

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Indopherin Jaya yang terletak di Jalan Brantas Km 1 Pilang, Kademangan, Kota Probolinggo, Jawa Timur. Penelitian ini berlangsung pada bulan Februari – Maret 2020.

3.1.2 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah mesin Water Chiller yang sering sekali mengalami kerusakan. Alasan peneliti memilih objek pada mesin Water Chiller adalah karena mesin ini sering sekali mengalami kerusakan.

3.1.3 Sumber Data

1. Wawancara

Pada metode ini penulis melakukan tanya jawab secara langsung dengan kepala bagian teknik, operator dan mekanik yang ada di PT. Indoherin Jaya yang berlokasi di Kota Probolinggo, Jawa Timur.

2. Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data *breakdown* mesin untuk menganalisa perawatan mesin tersebut dengan menggunakan metode RCM dan RBD

3.1.4 Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang akurat, pada penelitian ini peneliti melakukan pengumpulan data dengan 2 cara, yaitu dengan data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari wawancara dengan para pekerja yang terkait yang berisi informasi yang peneliti butuhkan untuk melakukan penelitian ini.

2. Data Sekunder

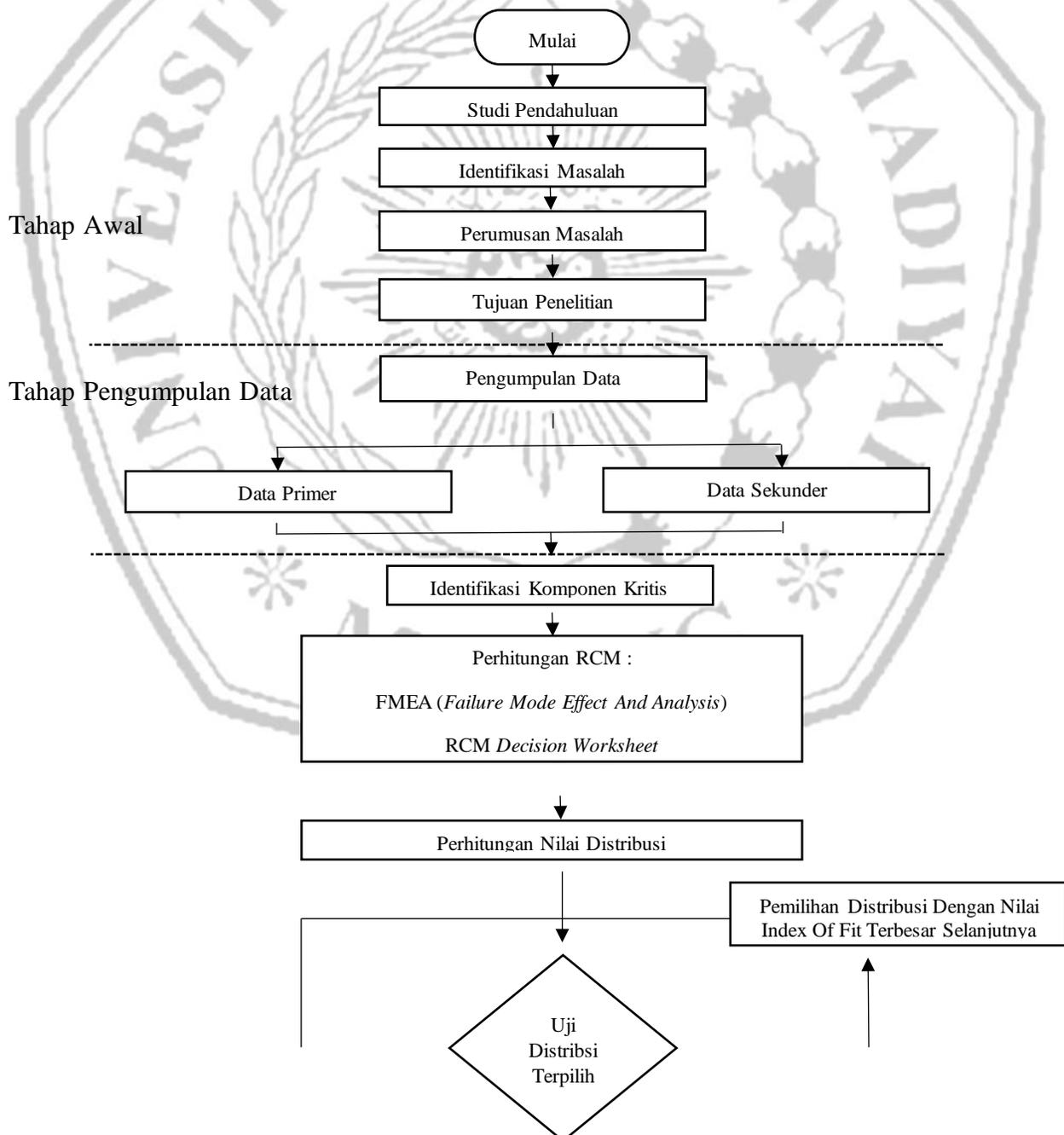
Data sekunder dalam penelitian ini adalah data historis dari perusahaan yang peneliti dapatkan dari pihak-pihak terkait.

