BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di bagian *spinning* khususnya bagian *winding* Pabrik Cambrics Primissima (disingkat PT.Primissima) di Jalan Raya Magelang Km.15 Sleman, Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 September 2015 sampai Oktober 2015.

3.2 Sumber Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber data primer yang dilakukan melalui wawancara langsung dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti. Sumber data sekunder yang dilakukan melalui studi pustaka yang berkaitan dengan pernelitian tersebut.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara langsung dengan pihak-pihak perusahaan serta mengamati proses produksi terutama pada bagian *winding.* Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data kerusakan mesin beserta penyebabnya, data komponen penyusun mesin dan data harga komponen mesin.

3.4 Pengolahan data

Langkah-langkah dalam pengolahan data dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. *Function block diagram*

   Function block diagram dibuat untuk mendeskripsi mesin utama yang berupa blok-blok yang berisi fungsi-fungsi dari setiap subsistem yang menyusun mesin tersebut.

2. *Failure mode and effect analysis*

   Pengisiian tabel atau *form* dari masing-masing fungsi komponen mesin beserta kegagalan dari fungsi masing-masing komponen, penyebab kegaglan fungsi dan tindakan yang harus dilakukan untuk mencegah kegagalan fungsi. Pemberian bobot dari masing-masing komponen sesuai untuk memperoleh nilai RPN.

3. *Logic Tree Analysis*

   Penyusunan LTA digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode* pada masing-masing komponen.

4. RCM II *Decision Worksheet*

   RCM II *Decision Worksheet* merupakan penggabungan dari tabel FMEA dan LTA dan diisi siapa yang bertanggung jawab pengerjaan dari setiap komponen mesin tersebut.

5. Penentuan Komponen Kritis

   Penentuan komponen kritis berdasarkan pada data *downtime* mesin yang diakibatkan keruskan komponen dengan frekuensi terbesar. Penentuan komponen kritis menggunakan diagram pareto.

6. Penentuan Jenis distribusi

   Penentuan pemilihan distribusi dilakukan dengan metode *Least Square Curve* yaitu berdasarkan *indeks of fit* (r) terbesar. Berikut rumus yang digunakan dalam menghitung *indeks of fit* (r) (Walpole, 1982) adalah :

   a. Distribusi Normal

$$r_{normal} = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \left(n\sum_{i=1}^{n} X_i\right)\left(n\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right)^2\right]}} \quad \text{..... (3.1)}$$

   Dimana nilai x_i dan y_i ditentukan dengan rumus di bawah ini :

   $x_i = t_i$

   $y_i = \Phi^{-1}[\mathrm{F}(t_i)] \rightarrow$ diperoleh dari tabel Φ (z).

b. Distribusi Lognormal

$$r_{lognormal} = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \left(n\sum_{i=1}^{n} X_i\right)\left(n\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right)^2\right]}} \quad \text{..... (3.2)}$$

Dimana nilai x_i dan y_i ditentukan dengan rumus di bawah ini :

$x_i = t_i$

$y_i = \Phi^{-1}[\mathrm{F}(t_i)] \rightarrow$ diperoleh dari tabel Φ (z).

c. Distribusi Weibul

$$r_{weibul} = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \left(n\sum_{i=1}^{n} X_i\right)\left(n\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right)^2\right]}} \quad \text{..... (3.3)}$$

Dimana nilai x_i dan y_i ditentukan dengan rumus di bawah ini :

$x_i = \ln(t_i)$

$y_i = \ln\left[ln\left(\frac{1}{1-F(t_i)}\right)\right]$

d. Distribusi Eksponensial

$$r_{Eksponensial} = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \left(n\sum_{i=1}^{n} X_i\right)\left(n\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right)^2\right]}} \quad \text{.... (3.4)}$$

Dimana nilai x_i dan y_i ditentukan dengan rumus di bawah ini :

$x_i = t_i$

$y_i = \left[ln\left(\frac{1}{1-F(t_i)}\right)\right]$

7. Melakukan uji *Goodness of Fit*

Melakukan pengujian *Goodness of Fit* untuk mengetahui data sesuai atau mendekati distribusi dari nilai r terbesar berdasarkan pemilihan distribusi sebelumnya (Ebeling, 1997)

a. *Barlett Test* untuk pengujian distribusi Eksponens

H_0 : Data *time to failure* berdistribusi eksponensial

H_1 : Data *time to failure* tidak berdistribusi eksponensial

$$B = \frac{2r\left[\ln(\frac{1}{r})\sum_{i=1}^{r} ti - (\frac{1}{r})\sum_{i=1}^{r} \ln ti\right]}{1+(r+1)/(6r)} \quad \text{.....(3.5)}$$

