



Jurnal Artikel

**Perencanaan Perawatan Mesin Welding Mig Pada Produksi Sub Frame Di PT. XYZ Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)**

**Zulkani Sinaga<sup>1</sup>, Solihin<sup>2</sup>, Mochamad Ardan<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta.

E-mail : zulkani.sinaga@dsn.ubharajaya.ac.id, solihin@dsn.ubharajaya.ac.id

Artikel Info - : Received : 12 Feb 2021; Revised : 17 Feb 2021; Accepted: 27 Feb 2021

**Abstrak**

Pemeliharaan merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menjaga keandalan, ketersediaan dan sifat mampu merawat komponen atau mesin. Program pemeliharaan yang efektif dan efisien akan mendukung peningkatan produktifitas sistem produksi. PT. XYZ merupakan perusahaan nasional bergerak dibidang karoseri truck mengalami penurunan produktivitas disebabkan belum adanya strategi perawatan khususnya mesin welding jenis MIG sehingga sering terjadi downtime mesin mengakibatkan proses produksi menjadi terhambat. Berdasarkan alasan tersebut dibutuhkan program pemeliharaan yang efektif dan efisien dengan menerapkan analisis menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) guna menciptakan metode pemeliharaan yang akurat, fokus, dan optimal dengan tujuan mencapai keandalan yang optimal. Penelitian dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah perhitungan berdasarkan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan penetapan strategi pemeliharaan dengan dibantu menggunakan software minitab 18. Hasil penelitian diperoleh Risk Priority Number (RPN) untuk komponen wire feeder sebesar 611, dengan pola distribusi waktu normal, nilai parameter median 61,9391 dan standar deviasinya 48,6053, nilai Mean Time To Failure (MTTF) sebesar 61,9391 jam dan selang interval waktu penggantian komponen sebesar 10,1349. Berdasarkan hasil perhitungan performance maintenace diketahui nilai Mean Time Between Failure (MTBF) antara 31,92 ~ 72,09 jam, Mean Time To Repair (MTTR) anantara 1,19 ~ 1,78 jam dan availability antara 94,67% ~ 98,24%, setelah dilakukan tindakan perawatan pencegahan selama periode tersebut dihasilkan nilai availability sebesar 98,01% artinya kerusakan pada komponen wire feeder dapat teratasi

**Kata kunci:** Downtime, Mesin Welding, RCM, FMEA, Strategi Pemeliharaan

**Abstract**

Maintenance is a process carried out to maintain reliability, availability and the nature of being able to care for components or machines. An effective and efficient maintenance program will support increased productivity of the production system. PT. XYZ is a national company engaged in the truck body which has decreased productivity due to the absence of a maintenance strategy, especially MIG welding machines, so that machine downtime often occurs which results in the production process being hampered. Based on these reasons, an effective and efficient maintenance program is needed by applying analysis using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method in order to create an accurate, focused and optimal maintenance method with the aim of achieving optimal reliability. The research was carried out by following the calculation steps based on Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and the determination of the maintenance strategy assisted by using Minitab 18 software. The research results obtained a Risk Priority Number (RPN) for the wire feeder component of 611, with a normal time distribution pattern, the median parameter value is 61.9391 and the standard deviation is 48.6053, the Mean Time To Failure (MTTF) value is 61.9391 hours and the component replacement time interval is 10.1349. Based on the results of performance maintenance calculations, it is known that the Mean Time Between Failure (MTBF) value is between 31.92 ~ 72.09 hours, the Mean Time To Repair (MTTR) is between 1.19 ~ 1.78 hours and the availability is between 94.67% ~ 98, 24%, after taking preventive maintenance measures during that period the resulting availability value was 98.01%, meaning that the damage to the wire feeder components could be resolved.

**Keywords:** Downtime, Welding Machine, RCM, FMEA, Maintenance Strategy

## 1. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan nasional yang bergerak di bidang produksi karoseri khususnya untuk jenis karoseri *truck*. Dalam menjalankan bisnisnya PT. XYZ fokus pada produksi pembuatan kendaraan *Crane* dan *Dump Truck*, besarnya permintaan pelanggan untuk produk *sub frame* mengharuskan perusahaan untuk menyerap teknologi tinggi dan menerapkannya secara konsisten sehingga menghasilkan produk unggulan, produk ini diproduksi melalui beberapa tahapan dengan mengandalkan mesin-mesin seperti *Cutting Plate*, *Bending Plate*, *Welding*, dan *Metal Inert Gas (MIG)*. Adanya kerusakan pada salah satu mesin

dapat menyebabkan kendala besar bagi perusahaan, permasalahan yang dihadapi perusahaan saat ini terjadi kerusakan pada mesin *welding*, sehingga terdapat *downtime* mesin yang cukup besar disebabkan belum adanya strategi pemeliharaan yang mampu mengatasi permasalahan tersebut. Mengingat pentingnya peranan mesin *Welding MIG* untuk menjamin kelancaran produksi *sub frame*, maka pemeliharaan mesin tersebut harus menjadi perhatian bagi perusahaan agar peluang terjadinya *downtime* akibat kerusakan mesin dapat diminimalkan. Data kerusakan mesin *welding* pada periode November 2019 ~ April 2020 sebagai berikut ;

