

Usulan Perancangan Pemeliharaan Mesin Ring Frame FA-503/480 dengan Menggunakan Pendekatan *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM) Pada PT Apac Inti Corpora

^{1st} Isna Jihan Navi'a
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

isnajiha@student.telkomuniversity.ac.id

^{2nd} Fransiskus Tatas Dwi Atmaji
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

franstatas@telkomuniversity.ac.id

^{3rd} Endang Budiasih
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— PT Apac Inti Corpora merupakan produsen yarn dan tekstil yang bergerak dalam bidang pemintalan benang dan penununan kain. Dalam proses produksi di perusahaan digunakan mesin sebagai pendukung proses produksi, salah satunya adalah mesin ring frame. Berdasarkan data downtime yang dimiliki oleh PT Apac Inti Corpora, mesin ring frame FA-503/480 memiliki nilai downtime yang tinggi. Komponen kritis dari mesin ring frame FA-503/480 ditentukan dengan menggunakan risk matrix. Komponen kritis yang terpilih dari mesin ring frame FA-503/480 adalah Electromagnet. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM) karena pada metode ini bertujuan untuk mengetahui berapa interval waktu yang optimal untuk melakukan pemeliharaan untuk komponen kritis terpilih dan menentukan total biaya maintenance. Berdasarkan hasil penilaian didapatkan hasil proposed maintenance yaitu scheduled discard task. Pada perhitungan interval waktu discard task diperoleh nilai total biaya yang dikeluarkan untuk maintenance (Cm) sebesar Rp5.430.847, biaya penggantian komponen (Cf) sebesar Rp125.632.152 dan interval waktu pemeliharaan untuk komponen selama 4 pekan sekali. Perhitungan biaya maintenance eksisting sebesar Rp97.755.246 sedangkan untuk biaya maintenance usulan sebesar Rp81.462.705. Sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya maintenance usulan lebih rendah Rp16.292.541 dibandingkan dengan biaya maintenance eksisting.

Kata kunci—*maintenance, reliability and risk centered maintenance, risk Matrix, RCM Information Worksheet, Proposed Maintenance.*

I. PENDAHULUAN

PT Apac Inti Corpora merupakan produsen yarn dan tekstil yang bergerak dalam bidang pemintalan benang dan

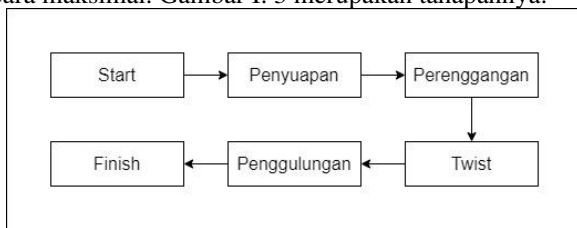
penununan kain. Fasilitas yang ada disana merupakan infrastruktur terbesar, saling terhubung dan tentunya dilengkapi dengan mesin pertununan dan pemintalan dengan teknologi yang modern. Produk yang dihasilkan berupa yarn, kain greige, kain finished dan denim. PT Apac Inti Corpora ini telah merambah ke dunia luar dengan mengekspor produknya ke 70% ke pasar Amerika Utara dan Selatan, Eropa, Asia, Afrika, Australia dan yang 30% merambah di pasar domestic. PT Apac Inti Corpora sudah berdiri selama 32 tahun dan dalam kegiatan produksinya fasilitas yang digunakan adalah mesin. Kualitas produk yang dihasilkan akan baik apabila kualitas dan kuantitas mesin sesuai dengan standar yang berlaku.

PT Apac Inti Corpora mempunyai tujuh unit spinning (proses pemintalan) yaitu unit spinning 1 sampai dengan unit spinning 7. Akan tetapi pada saat ini hanya lima unit spinning yang beroperasi yaitu unit spinning 1 sampai dengan unit spinning 5. Unit spinning 1 dan unit spinning 2 memproduksi benang dengan bahan dasar (bahan baku) utamanya yaitu 100% kapas sintetis. Sedangkan untuk unit spinning 3, 4 dan 5 terdapat dua proses, yaitu proses pertama memproduksi benang dengan bahan dasar 100 % kapas alami dan proses kedua memproduksi benang dengan bahan dasar campuran antara kapas alami (cotton) dengan kapas sintetis (polyester dan rayon) yang kemudian material tersebut dicampur atau di blending dengan berbagai macam komposisi. Penelitian ini hanya dilakukan pada unit spinning 2 yang memproduksi benang dengan bahan dasar utamanya 100% kapas sintesis. Dalam kegiatan produksi pada unit spinning 2 ini memerlukan mesin ring frame. Dalam mesin ring frame mempunyai fungsi untuk mengubah sliver roving yang ada pada bobbin menjadi benang dan ditempatkan ke alat yang bernama tube. Pada unit spinning 2 mesin ring frame yang digunakan berjumlah enam mesin diantaranya FA-502/480, FA-503/480, RX-240/1200, RX-240/960, RX-210/432 dan RY-5/432. Berikut merupakan gambar mesin Ring Frame yang ada di PT Apac Inti Corpora.



