017). Sementara itu, alat untuk analisis kualitatif adalah *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *Logic Tree Analysis (LTA)*. Sedangkan *Reliability Centered Maintenance II (RCM II)* tidak jauh berbeda dengan *Reliability Centered Maintenance*. Hanya saja pada *RCM II Decision Worksheet* terjadi penambahan pertanyaan tentang S (*Safety*) dan E (*Environmental*) pada kolom *consequence evaluation*, penambahan pertanyaan tersebut dimaksudkan untuk mengantisipasi bahaya kerusakan yang bisa menimbulkan masalah terhadap keamanan dan lingkungan sekitar yang sering kali diabaikan (Sari dan Ridho, 2016). Dan penambahan pertanyaan tersebut sudah mampu mengubah nama *Reliability Centered Maintenance* menjadi *Reliability Centered Maintenance II* (Kirana, et al., 2016).

C. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah matriks yang menitik beratkan efisiensi pelaksanaan operasi produksi. Hasil perhitungan metode ini bersifat luas, memungkinkan perbandingan sektor manufaktur di industri yang berbeda. Dalam

penerapan *lean production*, metrik OEE biasanya juga digunakan sebagai *Key Performance Indicator (KPI)* yang menjadi tolak ukur keberhasilan (Pamungkas, et al., 2016). OEE tidak asing dengan industri dan manufaktur. Teknologi pengukurannya telah dipelajari dalam periode tahunan yang bertujuan untuk meningkatkan perhitungan. Tingkat akurasi dari efektifitas pengukuran OEE memberikan peluang bagi semua perusahaan manufaktur untuk mengaplikasikannya, sehingga dapat bekerja untuk memperbaiki proses itu sendiri (Rachmayanti dan Prasetyawan, 2021). Rumus perhitungan OEE adalah sebagai berikut :

$$\text{Overall Equipment Effectiveness} = \text{Availability} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate} \dots (1)$$

OEE dapat digunakan untuk mengetahui indikator kinerja dengan berkaitan pada periode waktu tertentu. Perhitungan OEE akan efektif bila diaplikasikan pada mesin produksi. OEE diaplikasikan pada sebagian tingkatan di lingkungan perusahaan. OEE diaplikasikan menjadi "*Benchmark*" dalam pengukuran rencana kinerja suatu perusahaan. Nilai estimasi atau nilai OEE arus produksi dapat digunakan untuk membandingkan kinerja lintas departemen perusahaan, sehingga dapat diketahui bahwa aliran tersebut tidak penting. Apabila proses berjalan secara terpisah, OEE dapat mengidentifikasi mesin dengan kinerja yang buruk dan dapat menunjukkan fokus sumber daya TPM (Ahlaq, et al., 2017).

Selain untuk memahami kinerja peralatan, metrik OEE juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam keputusan pembelian peralatan baru. Dalam hal ini pengambil keputusan secara jelas mengetahui kapasitas peralatan yang ada sehingga dapat diambil keputusan yang tepat untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Dengan menggabungkannya dengan metode lain seperti alat kualitas dasar yaitu analisis pareto, diagram sebab-akibat, dan dengan memahami nilai OEE, metode ini kemudian dapat digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan nilai OEE. Selain itu, melalui alasan tersebut, tindakan korektif dapat segera dilakukan untuk mengurangi upaya mencari area untuk perbaikan (Rozaq, 2015).