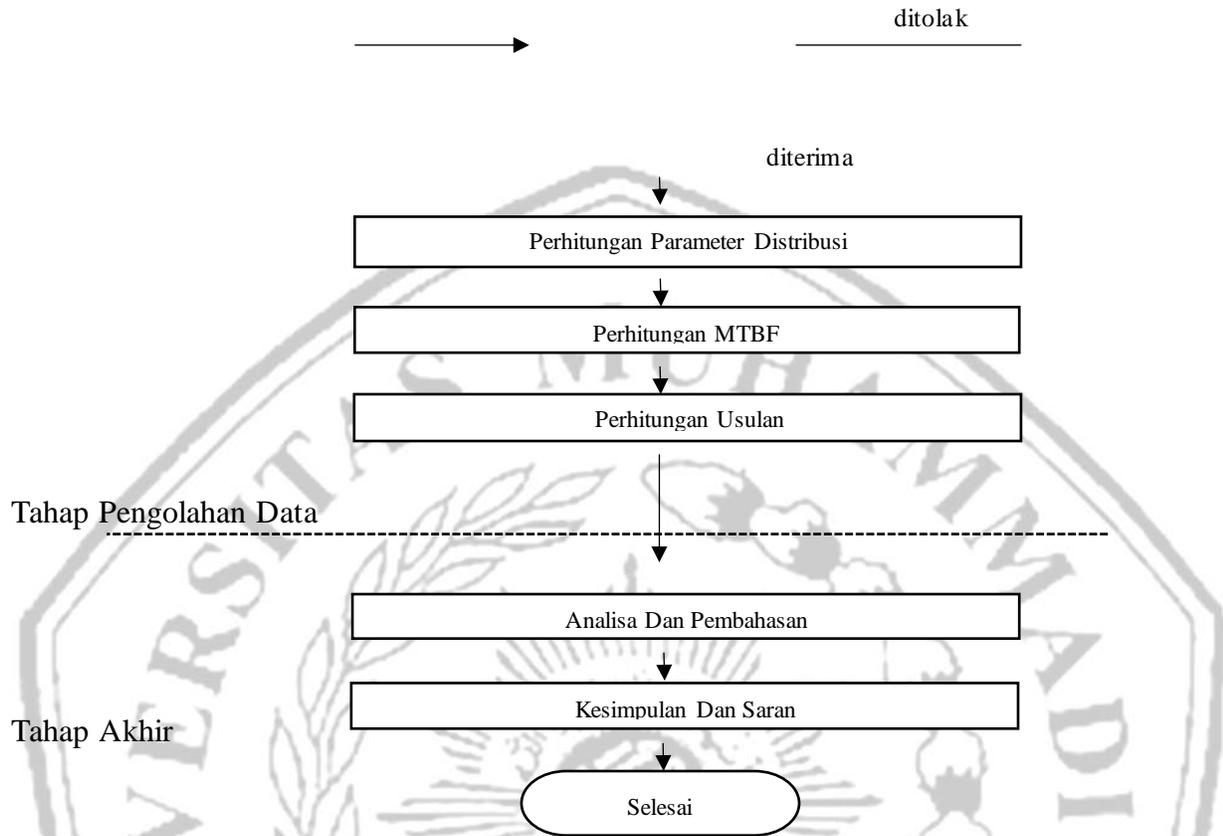
3.2 Tahap Penelitian

Pada tahap ini akan dijelaskan secara runtut tentang tahap-tahap yang dilakukan dalam menganalisa permasalahan terkait. Untuk lebih jelasnya tahapan penelitian digambarkan kedalam flowchart pada gambar 3.1 dibawah.

3.3 Flowchart Penelitian

Metodologi penelitian merupakan metode berpikir yang digunakan peneliti untuk menghasilkan tahapan-tahapan yang harus ditetapkan selama proses penelitian. Berikut merupakan langkah-langkah penelitian yang digambarkan oleh bagan alir (*flowchart*).