Tabel 1.1 Laporan Data Kerusakan Mesin *Welding* (Nov 2019 – April 2020 )

Bulan	Frekuensi Breakdown	Total Operation Time		Total (jam)
		Loading (Operation)	Breakdown (TTR)	
November	7	390	9.30	380.30
Desember	12	570	14.25	555.35
Januari	9	660	11.20	648.40
Februari	10	570	14.05	555.55
Maret	9	630	14.25	615.35
April	8	270	14.25	255.35

Sumber ; PT. XXX (2020)

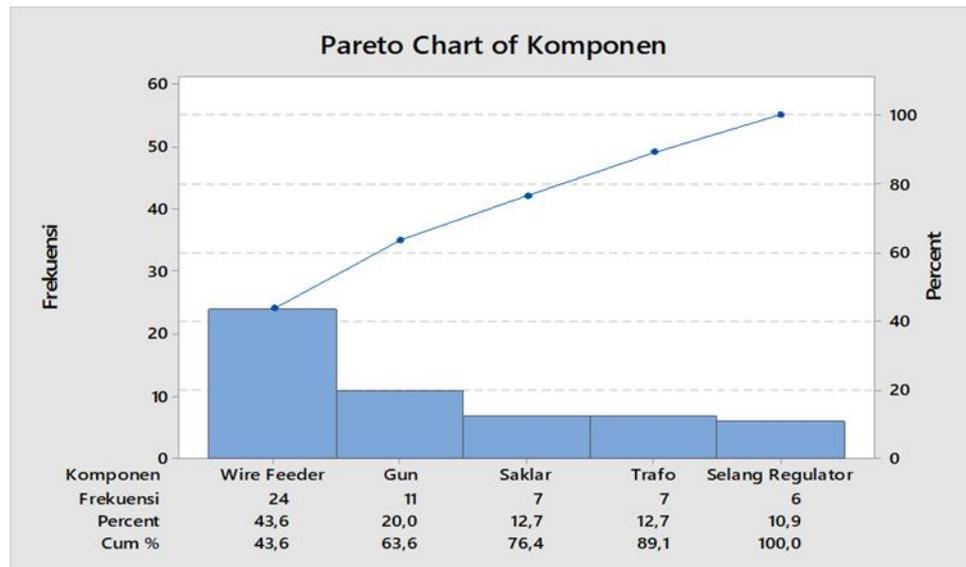
Tabel 1.2 Jumlah Kerusakan Komponen (Nov 2019 – April 2020 )

No	Komponen	Nov	Des	Jan	Feb	Maret	April	Total
1.	Gun	3	4	1	3	0	0	11
2.	Wire Feeder	3	3	6	2	5	5	24
3.	Selang Regulator	1	3	0	1	1	0	6
4.	Trafo	0	1	1	1	2	2	7
5.	Stop Kontak	0	1	1	3	1	1	7
<b>Total Frekuensi</b>		<b>7</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>55</b>

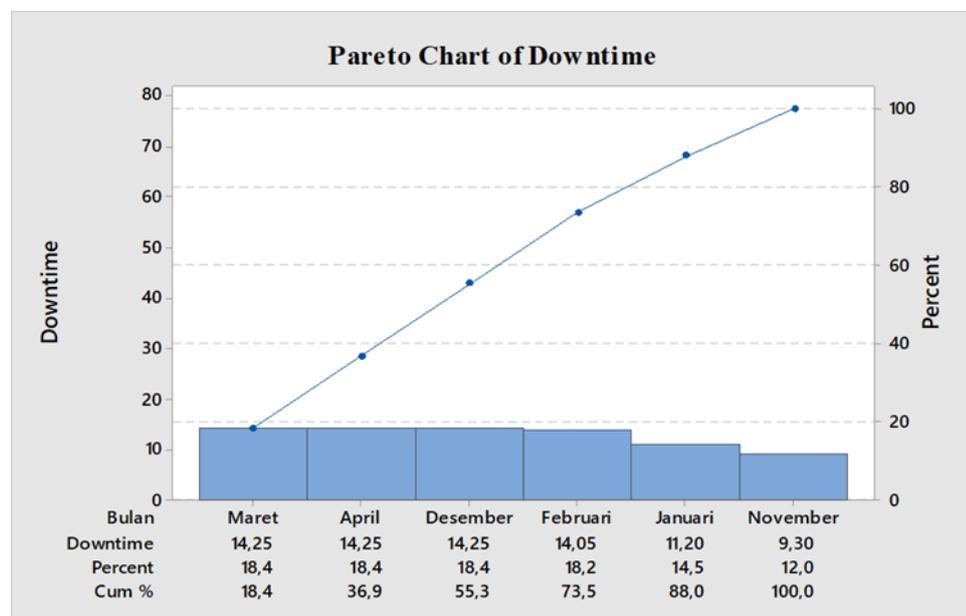
Sumber ; PT. XXX (2020)