GAMBAR 1
MESIN RING FRAME

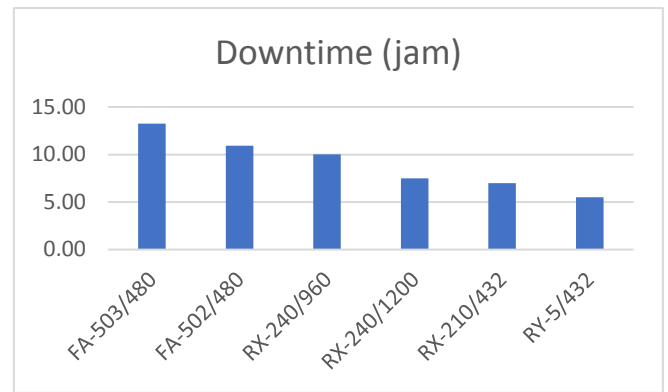
Gambar I.1 merupakan gambar mesin Ring Frame, mesin Ring Frame ini mempunyai beberapa tahapan proses untuk menjadi benang dengan ukuran yang diinginkan pemintal secara maksimal. Gambar I. 3 merupakan tahapannya:



GAMBAR 2
TAHAPAN PROSES PEMINTALAN MESIN RING FRAME

Gambar I.2 merupakan tahapan proses pemintalan mesin Ring Frame, mesin Ring Frame ini digunakan untuk memproses material berupa roving menjadi benang tunggal. Pada proses pemintalan ini dimana roving yang sudah disiapkan akan ditarik (perenggangan) menjadi massa serat yang halus sesuai dengan nomor yang diinginkan. Selanjutnya diberikan twist sesuai dengan kegunaan benang tersebut untuk apa. Lalu benang yang sudah diberi twist digulung pada bobbin dan selanjutnya akan diteruskan ke mesin berikutnya.

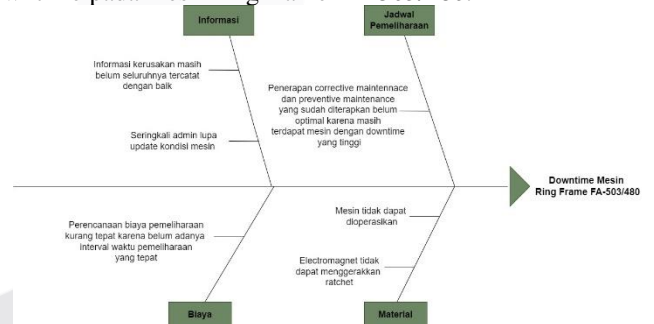
Untuk mengoptimalkan produksi maka kegiatan pemeliharaan mempunyai peranan yang sangat penting. Karena dengan mengetahui apa saja jenis kerusakan yang ada pada setiap komponen mesin, maka dapat dilakukan pencegahan atau tindakan lain yang sebaiknya dilakukan (Ajmaji, 2018). Kegiatan pemeliharaan ini dapat meminimalkan biaya ataupun kerugian yang ditimbulkan karena mesin yang berhenti beroperasi (downtime). Maka dari itu perlu adanya perencanaan kegiatan pemeliharaan untuk masing-masing mesin produksi guna untuk kelancaran kegiatan produksi.



GAMBAR 3
DATA DOWNTIME MESIN RING FRAME PERIODE 2020 DI PT AIC

Berdasarkan gambar I.3 diketahui bahwa mesin ring frame selama periode bukan Januari sampai dengan Desember 2020 dari mesin ring frame FA-503/480 mengalami total downtime selama 13,25 jam per tahun, FA-502/480 mengalami downtime selama 10,92 jam per tahun, RX-240/960 mengalami downtime selama 10,03 jam per tahun, RX-240/1200 mengalami downtime selama 7,50 per tahun, RX-210/432 mengalami downtime selama 7 jam pertahun dan RX-05/432 mengalami downtime selama 5,50 jam per tahun. Dari hasil tersebut dapat diketui bahwa mesin ring frame FA-503/480 mengalami downtime tertinggi yaitu selama 13,25 jam per tahun.

Setelah dilakukan observasi lapangan dan hasil wawancara dengan manager maintenance secara langsung, terdapat beberapa factor yang menyebabkan tingginya nilai downtime pada mesin ring frame FA-503/480.



GAMBAR 4
DIAGRAM FISHBONE PENYEBAB DOWNTIME MESIN RING FRAME

Berdasarkan Gambar I.4 dapat dilihat beberapa factor yang diduga menjadi penyebab tingginya downtime pada mesin ring frame FA-503/480. Dari factor jadwal pemeliharaan, sudah diterapkan corrective maintenance dan preventive maintenance akan tetapi dirasa belum optimal karena nilai downtime masih tinggi. Untuk factor informasi adalah informasi belum seluruhnya tercatat dengan baik karena belum adanya sistem informasi yang memadai, dan sering kali admin lupa mengupdate kondisi mesin dikarenakan tidak ada informasi dari operator mesin. Dari factor material adalah mesin tidak dapat dioperasikan karena electromagnet tidak dapat menggerakkan ratchet. Dari factor biaya adalah perencanaan biaya pemeliharaan kurang tepat karena belum adanya interval waktu pemeliharaan yang tepat.

