

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pelaksanaan Maintenance Mesin pada Perusahaan**

Kegiatan *maintenance* merupakan kegiatan yang sangat penting bagi perusahaan manufaktur sebesar PT Natatex. Hal ini dapat dilihat dari kesungguhan PT Natatex dengan membuat divisi khusus *maintenance* pada setiap departemen produksi yang ada. Bahkan pada spinning 3 dimana penulis melakukan penelitian, divisi *maintenance* memiliki dua bagian yaitu *maintenance front*, yang mengkhususkan kegiatan *maintenance* pada mesin *blowing* dan mesin *carding*, dan *maintenance back* yang mengkhususkan kegiatan *maintenance* pada mesin *drawing* dan mesin *open end*. Hal ini dikarenakan mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi sangat banyak jumlahnya. Apabila mesin-mesin tersebut sering mengalami kerusakan maka dapat terganggunya proses produksi dan mengakibatkan biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan menjadi tinggi dan menurunnya kualitas produk yang sangat penting bagi perusahaan serta waktu penyelesaian produk menjadi lama sehingga perusahaan menjadi kerugian.

Oleh karena itu perusahaan perlu memperhatikan kegiatan *maintenance* dengan sebaik mungkin, khususnya pada departemen spinning 3, karena mesin-mesin ini merupakan kunci bagi kegiatan-kegiatan produksi selanjutnya.

Mesin-mesin yang dipakai perusahaan pada departemen spinning 3 bersifat khusus (*special purpose machine*) karena mesin-mesin tersebut dibuat untuk mengerjakan satu atau beberapa jenis kegiatan yang sama yaitu mesin *blowing*, *drawing* dan *open end* yang kesemuanya memiliki tugas khusus dalam memproses.

Pelaksanaan *maintenance* mesin-mesin pada departemen spinning 3, khususnya pada mesin-mesin carding, meliputi:

### 1. *Preventive Maintenance*

Arti *preventive maintenance* sendiri bagi perusahaan adalah mengurangi terjadinya *breakdown* dengan cara mengintensifkan inspeksi dan perbaikan yang disusun dalam suatu rencana yang berfungsi sebagai “obat pencegah” agar mesin/alat tidak mengalami gangguan / kerusakan.

Sedangkan sasaran yang ditetapkan oleh pihak manajemen dalam melakukan kegiatan *preventive maintenance* ini adalah untuk menjamin mesin bagian *front* (*blowing* dan *carding*) dan *back* (*drawing* dan *open end*) serta penunjang kegiatan produksi lainnya (AC, MP, panel, lampu, TL, diatas mesin front-back, raceway, compressor, dan gardu GTLF) dalam kondisi terawat, sehingga tercapai kelancaran dalam melakukan proses produksi.

Kegiatan *preventive maintenance* yang dilaksanakan perusahaan terbagi dua, yaitu:

#### a. *Periodic Maintenance*

Kegiatan *preventive maintenance* yang dilakukan secara rutin setiap harinya atau disebut *routine maintenance* adalah dengan melakukan pembersihan, pengecekan, dan pengawasan selama proses produksi.

#### b. *Routine Maintenance*

Sedangkan kegiatan *maintenance* yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu atau disebut *periodic maintenance* adalah diantaranya dengan melakukan *scouring* (pembersihan, penggreasan, pengecekan dan bila perlu penggantian *spare part*) pada 2 mesin *carding* dari 24 mesin *carding* yang ada pada departemen *spinning* 3 yang dilakukan 2 minggu sekali secara bergantian. Berikut jadwal *periodic maintenance* PT. Natatex:

- Dua minggu sekali melakukan *scouring* pada *item* (bagian mesin) belt, rantai, brush top-flat.
- Dua bulan sekali melakukan penggreasan pada *item* stripper, squeezing roll, calender roll.

- Enam bulan sekali melakukan ganti oli pada worm gear transmission.
- Satu tahun sekali melakukan ganti oli pada flat gearing, gear doffer dan flat chain.
- Berdasarkan tonasi tertentu (ukuran berat *sliver* yang dihasilkan) dilakukan *overhaul*. Penjelasan lebih lanjut tentang *overhaul* akan dijelaskan pada point berikutnya.

Bagi perusahaan *preventive maintenance* bertujuan agar terjamin hal-hal sebagai berikut:

1. Keamanan mesin dan operator

Untuk setiap mesin *carding* yang ada, sudah ada ketentuan mengenai karakteristik dari mesin tersebut, contoh kapasitas maksimal dari setiap doffer tidak boleh digunakan lagi apalagi sudah melebihi batas maksimalnya.

2. Kelancaran Mesin

Disetiap mesin *carding* terpasang suatu alat sensor yang berguna untuk mendeteksi *sliver* yang putus ditengah proses, sehingga mesin secara otomatis akan berhenti. Karena apabila mesin dipaksakan untuk terus beroperasi, maka mesin tersebut akan mengalami kerusakan.

3. Kualitas Produk

Untuk mencapai standar kualitas yang baik, maka bagian *maintenance* akan menjaga agar pabrik tetap dapat beroperasi secara efisien dan menghindari hambatan sekecil mungkin.

4. Kebersihan Mesin

Lantai sekitar mesin harus senantiasa bersih, untuk menghindari kecelakaan bagi operator dan para pekerja serta kebersihan mesin itu sendiri dijaga dengan membersihkan mesin tersebut.