D. Six Big Losses

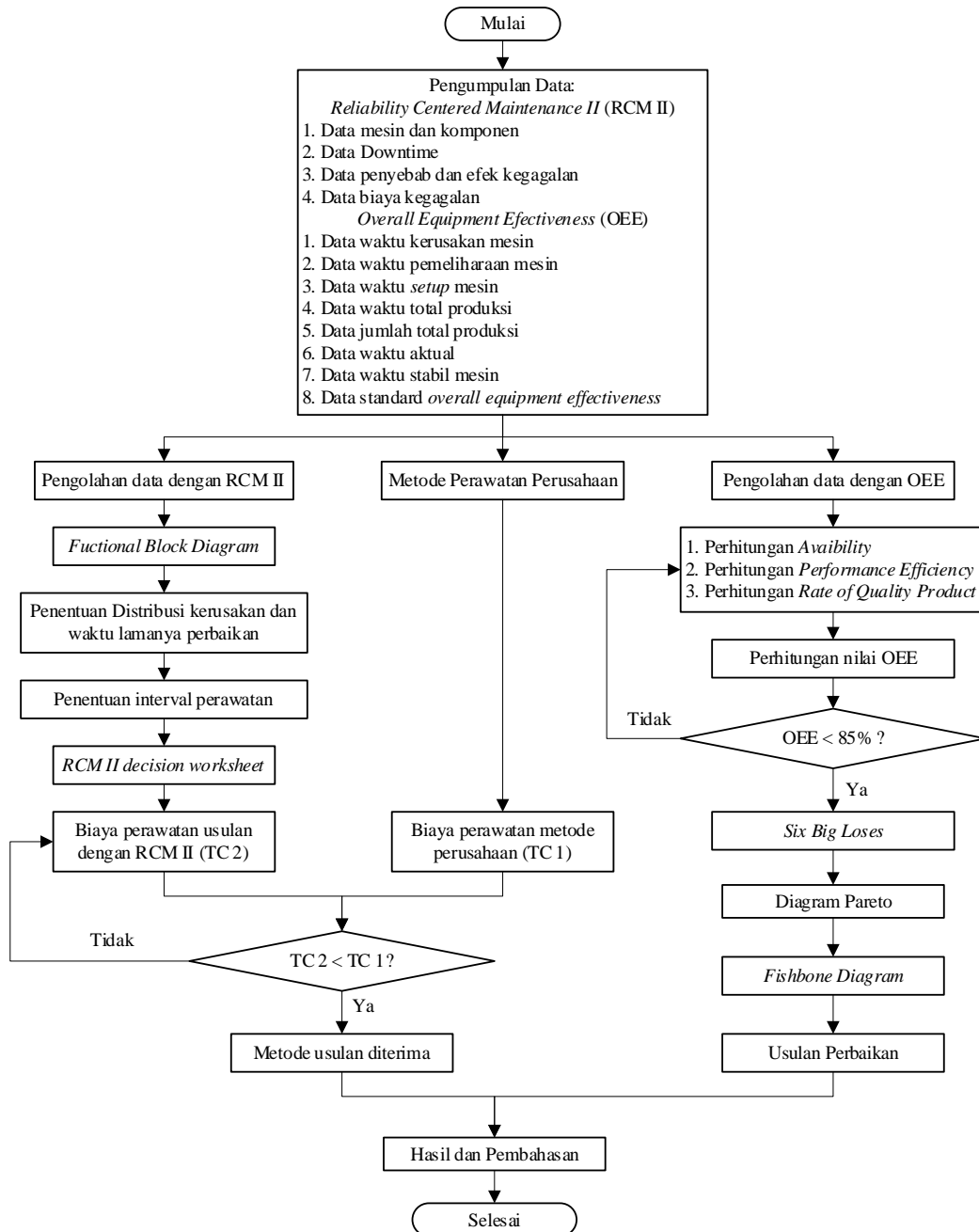
Tujuan utama TPM dan OEE adalah untuk mengurangi enam kerugian utama kerugian efisiensi dalam proses manufaktur (Yusra, et al., 2018). Pada masing-masing komponen tersebut terdapat 6 kerugian yang mempengaruhi efisiensi peralatan. Dalam hal ketersediaan terdapat *breakdown losses* dan *setup and adjustment losses*, sedangkan dalam rasio performa terdapat kehilangan kecepatan dan *idling/minor stoppages losses*, dan yang terakhir dalam rasio kualitas terdapat *defect/rework losses* dan *yield/scrap losses*. Setelah memahami efektivitas peralatan secara keseluruhan, maka dapat melihat komponen efektivitas mana yang memiliki nilai paling rendah, kemudian menganalisis alasannya (Arifianto, 2018).

Pengertian dari setiap *losses* yaitu :

1. *Equipment Failure Losses*, Kerugian yang disebabkan oleh peralatan yang rusak dan peralatan yang memerlukan perbaikan.
2. *Set up and adjustment losses*, Kehilangan waktu yang disebabkan oleh pengaturan mesin sebelum memulai proses produksi.
3. *Idling and minor stoppage losses*, Kerugian yang disebabkan oleh pematian mesin untuk waktu yang singkat, harus hidupkan ulang dan tidak diperlukan perawatan.
4. *Reduced Speed losses*, Kerugian yang disebabkan oleh kecepatan kerja mesin lebih lambat dari biasanya
5. *Defect Losses*, Kerugian yang disebabkan karena tidak memproduksi produk dengan benar sejak awal proses.
6. *Yield/scrap Losses*, Kerugian yang disebabkan oleh cacat pada awal proses produksi (Dewi, 2016).