Gambar 3.1 *flowchart* penelitian

3.4. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan persiapan penelitian untuk mengetahui kondisi perusahaan, gambaran perusahaan dan permasalahan yang terjadi di perusahaan tersebut. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mendapatkan informasi yang terkait dengan bahasan yang diangkat berdasarkan prinsip-prinsip landasan teori sebagai dasar atau landasan yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Teori merupakan pijakan bagi peneliti untuk memahami persoalan yang diteliti dengan benar dan sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah. Metode ini didapatkan dari literatur-literatur berupa jurnal, buku, dan internet yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Melalui studi ini diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai permasalahan dalam penelitian yang telah dilakukan.

3.5 Identifikasi Masalah

Mengacu pada penentuan objek penelitian, pada tahapan ini peneliti melakukan pengidentifikasian masalah yang terjadi pada perusahaan. Permasalahan yang dihadapi PT. Indpherin Jaya berkaitan dengan sistem perawatan mesin. Dengan dilakukan identifikasi masalah maka peneliti akan mudah melakukan perbaikan dengan metode yang berhubungan dan kesesuaian teori yang digunakan dengan permasalahan pada kondisi nyata.

3.6 Perumusan Masalah

Dari identifikasi permasalahan yang ada pada perusahaan. Peneliti merumuskan masalah yang ada itu 'Bagaimana kebijakan sistem perawatan yang diambil dan keandalan dari tiap komponen dan mesin *Water Chiller* ?

3.7 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang ada kita dapat menetapkan tujuan penelitian yang ingin dicapai atau dihasilkan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini tujuannya adalah bagaimana cara kita memperoleh apa yang kita usulkan pada rumusan masalah.

3.8 Pengumpulan Data

Pada tahap ini terdapat dua metode pengumpulan data yaitu metode pengumpulan data primer dan data sekunder. Metode data primer adalah dengan melakukan kegiatan tanya jawab dengan kepala bagian teknik, operator dan mekanik secara langsung di lapangan dan observasi untuk memperoleh data dengan melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi dan keadaan yang sebenarnya di perusahaan.

Metode pengumpulan data secara sekunder data rekapan dokumen yang ada di perusahaan. Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian skripsi ini sebagai berikut :

1. Data Primer

Peneliti akan melakukan wawancara secara langsung dengan kepala bagian teknik, operator dan mekanik. Wawancara yang dilakukan berkenaan untuk mencari data berikut ini :

- A. Data fungsi mesin
- B. Data kegagalan mesin
- C. Data penyebab kegagalan

D. Data efek yang ditimbulkan apabila terjadi kegagalan

2. Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan antara lain ;

A. Data kerusakan mesin

B. Data downtime mesin

3.9 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data terdapat beberapa langkah yaitu :

1. Identifikasi Komponen Kritis

Identifikasi komponen kritis berdasarkan pada data *breakdown* mesin dengan frekuensi terbesar menggunakan diagram pareto. Komponen kritis adalah komponen yang berpotensi mengalami kerusakan dan berpengaruh terhadap keandalan mesin.

2. FMEA Dan RCM *Decision Worksheet*

Menurut (Ansori & Mustajib, 2013) FMEA merupakan suatu metode yang bertujuan mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam metode kegagalan, sistem yang terdiri dari komponen dan menganalisis pengaruh terhadap keandalan sistem tersebut. Dengan penelusuran pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level sistem, item-item khusus yang kritis dapat dinilai dan tindakan perbaikan perlu dilakukan untuk memperbaiki desain dan mengeliminasi atau mereduksi probabilitas dari mode-mode kegagalan yang kritis.

Hal utama dalam FMEA adalah Risk Priority Number (RPN). RPN merupakan produk matematis dari keseriusan effect (severity), kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan effect (occurrence), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (detection). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RPN = Severity * Occurrence * Detection$$

Hasil dari RPN menunjukkan tingkatan prioritas komponen yang dianggap beresiko tinggi, sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan. Setelah menentukan komponen kritis tersebut selanjutnya dianalisa berdasarkan kegagalan fungsinya, penyebab kerusakan, dan efek yang ditimbulkan.