Dari tabel komponen diatas dapat dilihat tingkat kerusakan mesin *welding* terjadi pada komponen *Wire feeder* yang

masih tinggi dengan nilai *downtime* terlama yaitu 24 jam.



Gambar 1.1. Grafik Komponen Periode ( Nov 2019 – April 2020 )



Gambar 1.2. Grafik Downtime Mesin Periode ( Nov 2019 – April 2020 )

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Mesin Welding MIG

Pengelasan menggunakan welding MIG menurut *Ausaid* (2001) yaitu menggunakan gas nyala yang dihasilkan oleh busur nyala listrik, dipakai sebagai pencair metal yang dilas dan metal penambah disebut juga dengan *Solid Wire*. Sebagai pelindung oksidasi dipakai gas pelindung berupa gas kekal (*inert*), CO<sub>2</sub> dan *Arcal 21*. Dan juga *Wire Feeder* berfungsi memutar elektroda menjulur keluar pada saat proses pengelasan berlangsung.

Komponen Utama Las MIG menurut Eka Yogaswara (2004) adalah Peralatan yang berhubungan langsung dengan proses pengelasan tersebut, yaitu terdiri :

1. Mesin Trafo
2. Wire Feeder
3. Welding Gun
4. Regulator
5. Kabel Las atau Saklar Kontrol

### 2.2. Perawatan ( Maintenance )

Perawatan menurut *Ebeling* (1997) dalam jurnal Rio (2013) adalah probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki dalam

suatu jangka waktu tertentu, dimana perawatan dilakukan sesuai dengan prosedur yang seharusnya.

### 2.2.1. Jenis Perawatan

Terdapat 2 jenis tindakan utama pada perawatan ;

1. **Pemeliharaan Pencegahan** (*Preventive Maintenance*)  
Pemeliharaan pencegahan dilakukan guna memperpanjang umur sistem atau meningkatkan kehandalan dari sistem tersebut.
2. **Pemeliharaan Perbaikan** (*Corrective Maintenance*)  
Pemeliharaan yang terdiri dari tindakan mengembalikan kondisi sistem atau produk yang rusak atau gagal beroperasi kembali ke kondisi beroperasi.

### 2.2.2. Metode Penjadwalan Perawatan

Sistem penjadwalan yang baik akan menunjang kelancaran dalam penyelesaian suatu pekerjaan. Karena itu jadwal harus dibuat oleh orang yang cermat dalam mempertimbangkan segala sesuatunya yang berkaitan, karena tugasnya adalah menyiapkan susunan pekerjaan, menetapkan waktu dan saat penyelesaian, membuat rencana kerja dan sebagainya.

### 2.3. Performance Maintenance

*Performance Maintenance* terdiri dari 3 bagian, menurut *Kostas N.D* (1981:73) yaitu:

- a. **Reliability** adalah kemungkinan (probabilitas) dimana peralatan dapat beroperasi dibawah keadaan normal dengan baik. *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah rata-rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan.

$$MTBF = \frac{\text{Total Operational Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \quad (2.1)$$

- b. **Maintainability** adalah suatu usaha dan biaya untuk melakukan

perawatan. Suatu pengukuran dari *Maintainability* adalah *Mean Time To Repair* (MTTR). Tingginya MTTR mengindikasikan rendahnya *maintainability*.

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \quad (2.2)$$

- c. **Availability** adalah proporsi dari waktu peralatan atau mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan dengan waktu yang ditargetkan seharusnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan.

$$\text{Availability} = \frac{\text{Tot.Operational Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2.3)$$

### 2.4. Reliability Centered Maintenance (RCM)

Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) menurut *John Moubray* (1997) dalam jurnal Rio (2013) adalah metode pemeliharaan yang menentukan langkah-langkah yang harus diambil untuk menjamin peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya. Metoda RCM meliputi pembuatan kegagalan fungsi yang kemudian akan dicari mode kerusakannya.