II. KAJIAN TEORI

A. Manajemen Perawatan

Pemeliharaan atau biasa disebut maintenance mempunyai peranan yang sangat penting karena kegiatan ini untuk mengembalikan fungsi dari mesin ataupun sistem agar kembali ke fungsi normal (Athari, 2016). Pemeliharaan ini memicu kenaikan biaya produksi, karena pada umumnya pemeliharaan ini membutuhkan biaya yang besar. Dapat diartikan bahwa pemeliharaan ini mempunyai peranan yang penting bagi perusahaan. Maka dari itu, dibutuhkanlah kegiatan pemeliharaan yang efektif, efisien dan tidak mengeluarkan biaya yang tinggi (Ully Tri Kirana, 2016). Mesin ataupun peralatan tidak ada yang dapat berproduksi selamanya, mereka hanya mampu bertahan sesuai dengan standar operasional mereka (Yatin Ngadiyono, 2010). Maka dengan adanya pemeliharaan ini diharapkan mesin yang digunakan untuk kegiatan produksi dapat berjalan sesuai dengan harapan tanpa mengalami adanya breakdown selama digunakan pada saat melakukan proses produksi.

B. Keandalan (Reliability)

Keandalan atau reliability dapat diartikan sebagai probabilitas dari sebuah komponen atau sistem yang dapat beroperasi sesuai standar dan fungsi yang telah diinginkan pada periode waktu tertentu, ketika komponen atau sistem tersebut digunakan di bawah kondisi operasi yang sudah ditetapkan (Ebeling, 1997).

C. Ketersediaan (Availability)

Ketersediaan atau availability ini merupakan sebuah probabilitas dari sebuah komponen atau sistem. Ketersediaan ini merupakan waktu operasi dengan persentase waktu tertentu dari suatu komponen atau sistem selama selang waktu tertentu. (Ebeling, 1997).

D. System Breakdown Structure

Dalam penelitian ini system breakdown structure (SBS) penting untuk mempertimbangkan bagaimana sistem yang akan dirancang, bagaimana cara kerja dari sistem, apa yang harus dilakukan oleh sistem, bagaimana manusia akan mengelola antar sistem yang kritis. System breakdown structure ini merupakan cara untuk mengakomodasi proses perbaikan terus-menerus dalam memahami sistem yang kompleks. Selain itu system breakdown structure juga dapat didefinisikan sebagai hierarki yang menunjukkan sistem, lingkungan, dan komponen pengguna.

E. Time To Repair

Untuk menentukan Time to Failure dapat dilakukan dengan cara menghitung selisih waktu pada saat terjadi kerusakan pertama selesai diperbaiki dengan waktu kerusakan berikutnya. Tujuan dari perhitungan data time to repair ini adalah untuk menentukan distribusi yang mewakili dari data.

F. Time To Failure

Untuk menentukan Time to Repair dapat dilakukan dengan cara menentukan lamanya proses perbaikan yaitu dengan cara menghitung selisih waktu kerusakan selesai diperbaiki dengan waktu kerusakannya. Tujuan dari perhitungan data time to failure ini adalah untuk menentukan distribusi yang mewakili dari data.

G. MTTF (Mean Time to Failure)

MTTF atau Mean Time to Failure merupakan rata-rata dari selang waktu antar kerusakan komponen atau sistem

yang pertama dengan kerusakan selanjutnya, dapat di rumuskan sebagai berikut (Atmaji, 2015):

1. Distribusi Normal
 $MTTF = \eta = \mu$
2. Distribusi Eksponensial
 $MTTF = \frac{1}{\lambda} = \mu$
3. Distribusi Weibull
 $MTTF = \gamma + \eta \times (1 + \frac{1}{\beta})$

Keterangan:

η = Parameter karakteristik umur pakai

μ = Rata-rata waktu

λ = Laju kerusakan

β = Parameter bentuk pada distribusi Weibull

H. MTTR (Mean Time to Repair)

Mean Time to Repair (MTTR) adalah waktu yang diperlukan untuk memperbaiki komponen yang rusak hingga komponen berfungsi kembali. Secara umum waktu perbaikan dapat diberlakukan sebagai variabel acak karena kejadian yang berulang-ulang dapat mengakibatkan waktu perbaikan yang berbeda-beda. *Mean Time to Repair* (MTTR) dapat dinyatakan seperti dibawah ini: (El-Metwally et al., 2018).

