

## **Penentuan Interval Penggantian Komponen Pada Motor Listrik Untuk Meminimalkan Resiko Downtime di PT. Wilmar Nabati Indonesia**

Guritno Catur Pamungkas  
PT. Wilmar Nabati Indonesia Gresik – Jawa Timur  
Email : [Guritno.catur@yahoo.com](mailto:Guritno.catur@yahoo.com)

### **ABSTRACTION**

The Failure of production machines in PT. Wilmar Nabati Indonesia can make serious problem, because it can stop process production and increase breakdown time while waiting machines repaired by technician. Company doesn't want this problem, because it can effect on planning and controlling production and decrease the achievement of production target. So target of production can't be full filled.

Based on the analitic and intrepretation on this paper, we can take a conclusion from this research, the conclusion are the highest failure frequency in component of electrical motoric machine is in a bearings component. Optimized interval time is 17 days and downtime value is 0,01946, based on calculation of age replacement model with minimation of downtime criteria. In that interval, we can know that failure probability of component is 0,02888 and reliability of component is  $0,7054 \approx 0,7$ : based on the calculation also we can know that failure rate is 0,040016

**Key word: Reliability, Age replacement, Downtime**

### **1. Pendahuluan**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pada Era globalisasi yang demikian pesat, penuh dengan tantangan dan rintangan dalam dunia usaha sering dijumpai. Untuk menjaga kesinambungan produksi perusahaan dalam menghadapi persaingan yang ketat tersebut diperlukan penangan yang baik dan dilakukan oleh manajemen yang baik pula.

Keberadaan mesin-mesin dalam suatu perusahaan, sangat penting untuk menghasilkan produk industri yang memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Jika mesin-mesin produksi tersebut berjalan dengan kondisi yang baik, maka perusahaan tersebut akan mampu untuk menghasilkan produk-produk dengan tingkat cacat (defect) yang rendah.

Jika mesin-mesin produksi tersebut rusak, maka akan mengakibatkan terhentinya proses

produksi. Sehingga membuat mundurnya deadline yang telah disepakati antara perusahaan dan pelanggan. Disamping itu, mengakibatkan waktu menganggur yang lebih lama karena menunggu perbaikan. Hal tersebut tentu saja tidak diinginkan oleh perusahaan, karena akan berpengaruh terhadap perencanaan dan pengendalian produksi yang telah direncanakan sebelumnya

Di PT. Wilmar Nabati Indonesia team electric melakukan perbaikan (maintenance) sesuai dengan permintaan tiap unit atau department dengan menerima form work order yang didalamnya menerangkan kerusakan dari alat-alat produksi yang tidak berfungsi dan bekerja kurang maksimal. Pada gambar.1.1 merupakan laporan dari team electric mulai bulan November 2012 hingga Oktober 2013 yang sebagian besar kerusakan berada pada plant refinery dan fractination.

Pada plant refinery dan fractination memproduksi minyak goreng yang proses produksinya sebagian besar menggunakan mesin yang bekerja otomatis. Terdapat Motor Listrik yang sering mengalami kerusakan karena pada sistem proses produksi tersebut terdapat alat yang memiliki penundaan untuk beroperasi.

Waktu kerusakan adalah waktu yang seharusnya digunakan untuk melakukan proses produksi akan tetapi dikarenakan adanya kerusakan atau gangguan pada mesin, mengakibatkan mesin tidak dapat melaksanakan proses produksi sebagaimana mestinya

Tabel 1.1  
Data Waktu Kerusakan Komponen Pada Plant Refinery

Bulan & Tahun	Total Downtime Waktu Kerusakan (Jam)					Prosentase Downtime				
	Pressure T	Temp T	Motor Listrik	Control Valve	Actuator Valve	Pressure T	Temp T	Motor Listrik	Control Valve	Actuator Valve
Nov' 012	3	2	7	1	2	10,00	5,41	9,33	4,55	25,00
Jan' 012	1	3	5	2	1	3,33	8,11	6,67	9,09	12,50
Feb' 012	2	1	8	3	0	6,67	2,70	10,67	13,64	0,00
Mar' 013	1	6	7	2	0	3,33	16,22	9,33	9,09	0,00
Apr' 013	4	2	3	1	2	13,33	5,41	4,00	4,55	25,00
Mei' 013	1	4	6	1	1	3,33	10,81	8,00	4,55	12,50
Juni' 013	3	1	4	1	0	10,00	2,70	5,33	4,55	0,00
Juli' 013	1	3	8	2	1	3,33	8,11	10,67	9,09	12,50
Juni' 013	5	4	4	3	0	16,67	10,81	5,33	13,64	0,00
Juli' 013	3	2	7	1	0	10,00	5,41	9,33	4,55	0,00
Agust' 013	2	6	7	3	1	6,67	16,22	9,33	13,64	12,50
Oket' 013	4	3	9	2	0	13,33	8,11	12,00	9,09	0,00
Total	30	37	75	22	8	17,44	21,51	43,60	12,79	4,65

Sumber dari PT. Wilmar Nabati Indonesia

Pemakaian motor listrik yang secara terus menerus, tanpa adanya kegiatan perawatan pada mesin mengakibatkan terjadinya kerusakan mesin motor listrik yang tiba-tiba. Jika mesin-mesin produksi tersebut rusak, maka akan mengakibatkan terhentinya proses produksi. Sehingga membuat mundurnya *deadline* yang telah disepakati antara perusahaan dan pelanggan. Disamping itu juga dapat mengakibatkan waktu menganggur yang lebih lama karena menunggu perbaikankurang lebih dua Jam.