Sedangkan prosedur pelaksanaan *preventive maintenance* yang dilakukan perusahaan jika dilihat dari sudut FITCAL yang terdiri atas *feel, inspection, tight, clean adjustment*, dan *lubrcation* sebagai berikut:

a. *Feel*

*Feel* pada mesin *carding* dilakukan oleh *maintenance man* dibagian *front* yaitu yang dengan melihat, mendengarkan, meraba *wire* dan mencium. Apabila terasa gejala kerusakan, maka *maintenance* segera melakukan pencegahan.

b. *Inspection*

Pemeriksaan yang dilakukan perusahaan biasanya dikerjakan pada saat sift umum yaitu dengan melihat dari hasil produksi, keadaan mesin serta pada saat dilakukannya *gerinda* (mempertajam *wire*) dan *scouring* (pembersihan).

c. *Tight*

Pengencangan dilakukan perusahaan bersamaan pada saat dikerjakannya *gerinda*, *scouring* dan *overhaul* terhadap bagian yang longgar, sebagai akibat adanya getaran, gesekan pada waktu mesin sedang berjalan. Kelonggaran-kelonggaran tersebut dapat memperlambat gerakan-gerakan roda yang lebih berat lagi dan juga dapat memacetkan mesin disamping dapat menimbulkan kecelakaan bagi operator.

d. *Clean*

Dalam pelaksanaan *maintenance* pada perusahaan dilakukan dengan membersihkan *item* mesin seperti belt, rantai, brush top flat dan doffer yang dikerjakan dua minggu sekali untuk menghindari timbulnya kemacetan.

e. *Adjustment*

Penyetelan dilakukan terhadap bagian-bagian yang cara kerjanya dapat berubah. Hal ini dilakukan setelah pemasangan salah satu bagian yang diperbaiki. Berikut salah satu bagian yang baru diperbaiki. Berikut salah satu penyetelan *tension* pada cylinder dan doffer:

- |             |              |      |
|-------------|--------------|------|
| a. Cylinder | pinggir 5 cm | = 9  |
|             | Tengah       | = 6  |
| b. Doffer   | pinggir 5 cm | = 10 |
|             | Tengah       | = 8  |

*f. Lubrication*

Pelumasan diadakan untuk mencegah terjadinya laju keausan dan laju kerusakan yang terlalu cepat serta kerugian daya dan tenaga yang terlalu besar. Item mesin *carding* yang dilakukan pelumasan adalah seperti stripper roll, squeezing roll, calender roll, lickerin, doffer, pressing unit, depossing unit dan tension belt yang dilakukan setiap dua bulan sekali.

## **2. Repair atau Reparasi Mesin**

*Repair* dilakukan pada saat *breakdown* adalah untuk memperingan kondisi yang tidak diinginkan yang diperoleh selama kontrol perawatan pencegahan agar mesin siap operasi, seperti penggantian *spare part* yang mengalami kerusakan.

Menurut perusahaan, ada beberapa hal yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada mesin, yaitu :

- a. Masa pakai mesin yang sudah tidak layak akan mempengaruhi hasil produksi.
- b. Mesin dibiarkan kotor yang mengakibatkan pada kelancaran mesin berproduksi berkurang dan akhirnya mengalami kerusakan.
- c. Pemasangan yang tidak sesuai dengan *procedure manual* yang telah ditetapkan.
- d. *Spare part* tidak dilakukan penggantian pada waktu yang telah ditentukan dengan maksud penghematan.
- e. Umur *spare part* yang rata-rata kurang baik dan cepat rusak, hal ini diakukan karena *stock spare part* dalam gudang telah habis dan dalam proses menunggu pengiriman *spare part* datang.

## **3. Overhaul**

Kegiatan *maintenance* seperti *overhaul* yang menurut perusahaan disebut juga dengan perawatan total atau perawatan besar, merupakan kegiatan *maintenance* yang perlu dilakukan dikarenakan pemakaian mesin yang terus-menerus, sehingga menyebabkan kondisi mesin menjadi kurang baik. *Overhaul* pada mesin *carding* dilakukan menurut tonasi hasil produksi mesin *carding*, yaitu

berdasarkan setiap rata-rata tonasi 450 dan 800 ton dengan penggantian *wire*, seperti *wire cylinder*, *wire doffer*, *wire licker in*, dan *wire top flat*. Sedangkan hasil produksi mesin *carding* perbulannya rata-rata adalah 30 ton perbulan.

Kegiatan-kegiatan yang dilakukan perusahaan adalah :

1. Membngkar dan membersihkan seluruh bagian-bagian mesin.
2. Mengganti *wire* lama *cylinder liker in*, *top flat* dan *doffer*.
3. Menyetel tensi dan mengencangkan bagian-bagian mesin, baik bagian baru diganti maupun bagian-bagian yang longgar.
4. Penggerasan (pelumasan).

#### **4. *Maintenance Scheduling***

Departemen *spinning* 3 mempunyai jadwal *maintenance* yang dibuat oleh bagian *maintenance* untuk semua kegiatan *maintenance* yang dilaksanakan di departemen 3. biasanya semua rencana dibicarakan dulu dengan manajer pabrik untuk menentukan waktu yang tepat dalam melaksanakan kegiatan *maintenance*. Ha ini perlu diatur agar proses produksi tidak terganggu.