1. Distribusi Normal
 $MTTR = \eta$
2. Distribusi Eksponensial
 $MTTR = \frac{1}{\lambda}$
3. Distribusi Weibull
 $MTTR = \eta \times (1 + \frac{1}{\beta})$

I. Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan secara benar apa yang harus dilakukan untuk memelihara sistem atau aset secara berkelanjutan dan memastikan bahwa setiap sistem atau aset fisik terus melakukan apa yang diinginkan penggunaannya dalam konteks operasi saat ini (John, 1992). Terdapat beberapa kelebihan atau keuntungan apabila kita menggunakan metode ini dengan baik, seperti: mengurangi biaya maintenance, meningkatkan keamanan dan kesehatan di lingkungan kerja, meningkatkan *reliability* dan *availability*, meningkatkan motivasi, meningkatkan kinerja, serta kerja tim yang baik.

J. Risk Matrix

Risk matrix adalah matriks yang digunakan pada saat melakukan penilaian risiko untuk menentukan tingkat risiko dengan mempertimbangkan kategori probabilitas (*likelihood*) dan juga kemungkinan terhadap kategori konsekuensi tingkat keparahan (Elmontsri Mustafa, 2014). Pada umumnya setiap perusahaan memiliki risk matrix yang berbeda-beda, hal tersebut diarenakan risk matrix dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada pada perusahaan tersebut. Akan tetapi pada umumnya risk matrix memiliki tiga tingkatan risiko, yaitu: (Liza Nafiah Maulidina, 2019):

1. Tingkat rendah ditunjukkan dengan warna hijau, yang menunjukkan nilai resiko dari suatu kejadian tidak cukup tinggi atau cukup bisa dikendalikan. Umumnya tidak ada tindakan yang diambil dengan kejadian ini.
2. Tingkat sedang berada di antara tingkat rendah dan tingkat tinggi, dengan warna kuning. Setiap kejadian yang jatuh di daerah ini biasanya dinilai sebagai kejadian yang perlu dipantau.

3. Tingkat tinggi berada di titik paling tinggi, umumnya diindikasikan dengan warna merah. Setiap kejadian yang jatuh di daerah ini biasanya dinilai sebagai kejadian yang perlu dikendalikan.

K. Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM)

Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM) merupakan suatu metode pengembangan dari metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. *Reliability and Risk Centered Maintenance* ini memiliki tujuan untuk menciptakan metode pemeliharaan yang akurat, fokus dan optimal dengan tujuan mencapai keandalan (*reliability*) fasilitas yang optimal dengan mempertimbangkan resiko sebagai referensi analisis. ketidakpastian merupakan salah satu komponen utama dari resiko selain kemungkinan peristiwa yang terjadi serta konsekuensi yang terkait (Selvik and Aven, 2011). Penilaian ketidakpastian ini dimasukkan sebagai bagian terintegrasi dari penilaian tugas dan interval *preventive maintenance* serta menambah penilaian ketidakpastian yang dilakukan sebagai bagian integrasi dari metode RCM tradisional. Analisis ketidakpastian mencakup tugas-tugas utama, berupa: identifikasi faktor ketidakpastian, penilaian dan kategorisasi faktor ketidakpastian sehubungan dengan tingkat ketidakpastian, penilaian dan kategorisasi faktor ketidakpastian sehubungan dengan tingkat sensitivitas, serta ringkasan mengenai pentingnya faktor-faktor ketidakpastian. Untuk mengintegrasikan skor-skor yang sudah dinilai ke dalam penilaian tugas dan interval *preventive maintenance*, maka dapat memperluas *FMEA worksheet* untuk memasukkan semua hasil dari penilaian. Tujuan utama RRCM adalah untuk membangun prioritas terkait dengan desain yang dapat mendukung kegiatan pemeliharaan preventif dan akhirnya untuk memperoleh informasi yang berguna untuk meningkatkan desain komponen dengan keandalan, ketersediaan, dan pemeliharaan yang terbukti (Tatas, 2018).