Tabel 1.2  
Data Frekuensi Kerusakan Motor Listrik Pada PT. Wilmar Nabati Indonesia

No	Komponen Motor Listrik	Frekuensi Kerusakan	Prosentase
1	Rotor	2	8 %
2	Stator	3	12 %
3	Kelistrikan	4	16 %
4	Kopling/ Shaft	1	4 %
5	Bearing	14	54 %
6	Kipas	1	4 %
Total		25	100 %

Sumber dari PT. Wilmar Nabati Indonesia

Dari data pada tabel 1.1 dan tabel 1.2 dalam proses produksi PT. Wilmar Nabati Indonesia, diketahui bahwa masih banyaknya waktu kerusakan yang terjadi dalam setahun. Untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya perubahan sistem perawatan yang sebaik mungkin untuk menghindari hal yang tidak diinginkan

Keandalan (*Reliability*) mesin tersebut dapat ditingkatkan dengan melakukan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*), yaitu dengan melakukan penjadwalan perawatan mesin secara berkala dan teratur, sebelum terjadi kerusakan yang bersifat fatal (*Breakdown Maintenance*). Dari sini *downtime* mesin dapat diminimalisir, karena mesin berjalan dengan baik. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah Model Age Replacement dengan kriteria minimasi *downtime* dengan menentukan interval waktu penggantian pencegah yang optimal bagi komponen kritis Mesin Motor Listrik

Adapun penelitian di PT. Wilmar Nabati Indonesia cabang gresik menerapkan tentang penentuan interval waktu penggantian komponen pada motor listrik untuk meminimalkan resiko *downtime*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang di

atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa Interval waktu penggantian pencegahan yang optimal pada komponen Mesin Motor Listrik?
2. Resiko apa yang diterima perusahaan jika tidak dilakukan pencegahan kerusakan yang optimal pada Mesin Motor Listrik?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan Interval waktu pencegahan yang optimal pada komponen kritis mesin motor listrik, dengan tingkat keandalan yang diinginkan.
2. Menentukan resiko bagi perusahaan jika terjadi kerusakan pada mesin motor listrik.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Dapat diketahui berapa interval penggantian komponen yang optimal agar *breakdown maintenance* tidak perlu dilakukan.
2. Memperoleh sistem perawatan yang lebih optimal
3. Dapat mengetahui resiko perusahaan jika terjadi kerusakan motor listrik.

### 1.5. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Penelitian hanya dilakukan pada mesin motor listrik di PT. Wilmar Nabati Indonesia (pada proses produksi minyak goreng)
2. Pemeliharaan pencegahan yang dilakukan adalah kegiatan penggantian komponen yang kritis
3. Data yang diambil hanya pada bulan November 2012 - Oktober 2013
4. Pemecahan masalah perawatan pencegahan yang dilakukan, berdasarkan pada metode *Age Replacement*

### 1.6. Asumsi asumsi

Untuk membantu memecahkan masalah, ada beberapa asumsi yang digunakan yang berkaitan dengan pengumpulan data, yakni:

1. Laju kerusakan bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian yang terjadi pada mesin tersebut.
2. Jika terjadi kerusakan pada komponen mesin dianggap persediaan komponen sudah tersedia dan jumlah teknisi mencukupi.
3. Tidak ada mesin cadangan sebagai pengganti apabila terjadi kerusakan mesin.
4. Material bearing sudah tersedia di store
5. Teknisi telah berpengalaman dalam melakukan penggantian komponen

## BAB II Tinjauan Pustaka

### 2.1 Proses Crystallizer

Proses crystallizer adalah pengolahan minyak goreng atau biasa disebut kristalisasi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan kristal antara lain komposisi minyak, polymorphism, dan kondisi cooling (pendinginan). Pada proses ini sangat mempengaruhi hasil minyak yang diproduksi. Jika motor listrik mengalami kerusakan, maka akan mengakibatkan terhentinya proses crystallizer yang membuat deadline perusahaan atau kapasitas yang diperoleh berkurang.

Nukleasi adalah pembentukan fasa kristal dari keadaan cair, laju nukleasi adalah penentu jumlah dan ukuran dari kristal yang terbentuk, bentuk polymorphis, dan distribusi kristal padatnya. Pada proses pengkristalan terdapat salah satu proses yang disebut proses cooling, kondisi ini dapat dikontrol pada saat proses antara lain:

1. *Subcooling/ Crystalization temperatur*

Parameter yang paling penting dalam proses kristalisasi adalah subcooling, atau temperatur dimana minyak didinginkan di bawah titik kesetimbangannya. Pada saat subcooling meningkat, laju nukleasi juga akan meningkat, dan waktu induksi untuk kristalisasi akan menurun.

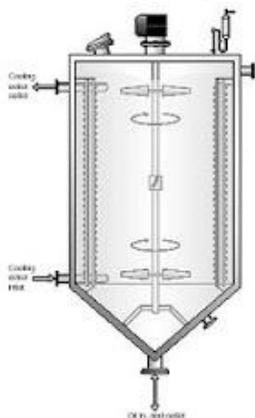
### 2. *Cooling rate*

Proses kristalisasi juga sangat dipengaruhi oleh laju pendinginan (*cooling rate*). Pendinginan dengan cepat ke temperatur yang rendah akan meningkatkan laju nukleasi, dimana ini akan membuat terjadinya pembentukan sejumlah kristal kecil. Tetapi, ketika laju pendinginan dibuat dengan lambat, maka akan terbentuk kristal dengan bentuk yang besar

### 3. *Agitation*

Kecepatan pada saat pencampuran umumnya dilakukan untuk membantu nukleasi dan pertumbuhan kristal. Pada kondisi *cooling rate* yang lambat dan agitasi yang lambat, akan meningkatkan jumlah kristal yang terbentuk. laju agitasi yang tinggi akan menyebabkan laju kristalisasi yang tinggi juga, sehingga akan terbentuk kristal-kristal yang kecil.