#### 2.4.1. Akibat Kerusakan Menurut RCM

Kegagalan fungsi didefinisikan sebagai ketidakmampuan untuk memenuhi fungsi, poin pertama adalah kegagalan untuk memenuhi fungsi primer. Poin kedua adalah kegagalan untuk fungsi sekunder. Selain dari kedua kegagalan tersebut juga ada yang dinamakan kegagalan tersembunyi. Kegagalan tersembunyi adalah kegagalan yang dalam kondisi kerja normal tidak tampak.

Akibat kerusakan menurut *Reliability Centered Maintenance* dapat dikelompokkan menjadi empat bagian:

- a. Akibat terhadap kerusakan tersembunyi.
- b. Akibat terhadap keselamatan operator dan lingkungan kerja
- c. Akibat terhadap proses produksi
- d. Akibat terhadap non produksi

### 2.4.2. Karakteristik RCM

Karakteristik RCM yaitu:

1. Menjaga fungsi sistem peralatan, bukan hanya menjaga peralatan agar tetap bekerja.
2. Mengetahui fungsi sistem berarti mengetahui keluaran yang menjadi tujuan sistem dan dengan demikian dapat direncanakan tindakan perawatan untuk menjaga keluaran sistem sesuai dengan unjuk kerja yang dimiliki peralatan.
3. Mengidentifikasi mode kerusakan spesifik dalam bagian-bagian peralatan yang potensial menghasilkan kerusakan fungsi sistem.  
Membuat prioritas perawatan dari mode kerusakan yang terjadi. Prioritas ini berdasarkan mode kerusakan yang memberikan kontribusi terbesar dalam sistem akan mendapat prioritas tertinggi.

### 2.5. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Bangun (2014) *Failure Mode and Effect Analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk gagasan. Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan tertinggi pada setiap kegagalan yang terjadi pada komponen, maka dilakukan analisa dengan menggunakan metode FMEA dengan beberapa tahapan yaitu:

- a. Identifikasi Kegagalan (*Failure*)
- b. Identifikasi Fungsi Kegagalan Mesin (*Function Failure*)
- c. Identifikasi Penyebab Kegagalan (*Failure Mode*)
- d. Identifikasi efek dari kegagalan (*Failure Effect*)
- e. Perhitungan *Severity (S)*
- f. Perhitungan *Occurance (O)*
- g. Perhitungan *Detection (D)*

### h. Perhitungan *Risk Priority Number (RPN)*

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.4)$$

Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari potensi kegagalan, semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah.

### 2.6. Distribusi Normal

Distribusi normal mungkin merupakan distribusi probabilitas yang paling penting baik dalam teori maupun aplikasi statistik. Distribusi ini digunakan jika pengaruh suatu kerandaman diakibatkan oleh sejumlah variasi random yang tidak bergantung yang kecil atau sedikit.

Fungsi-fungsi dalam distribusi normal ;

1. Fungsi Kepadatan Kemungkinan (*Probability Density Function*)

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.5)$$

$$-\infty < t < \infty$$

2. Fungsi Kumulatif Kerusakan (*Cumulative Density Function*)

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad (2.6)$$

$\mu$  = Rata-rata

$\sigma$  = Standar deviasi

$\Phi$  = Nilai z diperoleh dari tabel distribusi

3. Fungsi Keandalan (*Reliability Function*)

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad (2.7)$$

### 2.7. Distribusi Lognormal

Distribusi Lognormal merupakan distribusi yang berguna untuk menggambarkan distribusi kerusakan untuk situasi yang bervariasi. Distribusi lognormal banyak digunakan di bidang teknik.

### 2.8. Distribusi Eksponensial

Menggambarkan suatu kerusakan dari mesin yang disebabkan oleh kerusakan pada salah satu komponen dari mesin atau peralatan yang menyebabkan mesin terhenti. Dalam hal ini kerusakan tidak dipengaruhi oleh unsur pemakaian peralatan.

## 2.9. Distribusi Weibull

Distribusi *Weibull* pertama kali diperkenalkan oleh ahli fisika dari Swedia *Wallodi Weibull* pada tahun 1939. Dalam aplikasinya, distribusi ini sering digunakan untuk memodelkan “waktu sampai kegagalan” (*time to failure*) dari suatu sistem fisika.