III. METODE PENELITIAN

Untuk mengatasi masalah yang dibahas dalam perencanaan interval perawatan mesin dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. XYZ. Tahapan pemecahan masalah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan dua metode terkait perawatan mesin. Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) digunakan untuk menentukan kegiatan interval pemeliharaan perusahaan dan biaya pemeliharaan minimum dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas mesin *Reactor B*. Perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang diketahui dengan memperhitungkan *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Rate of Quality Product* dan menentukan faktor-faktor mana

dari *Six Big Losses* yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Diharapkan dapat disediakan interval perawatan dan biaya perawatan, serta perhitungan efisiensi mesin terbaik pada mesin-mesin *Reactor B*, sehingga mesin memiliki lebih banyak kemungkinan kerusakan yang dapat diminimalkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian yaitu merupakan data dari PT. XYZ atau biasa disebut dengan data primer yang berhubungan dengan obyek penelitian yaitu mesin *Reactor B* dan menggunakan data historis tahun 2019. Penelitian ini dilakukan dengan asumsi tahun yang akan datang tidak terjadi suatu kondisi dan tidak terdampak pandemi Covid-19. Data dan informasi yang dibutuhkan perusahaan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Data yang diperlukan meliputi data mesin dan komponen, data waktu kerusakan mesin, data waktu perawatan mesin, data harga komponen pengganti, upah tenaga kerja, biaya yang disebabkan oleh mesin *idle* dan biaya kerugian yang disebabkan oleh perawatan, data waktu penyetalan mesin, dan total data waktu produksi yang tersedia, data jumlah total produksi, produksi baik, dan produksi cacat, data waktu aktual proses produksi, data waktu stabil mesin, data standar *overall equipment effectiveness*.

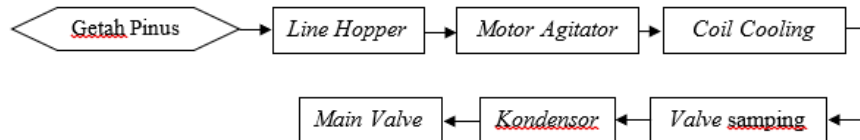
B. Pengolahan Data

Adapun proses tahapan pada pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan Interval Perawatan Mesin dengan Metode *Reability Centered Maintenance* (RCM) II

a. Pembuatan *Functional Block Diagram*

Berikut ini Gambar 2. *Functional Block Diagram* menjelaskan ilustrasi gambar mengenai sistem kerja pada mesin *Reactor B*.



Gambar 2. *Functional Block Diagram* mesin *Reactor B*

b. Penentuan Distribusi Waktu Antar Kerusakan dan Waktu Perbaikan

Penentuan distribusi waktu proses perbaikan dan distribusi waktu antar kerusakan. Peneliti melakukan uji distribusi menggunakan *software minitab 18* dengan tahapan, pertama mencari pola distribusi dari waktu antar kerusakan dari masing-masing komponen yang telah dihitung sebelumnya. Selanjutnya setelah menentukan dari pola distribusinya yaitu menggunakan distribusi *Weibull* (berdasarkan nilai korelasi tertinggi), maka selanjutnya akan dilakukan pengolahan data Kembali menggunakan *software minitab 18*, lalu didapatkanlah hasil nilai *scope* dan *shape*. Kedua nilai tersebut selanjutnya akan dilakukan perhitungan *MTTF* dengan memperhatikan nilai yang terdapat pada tabel *gamma*. Berikut ini hasil perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) yang ditunjukkan oleh Tabel I.

TABEL I

NILAI MTTF(MEAN TIME TO FAILURE)	
Komponen	MTTF (jam)
<i>Coil Cooling</i>	580,091
<i>Main Valve</i>	523,107
<i>Valve sumping</i>	1510,058
<i>Motor Agitator</i>	1478,955
<i>Kondensor</i>	284,648
<i>Line Hopper</i>	1338,514

Selanjutnya dihasilkan nilai pengujian distribusi waktu lamanya perbaikan (T_r) dengan menggunakan *software minitab 18*, pertama mencari pola distribusi dari waktu *downtime* dari masing-masing komponen yang telah dihitung sebelumnya. Selanjutnya setelah menentukan dari pola distribusinya yaitu menggunakan distribusi *Weibull* (berdasarkan nilai korelasi tertinggi), maka selanjutnya akan dilakukan pengolahan data Kembali menggunakan *software minitab 18*, lalu didapatkanlah hasil nilai *scope* dan *shape*. Kedua nilai tersebut selanjutnya akan dilakukan perhitungan MTTT dengan memperhatikan nilai yang terdapat pada tabel *gamma*. Berikut ini hasil perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) yang ditunjukkan oleh Tabel II.