Dengan kegiatan *maintenance* ini, maka perusahaan dapat menekan ongkos produksi dan di lain pihak dapat pula meningkatkan kapasitas produks suatu mesin sehingga estimasi umur ekonomis. Pelaksanaan *maintenance* mesin ini tidak terlepas dari petunjuk pabrik pembuat mesin tersebut. Dalam melaksanakan kegiatan *maintenance*, ada beberapa hal yang diperhatikan oleh perusahaan, misalnya :

1. Ketersediaan *spare part* untuk mengganti bagian-bagian yang mengalami kerusakan untuk memperkecil waktu yang terbuang.
2. Biaya yang akan dikeluarkan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi.
3. Peningkatan kemampuan keahlian teknik melalui latihan khusus dan pengalaman.
4. Tersedianya alat-alat untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi.

Sedangkan jadwal *preventive maintenance* bagi perusahaan disusun berdasarkan :

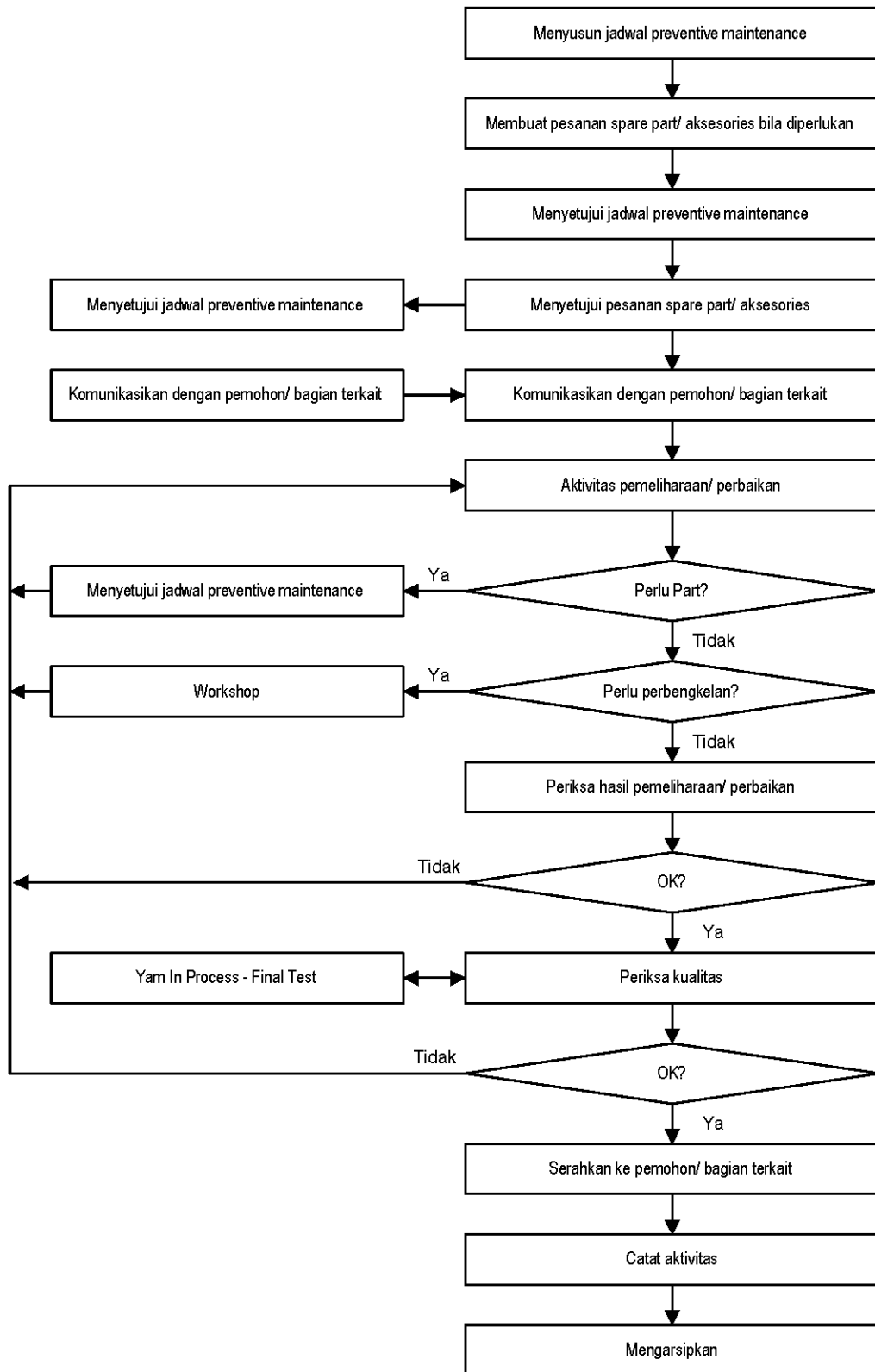
1. Manual mesin, yaitu berdasarkan buku petunjuk mesin yang diterbitkan oleh produsen mesin tersebut, seperti tentang kapan seharusnya dilakukan pelumasan, dan sebagainya.
2. Pengalaman, yaitu didapat dari riwayat alat tersebut seperti kapan terjadi kerusakan, apa yang rusak, mengapa terjadi kerusakan, dan sebagainya, sehingga dapat dibuat suatu langkah pencegahan.
3. Rencana produksi, yaitu berapa lama atau berapa banyak mesin akan berproduksi maka pada setiap jam kerja mesin tertentu atau setiap produksi tertentu dilakukan *maintenance*.

Jadi diharapkan semua kegiatan *maintenance* yang akan dilakukan akan berjalan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami hambatan-hambatan.