## 2.10. Mean Time To Failure (MTTF)

Menurut *Jardine* (1937) MTTF adalah nilai yang diharapkan dari suatu distribusi kerusakan dengan didefinisikan oleh *Probability Density Function*.

$$MTTF = E(t) = \int_0^{\infty} tf(t)dt \quad (2.8)$$

Perhitungan nilai MTTF untuk distribusi normal :

$$MTTF = \mu \quad (2.9)$$

## 2.11. Availability

Menurut *Ansori* (2013) *availabilitas* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau komponen. Formula yang digunakan untuk mengukur *availabilitas* adalah:

$$AV = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} \times 100\% \quad (2.10)$$

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian kualitatif adalah merupakan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan riset yang mempunyai sifat deskriptif dan lebih cenderung menggunakan analisis. Proses serta makna lebih cenderung didalam penelitian kualitatif, landasan dari sebuah teori dimanfaatkan untuk pemandu agar fokus dari penelitian sesuai dengan fakta yang ada di lapangan.

### 3.2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan pengumpulan data untuk dianalisis, penulis melakukan beberapa cara. Diantaranya :

#### 1. Observasi lapangan

Dengan cara ini penulis mencari data dengan meninjau langsung ke lapangan, melihat apa yang terjadi di area produksi,

pada proses perbaikan mesin *welding* berikut data-data yang dikumpulkan:

- a. Data waktu pengamatan data waktu kerja masing-masing karyawan yang diambil melalui proses observasi dengan pihak perusahaan dan karyawan.
- b. Data mengenai jumlah mesin *welding* yang digunakan.
- c. Data mengenai waktu dan hasil kerusakan mesin, meliputi tanggal terjadinya kerusakan, waktu mulai dan selesai perawatan.

#### 2. Wawancara

Penulis melakukan wawancara secara langsung dengan pembimbing dalam perusahaan tentang proses perbaikan mesin *welding* yang berhubungan permasalahan penelitian ini :

- a. Waktu kerja masing-masing operator pada departement *maintenance* dan waktu kerja karyawan produksi.
- b. Data hasil kerusakan mesin *welding* dan data perhitungan Komponen yang paling kritis.

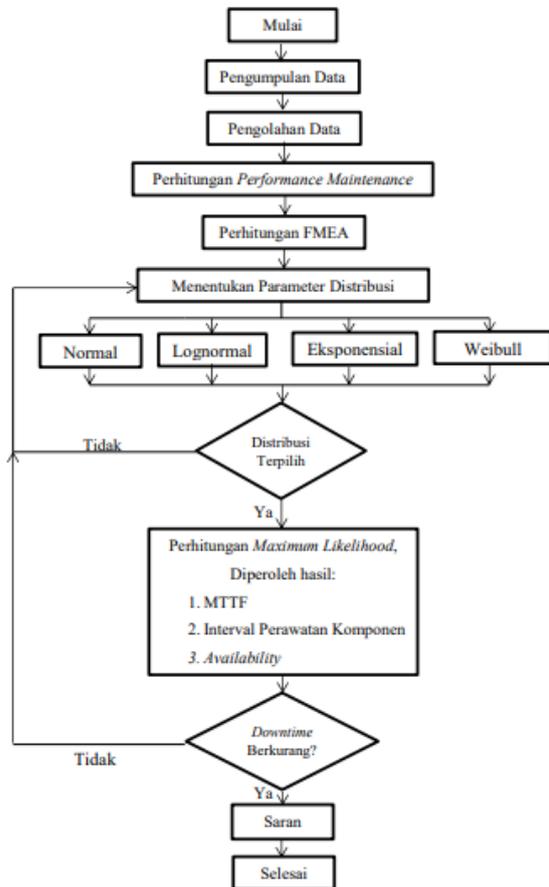
### 3.3. Teknik Pengolahan Data

Setelah melakukan teknik pengumpulan data untuk penelitian, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. di antaranya :

- a. Berdasarkan data histori waktu kerja masing-masing operator dan karyawan yang terdapat pada departement *maintenance* dan produksi.
- b. Data kerusakan komponen paling kritis dan hasil analisa tersebut akan di hitung dengan uji Penentuan distribusi data, perhitungan *Time To Failure* (TTF) untuk mengetahui selisih waktu komponen diperbaiki dengan waktu kerusakan berikutnya dan perhitungan probabilitas dari mesin (*Availability*).
- c. Melakukan perhitungan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengetahui nilai kerusakan komponen yang kritis.

d. Menggunakan *Software Minitab 18* untuk melakukan banyak perhitungan seperti Penentuan Distribusi, Perhitungan MLE, MTTF, Interval Perawatan dan *Availability*.