TABEL II
NILAI MTTR(MEAN TIME TO REPAIR)

Komponen	MTTR (jam)
Coil Cooling	5,374
Main Valve	3,744
Valve sumping	2,624
Motor Agitator	5,556
Kondensor	4,436
Line Hopper	5,939

c. Penentuan Interval Perawatan usulan

Dalam menentukan interval perawatan yang tepat untuk setiap komponen, perlu untuk mengalokasikan parameter yang sesuai antara waktu kegagalan, biaya penggantian akibat kerusakan, dan biaya perawatan yang disebabkan oleh komponen mesin B reaktor B. Setelah diperoleh biaya penggantian komponen karena kerusakan (CF), biaya penggantian karena perawatan (CM) serta hasil pengujian distribusi waktu antar kerusakan (T_f) di perhitungan sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah menghitung interval perawatan (TM) dengan memasukkan angka angka tersebut kedalam rumus TM . Tabel III dibawah ini mencantumkan ringkasan hasil penghitungan interval perawatan untuk setiap komponen.

TABEL III
INTERVAL PERAWATAN

Komponen	β (Shape)	η (Scale)	CM (Rp)	CF(Rp)	TM (jam)
Coil Cooling	0,676	442,51	10.242.837	2.1637.526	397,778
Main Valve	1,15	549,574	9.028.995	16.967.520	625,066
Valve sumping	8,977	1703,22	8.340.821	13.904.412	2553,432
Motor Agitator	1,322	1605,17	12.933.423	24.714.135	1762,232
Kondensor	0,848	261,145	8.685.233	18.090.797	241,145
Line Hopper	0,873	1247,45	3.997.677	16.589.332	396,048

d. RCM II Decision Worksheet

Setelah dilakukan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta analisis pengambilan keputusan pada *RCM II Decision Paragraf*, dan juga telah diketahui nilai dari interval perawatan (TM) yang telah dilakukan perhitungan sebelumnya, maka pada tahap selanjutnya yaitu membuat tabel *RCM II Decision Worksheet*. Cara mengisi tabel *RCM II Decision Worksheet* adalah sebagai berikut, untuk mengisi kolom *Information Refferece* pada komponen maka kita harus melihat tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) terlebih dahulu. kolom *Information Refferece* ini terdiri dari F (*function*) yaitu fungsi komponen (yang dianalisa) FF (*failure function*) yaitu kegagalan fungsi dan FM (*failure mode*) yaitu penyebab kegagalan fungsi. Pada kolom *Consequences evaluation* terdiri dari H (*Hidden Failure*), S (*Safety*), E (*Environmental*) dan O (*Operational*). Pada kolom *Proactive Taks* terdiri dari $H1/S1/O1/N1$ untuk mencatat apakah *Scheduled On-Condition Task* dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya *failure mode*, $H2/S2/O2/N2$ untuk mencatat apakah *Scheduled restoration task* dapat digunakan untuk mencegah *failure*, dan $H3/S3/O3/N3$ untuk mencatat apakah *scheduled discard task* dapat digunakan untuk mencegah *failure*. Berikut ini *RCM II Decision Worksheet* yang ditampilkan pada Tabel IV.

TABEL IV
RCM II DECISION WORKSHEET

Komponen	Information reference			Consequence evaluation				H1	H2	H3	Proposed task	Interval (TM) (jam)	Can be done be
	F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3			
								O1	O2	O3			
Coil Cooling	1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	Y	Scheduled discard task. tindakan mengganti Coil Cooling bocor merupakan cara terbaik yang harus digunakan mengatasi kerusakan pada coil cooling	397,778	Mekanik
Main Valve	1	A	1	Y	N	Y	Y	N	Y	N	Scheduled restoration task tindakan pemulihan kemampuan item mampu mencegah terjadinya kerusakan pada Main Valve yang bocor	625,066	Mekanik
Valve samping	1	A	1	Y	N	N	Y	N	Y	N	Scheduled restoration task tindakan pemulihan kemampuan item mampu mencegah terjadinya kerusakan pada Valve samping yang bocor	2553,432	Mekanik
Motor Agitator	1	A	1	N	N	N	Y	N	Y	N	Scheduled restoration task tindakan pemulihan kemampuan item mampu mencegah terjadinya kerusakan pada Motor Agitator yang macet	1762,232	Mekanik
Kondensor	1	A	1	Y	N	Y	Y	N	N	Y	Scheduled discard task. tindakan mengganti Kondensor tersumbat merupakan cara terbaik yang harus digunakan mengatasi kerusakan pada Kondensor	241,145	Mekanik
Line Hopper	1	A	1	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Scheduled discard task. tindakan mengganti Line Hopper yang telah berkarat merupakan cara terbaik yang harus digunakan mengatasi kerusakan pada Line Hopper	396,048	Mekanik