III. METODE

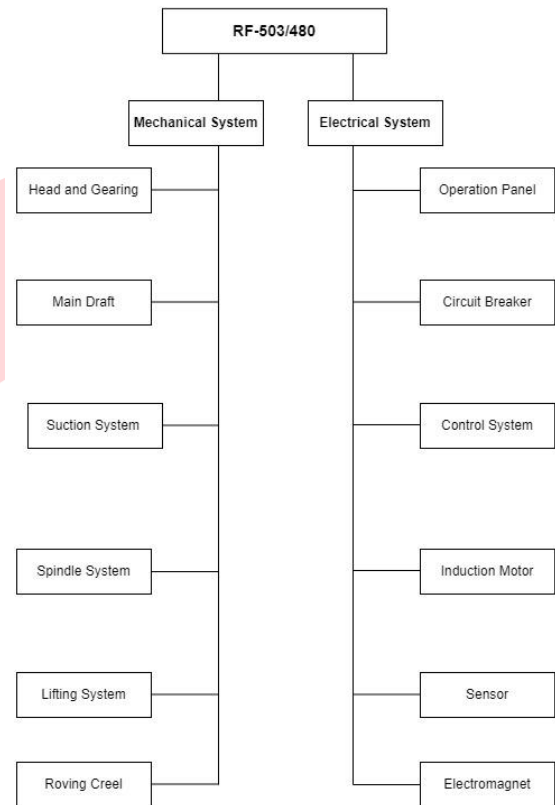
Metode Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM) sebagai penentuan perancangan pemeliharaan mesin FA-503/480 di PT Apac Inti Corpora. Penelitian ini menggunakan data tahun 2020. Dengan fokus penelitian dari enam mesin ring frame kritis yang ada di unit spinning 2, peneliti hanya memberikan usulan perencanaan perawatan pada mesin Ring Frame FA-503/480. Penelitian dilakukan selama tiga bulan, yaitu dari bulan Januari sampai dengan Maret 2022, dan hanya sampai kepada pemberian usulan perencanaan perawatan atau evaluasi perbaikan. Dalam pengumpulan data dibutuhkan beberapa langkah yang harus dilakukan seperti observasi lapangan, melihat data downtime, wawancara dengan narasumber dan berdiskusi dengan Assistant Manager Maintenance. Narasumber yang dipilih adalah Assistant Manager Maintenance karena beliau paham secara keseluruhan mengenai mesin Ring Frame dan beliau bertanggung jawab atas data-data historical pada mesin Ring Frame. Assistant Manager Maintenance sebagai narasumber ini sebagai pemberi informasi terkait dengan mesin yang akan diteliti oleh penulis mengenai permasalahan apa yang terjadi pada mesin Ring Frame. Selanjutnya narasumber memperlihatkan data kerusakan dan downtime dari mesin Ring Frame pada masing-masing unit spinning. Adapun data historical yang digunakan yaitu data hiscorical pada mesin FA-502/480, FA-503/480, RX-240/1200, R- 240/960, RX-

210/432 dan RY-5/432 pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2021.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. System Breakdown Structure

Pada saat menggunakan metode RRCM, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan membuat breakdown structure. Gambar 1 merupakan SBS dari mesin FA-503/480.

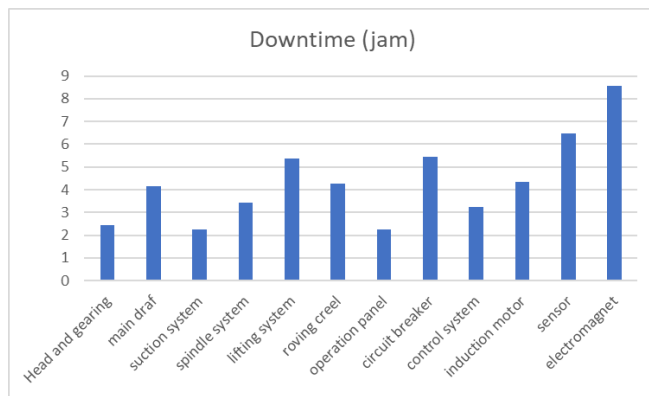


GAMBAR 5
SYSTEM BREAKDOWN STRUCTURE

Pada Gambar 1 *System Breakdown Structure* merupakan penjelasan bahwa mesin FA-503/480 memiliki dua *sub-system* yaitu *mechanical system* dan *electrical system*. *Mechanical system* terdiri dari *head and gearing*, *main draft*, *suction system*, *spindle system*, *lifting system*, dan *roving system*. Sedangkan untuk *electrical system* terdiri dari *operational panel*, *circuit breaker*, *control system*, *induction motor*, *sensor* dan *electromagnet*.

B. Downtime Komponen FA-503/480

Frekuensi kerusakan komponen mesin pada mesin *Ring Frame* yang ada pada Unit *Spinning* dua PT Apac inti Corpora pada tahun 2020.



GAMBAR 6
DOWNTIME KOMPONEN FA-503/480

Gambar 2 merupakan diagram yang menunjukkan downtime dari komponen FA-503/480 periode bulan januari sampai bulan desember 2020. Dari data yang sudah dikumpulkan komponen electromagnet mempunyai total kerusakan tertinggi yaitu 8,57 jam.

C. Penentuan Komponen Kritis

Langkah selanjutnya adalah dengan menentukan komponen kritis menggunakan risk matrix. Risk matrix mempunyai empat warna yang membedakan klasifikasinya, warna hijau, kuning, jingga (orange), dan merah. Komponen yang berada pada warna hijau memiliki kondisi yang aman, komponen tersebut tidak menimbulkan dampak yang besar bagi perusahaan. Komponen yang berada pada warna kuning akan menimbulkan dampak bagi perusahaan tetapi tidak terlalu signifikan. Komponen yang berada pada warna orange dan merah memiliki kondisi tidak aman atau mengalami kegagalan fungsi yang dapat berpengaruh secara signifikan terhadap kerugian yang diterima perusahaan.