**3.4. Proses Penelitian**



Gambar 3.1. Diagram alir proses penelitian

**4. ANALISA**

**1.1 Performance Maintenance**

Dari data kerusakan pada tabel 1.1, MTBF dan MTTR dapat dihitung

menggunakan persamaan (2.1), (2.2) dan (2.3) ;  
*Performance Maintenance* bulan November 2019

$$MTBF = \frac{380.30}{7} = 54.33 \text{ jam}$$

$$MTTR = \frac{9.30}{7} = 1.33 \text{ jam}$$

$$Availability = \frac{380.30}{390} \times 100\% = 97.51\%$$

Maka diperoleh :

Tabel 4.1. Rekapitulasi *Performance Maintenance*

Bulan	MTBF (Jam)	MTTR (Jam)	Availability (%)
November	54.33	1.33	97.51
Desember	46.28	1.19	97.42
Januari	72.09	1.24	98.24
Februari	55.56	1.41	97.46
Maret	68.37	1.58	97.67
April	31.92	1.78	94.67

**4.2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Dalam perhitungan ini menggunakan nilai rating yang mana menggambarkan kerusakan yang terjadi pada mesin dan komponen saat proses produksi. Berikut ini nilai rating yang digunakan untuk menghitung total *Risk Priority Number* (RPN) diantaranya yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

Tabel 4.2. Kriteria dan Nilai Ranking *Severity*

Efek	Severity	Ranking
Proses produksi berhenti.	Tidak tersedianya komponen pengganti.	10
Proses produksi berjalan dengan sangat lambat.	Tidak tersedianya komponen pengganti.	9
Proses produksi berjalan dengan lambat.	Komponen pengganti tersedia	8
Proses produksi berjalan dengan sedikit terhambat.	Komponen tersedia.	7

Proses produksi berjalan cukup lancar.	Mesin rusak cukup parah.	<b>6</b>
Proses produksi berjalan lancar.	Rusak pada settingan mesin.	<b>5</b>
Proses produksi berjalan dengan bantuan operator.	Mesin rusak ringan.	<b>4</b>
Proses produksi sedikit terganggu.	Menunggu Komponen pengganti.	<b>3</b>
Proses produksi tetap berjalan.	Mesin <i>error</i> .	<b>2</b>
Proses produksi tidak terganggu.	Mesin kotor.	<b>1</b>

Tabel 4.3. Kriteria dan Nilai Ranking *Occurance*

<i>Probability Of Failure</i>	<i>Failure Rates</i>	<b>Ranking</b>
Sangat tinggi.	Setiap hari rusak	<b>10</b>
Kerusakan hampir tidak dihindari	Setiap 2 hari rusak	<b>9</b>
Tinggi	Setiap 3 hari rusak	<b>8</b>
Kerusakan sering terjadi.	Setiap 4 hari rusak	<b>7</b>
Kerusakan terulang kali terjadi.	Setiap 5 hari rusak.	<b>6</b>
Sedang.	Setiap 6 hari rusak	<b>5</b>
Kerusakan sesekali terjadi.	Setiap minggu sekali rusak.	<b>4</b>
Kerusakan jarang terjadi.	Setiap 2 minggu sekali.	<b>3</b>
Rendah.	Setiap 3 minggu sekali	<b>2</b>
Relatif sedikit kerusakannya.	Setiap sebulan sekali.	<b>1</b>

Tabel 4.4. Kriteria dan Nilai Ranking *Detection*

<b>Deteksi</b>	<i>Criteria Likelihood of Detection</i>	<b>Ranking</b>
Sepenuhnya tidak pasti.	Alat atau informasi tidak mendeteksi kerusakan.	<b>10</b>
Sangat jarang.	Alat untuk mendeteksi kerusakan rusak.	<b>9</b>
Jarang.	Jarang alat untuk mendeteksi penyebab kerusakan.	<b>8</b>
Sangat rendah.	Kemampuan alat untuk mendeteksi kerusakan sangat rendah.	<b>7</b>
Rendah.	Alat untuk mendeteksi kerusakan rendah.	<b>6</b>

Cukup.	Alat cukup untuk mendeteksi kerusakan.	5
Cukup tinggi.	Alat atau informasi cukup tinggi mendeteksi penyebab kerusakan.	4
Tinggi.	Alat atau informasi tinggi kemungkinan untuk mendeteksi penyebab kerusakan.	3
Sangat tinggi.	Alat atau informasi sangat tinggi dapat mendeteksi penyebab kerusakan.	2
Hampir pasti.	Operator Produksi dalam memberikan laporan kerusakan sama dengan apa yang terjadi di lapangan	1

Berdasarkan analisis melalui FMEA maka nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk komponen yang didapatkan dari penentuan nilai rating *severity*, *occurrence*,

dan *detection*. Menggunakan persamaan (2.4) nilai RPN diperoleh :