e. Penentuan Biaya Total Perawatan

Total biaya perawatan dihitung berdasarkan biaya penggantian komponen akibat perawatan (C_M) biaya penggantian komponen akibat kerusakan (C_F), dan interval perawatan (TM). Rangkuman hasil penghitungan interval pemeliharaan untuk masing-masing komponen tercantum pada Tabel V berikut.

TABEL V
BIAYA TOTAL COST PERTAHUN BERDASARKAN INTERVAL PERAWATAN (TM)

Komponen	TM (jam)	Total Cost (TC) Usulan (Rp/tahun)
Coil Cooling	397,778	1.658.702,542
Main Valve	625,066	634.740,6834
Valve samping	2553,432	709.374,4625
Motor Agitator	1762,232	113.774,3502
Kondensor	241,145	3.802.740,554
Line Hopper	396,048	555.827,8887

Komponen	TM (jam)	Total Cost (TC) Usulan (Rp/tahun)
Jumlah total		7.475.160,481

2. Perhitungan Nilai Efektivitas Mesin dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Setelah mendapatkan nilai *availability*, *performance efficiency*, dan *quality ratio* pada mesin *planer*. Berikut ini tabel VI menampilkan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*.

TABEL VI
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS MESIN REACTOR B

Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
Januari	95,04%	97,58%	90,89%	84,29%
Februari	97,50%	96,70%	93,02%	87,71%
Maret	98,74%	96,50%	91,03%	86,74%
April	98,95%	96,90%	86,03%	82,48%
Mei	99,24%	97,50%	95,01%	91,93%
Juni	97,45%	96,38%	87,57%	82,24%
Juli	96,24%	96,25%	88,61%	82,08%
Agustus	97,58%	96,50%	91,74%	86,39%
September	99,32%	97,00%	95,02%	91,54%
Oktober	98,02%	96,00%	96,00%	90,33%
November	98,02%	96,13%	90,01%	84,81%
Desember	96,83%	95,75%	84,01%	77,89%
Total	97,76%	96,68%	91,18%	84,86%

3. Perhitungan *Six Big Losses*

Dalam perhitungan *six big losses* peneliti melakukan perhitungan *Downtime Losses*, *Speed Losses*, *Defects Losses*. Berdasarkan dari perhitungan *six big losses* yang telah dilakukan, maka hasil dari masing-masing *losses* dapat direkapitulasikan dalam tabel VII dibawah ini.

TABEL VII
REKAPITULASI PERHITUNGAN SIX BIG LOSSES

Bulan	<i>Downtime Losses</i>				<i>Speed Losses</i>				<i>Defects</i>			
	<i>Equipment Failure</i>		<i>Setup and Adjustment Losses</i>		<i>Idle and Minor Stoppage</i>		<i>Reduced Speed</i>		<i>Defect in Process</i>		<i>Reduced Yield</i>	
	%	Jam	%	Jam	%	Jam	%	Jam	%	Jam	%	Jam
Januari	4,44	52	0,52	6,12	1,10	1171	1,20	14,01	0	0	8,45	0
Februari	1,86	18	0,64	6,15	1,12	967	2,10	20,26	0	0	6,58	0
Maret	0,62	6	0,64	6,15	1,12	965	2,33	22,50	0	0	8,55	0
April	0,41	4	0,64	6,2	1,11	969	1,95	18,92	0	0	13,40	0
Mei	0,23	2,67	0,53	6,24	0,78	1170	1,70	19,94	0	0	4,83	0
Juni	1,73	13,33	0,82	6,36	1,99	771	1,55	11,92	0	0	11,67	0
Juli	2,94	22,67	0,82	6,28	2,34	770	1,26	9,74	0	0	10,55	0
Agustus	1,60	12,33	0,82	6,33	0,69	772	2,72	21,03	0	0	7,78	0
September	0,00	0	0,68	6,56	1,18	970	1,80	17,46	0	0	4,80	0
Oktober	1,17	9	0,81	6,24	1,79	768	2,13	16,35	0	0	3,76	0
November	1,17	9	0,81	6,21	1,66	769	2,14	16,42	0	0	9,41	0
Desember	2,35	18	0,82	6,27	1,53	766	2,58	19,79	0	0	14,83	0
Total	1,54	167	0,69	75,11	1,32	10828	1,93	208,71	0	0	8,34	0