Quality yang perlu diperhatikan pada tahap ini adalah cloud point (CP). Dimana untuk cloud point dapat dilihat apakah proses pendinginan berlangsung dengan baik.



Gambar 2.1 Tank Proses Crisralizer  
(Sumber dari PT. Wilmar Nabati Indonesia)

#### a. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Perawatan pencegahan ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif didalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan "*critical unit*". Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk dalam golongan "*critical unit*", apabila:

- Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja.
- Kerusakan fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
- Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut atau harga dari fasilitas ini adalah cukup besar atau mahal.

Dalam pelaksanaannya, kegiatan perawatan pencegahan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:

a. Perawatan Rutin (*Routine Maintenance*), yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan yang dilakukan berupa pembersihan fasilitas atau peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan olienya, serta

pengecekan isi bahan bakar dan termasuk pemanasan (*warmingup*) mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai berproduksi sepanjang hari.

b. Perawatan Berkala (*Periodic Maintenance*), yaitu kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap satu bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali. Perawatan periodik ini dapat dilakukan pula dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal kegiatan. Kegiatan perawatan periodik ini adalah jauh lebih berat daripada kegiatan perawatan rutin.

b. Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)

Perawatan perbaikan (*corrective* atau *breakdown maintenance*) adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

Kegiatan perawatan perbaikan yang dilakukan disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi, karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak atau telah dilakukannya perawatan pencegahan tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak.

Tetapi sekali kerusakan terjadi pada fasilitas atau peralatan selama proses produksi berlangsung, maka akibat dari kebijaksanaan perawatan perbaikan saja akan jauh lebih parah atau hebat daripada perawatan pencegahan. Dalam hal ini kegiatan perawatan perbaikan sifatnya hanya

menunggu sampai kerusakan terjadi, dulu, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan, agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali.

Kebijaksanaan untuk melakukan perawatan perbaikan saja tanpa perawatan pencegahan, akan menimbulkan akibat yang dapat menghambat kegiatan produksi apabila terjadi suatu kerusakan yang tiba-tiba pada fasilitas produksi yang digunakan.

## 2.7 Fungsi Distribusi Untuk Menganalisis Kerusakan Suatu Mesin Atau Peralatan

Dalam membahas masalah perawatan, terdapat beberapa fungsi distribusi yang digunakan untuk menganalisis kerusakan suatu mesin atau peralatan. (Jardine, 1973)

### 1. Distribusi Normal

Distribusi normal adalah distribusi yang memiliki bentuk kurva seperti genta, dengan dua parameter pembentuk yaitu  $u$  dan  $o$ . Kurva distribusi normal berbentuk simetris terhadap nilai rata-rata (*Mean Value*). Fungsi distribusi ini paling banyak digunakan, terutama untuk menggambarkan laju kerusakan alat yang terus menaik.

Distribusi normal cocok untuk digunakan dalam memodelkan fenomena keausan. Parameter yang digunakan dalam distribusi normal ini adalah  $\mu$  yang menunjukkan nilai tengah dan  $\sigma$  yang menunjukkan standar deviasi dari data yang ada. Karena hubungannya dengan distribusi lognormal, distribusi ini dapat juga digunakan untuk menganalisis probabilitas lognormal.

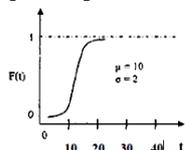
b. Fungsi kepadatan probabilitas: (Jardine, 1973)

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

Dimana :  $-\infty \leq t \leq \infty$ ;  $\sigma > 0$ ;  $\mu$  adalah rata-rata dan  $\sigma$  adalah standart deviasi dari distribusinya

c. Fungsi distribusi kumulatif: (Jardine, 1973)

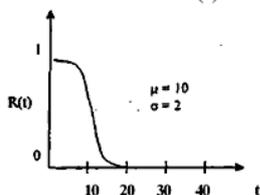
$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{(2\pi)}} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$



Gambar 2.11 kurva fungsi distribusi kumulatif

d. Fungsi keandalan: (Ebeling, 1997)

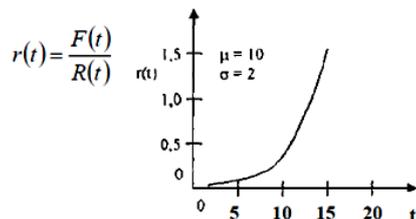
$$\text{Realibility Function: } R(t) = 1 - \Phi\left[\frac{t-\mu}{\sigma}\right]$$



Dimana  $\mu > 0$ ,  $\sigma > 0$ , dan  $t > 0$

Gambar 2.12 kurva fungsi keandalan

e. Fungsi laju kerusakan: (Jardine, 1973)



Gambar 2.13 kurva fungsi laju kerusakan

kerusakan dari pola data yang terbentuk, sedangkan parameter  $\theta$  digunakan untuk menentukan nilai tengah dari pola data yang ada. Fungsi reability yang terdapat dalam distribusi Weibull yaitu (Ebeling, 1997).