S = *severity* dengan nilai rangking 1-10

O = *occurrence* dengan nilai rangking 1-10

D = *detection* dengan nilai rangking 1-10

Tabel 4.5. FMEA pada Komponen *Wire Feeder*

FMEA Worksheet		SISTEM : Komponen <i>wire feeder</i>						
Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Failure	S	Potential Effect Failure	O	Potential Effect Failure	D	RPN
Pengontrol Kawat elektroda	Pengumpan Kawat rusak.	Daya putar stang metal tidak beraturan	9	Bagian komponen stang metal tidak bekerja	8	Mengontrol kinerja stang metal jalan	8	576
	Wire feeder tidak bekerja	Kawat elektroda habis	7	Fly wheel berhenti	1	Mengganti komponen	5	35
<b>Total</b>							<b>611</b>	

### 4.3. Distribusi Data

Penentuan distribusi waktu antar kerusakan dan waktu antar perbaikan dilakukan dengan *software Minitab 18*. Pemilihan distribusi dilakukan berdasarkan nilai *correlation coefficient* yang terbesar dari setiap distribusi.

Tabel 4.6. Hasil *Distribution ID Plot*

Goodness-of-Fit		
Distribution	Anderson-Darling (adj)	Correlation Coefficient
Weibull	1,878	0,932
Lognormal	2,920	0,867
Exponential	2,035	*
Normal	1,124	0,958

Tabel 4.7. Distribusi *Index of Fit* data TTF

Komponen	Distribusi	<i>Index Of Fit</i>
Wire feeder	Weibul	0.932
	Lognormal	0.867
	Exponential	Ditolak
	Normal	0.958

dapat dilihat hasil dimana *Index Of Fit* yang terbesar adalah 0.958 yaitu distribusi normal. Maka dapat disimpulkan bahwa data selang waktu antar kerusakan komponen *wire feeder* adalah berdistribusi normal.

Selanjutnya adalah hasil perhitungan parameter berdasarkan pada distribusi yang terpilih menggunakan bantuan *software minitab 18* dengan metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE).

Setelah dilakukan perhitungan secara manual dengan bantuan *software*,

<b>Distribution Analysis: komponen wire feeder (TTF)</b>				
Variable: komponen wire feeder (TTF)				
<b>Censoring</b>				
Censoring Information		Count		
Uncensored value		23		
Estimation Method: Maximum Likelihood				
Distribution: Normal				
<b>Parameter Estimates</b>				
		Standard	95,0% Normal CI	
Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper
Mean	61,9391	10,1349	42,0751	81,8032
StDev	48,6053	7,16645	36,4066	64,8912
Log-Likelihood = -121,961				
<b>Goodness-of-Fit</b>				
Anderson-Darling				
(Adjusted)				
1,150				

Gambar 4.1. Hasil MLE Analysis

Tabel 4.8. Hasil MLE Characteristics

	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean(MTTF)	61,9391	10,1349	42,0751	81,8032
Standard Deviation	48,6053	7,16645	36,4066	64,8912
Median	61,9391	10,1349	42,0751	81,8032
First Quartile(Q1)	29,1554	11,2286	7,14780	51,1630
Third Quartile(Q3)	94,7229	11,2286	72,7153	116,730
Interquartile Range(IQR)	65,5675	9,66740	49,1118	87,5369

Tabel 4.9. Hasil MLE data TTF

Komponen	Distribusi	Parameter
Wire feeder	Normal	$\mu$ : 61.9391 $\sigma$ : 48.6053

Tabel 4.10. Hasil MTTF

Komponen	Distribusi	MTTF (Jam)
Wire feeder	Normal	61.9391

#### 4.4. Perhitungan MTTF

Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen, dan *Availability* pada komponen *Wire feeder*

##### 1. MTTF Komponen *Wire feeder*

Setelah didapat distribusi yang sesuai, maka selanjutnya adalah dilakukan perhitungan MTTF berdasarkan parameter distribusi yang terpilih.

Dari tabel diatas didapat nilai MTTF sebesar 61.9391 jam pada komponen *Wire feeder* menunjukkan bahwa setelah kerusakan terjadi, maka kurang lebih 61.9391 jam kemudian akan terjadi kerusakan lagi.

##### 2. Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Wire feeder*

Untuk melakukan penggantian pencegahan ini dilakukan perhitungan yang sifatnya *trial and error* dengan bantuan *software minitab 18* sehingga diperoleh nilai *downtime* menurun.