C. Pembahasan

Berdasarkan perhitungan biaya perawatan (TC) dengan metode *Reability Centered Maintenance II* (RCM II) didapatkan perbandingan dengan biaya perawatan perusahaan ditampilkan pada Tabel IX berikut.

TABEL IX
PERBANDINGAN TC PERUSAHAAN DAN TC PERAWATAN USULAN

Komponen	Total Cost Perusahaan (Rp/tahun)	Total Cost (TC) Usulan (Rp/tahun)	Efisiensi %
<i>Coil Cooling</i>	2.930.253,08	1.658.702,54	43,39%
<i>Main Valve</i>	1.880.253,08	634.740,68	66,24%
<i>Valve sumping</i>	1.376.235,80	709.374,46	48,46%
<i>Motor Agitator</i>	282.945	113.774,35	59,79%
<i>Kondensor</i>	6.332.541,07	3.802.740,55	39,95%
<i>Line Hopper</i>	1.285.301,97	555.827,89	56,76%

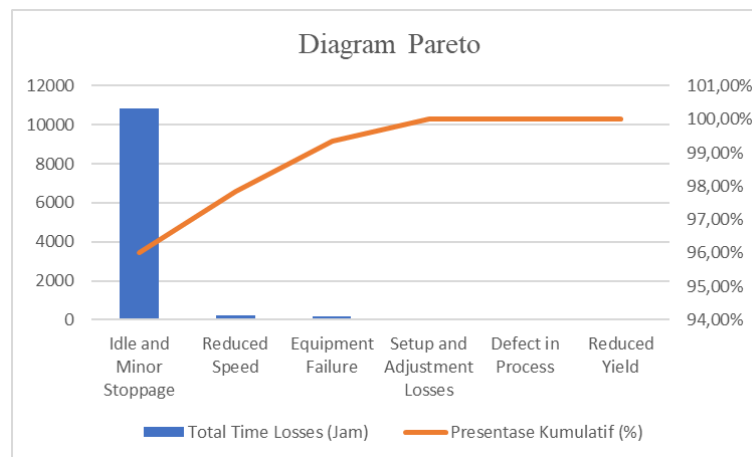
Komponen	Total Cost Perusahaan (Rp/tahun)	Total Cost (TC) Usulan (Rp/tahun)	Efisiensi %
Jumlah total	14.087.530	7.475.160,48	46,94%

Biaya total perawatan minimal menurut interval perawatan dalam periode satu tahun pada mesin Reaktor B sebesar Rp. 7.475.160,48. Lebih hemat 46,94 % dari total biaya perawatan pada perusahaan yang sebesar Rp 14.087.530 pada tahun 2019. Setelah dilakukan perhitungan *Six Big Losses* di atas, presentase dari nilai *Six Big Losses* akan diperlihatkan pada Tabel X berikut.

TABEL X
PENGURUTAN PRESENTASE *SIX BIG LOSSES* MESIN *PLANER*

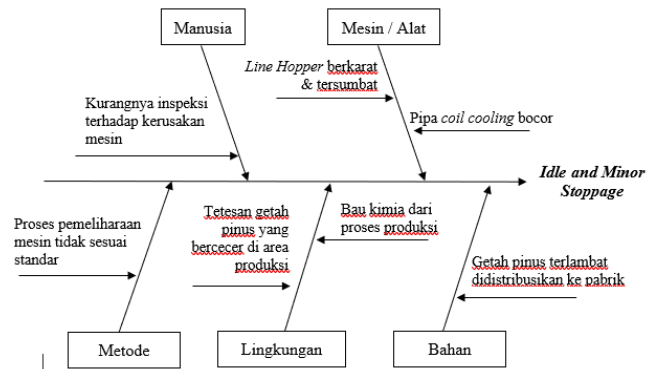
No	<i>Six Big Losses</i>	Total Time Losses (Jam)	Presentase (%)	Presentase Kumulatif (%)
1	<i>Equipment Failure</i>	167	1,48%	1,48%
2	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	75,11	0,67%	2,15%
3	<i>Idle and Minor Stoppage</i>	10828	96,00%	98,15%
4	<i>Reduced Speed</i>	208,71	1,85%	100%
5	<i>Defect in Process</i>	0	0	100
6	<i>Reduced Yield</i>	0	0	100
Total		11278,82	100	