Dimana  $\theta > 0$ ,  $\beta > 0$ , dan  $t > 0$

Dalam distribusi Weibull yang menentukan tingkat kerusakan dari pola data yang terbentuk adalah parameter  $\beta$ . Nilai-nilai  $\beta$  yang menunjukkan laju kerusakan terdapat dalam table berikut:

Tabel 2.1 Nilai-nilai Parameter  $\beta$  Distribusi Weibull

Nilai	Laju Kerusakan
$0 < \beta < 1$	Laju kerusakan menurun atau <i>decreasing failure rate</i> (DFR)
$\beta = 1$	Laju kerusakan konstan atau <i>constant failure rate</i> (CFR), Distribusi Eksponensial
$1 < \beta < 2$	Laju kerusakan meningkat atau <i>increasing failure rate</i> (IFR), Kurva berbentuk konkaf ( <i>concave</i> )
$\beta = 2$	Laju kerusakan linier atau <i>linier failure rate</i> (LFR), Distribusi <i>Rayleigh</i>
$\beta > 2$	Laju kerusakan meningkat atau <i>increasing failure rate</i> (IFR), Kurva berbentuk konveks ( <i>convex</i> )
$3 \leq \beta \leq 4$	Laju kerusakan meningkat atau <i>increasing failure rate</i> (IFR), Kurva berbentuk simetris, Distribusi Normal

## 2. Distribusi Weibull

Distribusi Weibull merupakan distribusi yang paling banyak digunakan untuk waktu kerusakan, karena distribusi ini baik digunakan untuk laju kerusakan yang meningkat maupun laju kerusakan yang menurun.

Dua parameter yang digunakan dalam distribusi weibull ini yaitu parameter  $\theta$  yang disebut dengan parameter skala (scale parameter) dan parameter  $\beta$  yang disebut dengan parameter bentuk (shape parameter). Parameter  $\beta$  digunakan untuk menentukan laju

## 3. Distribusi eksponensial

Distribusi eksponensial digunakan untuk menghitung keandalan dari distribusi kerusakan yang memiliki laju kerusakan konstan. Distribusi ini mempunyai laju kerusakan yang tetap terhadap waktu, dengan kata lain probabilitas terjadinya kerusakan tidak tergantung pada umur alat. Distribusi ini merupakan distribusi yang paling mudah untuk dianalisis, jika terdapat peralatan atau mesin yang laju kerusakannya terjadi secara tetap, maka dapat dipastikan data kerusakan peralatan tersebut termasuk dalam distribusi eksponensial.

Parameter yang digunakan dalam distribusi eksponensial adalah  $\lambda$ , yang menunjukkan rata-rata kedatangan kerusakan yang terjadi. Fungsi reability yang terdapat dalam distribusi eksponensial yaitu: (Ebeling, 1997)

$$\text{Reability function: } R(t) = e^{-\lambda t}$$

Dimana  $\lambda > 0$  dan  $t > 0$

#### 4. Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal menggunakan dua parameter yaitu  $s$  yang menunjukkan parameter bentuk (shape parameter) dan  $t_{med}$  sebagai parameter lokasi (location parameter) yang merupakan nilai tengah dari suatu distribusi kerusakan. Distribusi ini dapat memiliki berbagai macam bentuk, sehingga sering dijumpai bahwa data yang sesuai dengan distribusi *Weibull* juga sesuai dengan distribusi lognormal. Fungsi *reability* yang terdapat pada distribusi lognormal yaitu (Ebeling, 1997):

Reliability function :

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)$$

Dimana  $s > 0$ ,  $t_{med} > 0$ , dan  $t > 0$

Penelitian Sebelumnya

A. Sofian Hadi "Penentuan interval waktu penggantian komponen pada mesin motor listrik (Study kasus : PT. Jaya Readymix)

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tersebut adalah: Komponen mesin motor listrik yang sering mengalami kerusakan adalah komponen bearing. Oleh karena itu komponen tersebut sebagai komponen kritis. Dengan perhitungan model age replacement dengan criteria minimasi downtime, diperoleh bahwa interval waktu penggantian yang optimal adalah melakukan penggantian 17 hari sekali.

Saran perusahaan harus bisa memperhatikan akibat kerusakan motor listrik, dan perusahaan dari hasil penelitian harus mengganti komponen bearings setelah 17 hari.

Dari analisis data diketahui bahwa data waktu antar kerusakan komponen Bearings berdistribusi normal dengan nilai

$\chi^2$  hitung (2,76)  $<$   $\chi^2$  tabel (5,99). Dengan demikian kerusakan komponen bearings pada mesin motor listrik, Akan semakin membesar jika tidak dilakukan perawatan pencegahan.

B. Riza Apriawan "Penentuan Jadwal Penggantian Optimal Komponen Scrapper Plate Pada Mesin Gilingan" (Studi kasus : PG. Kebon Agung Malang)

Kesimpulan yang diambil adalah: Solusi optimal dari penjadwalan penggantian komponen scrapper Plate diperoleh pada interval penggantian 99 hari. Besarnya biaya total penggantian adalah Rp 493.010.076,00 per musim giling, dengan biaya penggantian sebesar Rp 253.525.885,00 dan biaya operational sebesar Rp 239.484.191,00. Pada musim giling tahun 2007 usulan penjadwalan mesin dibanding *corrective maintenance*, sebenarnya dapat menghemat biaya total sebesar 148.745.874,00 atau terjadi penghematan sebesar 23%.

### BAB III Metode Penelitian

#### 3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Survey pendahuluan, yaitu datang ke perusahaan dan melihat kondisi perusahaan untuk mengetahui dan

mendapatkan permasalahan di perusahaan.

2. Identifikasi masalah, yaitu menentukan masalah yang ada secara sistematis dimana ditemukan masalah pada hasil produksi kalsiboard yang kurang memuaskan.