Adapun hal-hal yang membuat kegiatan *maintenance* pada perusahaan tidak sesuai jadwal disebabkan karena :

1. Penggantian *item* lain yang lebih kritis, yang dikerjakan lebih awal dari jadwal atau diluar jadwal.
2. Tenaga ahli tidak dapat hadir karena karyawan yang bersangkutan dirumahkan, sakit, atau cuti.
3. Penukaran jadwal *maintenance* yang dianggap lebih penting atau ada yang didahulukan.
4. Ada demo pada mesin baru oleh teknisi luar.
5. *Stok spare part* kosong atau belum datang.

**Gambar 4.1**  
**Arus Aktivitas Kegiatan *Maintenance* pada PT. Natatex**



#### **4.1.1 Maksud dan Tujuan *Maintenance* Mesin pada PT. Natatex**

Adapun maksud dan tujuan perusahaan dalam melaksanakan *maintenance*, antara lain :

1. Dengan adanya kegiatan *maintenance* diharapkan dapat memperpanjang usia mesin.
2. Supaya mesin-mesin yang ada pada perusahaan selalu dalam kondisi siap pakai dan mencegah terjadinya *breakdown*.
3. Menjaga dan meningkatkan kualitas serta mencapai tingkat produksi yang ditetapkan.
4. Mengusahakan tingkat biaya *maintenance* yang rendah dengan harapan kegiatan *maintenance* dilakukan secara efektif dan efisien.

#### **4.1.2 Hubungan *Maintenance* dengan Kelancaran Proses Produksi**

Terdapat suatu hubungan yang erat antara *maintenance* dengan kelancaran proses produksi. Karena *maintenance* merupakan suatu jaminan kelancaran proses produksi. Dapat diperkirakan jika *maintenance* kurang baik maka kemungkinan mesin-mesin akan sering menjadi tidak baik. Hal ini membawa dampak negatif bagi perusahaan, seperti terganggunya kelancaran proses produksi di departemen *weaving* karena departemen *weaving* mendapat pasokan benang dari departemen *spinning*.

Sebaliknya jika *maintenance* berjalan dengan baik, maka jalannya proses produksi akan lancar maka perusahaan mempunyai kemampuan untuk menghasilkan barang yang berkualitas dan peanan pelanggan dapat dipenuhi dengan tepat waktu. Para konsumen cukup puas dengan hasil produksi PT. Natatex yang ditunjukkan dengan pemesanan yang berkelanjutan dari para konsumen.

### 4.1.3 *Economic of Maintenance*

Pada umumnya suatu perusahaan menghadapi beberapa persoalan dalam melaksanakan kegiatan *maintenance* mesin, misalnya persoalan teknis dan persoalan ekonomis. Tetapi PT. Natatex sampai saat ini dapat dikatakan berhasil, persoalan teknis pada mesin *carding* masih dapat ditangani oleh para teknisi PT. Natatex sendiri. Hal ini bisa dilihat dari tahun pembelian mesin-mesin yang sudah berumur 14 tahun, tetapi masih dalam keadaan baik dan masih produktif dalam menghasilkan *silver*. Tetapi mungkin PT. Natatex masih mengalami kesulitan dalam *spare part*, maka penulis akan bahas lebih lanjut pada *point* pemecahan masalah.

Sedangkan untuk persoalan ekonomis lebih menekankan pada masalah efisiensi biaya yang dikeluarkan dan memperhitungkan besarnya biaya yang terjadi dan alternatif tindakan yang akan dipilih untuk dilaksanakan. Mengenai persoalan ekonomis akan penulis bahas lebih lanjut pada pemecahan masalah.

## 4.2 Masalah-masalah *Maintenance* Mesin yang dihadapi Perusahaan

Dalam kegiatannya *maintenance* mesin yang dilakukan PT. Natatex, khususnya pada departemen *spinning* 3 bagian *carding* perusahaan menghadapi masalah-masalah yang harus segera ditanggulangi karena dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi. Masalah-masalah tersebut adalah :

### 4.2.1 *Spare Part*

Mesin-mesin yang dimiliki sebagian besar diimpor dari luar negeri yaitu Jerman, sehingga untuk mendapatkan *spare part* harus memesan dari Jerman. Sedang pemesanan tersebut membutuhkan waktu untuk sampai ke perusahaan. Dalam waktu menunggu proses pengiriman tersebut, perusahaan akan memakai *spare part* lokal yang rata-rata mudah rusak.

#### **4.2.2 Biaya Maintenance**

Mesin-mesin yang digunakan oleh perusahaan adalah mesin semi otomatis, maka kegiatan *maintenance* mesin menjadi lebih kompleks dan perlu mendapatkan perhatian serius serta memerlukan biaya besar. Dalam satu bulan bagian *maintenance cardng* mengeluarkan biaya *preventive maintenance* sebesar Rp 1.200.000,- per mesin dimana seluruhnya terdapat 24 mesin. Sedangkan biaya perbaikan suatu kerusakan adalah sebesar Rp 5.450.000,- per mesin. Oleh karena itu perusahaan perlu meneliti apakah *preventive maintenance* yang rutin itu hemat ataukah akan lebih murah jika menunggu sampai terjadinya kerusakan baru diperbaiki.