Keterangan: ti = waktu kerusakan ke-*i*

r = jumlah kerusakan

Data waktu antar kerusakan berdistribusi eksponensial apabila

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

b. *Mann's Test* untuk distribusi Weibull

H_0 : Data *time to failure* berdistribusi Weibull

H_1 : Data *time to failure* tidak berdistribusi Weibull

$$M = \frac{k_1 \sum[(\ln t_{i+1} - lnti_1)/M_i]}{k_2 \sum[(\ln t_{i+1} - lnti_1)/M_i]} \quad \text{..... (3.6)}$$

$$k_1 = \left[\frac{r}{n}\right] \quad \text{..... (3.7)}$$

$$k_2 = \left[\frac{r-1}{2}\right] \quad \text{..... (3.8)}$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z_i \quad \text{..... (3.9)}$$

$$Z_i = ln\left[-\ln(1 - \frac{i-0,5}{n+0,25})\right] \quad \text{..... (3.10)}$$

Keterangan :

ti = 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 Wer=ibull

$M_{0,05;k_2;k_1}$ = nilai distribusi Weibull

r = banyaknya data

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

k_2 = $\left[\frac{r-1}{2}\right]$

c. *Kolmogorov-Smirnov Test* untuk distribusi normal dan Lognormal

H_0 : Data *time to failure* berdistribusi normal (lognormal)

H_1 : Data *time to failure* tidak berdistribusi normal (lognormal)

$D_n = \max(D_1, D_2)$ ..... (3.11)

$D_1 = \max\left\{\phi\left(\frac{ti-\bar{t}}{s}\right) - \left(\frac{i-1}{n}\right)\right\}$ ..... (3.12)

$D_2 = \max\left\{\left(\frac{i}{n}\right) - \phi\left(\frac{ti-\bar{t}}{s}\right)\right\}$ ..... (3.13)

$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(ti-\bar{t})^2}{n-1}}$ ..... (3.14)

Keterangan: *ti* = *time to failure* ke-*i*

$\bar{t}$ = rata-rata *time to failure*

s = *standar* deviasi

n =banyaknya data

8. Estimasi parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE), untuk parameter masing-masing distribusinya adalah sebagai berikut :

a. Distribusi Normal

$\mu = \sum_{i=1}^{n} ti$ ..... (3.15)

$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(ti-\mu)^2}{n-1}}$ ..... (3.16)

Keterangan :

ti= data waktu kerusakan ke-

n= banyaknya data kerusakan

μ= nilai tengah

σ= standard deviasi

b. Distribusi Lognormal

$\hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \ln ti}{n}$ ..... (3.17)

$$\hat{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\ln t_i - \hat{\mu})^2}{n}} \quad \text{..... (3.18)}$$

$$t_{med} = e^{\mu} \quad \text{..... (3.19)}$$

Keterangan :

ti= data waktu kerusakan ke-

n= banyaknya data kerusakan

μ= nilai tengah

s= standard deviasi

c. Distribusi Weibul

$$\beta = b = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \text{..... (3.20)}$$

$$\text{a} = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b\ \sum x_i}{n} \quad \text{.....(3.21)}$$

$$\theta = exp^{-a/\beta} \quad \text{..... (3.22)}$$

Keterangan :

ti = data waktu kerusakan ke-*i*

d. Distribusi Eksponensial

$$\lambda = \frac{n}{T} \quad \text{..... (3.23)}$$

Keteragan:

n = jumlah kerusakan

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

9. Penentuan interval waktu pergantian dan biaya pergantian komponen

Model penentuan interval penggantian pencegahan dengan kriteria minimasi biaya dapat dirumuskan sebagai berikut (Jardine, 1973) :

$$C_{(tp)} = \frac{(C_p.R_{(tp)}) + [C_f.(1 - R_{(tp)})]}{[(tp + Tp).R_{(tp)}] + [(M_{(tp)} + Tf).(1 - R_{(tp)})]} \quad \text{..... (3.24)}$$

Keterangan :

tp = Interval waktu penggantian pencegahan

Tp = Waktu untuk melakukan penggantian *preventive* (pencegahan)

Tf = Waktu untuk melakukan penggantian *corective* (kerusakan)

Cp = Biaya penggantian *preventive*

Cf = Biaya penggantian *corective*

$R_{(tp)}$ = Probabilitas terjadinya penggantian pencegahan pada saat tp

Tp+tp = Panjang siklus pencegahan

3.5 Alat Analisa

Pada penelitian ini untuk melakukan analisa data yaitu menggunakan *Microsoft excel. Microsoft excel* digunakan untuk menghitung keandalan komponen mesin dan *mean time failure.*

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.7 Diskripsi Alir Penelitian

3.7.1 Latar Belakang

Langkah awal dalam melakukan penelitian menentukan latar belakang permasalahan yang ada dalam tempat penelitian. Dengan melakukan penelitian dan observasi terhadap permasalah yang ada dalam tempat penelitian.