Maka digunakan matriks resiko untuk mengetahui tingkat keparahan (*consequence*) dan yang kedua adalah kemungkinan (*likelihood*) yang terjadi pada skompinen mesin FA-503/480. Data risk matrix yang didapatkan dari hasil wawancara dan observasi lapangan berupa berikut:

TABEL 1
RISK MATRIX MESIN FA-503/480

Likelihood	Consequences (Severity)				
	Sangat Ringan (1)	Ringan (2)	Sedang (3)	Berat (4)	Sangat Berat (5)
Sangat Jarang (1)					
Jarang (2)		Head and Gearing, Suction System, Spindle System Operational Panel,	Main Draf, Roving Creel, Control system, Induction Motor,		
Sedang (3)		Lifting System, Circuit Breaker, Sensor			
Sering (4)				Electromagnet	
Sangat Sering (5)					

TABEL 2
HASIL DISTRIBUSI TTF

TIME TO FAILURE				
Component	Distribution	Nilai Anderson-Darling	P-Value	Hasil Verifikasi
Electromagnet	Normal	0,134	0,970	Terverifikasi distribusi Normal
	Exponential	1,824	0,011	
	Weibull	0,148	0,250	

TABEL 3
HASIL DISTRIBUSI TTR

TIME TO REPAIR				
Komponen	Distribution	Nilai Anderson-Darling	P-Value	Hasil Verifikasi
Electromagnet	Normal	0,828	0,023	Terverifikasi distribusi Weibull
	Exponential	1,518	0,026	
	Weibull	0,505	0,196	

Pada Tabel 1 Risk Matrix FA-503/480 menjelaskan bahwa bagian-bagian mesin FA-503/480 yang termasuk dalam kategori kritis adalah bagian-bagian yang terletak di area merah yaitu komponen *electromagnet*. Yang mempunyai arti bahwa *electromagnet* apabila mengalami kerusakan akan memberikan efek yang besar bagi perusahaan. Pada tabel 2 Hasil Distribusi TTF distribusi yang terpilih adalah distribusi normal, sedangkan pada Tabel 3 Hasil Distribusi TTR distribusi yang terpilih adalah distribusi weibull.

D. Perhitungan MTTR dan MTTF

Langkah selanjutnya adalah dengan membuat RCM Decision Worksheet yang mempunyai tujuan untuk mendapatkan kebijakan perawatan berupa usulan tugas perawatan yang sesuai untuk setiap komponen kritis fa-503/480. Penetapan RCM Decision Worksheet dilakukan dengan evaluasi konsekuensi pada setiap mode kegagalan yang teridentifikasi dan diisi langsung oleh engineer PT XYZ. Selanjutnya kita dapat melakukan perhitungan interval waktu pemeliharaan berdasarkan usulan tugas pemeliharaan berdasarkan distribusi yang dipilih. Setelah selesai menentukan usulan tugas pemeliharaan dan interval waktu pemeliharaan untuk setiap komponen kritis, langkah selanjutnya adalah menganalisis penilaian ketidakpastian, faktor ketidakpastian yang salah dan bentuk risiko. Faktor risiko ini akan mempengaruhi hasil akhir pengambilan keputusan dalam tugas pemeliharaan yang diusulkan. Untuk mengintegrasikan hasil penilaian ketidakpastian ini ke dalam keputusan pemeliharaan yang diusulkan, peneliti memperluas lembar kerja RCM untuk memasukkan semua hasil penilaian penilaian ketidakpastian. Menurut (Selvik, J. T., Aven, T, 2011) untuk faktor ketidakpastian ada dua jenis, yaitu derajat ketidakpastian dan derajat kepekaan.

Pada tabel 4 dan 5 merupakan perhitungan MTTR dan MTTF dari komponen kritis yang terpilih dengan menggunakan *software* Minitab 19.

TABEL 4
PERHITUNGAN MTTF

Calculation MTTF			
Distribusi	MTTF		
Normal	μ	=	40552,8
Exponential	μ	=	40552,8
Weibull	$\eta \cdot \Gamma(1+1/\beta)$	=	41036,77

TABEL 5
PERHITUNGAN MTTR

Calculating MTTR			
Distribusi	MTTR		
Normal	μ	=	35,2308
Exponential	μ	=	35,2308
Weibull	$\eta \cdot \Gamma(1+1/\beta)$	=	35,39279

E. RCM Information Worksheet

RCM Information Worksheet berisi informasi mengenai function, functional failure, failure mode, dan failure effect dari setiap komponen kritis. Hasil dari RCM Information Worksheet ini berdasarkan hasil wawancara dan analisa bersama dengan teknisi maintenance pada PT Apac Inti Corpora. fungsi dari komponen *electromagnet* ini adalah untuk menggerakkan ratchet agar lepas dari lifting gear. Untuk functional failure dari komponen *electromagnet* adalah *electromagnet* gagal menggerakkan ratchet untuk lepas dari lifting gear. Untuk failure mode dari komponen *electromagnet* ini adalah kumparan pada *electromagnet* terputus. Untuk failure effectnya adalah kumparan *electromagnet* yang terputus tidak mampu menggerakkan ratchet sehingga tidak memungkinkan untuk dioperasikan.