### **4.3 Penyelesaian Masalah**

#### **4.3.1 Penyelesaian Masalah Spare Part**

Salah satu hal yang penting dalam perawatan mesin adalah penggantian suku cadang yang rusak atau habis maka pakainya sehingga proses produksi perusahaan tidak mengalami hambatan, oleh karena itu manajer bagian *maintenance* harus berusaha agar selalu tersedianya *spare part* pada saat dibutuhkan. Pemecahan masalah kesukaran *spare part* tersebut dapat diatasi dengan :

1. Apabila dalam proses produksi terdapat *spare part* yang rusak dan sekiranya masih dapat diperbaiki, maka para teknisi akan memperbaikinya dan tidak perlu menggantinya.
2. Perusahaan mengadakan penelitian terhadap *spare part* buatan lokal atau dalam negeri yang sekiranya dapat dipergunakan sebagai pengganti dari suku cadang impor.
3. Perusahaan dapat memperbaiki sistem *spare part* di gudang, dengan mengklasifikasikan jenis-jenis *spare part* berdasarkan lamanya waktu untuk mendapatkannya dan berdasarkan kebutuhan akan *spare part* tersebut.

### 4.3.2 Penyelesaian Biaya *Maintenance*

Terdapat dua alternatif kebijakan *maintenance* mesin, yaitu kebijakan *preventive maintenance* dan *breakdown maintenance* dalam menghadapi masalah biaya *maintenance*. Agar dapat memilih alternatif *maintenance*, maka perlu dilakukan sesuatu analisis berdasarkan data-data masa lalu perusahaan yang berkaitan dengan *maintenance* mesin-mesin *carding*. Setelah biaya *maintenance* dihitung, maka dapat diketahui biaya yang paling ekonomis.

#### 1. *Preventive Maintenance*

Untuk melaksanakan *maintenance* ini perusahaan mengalokasikan dana per bulannya sebesar Rp 1.200.000,- setiap mesin, jadi biaya untuk bagian *carding* yang seluruhnya terdapat 24 mesin adalah Rp. 28.800.000,- Data-data jumlah mesin yang rusak selama tahun 2004 dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 4.1**  
**Data Kerusakan Mesin *Carding***  
**Januari 2004 – Desember 2004**

Bulan	Jumlah Mesin yang Rusak
1	2
2	-
3	2
4	1
5	3
6	2
7	3
8	1
9	2
10	2
11	-
12	2
Total	20

Sumber : PT. Natatex

Setelah diketahui jumlah kerusakan selama tahun 2004, maka probabilitas terjadinya kerusakan mesin dapat dihitung sebagai berikut:

1. Untuk bulan pertama, dengan mesin rusak pada 2 unit mesin, maka kemungkinan kerusakan :  $2/20 \times 100\% = 10\%$
2. Untuk bulan kedua, dengan mesin rusak 0 unit mesin, maka kemungkinan kerusakan :  $0/20 \times 100\% = 0\%$
3. Untuk bulan ketiga, dengan mesin rusak 2 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $2/20 \times 100\% = 10\%$
4. Untuk bulan keempat, dengan mesin rusak 1 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $1/20 \times 100\% = 5\%$
5. Untuk bulan kelima, dengan mesin rusak 3 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $3/20 \times 100\% = 15\%$
6. Untuk bulan keenam, dengan mesin rusak 2 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $2/20 \times 100\% = 10\%$
7. Untuk bulan ketujuh, dengan mesin rusak 3 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $3/20 \times 100\% = 15\%$
8. Untuk bulan kedelapan, dengan mesin rusak 1 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $1/20 \times 100\% = 5\%$
9. Untuk bulan kesembilan, dengan mesin rusak 2 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $2/20 \times 100\% = 10\%$
10. Untuk bulan kesepuluh, dengan mesin rusak 2 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $2/20 \times 100\% = 10\%$
11. Untuk bulan kesebelas, dengan mesin rusak 0 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $0/20 \times 100\% = 0\%$
12. Untuk bulan duabelas, dengan mesin rusak 2 unit, maka kemungkinan kerusakan :  $2/20 \times 100\% = 10\%$

Selanjutnya dari perhitungan diatas dapat diketahui kemungkinan kerusakan kumulatifnya, berikut dituangkan dalam tabel 4.2

Setelah diketahui probabilitas kerusakan yang terjadi, selanjutnya dapat dihitung ekspektasi kerusakan mesin pada setiap bulannya, dengan menggunakan formula:

$$B_n = N \sum_{i=1}^n P_n + B_{(n-1)}P_1 + B_{(n-2)}P_2 + B_{(n-3)}P_3 + \dots B_{(n-i)}P_i$$

Keterangan :

$B_n$  = Ekspektasi jumlah kerusakan yang diperkirakan dalam bulanan

$N$  = Jumlah mesin dalam kelompok

$P_n$  = Probabilitas mesin rusak dalam periode  $n$

**Tabel 4.2**  
**Probabilitas Kerusakan Mesin *Carding***  
**Januari 2004 – Desember 2004**

<i>Maintenance</i> tiap $n$ – bulan	Jumlah mesin yang rusak	Probabilitas kerusakan	Probabilitas kerusakan kumulatif
1	2	0,10	0,10
2	-	-	0,10
3	2	0,10	0,20
4	1	0,05	0,25
5	3	0,15	0,40
6	2	0,10	0,50
7	3	0,15	0,65
8	1	0,05	0,70
9	2	0,10	0,80
10	2	0,10	0,90
11	-	-	0,90
12	2	0,10	1
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	

Sumber : PT Textile Industry, data diolah kembali

Berdasarkan ekspektasi kemungkinan kerusakan mesin yang mungkin terjadi untuk tahun 2004 adalah sebagai berikut:

1. Ekspektasi tahun 2004 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} B_1 &= N (P_1) \\ &= 20 (0,10) \\ &= 2 \end{aligned}$$

Dari ekspektasi tersebut dapat diketahui rata-rata kerusakan perbulannya, yaitu dengan cara membagi ekspektasi kerusakan mesin dengan *preventive maintenance* setiap n bulannya.