Tabel 4.11. Interval Waktu Penggantian

Table of Percentiles				
95,0% Normal CI				
Percent	Percentile	Standard Error	Lower	Upper
1	-51,1336	19,5105	-89,3735	-12,8937
2	-37,8839	17,8700	-72,9085	-2,85921
3	-29,4773	16,8638	-62,5298	3,57522
4	-23,1534	16,1283	-54,7644	8,45757
5	-18,0094	15,5457	-48,4783	12,4595
6	-13,6310	15,0620	-43,1521	15,8900
7	-9,79206	14,6483	-38,5021	18,9180
8	-6,35473	14,2867	-34,3561	21,6466
9	-3,22860	13,9656	-30,6007	24,1435
10	-0,351005	13,6772	-27,1578	26,4558
20	21,0319	11,7938	-2,08356	44,1474
30	36,4505	10,8092	15,2648	57,6362
40	49,6251	10,2962	29,4449	69,8054
50	61,9391	10,1349	42,0751	81,8032
60	74,2531	10,2962	54,0729	94,4334
70	87,4277	10,8092	66,2421	108,613
80	102,846	11,7938	79,7309	125,962
90	124,229	13,6772	97,4225	151,036
91	127,107	13,9656	99,7348	154,479
92	130,233	14,2867	102,232	158,234
93	133,670	14,6483	104,960	162,380
94	137,509	15,0620	107,988	167,030
95	141,888	15,5457	111,419	172,357
96	147,032	16,1283	115,421	178,643

97	153,356	16,8638	120,303	186,408
98	161,762	17,8700	126,737	196,787
99	175,012	19,5105	136,772	213,252

### 3. Analisis Perhitungan *Availability* Komponen

#### *Wire feeder*

*Availability* merupakan probabilitas suatu komponen dapat beroperasi sesuai fungsinya, semakin tinggi kemampuan komponen maka semakin baik keadaan komponen tersebut untuk dapat beroperasi dengan baik, menggunakan persamaan (2.10) diperoleh *Availability* = 98,01%, artinya bahwa setelah dilakukan tindakan perawatan pencegahan terhadap komponen maka kerusakan pada komponen tersebut dapat teratasi sebesar 98% dari total kerusakan komponen *Wire feeder*

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa yang telah dibahas pada bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan berdasarkan FMEA diperoleh ;
  - a. Nilai RPN pada komponen kritis *wire feeder* yaitu sebesar 611.
  - b. Distribusi waktu antara kerusakan komponen *wire feeder* adalah distribusi normal.
  - c. Nilai parameter untuk komponen *wire feeder* pada median adalah 61.9391, dan standar deviasi yaitu 48.6053.
  - d. Nilai MTTF untuk komponen *wire feeder* adalah 61.9391 jam.
  - e. Selang waktu interval penggantian pencegahan dan perawatan pada komponen *wire feeder* adalah sebesar 10.1349
2. Berdasarkan perhitungan *performance maintenance* periode Nov 2019 ~ April 2020 ;
  - a. MTBF = 31,92 ~ 72,09 jam.
  - b. MTTR = 1,19 ~ 1,78 jam.
  - c. *Availability* = 94,67% ~ 98,24%.
3. Nilai *Availability* untuk komponen *wire feeder* adalah 98%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ghamdi, dkk, (2005), "Reliability Centered Maintenance Concepts and Applications: A Case Study" Univ. Cincinnati Industrial Engineering, International Journal Of Industrial Engineering-Theory Applications And Practice; Pp: 123-132.
- Destina Surya Dhamayanti, dkk, (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, Vol. 3 No. 2, Telkom University.
- Uly Tri Kirana, dkk, (2016), "Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Corazza FF100 Pada Line 3 PT XYZ Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) IP", Jurnal Rekayasa Sistem & Industri, Vol. 3, No.1, Universitas Telkom.
- Noor Ahmadi, Nur Yulianti Hidayah, (2017)," Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAF", Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol.16 No. 2, Universitas Pancasila.
- Mohammad Tahril Azis, dkk, (2010)," Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy", JFN, Vol.4 No.1, UGM.
- M. Rusydi Alwi, (2016)," Reliability Centered Maintenance Dalam Perawatan F.O. Service Pump Sistem Bahan Bakar Kapal Ikan",

JRTK, Vol.14 No.1, Universitas Hasanuddin.

Hamim Rachman, dkk, (2017),” *Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*”, Jurnal Teknik Industri, Vol.18 No.1, UMM Malang.

Agustinus Dwi Susanto, Hery Hamdi Azwir, (2018),” *Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor*

*Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif*”, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, ISSN 2480-4038, President University.

Wirda Hamro Afiva, dkk, (2019),” *Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Perencanaan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Analisis FMECA*”, Jurnal PASTI, Vol.XIII No.3, Universitas Telko