F. RCM Decision Worksheet

1. Consequence Evaluation

Dalam menentukan consequence evaluation untuk setiap functional failure yang dialami oleh setiap komponen kritis

adalah dengan Logic Tree Analysis (LTA). LTA berfungsi untuk mengklasifikasikan modus kegagalan yang terdiri dari 4 kategori yaitu: Hidden Failure (H), Safety Consequences (S), Environmental Consequences (E), dan Operational Consequences (O). Hidden Failure (H) merupakan kondisi dimana kegagalan tersebut tidak diketahui oleh operator dalam keadaan normal. Safety Consequences (S) merupakan suatu konsekuensi dimana kegagalan yang terjadi dapat melukai atau membahayakan operator. Environmental Consequences (E) merupakan suatu fungsi kegagalan yang melanggar standar aman dalam lingkungan. Operational Consequences (O) merupakan konsekuensi dimana kegagalan yang terjadi tersebut dapat mempengaruhi hasil produksi. Data ini diperoleh dari kuesioner yang diisi oleh maintenance manager dan teknisi maintenance PT Apac Inti Corpora. Consequences evaluation pada komponen electromagnet untuk hidden failure (H) kondisi dimana kegagalan tersebut tidak diketahui oleh operator dalam keadaan normal adalah yes (Y), Safety Consequences (S) merupakan suatu konsekuensi dimana kegagalan yang terjadi dapat melukai atau membahayakan operator adalah yes (Y), Environmental Consequences (E) merupakan suatu fungsi kegagalan yang melanggar standar aman dalam lingkungan adalah no (N) dan untuk Operational Consequences (O) merupakan konsekuensi dimana kegagalan yang terjadi tersebut dapat mempengaruhi hasil produksi adalah yes (Y).

2. Proactive Maintenance Task

Proposed Maintenance Task yang menunjukkan hasil proposed maintenance dari komponen kritis mesin FA-503/480 yaitu dengan proposed maintenance scheduled discard task. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan yang tepat untuk komponen electromagnet adalah dengan melakukan scheduled discard task atau dengan melakukan penggantian komponen.

3. Default Action

Default action dilakukan ketika sudah berada dalam failed state dan proactive task yang efektif tidak mungkin untuk diidentifikasi. Pada penelitian ini untuk komponen electromagnet dapat dilakukan dengan proactive maintenance task yaitu scheduled discard task sehingga untuk default action diberikan keterangan no (N).

4. Penilaian Faktor Uncertainty Assesment

Menentukan factor uncertainty assesment dalam metode RRCM ini ditentukan berdasarkan pendekatan RCM. Data tersebut untuk mendapatkan tingkat kepentingan dari asumsi-

asumsi dan penilaian-penilaian yang sudah dilakukan. Penilaian ini digunakan untuk mendapatkan tingkat kepentingan dari asumsi-asumsi dan penilaian-penilaian yang sudah dilakukan. Untuk selanjutnya data tersebut akan diintegrasikan ke dalam proposed maintenance task, yang nantinya extended RRCM Worksheet tersebut akan diperluas sehingga metode dapat diterapkan. Data ini didapatkan dari kuisisioner yang diisi oleh manager maintenance dan teknisi maintenance PT Apac Inti Corpora. Asumsi yang pertama data are able to describe the items failure characteristics degree of importantnya adalah medium (M). Selanjutnya untuk asumsi mobilisation history found in database is representative dengan degree of important medium (M). Selanjutnya adalah asumsi dari all of the other items are functioning dengan degree of important low (L). Untuk asumsi selanjutnya adalah only one failure occurs at the time / within a short time interval dengan degree of important adalah low to medium (L/M). Selanjutnya item failures are observed shortly after they occur dengan degree of important low to medium (L/M). Dan yang terakhir terdapat asumsi items are properly tested and inspected before and during installation dengan degree of important low to medium (L/M). Dari penilaian uncertainty assessment pada komponen electromagnet ini, tidak ada asumsi dengan hasil M/H dan H, yang artinya proposed maintenance yang sudah penulis usulkan sudah tepat sehingga tidak diperlu dilakukan perancangan ulang.

5. Extended RRCM Worksheet

Dari hasil extended RRCM worksheet dapat diputuskan 1 proposed maintenance task dengan Scheduled Discard Task FM1 komponen electromagnet.

G. Penentuan Interval Waktu Preventive Maintenance Task

Preventive maintenance task dihasilkan dari perhitungan RCM Decision Worksheet serta penggabungan dengan faktor uncertainty assessment dari extended RCM Worksheet. Untuk menghitung interval waktu dibutuhkan data seperti: data loss of revenue, data upah teknisi. Data biaya material, data biaya peralatan, data biaya bahan habis pakai, data harga komponen. Pada penilaian scheduled discard task diperoleh nilai Cm Rp5.430.847, nilai Cf Rp125.632.152 sehingga didapatkan nilai Tm 173 jam atau 4 pekan.