3. Penetapan batasan masalah, variabel yang di analisis, parameter yang di tetapkan, dan asumsi yang di berikan.

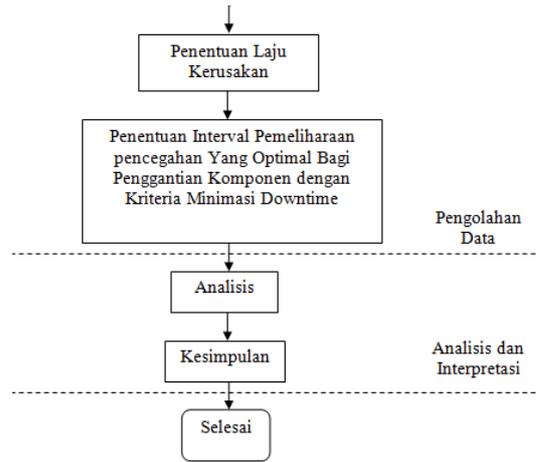
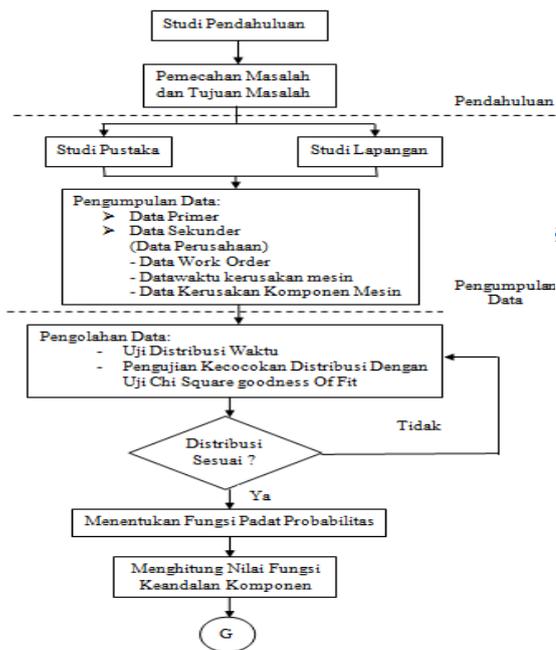
4. Formulasi model, yaitu proses perumusan perilaku model dalam bentuk fungsi-fungsi hubungan antar variabel.

5. Pengumpulan data, yaitu mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam melaksanakan penelitian melalui wawancara dan dokumentasi.

6. Pengolahan dan analisis data, yaitu proses pengolahan data yang diperoleh menggunakan model yang telah ditetapkan serta analisis hasil.

7. Kesimpulan dan saran, yaitu meringkas hasil penelitian dan memberikan masukan terkait hasil penelitian.

Diagram alir prosedur penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penyelesaian Masalah

## BAB IV Pengumpulan dan Pengolan Data

### 4.1 Pengumpulan Data

Mesin atau peralatan yang menjadi objek penelitian adalah pada Mesin Motor Listrik yang terdapat pada PT. Wilmar Nabati Indonesia Gresik-Jawa Timur. Mesin ini memiliki frekuensi kerusakan yang cukup tinggi sehingga mengurangi hasil produksi.

Adapun data-data yang dikumpulkan dan diperlukan untuk pemecahan masalah tersebut adalah:

1. Data waktu kerusakan Mesin Motor Listrik.

Tabel 4.1  
Data Kerusakan Mesin Motor Listrik P.210  
Electrim Spec: 11 KW, 380 V, 50/60 Hz, 21,2 A  
Periode November 2012 - Oktober 2013

No	Tanggal	Jenis Kerusakan	No	Tanggal	Jenis Kerusakan
1	7 November 2012	Bearing	14	16 Mei 2013	Bearing
2	17 November 2012	Kipas	15	27 Mei 2013	Bearing
3	28 November 2012	Bearing	16	07 Juni 2013	Kelistrikan
4	15 Desember 2012	Stator	17	11 Juni 2013	Bearing
5	18 Desember 2012	Bearing	18	24 Juni 2013	Bearing
6	06 Februari 2013	Bearing	19	09 Juli 2013	Kelistrikan
7	06 Maret 2013	Bearing	20	2 Agustus 2013	Bearing
8	07 Maret 2013	Rotor	21	10 Agustus 2013	Shaft
9	24 Maret 2013	Bearing	22	17 Agustus 2013	Kelistrikan
10	29 Maret 2013	Kelistrikan	23	6 September 2013	Bearing
11	12 April 2013	Bearing	24	23 September 2013	Rotor
12	09 Mei 2013	Bearing	25	7 Oktober 2013	Stator
13	20 Mei 2013	Stator			

Sumber dari PT. Wilmar Nabati Indonesia

2. Data waktu downtime perbaikan kerusakan (Tf) komponen kritis Mesin Motor Listrik.

Nilai Tf atau nilai downtime yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan atau penggantian kerusakan. Nilai ini didapat dari data downtime perbaikan kerusakan bearings, tertera dalam tabel berikut:

Tabel 4.2

Data waktu downtime perbaikan kerusakan komponen mesin motor listrik

No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Downtime Perbaikan Kerusakan	
			Jam	Hari
1	07 November 2012	Bearing	2.5	0.104
2	28 November 2012	Bearing	5	0.208
3	18 Desember 2012	Bearing	4	0.167
4	6 Februari 2013	Bearing	2.5	0.104
5	6 Maret 2013	Bearing	3.5	0.146
6	24 Maret 2013	Bearing	4	0.167
7	12 April 2013	Bearing	5	0.208
8	9 Mei 2013	Bearing	3	0.125
9	16 Mei 2013	Bearing	4	0.167
10	27 Mei 2013	Bearing	2	0.083
11	11 Juni 2013	Bearing	2	0.083
12	24 Juni 2013	Bearing	4	0.167
13	02 Agustus 2013	Bearing	2	0.083
14	6 September 2013	Bearing	3.5	0.146
Jumlah			47	1.958
Rata-rata			3.35714	0.139880952

Sumber: PT. Wilmar Nabati Indonesia

Contoh perhitungan:

Penentuan downtime perbaikan kerusakan dalam satuan hari:

$$\text{Downtime (Hari)} = \frac{\text{downtime perbaikan kerusakan (jam)}}{\text{Jam Shift kerja per hari}}$$

Dalam 1 hari ada 3 shift kerja:

Shift I : 08.00 – 16.00 WIB

Shift II : 16.00 – 24.00 WIB

Shift III : 00.00 – 08.00 WIB

#### 4.2.8 Perhitungan Biaya

1. Jumlah biaya yang didapatkan berdasarkan informasi dari PT. Wilmar Nabati Indonesia, yaitu antara lain.

#### 2. Biaya Operator Produksi

Gaji Operator perbulan

1 Shift = 8 Jam kerja: 1 Bulan = 22 Hari kerja = 176 jam kerja

Untuk satu jam kerja adalah Rp 2.500.000/176 jam

Maka, biaya untuk 3 orang operator adalah = Rp 42.600 perjam

#### 2. Biaya maintenance

Gaji Maintenance per bulan

1 Shift = 8 Jam kerja: 1 Bulan = 22 Hari kerja = 176 jam kerja

Untuk satu jam kerja adalah Rp 2.500.000/176 jam

Maka, biaya untuk 2 orang operator adalah = Rp 28.400 perjam

Dari point 1 dan 2 dapat disimpulkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.15 Biaya Perawatan Mesin

Tenaga Kerja	Gaji (Bulan)	Jam Kerja (Bulan)	Gaji (Jam)	Jumlah Personil	Total Gaji (jam)
Operator	Rp 2500000,-	176	Rp 14200,-	3	Rp 42600,-
Maintenance	Rp 2500000,-	176	Rp 14200,-	2	Rp 28400,-

#### 3. Kesempatan produksi yang hilang akibat perawatan

Dalam satu shift (8 jam) pada proses minyak goreng dapat menghasilkan minyak jadi sekitar 8 MT (Metric Ton) per-shift, pengolahan tersebut membutuhkan pendinginan air yang dipompa oleh mesin motor listrik

Penghitungan peluang memperoleh pendapatan yang hilang sebagai berikut:

- o Harga jual minyak goreng (per liter) = Rp 11.000,-
- o Harga Hasil Produksi selama 8 jam adalah  
8 \* 1.000.000 It = 8.000.000 liter,
- o Total peluang pendapatan yang hilang dalam sehari :  
11.000 x 8.000.000 = Rp 88.000.000.000,-

- Misal terjadi kerusakan yang membutuhkan waktu perbaikan sekitar 1 jam maka peluang pendapatan yang hilang sekitar 1 x 1.000.000 lt = 1.000.000 liter = Rp 11.000.000.000,-

Sehingga peluang memperoleh pendapatan, jika mesin motor listrik menganggur selama dua jam adalah sebesar 1 Metrix Ton = 11.000.000 lt (Bahan proses yang gagal dihasilkan, masih dapat diolah kembali.

Perusahaan juga mengalami kerugian dari sisi tenaga listrik, air dan steam yang diolah oleh perusahaan sendiri.

#### A. Pengolahan Data Biaya

Biaya kerusakan mesin (Cf) / 1 kali rusak komponen :

- Biaya tenaga kerja
  - Untuk 3 orang operator = Rp. 42.600,-
  - Untuk 2 orang mekanik = Rp. 28.400,-
- Biaya suku cadang bearings = Rp. 390.000,-
- Peluang memperoleh pendapatan yang hilang akibat perawatan = 11.000.000.000,-

$Cf = (\text{Biaya tenaga kerja} + \text{biaya suku cadang} + \text{Peluang keuntungan yang hilang}) \times \text{MTTR}$   
 $= (42.600 + 28.400) + 390.000 + 11.000.000.000] \times 2,656$   
 $= \text{Rp } 12.657.224.400,-$  (tiap melakukan perawatan)

Biaya perawatan terencana (CM)/ 1kali rusak:

- Untuk 2 Orang Mekanik = Rp. 28.400,-
- Biaya suku cadang Bearing = Rp. 390.000,-

- Biaya Pelumas = Rp. 150.000,-
- Peluang keuntungan yang hilang = Rp. 11.000.000.000,-

$CM = (\text{Biaya tenaga kerja} + \text{Biaya suku cadang} + \text{Biaya Pelumas} + \text{Peluang keuntungan yang hilang})$   
 $= (28.400 + 390.000 + 150.000 + 11.000.000.000)$   
 $= \text{Rp. } 11.000.568.400,-$  (tiap melakukan perawatan)

## BAB V Analisis dan Interpretasi

### 5.1 Analisis Data

#### 5.1.1 Analisis Data Uji Chi Kuadrat ( $\chi^2$ ) Untuk Distribusi Normal

Dari hasil pengujian terhadap data waktu antar kerusakan komponen kritis Mesin Motor Listrik (Bearing) dengan Metode Chi Kuadrat ( $\chi^2$ ) untuk distribusi normal, diketahui dengan tingkat kepercayaan 95% tidak cukup kuat untuk menolak hipotesa yang menyertakan bahwa data mengikuti distribusi normal dengan nilai:  $\chi^2$  hitung (2,72) <  $\chi^2$  tabel (5,99)

Untuk melakukan kegiatan penggantian membutuhkan dua syarat kondisi, yang salah satunya adalah laju kerusakan peralatan atau komponen harus meningkat, hanya dimiliki oleh dua tipe distribusi, yaitu distribusi normal dan distribusi weibull.

Dengan diketahuinya bahwa data berdistribusi normal maka perhitungan penentuan interval waktu penggantian komponen dengan kriteria minimasi downtime dapat dilakukan.

#### 5.1.2 Analisis Data Dengan Menggunakan Model Penentuan

### Penggantian Pencegahan yang optimal dengan kriteria Minimasi Downtime

Berdasarkan perhitungan penentuan interval waktu penggantian komponen yang optimal dengan kriteria minimasi downtime menggunakan Model Age Replacement menghasilkan bahwa interval penggantian untuk penggantian komponen adalah 17 hari sekali, nilai ini didapat dengan menganalisis titik-titik yang terdapat pada grafik, bahwa untuk memudahkan penentuan interval yang optimal dilihat dari titik minimal dan grafik yang berbentuk kurva membuka keatas. Nilai  $D(t_p)$  mulai interval 1 sampai 16 hari, menurun tapi belum mencapai minimum.