Jadi rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-1 adalah:

$$2 / 1 = 2$$

2. Ekspektasi kerusakan mesin dalam dua bulan:

$$\begin{aligned} B_2 &= N (P_1+P_2) + B_1 (P_1) \\ &= 20 (0,10) 2 (0,10) \\ &= 2 + 0,2 \\ &= 2,2 \end{aligned}$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-2 adalah:

$$2,2 / 2 = 1,1$$

3. Ekspektasi kerusakan mesin dalam tiga bulan:

$$\begin{aligned} B_3 &= N (P_1+P_2+P_3) + B_2 (P_1) + B_1 (P_2) \\ &= 20 (0,20) 2,2 (0,10) + 2 (0) \\ &= 4 + 0,22 + 0 \\ &= 4,22 \end{aligned}$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-3 adalah:

$$4,22 / 3 = 1,41$$

4. Ekspektasi kerusakan mesin dalam empat bulan:

$$\begin{aligned} B_4 &= N (P_1+P_2+P_3+ P_4) + B_3 (P_1) + B_2 (P_2) + B_1 (P_3) \\ &= 20 (0,25) 4,22 (0,10) + 2,2 (0) + 2 (0,10) \\ &= 5 + 0,422 + 0 + 0,2 \\ &= 5,622 \end{aligned}$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-4 adalah:

$$5,622 / 4 = 1,41$$

5. Ekspektasi kerusakan mesin dalam lima bulan:

$$\begin{aligned} B_5 &= N (P_1+P_2+P_3+ P_4+P_5) + B_4 (P_1) + B_3 (P_2) + B_2 (P_3) + B_1 (P_4) \\ &= 20 (0,40) 5,622 (0,10) + 4,22 (0) + 2,2 (0,10) + 2 (0,05) \\ &= 8 + 0,5642 + 0 + 0,22 + 0,1 \\ &= 8,8842 \end{aligned}$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-5 adalah:

$$8,8422 / 5 = 1,78$$

6. Ekspektasi kerusakan mesin dalam enam bulan:

$$\begin{aligned} B_6 &= N (P_1+P_2+P_3+ P_4+P_5+P_6) + B_5 (P_1) + B_4 (P_2) + B_3 (P_3) + B_2 (P_4) B_1 \\ &\quad (P_5) \\ &= 20 (0,50) 8,8642 (0,10) + 5,622 (0) + 4,22 (0,10) + 2,2 (0,05) + 2 \\ &\quad (0,15) \\ &= 10 + 0,8842 + 0 + 0,422 + 0,3 \\ &= 11,72042 \end{aligned}$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-6 adalah:

$$11,72042 / 6 = 1,95$$

7. Ekspektasi kerusakan mesin dalam enam bulan:

$$\begin{aligned} B_7 &= N (P_1+P_2+P_3+ P_4+P_5+P_6+P_7) + B_6 (P_1) + B_5 (P_2) + B_4 (P_3) + B_3 (P_4) \\ &\quad B_2 (P_5) + B_1 (P_6) \\ &= 20 (0,65) 11,72042 (0,10) + 8,8842 (0) + 5,622 (0,10) + 4,22 (0,05) \\ &\quad + 2,2 (0,15) + 2 (0,10) \\ &= 13 + 11,72042 + 0 + 0,5622 + 0,33 + 0,2 \\ &= 15,475242 \end{aligned}$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-7 adalah:

$$11,72042 / 7 = 2,21$$

8. Ekspektasi kerusakan mesin dalam enam bulan:

$$\begin{aligned} B_8 &= N (P_1+P_2+P_3+ P_4+P_5+P_6+P_7+P_8) + B_7 (P_1) + B_6 (P_2) + B_5 (P_3) + B_4 \\ &\quad (P_4) B_3 (P_5) + B_2 (P_6) + B_1 (P_7) \\ &= 20 (0,70) 15,475242 (0,10) + 11,72042 (0) + 8,8842 (0,10) + 5,622 \\ &\quad (0,05) + 4,22 (0,15) + 2,2 (0,10) + 2 (0,15) \end{aligned}$$

$$= 14 + 1,5335042 + 0 + 8,8842 + 0,2711 + 0,633 + 0,22 + 0,3$$

$$= 17,8700442$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-8 adalah:

$$17,8700442 / 8 = 2,23$$

9. Ekspektasi kerusakan mesin dalam enam bulan:

$$B_9 = N (P_1+P_2+P_3+ P_4+P_5+P_6+P_7+P_8+P_9) + B_8 (P_1) + B_7 (P_2) + B_6 (P_3) +$$

$$B_5 (P_4) B_4 (P_5) + B_3 (P_6) + B_2 (P_7) + B_1 (P_8)$$

$$= 20 (0,80) 17,8700442 (0,10) + 15,475242 (0) + 11,72042 (0,10) +$$

$$8,8842 (0,05) + 5,622 (0,15) + 4,22 (0,10) + 2,2 (0,15) + 2 (0,05)$$

$$= 16 + 1,7800422 + 0 + 1,172042 + 0,044421 + 0,8433 + 0,422 + 0,33$$

$$+ 0,1$$

$$= 20,69876742$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-9 adalah:

$$20,69876742 / 9 = 2,30$$

10. Ekspektasi kerusakan mesin dalam enam bulan:

$$B_{10} = N (P_1+P_2+P_3+ P_4+P_5+P_6+P_7+P_8+P_9+P_{10}) + B_9(P_1) + B_8 (P_2) + B_7$$

$$(P_3) + B_6 (P_4) + B_5 (P_5) B_4 (P_6) + B_3 (P_7) + B_2 (P_8) + B_1 (P_9)$$

$$= 20 (0,90) 20,69876742 (0,10) + 17,8700442 (0) + 15,475242 (0,10)$$

$$+ 11,72042 (0,05) + 8,8842 (0,15) + 5,622 (0,10) + 4,22 (0,15) + 2,2$$

$$(0,05) + 2 (0,10)$$

$$= 18 + 2,069876742 + 0 + 1,5475242 + 0,586021 + 1,33263 + 0,5622$$

$$+ 0.633 + 0.11 + 0,2$$

$$= 25,034921942$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-10 adalah:

$$25,034921942 / 10 = 2,5034921942$$

11. Ekspektasi kerusakan mesin dalam sebelas bulan:

$$B_{11} = N (P_1+P_2+P_3+ P_4+P_5+P_6+P_7+P_8+P_9+P_{10}+P_{11}) + B_{10} (P_1) + B_9 (P_2) +$$

$$B_8 (P_3) + B_7 (P_4) + B_6 (P_5) B_5 (P_6) + B_4 (P_7) + B_3 (P_8) + B_2 (P_9) +$$

$$B_1(P_{10})$$

$$\begin{aligned}
&= 20 (0,90) 25,034921942 (0,10) + 20,69876742 (0) + 17,8700442 \\
&\quad (0,10) + 15,475242 (0,05) + 11,72042 (0,15) + 8,8842 (0,10) + 5,622 \\
&\quad (0,15) + 4,22 (0,05) + 2,2 (0,10) + (0,10) \\
&= 18 + 2,5034921942 + 0 + 1,7800422 + 0,7737621 + 1,758063 + \\
&\quad 0,88842 + 0,8433 + 0,211 + 0,22 + 0,2 \\
&= 27,1850417142
\end{aligned}$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-10 adalah:

$$27,1850417142 / 11 = 2,47$$

12. Ekspektasi kerusakan mesin dalam duabelas bulan:

$$\begin{aligned}
B_{12} &= N (P_1+P_2+P_3+ P_4+P_5+P_6+P_7+P_8+P_9+P_{10}+P_{11}P_{12}) + B_{11} (P_1) + B_{10} (P_2) \\
&\quad + B_9 (P_3) + B_8 (P_4) + B_7 (P_5) B_6 (P_6) + B_5 (P_7) + B_4 (P_8) + B_3 (P_9) + \\
&\quad B_2 (P_{10}) + B_1 (P_{11}) \\
&= 20 (1) 27,1850417142 (0,10) + 25,034921942 (0) + 20,69876742 \\
&\quad (0,10) + 17,8700442 (0,05) + 15,475242 (0,15) + 11,72042 (0,10) + \\
&\quad 8,8842 (0,15) + 5,622 (0,05) + 4,22 (0,10) + 2,2 (0,10) + 2 (0,10) \\
&= 20 + 2,71850417142 + 0 + 2,069876742 + 0,89350221 + 2,3212863 \\
&\quad + 1,172042 + 1,33263 + 0,2811 + 0,422 + 0,22 + 0,2 \\
&= 31,63094142342
\end{aligned}$$

Sedangkan rata-rata kemungkinan kerusakan untuk bulan ke-10 adalah:

$$31,63094142342 / 12 = 2,64$$

## 2. Breakdown Maintenance

Biaya *breakdown maintenance* yang dianggarkan perusahaan setiap bulannya adalah Rp 5.450.000,- per mesin. Rata-rata kehidupan mesin atau rata-rata umur mesin sebelum rusak diperoleh dengan perhitungan pada tabel 4.3

Perhitungan pada tabel 4.3 tersebut adalah untuk mencari rata-rata umur mesin sebelum rusak. Cara perhitungannya sebagai berikut:

Rata-rata kehidupan mesin =  $\sum$  (bulan sampai terjadinya kerusakan setelah pemeliharaan (i) x probabilitas terjadinya kerusakan (Pi)

Jadi rata-rata umur mesin adalah 6,5 bulan sebelum rusak.

Biaya bulanan total kebijakan *breakdown maintenance* dapat dihitung dengan cara:

$\frac{\text{Jumlah mesin} \times \text{biaya perbaikan per mesin}}{\text{Rata - rata umur mesin sebelum rusak}}$

Biaya bulanan kebijakan *breakdown maintenance* untuk 24 mesin *carding* dengan biaya per mesin Rp 5.450.000,- adalah :

$$\frac{5.450.000 \times 24}{6,5}$$

= Rp 20.123.076,92,- per bulan.

**Tabel 4.3**  
**Perhitungan Untuk Mencari Rata-Rata**  
**Umur Mesin Sebelum Rusak**  
**Januari 2004 – Desember 2004**

<b>Maintenance tiap n – bulan</b>	<b>Probabilitas kerusakan</b>	<b>iPi</b>
1	0,10	0,10
2	-	-
3	0,10	0,30
4	0,05	0,20
5	0,15	0,75
6	0,10	0,60
7	0,15	0,05
8	0,05	0,40
9	0,10	0,90
10	0,10	1,00
11	-	-
12	0,10	1,2
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>6,5</b>

Sumber : PT. Natatex, data diolah kembali

Perhitungan keseluruhan mengenai ekspektasi kerusakan mesin tiap n-bulan, rata-rata kerusakan mesin perbulan, biaya *breakdown maintenance* mesin perbulan, biaya *preventive maintenance* perbulan dan total biaya *maintenance* perbulan dapat dilihat pada tabel 4.4.