Setelah didapat hasil pengurutan presentase dari nilai *Six Big Losses*, kemudian dibuat diagram paretonya sehingga dapat terlihat dari *Six Big Losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin *Reactor B* dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Diagram pareto *Six Big Losses*

Dapat dilihat diagram pareto bahwa faktor *Six Big Losses* merupakan faktor utama yang dominan terlihat pada *Speed Losses* yaitu *Idle and Minor Stoppage*, kemudian melakukan analisis lebih lanjut dari faktor-faktor tersebut. Berdasarkan diagram Pareto dan pengolahan data, dapat dilihat bahwa faktor *Idle and Minor Stoppage* merupakan faktor terpenting dari mesin *Reactor B*, terhitung sebesar 96%, dan total *time loss* adalah 10828 jam. Penghentian berulang akan menghasilkan produktivitas mesin yang rendah dan menurunkan efektivitas mesin. Terjadinya *Idle and Minor Stoppage* dapat mempengaruhi kinerja pada keseluruhan *plant* hal ini sejalan dengan metode RCM II yang memberikan rekomendasi pemeliharaan berdasarkan keandalan secara terpusat. Diagram sebab akibat dari faktor tingginya *Idle and Minor Stoppage* ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Diagram sebab akibat *Idle and Minor Stoppage*

Analisis diagram sebab akibat untuk *Idle and Minor Stoppage* adalah sebagai berikut:

1. Mesin atau peralatan
 - a. Berhentinya mesin secara berulang-ulang disebabkan karena pipa *line hopper* tempat aliran penambahan bahan kimia sering tersumbat.
 - b. Bocornya pipa *coil cooling* dapat menyebabkan suhu getah tidak stabil sehingga proses pengolahan dapat terhambat
2. Manusia atau operator : Kurangnya inspeksi yang dilakukan bagian mekanik terhadap kerusakan mesin disebabkan kurangnya kedisiplinan dalam melaksanakan tugasnya.
3. Metode : Kegiatan pemeliharaan yang tidak standar menyebabkan mesin berjalan tidak pada kondisi ideal.
4. Lingkungan :
 - a. Kondisi lingkungan di sekitar mesin yang kotor akibat banyaknya getah pinus yang terjatuh di sekitar mesin yang menghambat gerakan dari pekerja.
 - b. Bau menyengat yang berasal dari bahan-bahan kimia campuran yang menyebabkan pekerja tidak bisa menghirup oksigen secara langsung dalam melakukan pekerjaannya.
5. Bahan : Proses pendistribusian bahan baku (getah pinus) dari hutan seringkali tidak sesuai kuantitas yang dipesan serta sering terjadi keterlambatan dikarenakan hasil panen getah yang tidak menentu.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan analisis penerapan *total productive maintenance* pada mesin Reaktor B di PT. XYZ dengan asumsi tidak terdampak pandemi Covid-19 yang saat ini sedang terjadi dapat disimpulkan sebagai berikut, Interval waktu perawatan yang tepat pada komponen *Coil Cooling* selama 397,778 jam, *Main Valve* selama 625,066 jam, *Valve Samping* selama 2392,584 jam, Motor Agitator selama 883,954 jam, Kondensor selama 349,113 jam, dan *Line Hopper* selama 145,234 jam. Biaya total perawatan yang minimal berdasarkan interval perawatan selama satu tahun pada mesin Reaktor B sebesar Rp. 9.517.635. Lebih hemat 32,44 % dari total biaya perawatan pada perusahaan yang sebesar Rp 14.087.530 (pada tahun 2019). Nilai keefektifitasan mesin *Reactor B* adalah rata-rata nilai *Overall Equipment Effectiveness* sebesar 84,46%. Nilai tersebut masuk dalam kategori normal, produksi dianggap wajar tapi masih menunjukkan ada ruang yang besar untuk perusahaan melakukan perkembangan, dan daya saing sedikit rendah. Hasil perhitungan *Six Big Losses* yang menyebabkan rendahnya nilai OEE adalah *idling and minor stoppages losses* yang menjadi kerusakan yang terbesar dari seluruh kerusakan yang terjadi, yaitu sebesar 96%.