RCM *decision worksheet* merupakan dokumen lembar kerja dalam pengerjaan RCM. Pranoto (2015) menggunakan *worksheet* ini untuk mencatat jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan dalam decision diagram sebagai berikut:

- a. Kebiasaan apa yang dilakukan untuk perawatan (jika ada), seberapa rutin itu dilaksanakan dan oleh siapa.
- b. Kegagalan-kegagalan apa yang cukup serius untuk menjamin desain ulang.
- c. Kasus-kasus dimana keputusan sengaja diambil untuk membiarkan kegagalan terjadi . RCM *decision worksheet* digunakan untuk mencari jenis tindakan perawatan yang tepat (*maintenance task*) dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap bentuk kegagalan (*failure mode*).

3. Perhitungan nilai distribusi

Pada perhitungan nilai distribusi yang pertama adalah menggunakan index of fit. *Index of fit* digunakan untuk identifikasi awal pola distribusi data waktu antar kerusakan. Uji ini dilakukan dengan memilih nilai *index of fit* terbesar. Pada penelitian ini distribusi yang digunakan untuk menghitung data waktu antar kerusakan adalah distribusi kontinu. Ada beberapa macam distribusi yang digunakan yaitu distribusi normal, distribusi lognormal, distribusi eksponensial, dan distribusi weibull. *Index of fit* dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n(\sum_{i=1}^n y_i^2) - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

4. Uji distribusi terpilih

Pada tahap ini setelah mengidentifikasi pola distribusi dan menghitung nilai index of fit selanjutnya dilakukan uji distribusi yang terpilih yang digunakan untuk mengetahui distribusi waktu antar kerusakan. Uji ini dilakukan dengan memilih nilai index of fit yang paling besar dari perhitungan yang telah dilakukan. Jika hasil dari uji ditolak maka dilakukan uji ulang dengan pola distribusi yang memiliki nilai index of fit terbesar kedua. Uji yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan goodness of fit.

Goodness of Fit. Pengujian tersebut digunakan karena memiliki probabilitas yang lebih besar dalam menolak suatu distribusi yang tidak sesuai (Ebeling, 1997).

Uji *Goodness of Fit* dibagi menjadi dua jenis yaitu uji umum (*General Test*) dan uji khusus (*Spesific Test*). Untuk *General Test* digunakan untuk ukuran sampel yang lebih besar dan menggunakan *Chi Square Test*. Sedangkan untuk *Spesific Test* digunakan untuk ukuran sampel yang lebih kecil dan menggunakan *Least Square Test*. Yang termasuk dalam *spesific Test* yaitu *Kolmogrov-Smirnov* untuk distribusi normal dan Lognormal, *Barlett Test* digunakan untuk untuk distribusi Eksponensial, dan *Mann's Test* untuk distribusi *Weibull*

1. *Kolmogrov-Smirnov Test* untuk distribusi normal dan lognormal

H_0 : Data *time to failure* berdistribusi normal atau lognormal

H_1 : Data *time to failure* tidak berdistribusi normal atau lognormal

$$D_n = \max(D_1, D_2)$$

$$D_1 = \max \left\{ \Phi \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) - \left(\frac{i-1}{n} \right) \right\}$$

$$D_2 = \max \left\{ \left(\frac{i}{n} \right) - \Phi \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) \right\}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}}$$

Keterangan :

t_i : *time to failure* ke-1

\bar{t} : rata-rata *t e t a u e*

s : standar deviasi

n : banyaknya data

Jika $D_n < D_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima. D_{tabel} dilihat dari tabel *critical values for Kolmogrov-Smirnov Test for Normality (Lifors Test)*. Perbedaan penggunaan pengujian ini untuk distribusi normal dan lognormal adalah pada distribusi lognormal yaitu pada nilai $t_i = \ln(t_i)$.

2. *Mann Test's* untuk distribusi *Weibull*

H_0 : Data *time to failure* berdistribusi *Weibull*

H_1 : Data *time to failure* tidak berdistribusi *Weibull*

$$M = \frac{k_1 \sum [(\ln t_{i+1} - \ln t_1) / M_i]}{k_2 \sum [(\ln t_{i+1} - \ln t_1) / M_i]}$$

$$k_1 = \left[\frac{r}{n} \right]$$

$$k_2 = \left\lceil \frac{r-1}{2} \right\rceil$$

$$M_1 = z_{i+1} - z_i$$

$$z_i = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{i-0,5}{n+0,25} \right) \right]$$

- Keterangan : t_i : data antar waktu kerusakan ke-i
 N : jumlah data antar kerusakan suatu komponen
 M_1 : nilai pendekatan *Mann* untuk data ke-i
 M : nilai perhitungan distribusi *Weibull*
 $M_{0,05;k_2;k_1}$: nilai distribusi *Weibull*
 r : banyaknya data