- Hubungan nilai downtime  $D(t_p)$  dengan nilai fungsi kepadatan probabilitas  $f(t)$ .

Berdasarkan hasil perhitungan nilai fungsi kepadatan probabilitas kita dapat mengetahui probabilitas atau kemungkinan kerusakan yang muncul dalam interval waktu tertentu. Dan ternyata nilai tertinggi (titik balik maksimum untuk grafik dengan kurva membuka kebawah) fungsi tersebut pada interval 22 hari. Nilai fungsi tersebut yang jatuh pada interval 22 hari adalah sesuai dengan rata-rata waktu antar kerusakan komponen kritis, yaitu 22,23 hari  $\approx$  22 hari.

Bila nilai  $f(t) = 22$  hari yang mewakili probabilitas kerusakan tertinggi bila dibandingkan dengan nilai downtime  $D(t_p) = 17$  hari, maka selisihnya adalah 5 hari. Meskipun selisih waktu antara rata-rata

komponen untuk rusak dengan waktu untuk penggantian komponen sangat dekat, dalam masalah perawatan hal itu sangatlah penting, karena mungkin saja dalam selisih rentang waktu itu kerusakan dapat dihindari.

Dari perhitungan interval penggantian pencegahan yang optimal diperoleh interval penggantian 17 hari dengan nilai fungsi padat probabilitas sebesar 0.0288874. Bila kegiatan penggantian pencegahan dilakukan pada interval 17 hari maka nilai fungsi padat probabilitasnya akan turun sebesar 0,001695, jika dibandingkan dengan fungsi padat probabilitas waktu antar kerusakan yang jatuh pada interval hari ke 22, yaitu sebesar 0.0331992

- Hubungan nilai downtime  $D(t_p)$  dengan nilai fungsi distribusi kumulatif  $F(t)$

Untuk distribusi normal, nilai fungsi distribusi kumulatif besarnya sama dengan nilai fungsi kepadatan probabilitas, karena rumus yang digunakan adalah sama. Dengan demikian nilai distribusi kumulatif  $F(t)$  bila dibandingkan dengan nilai downtime  $D(t_p)$ . Kesimpulannya pada interval waktu tertentu yaitu 17 hari sekali akan diperoleh nilai downtime yang bernilai minimum yaitu sebesar 0.01946. Pada interval inilah seharusnya tepat untuk dilakukan kegiatan pemeliharaan pencegahan, agar tidak sampai timbul kerusakan pada komponen sehingga dapat mengganggu jalannya proses produksi.

- Hubungan nilai downtime  $D(t_p)$  dengan nilai fungsi keandalan  $R(t_p)$

Karakteristik nilai keandalan untuk semua distribusi adalah sama, yaitu semakin meningkatnya interval waktu maka nilai keandalannya semakin menurun. Dengan mempertimbangkan waktu antar kerusakan komponen yang telah didapatkan pada perhitungan fungsi kepadatan probabilitas yaitu 17 hari, maka kita dapat melihat tingkat keandalan pada saat itu.

Pada interval penggantian 22 hari, diperoleh tingkat keandalan mesin hanya 0.5478 atau 54,78% . Dengan tingkat keandalan komponen yang rendah tersebut dapat mengganggu jalannya proses produksi karena komponen akan cepat rusak. Dari model perhitungan penentuan waktu penggantian pencegahan yang optimal diperoleh nilai 17 hari. Dengan nilai 17 hari. Dengan nilai 17 hari maka tingkat keandalan komponen akan mencapai 0.7054 atau sebesar 70,54 %. Dengan demikian akan terjadi peningkatan tingkat keandalan 15,76 %.

- Hubungan nilai downtime  $D(t_p)$  dengan nilai laju kerusakan  $r(t)$

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa untuk distribusi normal, karakteristik untuk laju kerusakannya meningkat. Setelah dilakukan perhitungan laju kerusakannya sesuai, yaitu meningkat seiring bertambahnya waktu.

Berdasarkan data waktu rata-rata kerusakan yaitu 22 hari, diperoleh tingkat laju kerusakan komponen

sebesar 0,053798 .Sedangkan berdasarkan perhitungan penentuan waktu penggantian pencegahan yang optimal memberikan nilai 17 hari dengan laju kerusakan komponen sebesar 0,040016. Dengan demikian ada penurunan laju kerusakan sebesar 0,013782.

- Analisis biaya

Seperti dilihat pada pengolahan data, maka interval perawatan yang optimal adalah 0.71 hari dan biaya perawatan yang minimal sebesar Rp 561.351.700,-