PUSTAKA

Abidin, M. B. (2020, April). Perencanaan Perawatan Mesin Palletizer Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Di PT. CPI. In Prosiding Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo (Vol. 1).

- Adam, T. (2019). Perencanaan Perawatan Mesin Thicknesser Dengan Metode Reliability Centered *Maintenance* (Rcm) Dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA); Studi Kasus: UD. DEN BAGUS (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Afiva, W. H., Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2019). Penerapan Metode Reliability Centered *Maintenance* (RCM) pada Perencanaan Interval Preventive *Maintenance* dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Analisis FMECA (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal PASTI*, 13(3), 298-310.
- Ahlaq, Dadi, Dan Firdanis Setyaning Handika, (2017), "Analisa Perawatan Mesin Pulper Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)", *Teknik Industri Universitas Serang Raya, Jurnal Intech*
- Ansori, Nachnul dan M. Imron Mustajib. (2017). *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Arifianto, A. (2018). Penerapan Total Productive *Maintenance* (TPM) Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness.
- Dewi, Nadia C. (2016). Analisis Penerapan Total Productive *Maintenance* (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Pada Mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya. *Prosiding SNATIF, Volume I*, pp. 21-26.
- Kirana, U. T., Alhilman, J., & Sutrisno, S. (2016). Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Corazza FF100 Pada Line 3 PT XYZ Dengan Metode Reliability Centered *Maintenance* (RCM) II. *JRSI*, 3(01), 47-53.
- Kurniawan, Fajar, (2016), *Manajemen Perawatan Industri, Teknik Dan Aplikasi*, Graha ilmu
- Maulana, E., Ilhami, M. A., & Kurniawan, B. (2017). Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Coldsaw Dengan Metode Reliability Centered *Maintenance* Dan Reliability Block Diagram (Study kasus: PT. Krakatau Wajatama). *Jurnal Teknik Industri Untirta*.
- Merari, A. D., Sandora, R., & Setiawan, T. A. (2017). Perencanaan Interval Perawatan Mesin Blow Moulding Type HBD 1 dengan Metode Reliability Centered *Maintenance* (RCM) di Perusahaan Manufaktur Plastik. In *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application (Vol. 1, No. 1, pp. 341-349)*.
- Mukhril. (2016). *Total Productive Maintenance and Total Quality Management*. Tangerang: Megakarya.
- Pamungkas, I. B., Rachmat, H., & Kurniawati, A. (2016). Pengembangan Program Preventive *Maintenance* Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered *Maintenance* (RCM II) Dan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di Plant Ammonia Pt Pupuk Kujang 1a. *JRSI*, 1(01), 99-105.
- Prasetya, D., & Ardhyani, I. W. (2018). Perencanaan pemeliharaan mesin produksi dengan menggunakan metode reliability centered *maintenance* (RCM)(studi kasus: PT. S). *JISO*, 1(1), 7-14.
- Rachman, H., Garside, A. K., & Kholik, H. M. (2017). Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered *Maintenance* (RCM). *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), 86-93.
- Rachmayanti, I., & Prasetyawan, Y. (2021). Perancangan Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM II untuk Meningkatkan Nilai Overall Equipment Effectiveness Mesin Filling R-24 A (Studi Kasus PT X). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), F264-F271.
- Rozaq, M. I., (2015). Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Implementasi Total Productive *Maintenance* (TPM) Studi Kasus Di PT. Adi Satria Abadi Kalasan, Yogyakarta: Program Studi Teknik Industri UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Sari, D. P., & Ridho, M. F. (2016). Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered *Maintenance* (RCM) II Pada Mesin Blowing I Di Plant I PT. Pisma Putra Textile. *Jurnal Teknik Industri*, 11(2), 73-80.
- Siswanti, E. (2017). Perencanaan Penjadwalan Dan Persediaan Sparepart Dengan Metode Reliability Centered *Maintenance* (RCM) DI PT. X. *Jurnal Teknik Industri*, 6(1).
- Yusra, A. F., Budiasih, E., & Pamoso, A. (2018). Analisis Performance Mesin Weaving Pada PT ABC Menggunakan Metode Reliability Availability Maintainability (RAM) Dan Overall Equipment Effectiveness (OEE). *eProceedings of Engineering*, 5(2).