Apabila $M_{hitung} < F_{crit}$ maka H_0 diterima. Nilai F_{crit} diperoleh dari tabel distribusi F dengan $\alpha = 0,05$

3. *Barlett Test* untuk pengujian distribusi eksponensial

H_0 : Data *time to failure* berdistribusi eksponensial

H_1 : Data *time to failure* tidak berdistribusi eksponensial

$$B = \frac{2r \left\{ \ln \left[\left(\frac{1}{r} \right) \sum_{i=1}^r t_i \right] - \left[\left(\frac{1}{r} \right) \sum_{i=1}^r \ln t_i \right] \right\}}{1 + (r+1)/(6r)}$$

Keterangan : t_i : waktu kerusakan ke-i

r : jumlah kerusakan

Data waktu antar kerusakan berdistribusi eksponensial apabila

$$X^2_{\left(1-\frac{\alpha}{2}, r-1\right)} < B < X^2_{\left(1-\frac{\alpha}{2}, r-1\right)}$$

3.10 Perhitungan Parameter Distribusi

Setelah uji distribusi terpilih diterima, selanjutnya melakukan perhitungan parameter distribusi masing-masing komponen yang digunakan untuk mengetahui waktu rata-rata antar kerusakan dan nilai keandalan tiap komponen.

Estimasi parameter masing - masing distribusi menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) untuk menentukan estimasi parameter paling maksimal. Dibawah ini adalah MLE untuk masing – masing distribusi :

- a. Distribusi normal

$$\mu = \sum_{i=1}^n ti \quad (39)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (ti-\mu)^2}{n-1}} \quad (40)$$

Keterangan :

t_i : data waktu kerusakan ke- i n : banyaknya data kerusakan μ : nilai tengah
 σ : standar deviasi

b. Distribusi lognormal

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln ti}{n} \quad (41)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln ti - \hat{\mu})^2}{n-1}} \quad (42)$$

$$t_{med} = e^{\hat{\mu}} \quad (43)$$

Keterangan :

t_i : data waktu kerusakan ke- i n : banyaknya data kerusakan μ : nilai tengah
 σ : standar deviasi

c. Distribusi Weibull

$$\beta = b = \frac{n \sum xi yi - \sum xi \sum yi}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2} \quad (44)$$

$$a = \frac{\sum yi}{n} - \frac{b \sum xi}{n} \quad (45)$$

$$\theta = e^{-\frac{a}{\beta}} \quad (46)$$

Keterangan :

t_i : data waktu kerusakan ke- i

d. Distribusi Eksponensial

$$\lambda = \frac{n}{T} \quad (47)$$

Keterangan :

n : jumlah kerusakan

T : $\sum_{ti}^r ti$ yaitu jumlah waktu kerusakan

3.11 Perhitungan MTBF (Mean Time Between Failure)

Setelah diketahui nilai parameter untuk masing-masing distribusi selanjutnya adalah menghitung nilai MTBF tiap komponen. Menurut Kostas (1981:73), *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin selesai diperbaiki sampai mesin tersebut mengalami kerusakan. Perhitungan ini digunakan untuk mencari nilai keandalan tiap komponen. Selanjutnya nilai keandalan tiap komponen tersebut dilakukan untuk perhitungan menggunakan RBD. Untuk mendapatkan rata-rata waktu antar kerusakan menggunakan rumus berikut.

$$MTBF = \frac{\text{Total repair time}}{\text{Number of failure}} \quad (55)$$

Dari masing-masing nilai MTBF yang sudah diketahui kemudian menghitung nilai keandalan tiap komponen. Dari nilai tersebut menunjukkan seberapa mampu mesin berfungsi sebagai mestinya.

3.12 Analisa dan Pembahasan

Pada tahap analisa dan pembahasan akan dibahas hasil pengolahan data yang diuraikan secara detail dari hasil pengolahan data yang dilakukan. Tahap ini melingkupi pembahasan hasil dari analisa pemilihan komponen kritis, analisa *failure mode and effect analysis* (FMEA), analisa *reliability centered maintenance (RCM) decision worksheet*, rekomendasi interval penggantian komponen, analisa penurunan *downtime* sebelum usulan dan sesudah usulan.

3.13 Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dalam penelitian. Dari hasil penelitian ini, maka akan diberikan saran-saran yang membantu baik dalam aplikasi hasil perancangan maupun dalam penelitian lanjutan.