Tabel 5.1  
Nilai Fungsi Probabilistik Keandalan, Laju Kerusakan dan Downtime

Interval Hari (t)	Nilai Kepadatan Probabilitas	Nilai Keandalan R (t)	Nilai Laju Kerusakan	Nilai total Downtime D(t)
1	0.0056850	0.9699	0.010249	0.10086
2	0.0066335	0.9641	0.011404	0.07622
3	0.0076860	0.9573	0.012663	0.06362
4	0.0088431	0.9484	0.014016	0.05299
5	0.0101032	0.9394	0.015462	0.04544
6	0.0114621	0.9279	0.017004	0.03984
7	0.0129126	0.9162	0.018644	0.03555
8	0.0144450	0.9032	0.020382	0.03219
9	0.0160460	0.8869	0.022146	0.02985
10	0.0176996	0.8708	0.024069	0.0276
11	0.0193870	0.8508	0.026089	0.02574
12	0.0210865	0.8315	0.028208	0.0242
13	0.0227745	0.8106	0.030424	0.02291
14	0.0244254	0.7852	0.032736	0.02181
15	0.0260125	0.7612	0.034966	0.021
16	0.0275088	0.7357	0.037445	0.02017
17	<b>0.0288874</b>	<b>0.7054</b>	<b>0.040016</b>	<b>0.01946</b>
18	0.0301228	0.6772	0.042678	0.01951
19	0.0311911	0.6443	0.045431	0.01959
20	0.0320711	0.6141	0.048273	0.02016
21	0.0327451	0.5832	0.051205	0.02025
22	<b>0.0331992</b>	<b>0.5478</b>	<b>0.053798</b>	<b>0.0204</b>
23	0.0334239	0.516	0.056855	0.02101
24	0.0334145	0.4801	0.059994	0.02139
25	0.0331712	0.4483	0.063213	0.02198
26	0.0326991	0.4168	0.066516	0.02254
27	0.0320081	0.3821	0.069898	0.02351
28	0.0311123	0.352	0.073360	0.02403
29	0.0300298	0.3228	0.076050	0.02414
30	0.0287821	0.2912	0.0795910	0.02279

## BAB VI Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Berdasarkan Hasil Penelitian, diketahui bahwa komponen Mesin Motor Listrik yang sering mengalami kerusakan adalah Komponen Bearings. Oleh karena itu komponen Bearings disebut sebagai Komponen Kritis.

Dengan perhitungan penentuan interval waktu penggantian komponen menggunakan model Age Replacement dengan kriteria minimasi downtime, diperoleh bahwa interval waktu yang optimal untuk melakukan penggantian komponen bearings adalah 17 hari sekali. Kerusakan akan semakin bertambah

(Sumber: Ebeling, 1997)

3. Distribusi Eksponensial
  2. parah dan membutuhkan waktu yang lebih lama apabila tidak dilakukan perawatan.
  3. Dengan memperhitungkan resiko yang terjadi, jika perusahaan tidak melakukan kegiatan perawatan maka akan mengalami kehilangan peluang memperoleh pendapatan sebesar 1 MT atau sebesar 1.000.000 lt setiap 1Jam sama dengan Rp 11.000.000.000 ,-

## 6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis menyarankan :

1. Perusahaan harus memperhatikan penyebab kerusakan Mesin Motor Listrik, yaitu penyebabnya adalah komponen bearing yang sering rusak. Oleh karena itu, perusahaan harus take action dengan menyediakan Bearings tersebut lebih banyak di gudang sparepart.
2. Perusahaan mungkin perlu mempertimbangkan kebijakan pemeliharaan terutama dalam hal ini berkaitan dengan kegiatan penggantian komponen, perusahaan selama ini melaksanakan tindakan penggantian pencegahan, tindakan penggantian komponen baru akan dilakukan bila komponen mengalami kerusakan. Dari hasil penelitian,

perusahaan harus mengganti komponen bearings setelah 17 hari.

3. Pencatatan mengenai data kerusakan mesin dan waktu lama perbaikan perlu dilakukan lebih teliti lagi, karena suatu jadwal perawatan akan membuat kinerja mesin meningkat

## Daftar Pustaka

- Apriawan, R. (2008). Penentuan Jadwal Penggantian Optimal Komponen Scrapper Plate Pada Mesin Gilingan (Studi kasus di Pabrik Gula Kebon Agung Malang), <http://elibrary.ub.ac.id/bitstream/123456789/24284/1/Penentuan-jadwal-penggantian-optimal-komponen-scrap-plate-pada-mesin-gilingan-%3A-studi-kasus-di-PG.-Kebon-Agung-Malang.pdf>. Tanggal akses 03 Maret 2014.
- Assauri, Sofyan. (1980). Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi ke-3, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Corder, A.S. (1976). Teknik Manajemen Pemeliharaan, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- C.R. Nave, Department of Physics and Astronomy, Georgia State University. *How does an electric motor work?* In: Hyperphysics, Electricity and Magnetism. 2005
- Dhillon, S. Balbir. (1987). Reability and Maintainability Manajemen, Van Nostrand-Reinhold, Co. Newyork.
- DirectIndustry. *Virtual Industry Exhibition*. 2005. [www.directindustry.com](http://www.directindustry.com). Tanggal akses 03 Maret 2014.

- Ebeling, Charles E. (1997). *An Introduction to Reability and Maintainability Engineering*, Mc Graw Hill, Singapore, Ltd.
- Hadi, S. (2010). Penentuan interval waktu penggantian komponen pada mesin motor listrik (Study kasus : PT. Jaya Readymix).<http://digilib.umg.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jiptumg--sofyanhadi-732&q=motor%20listrik>. Tanggal akses 01 Januari 2014.
- Hartono, G. dan S. Dewi.(2003). *Analisis Penerapan Total Preventive Main-tenance untuk Meningkatkan Availa-bility dan Reliability pada Mesin Injeksi Melalui Minimasi Downtime*.J. INESIA 04(01):1-11.  
<http://www.vista-bearing.com/>.  
Tanggal akses 5 Februari 2014.  
<http://wikipedia.org>. Tanggal akses 24 Mei 2014
- Jardine, A.S.S. (1973). *Maintenance, Replacement and Reability*, Pittman Publishing, London.
- Kamdi, Abdullah Alkaf. (1992). *Teknik Keandalan Sistem, Teknik Elektro ITS*, Surabaya.
- Montgomery, Douglas C. (1938). *Pengendalian Kualitas Statistik*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sudjana, M.A. (1996). *Metode Statistika*, Edisi Ke-6, Penerbit Tarsito, Bandung.