TABEL 5
EXTENDED RRCM

EXTENDED RCM												
RCM Information Worksheet			Unit or Equipment							Mesin Ring Frame		
			Unit or Item							Electromagnet		
Information Reference			Consequence Evaluation		H1	H2	H3	Uncertainty Assessment			Proposed Maintenance	
					S1	S2	S3					
					O1	O2	O3					
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	Degree of Uncertainty	Degree of Sensitivity	Degree of Importance

1	1	1	Kumparan pada electromagnet terputus	Y	Y	N	Y	N	Y	N	L	M	L/M	Scheduled Discard Task
---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	------------------------------

TABEL 6
INTERVAL WAKTU SCHEDULED RESTORATION TASK

Component	Proposed Maintenance Task	Interval Time (hour)	Interval Time (weekly)
Electromagnet	Do the scheduled restoration task Make changes to Electromagnet components	173,00	4

H. Perhitungan Maintenance Cost

Setelah mendapatkan interval waktu selanjutnya adalah dengan menghitung maintenance cost berdasarkan frekuensi maintenance yang didapatkan.

TABEL 7
MAINTENANCE COST EKSISTING

Komponen	Fm	Cm	Biaya Maintenance Rp
Electromagnet	18	5430847	97.755.246

TABEL 8
MAINTENANCE COST USULAN

Komponen	Fm	Cm	Biaya Maintenance Rp
Electromagnet	15	5430847	81.462.705

TABEL 9
PERBANDINGAN BIAYA EKSISTING DENGAN UUSLAN

Komponen	Biaya Maintenance Eksisting	Biaya Maintenance Usulan
Electromagnet	Rp97.755.246	Rp81.462.705
Total	Rp97.755.246	Rp81.462.705

V. KESIMPULAN

Tabel 9 merupakan perbandingan biaya perawatan eksisting dengan biaya perawatan yang diusulkan. Pemeliharaan yang diusulkan biaya sebesar Rp16.292.541 lebih rendah dari biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Selama ini PT XYZ belum menerapkan RRCM, mereka hanya memperkirakan dan memperbaiki mesin saat mati. Oleh karena itu, perusahaan perlu menggunakan metode RRCM dalam melakukan perawatan. Agar mendapatkan jadwal perawatan yang tepat dan mampu menerapkan interval waktu sehingga dapat menghemat biaya perawatan perusahaan.

REFERENSI

[1] Athari, D. S. (2016). Usulan Preventive Maintenance pada Mesin Komori Ls440 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance

(Rcm Ii) Dan Risk Based Maintenance (Rbm) Di Pt Abc. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri, 31-37.

[2] Atmaji, F. T. (2015). 7 Jurnal Rekayasa Sistem & Industri Volume 2, Nomor 2, April 2015 Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di Pt Ksm, Yogyakarta. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri, 7-11.

[3] Aulia, U. (2013). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Habis Pakai Chemical dan Fertilizer Dalam Upaya Efisiensi Biaya pada PT Batamindo Executive Village. Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis, 135-139.

[4] Basanta, F., Alhilman, J., & Musnansyah, A. (Agustus 2017). Perancangan Aplikasi Analisis Rcm (Reliability Centered Maintenance) Dan Rcs (Reliability Centered Spares) Dalam Menentukan Kebijakan Maintenance Dan Persediaan Spare Part. e-Proceeding of Engineering, 2867.

[5] Charles, E. E. (1997). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering.

[6] Dhillon, B. (2002). Engineering Maintenance A Modern Approach.

[7] Dubey, R. (2019, October 3). Ring frame. Lower growth in modernization level, an alert to think beyond limitations.

[8] Ebeling, C. E. (1997). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering.

[9] Elmontsri Mustafa. (2014). Review of the strengths and weaknesses of risk matrices.

[10] Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, A. A. (2018). Implementation Of Maintenance Scenario for Critical Subsystem In Aircraft Engine Case study: NTP CT7 engine.

[11] Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, A. A. (2018). Implementation Of Maintenance Scenario for Critical Subsystem in Aircraft Engine Case study: NTP CT7 engine.

[12] Iryanie, E., & Handayani, M. (2019). Akuntansi Biaya. Politeknik Banjarmasin.

[13] John, M. (1992). Reliability Centered Maintenance. New York.

[14] Kareth, M., Tatore, H., & Walangitan, D. (November 2012). Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus: Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading). Jurnal Sipil Statik, 53-59.

[15] Liza Nafiah Maulidina, F. T. (2019). Penerapan Metode Reliability and Risk Centered Maintenance.

[16] Maulidina, L. N., Dwiatmaji, F. T., & Alhilman, J. (Desember 2019). Penerapan Metode Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM) untuk Usulan Kebijakan Maintenance Mesin Injeksi Plastik (Studi Kasus pada CV. XYZ). Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI), 275-284.

[17] Mustafa, E. (2014). Review of the strengths and weaknesses of risk matrices.

- [18] Tatas. (2018). Implementation Of Maintenance Scenario for Critical Subsystem In Aircraft Engine Case study: NTP CT7 engine.
- [19] Uly Tri Kirana, J. A. (2016). Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Corazza FF100 PADA LINE 3 PT XYZ Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri, 47-53.
- [20] Yatin Ngadiyono, M. (2010). Pemeliharaan Mekanik Industri. Yogyakarta.