3.7.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan permasalahan yang dibahas dengan cara mempelajari teori-teori yang relevan dengan topik permasalahan yang dibahas.

3.7.3 Perumusahan Masalah

Merumuskan permasalah berdasarkan latar belakang permasalahan yang dikaji. Merumuskan ruang lingkup permasalahan. Sehingga menjadi penentu bahasan yang dilakukan didalam penelitian.

3.7.4 Tujuan Penelitian

Menentukan beberapa tujuan untuk memfokuskan permasalahan dengan hasil akhir berupa laporan tugas akhir. Adapun tujuan penelitian ini adalah seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya dan hasil dari tujuan penelitian ini bagi perusahaan untuk mengidentifikasi komponen kritis yang ada pada mesin Espero beserta waktu interval kegiatan perawatan serta menghitung biaya perawatannya.

3.7.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara wawancara,tanya jawab secara langsung dengan pihak-pihak yang berhubungan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Observasi yaitu mengumpulkan data dengan pengamatan dan pencatatan secara langsung terhadap objek penelitian.

3.7.6 *Reliability Centered Maintenance II*

Melakukan identifikasi objek penelitian yaitu berupa mesin produksi. Mengindentifikasi fungsi-fungsi utama sistem, bentuk kegagalan mesin dari penyebabnya hingga akibat yang ditimbulkan dari kegagalan beserta tindakan perbaikan yang dilakukan.

3.7.7 Penentuan Komponen Kritis

Menentukan komponen-komponen yang mengalami kegagalan mesin produksi. Hingga menentukan komponen yang paling kritis berdasarkan total pengeluaran yang diakibatkan kegagalan fungsi komponen tersebut.

3.7.8 Menentukan Jenis Distribusi

Menetukan jenis distribusi waktu kerusakan dan perbaikan berdasarkan komponen kritis. Terdapat 4 macam distribusi yang digunakan untuk mengetahui pola data yang terbentuk. Distribusi itu adalah distribus normal,*weibul, lognormal* dan eksponensial. Penentuan jenis distribusi ditentukan dengan nilai r atau *indeks of fit* yang terbesar.

3.7.9 Uji Kecocokan *Goodness Of Fit*

Untuk mengetahui apakah distribusi pengamatan sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu untuk mempertimbangkan distribusi menurut pengamatan dengan distribusi menurut nilai-nilai teoritis. Pengujian kecocokan distribusi yang digunakan adalah uji *Goodness of Fit*. Pengujian distribusi menggunakan uji *Barlett Test* untuk distribusi Eksponensial, *Mann's Test* untuk distribusi Weibull dan *Kolmogorov-Smirnov Test* untuk distribusi normal dan Lognormal.

3.7.10 Identifikasi *Maximum Mikelihood Estimator*

Pengidentifikasi parameter untuk distribusi kerusakan sesuai dengan distribusi yang terpilih. Indentifikasi Parameter dapat dilakukan dalam dua tahap, yaitu identifikasi distribusi awal dan estimasi parameter.

3.7.11 Penentuan Interval Waktu Pergantian Dan Biaya Pergantian Komponen

Melakukan perhitungan dalam penentukan waktu interval pargantian komponen kritis dan dengan biaya yang paling minimum. Dalam perhitungan ini menggunakan model *age replecement.*

3.7.12 *Reliability*

Reliability atau kendalan komponen dalam mengikuti model keandalan ini diasumsikan sistem kembali ke kondisi semula atau baru setelah menjalani perawatan pencegahan. Membandingkan kondisi awal sebelum adanya perbaikan dengan sesudah dilakukannya perbandingan.

3.7.13 Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap data-data yang telah diolah dan menganalisa mengenai komponen kritis tentang interval waktu pergantian komponen dan biaya minimum perbaikannya. Analisa hasil pengolahan data akan dijadikan sebagai dasar untUk menarik kesimpulan dan saran.

3.7.14 Kesimpulan Dan Saran

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, maka dapat ditarik kesimpulan yang hasilnya dapat dirangkum dalam suatu penelitian. Kesimpulan menjawab rumusan permasalahan yang ada. Saran diberikan untuk perusahaan didasarkan pada hasil penelitian, untuk saran penelitian diasarankan pada kelemahan dan hambatan yang dihadapi peneliti dalam pelaksanaan penelitian.