Dari tabel tersebut dapat diperoleh biaya perbulan total untuk setiap sub kebijakan *preventive maintenance* seperti ditunjukkan pada tabel tersebut. Dari kolom (f) pada tabel 4.4, dapat disimpulkan bahwa total biaya *maintenance* yang paling rendah (minimum) adalah sebesar Rp 14.859.975,- dan jatuh pada bulan ke-4.

Jadi perusahaan hendaknya melaksanakan *preventive maintenance* setiap 4 bulan sekali karena pelaksanaan ini lebih murah dibandingkan dengan pelaksanaan *breakdown maintenance* yaitu sebesar:

(Rp 20.123.076,92,- -- Rp 14.859.975,00-) = Rp 5.263.101,92,-

**Tabel 4.4**  
**Perhitungan biaya-biaya *maintenance***

(a) Preventive maintenance setiap n bulan	(b) Jumlah kerusakan yang diperkirakan dalam n bulan	(c) Jumlah rata-rata kerusakan per bulan	(d) Biaya kerusakan yang diperkirakan per bulan	(e) Biaya preventive maintenance	(f) Biaya sub kebijakan sanaan maintenance bulanan total yang diperlukan
1	2	2	10.900.000,00	28.800.000,00	39.700.000,00
2	2,2	1,1	5.995.000,00	14.400.000,00	20.395.000,00
3	4,22	1,4067	7.666.333,33	9.600.000,00	17.266.333,33
4	5,622	1,4055	7.659.975,00	7.200.000,00	14.859.975,00
5	8,8842	1,7768	9.683.778,00	5.760.000,00	15.443.778,00
6	11,7204	1,9534	10.646.048,17	4.800.000,00	15.446.048,17
7	15,4752	2,2107	12.048.581,27	4.114.286,00	16.162.867,27
8	17,87	2,2338	12.173.967,61	3.600.000,00	15.773.967,61
9	20,25035	2,999	12.534.253,60	3.200.000,00	15.734.253,60
10	25,0349	2,5035	13.644.032,46	2.880.000,00	16.524.032,46
11	271850	2,4714	13.458.952,49	2.618.182,00	16.077.134,49
12	31,6309	2,6359	14.365.719,23	2.400.000,00	16.765.719,23

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang penulis lakukan serta didukung oleh data-data yang diperoleh dari PT. Natatex, maka penulis dapat mengambil beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Pelaksanaan *maintenance* yang dilaksanakan oleh PT. Natatex, khususnya pada mesin-mesin *carding*, meliputi *preventive maintenance*, *repair / breakdown maintenance*, *overhaul*.
  - a. Mesin yang digunakan perusahaan bersifat *special purpuse machine*.
  - b. Tujuan mengadakan *maintenance* terhadap mesin diharapkan agar dapat memperpanjang usia mesin, keadaan mesin selalu dalam keadaan siap pakai, mengurangi terjadinya gangguan yang akan mengganggu kegiatan produksi, menjaga dan meningkatkan kualitas serta mencapai tingkat produksi yang diinginkan dengan biaya *maintenance* dapat ditekan seminimal mungkin yang dilakukan secara efektif dan efisien.
  - c. Hubungan *maintenance* dengan proses produksi saling keterkaitan satu dengan yang lain.
  - d. Jenis-jenis *maintenance* yang dilakukan perusahaan antara lain:
    - *Preventive Maintenance*  
Pemeliharaan yang dilakukan atas dua macam yaitu *roitrine maintenance* dan *periodic maintenance*. Dimana dalam *preventive maintenance* ini setiap bulan perusahaan mengeluarkan biaya sebesar Rp 1.200.000,- per mesin dengan jumlah seluruh mesin *carding* adalah 24 mesin.

- *Breakdown Maintenance*

Dalam satu bulan, rata-rata biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk *maintenance* ini adalah sebesar Rp. 450.000,- per mesin.

2. Masalah-masalah yang dihadapi perusahaan

- a. Secara umum, kegiatan *maintenance* yang dilakukan perusahaan mengakibatkan biaya *maintenance* yang cukup tinggi.
- b. Perusahaan mengalami kesulitan dalam pengadaan *spare part*, hal ini disebabkan karena untuk mendapatkan *spare part* yang asli perusahaan harus mengimport dari negara pembuat mesin tersebut.

3. Pemecahan masalah *maintenance* mesin

- a. Untuk mencapai biaya *maintenance* yang ekonomis, dapat dilihat bahwa seharusnya pelaksanaan kebijakan yang diambil adalah *preventive maintenance* setiap empat bulan sekali, dimana perusahaan akan mengeluarkan biaya sebesar Rp 14.859.975,00,-. Jika dibandingkan perusahaan melakukan *breakdown* sebesar Rp20.123.076,92,-. Maka perbedaan perawatan sebesar Rp5.263.101,92,-
- b. Dilakukan penelitian terhadap *spare part* buatan dalam negeri yang memiliki kualitas tidak jauh berbeda dengan kualitas suku menjadi lebih mudah dan cepat.

## 5.2 Saran

Berdasarkan simpulan diatas, penulis mencoba memberikan beberapa saran yang mungkin dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi perusahaan guna mencapai efisien dan efektifitas dalam kebijakan *maintenance* mesin.

1. Sebaiknya perusahaan menerapkan metode probabilitas dalam rangka memilih alternatif biaya *maintenance* mesin yang ekonomis.
2. Perlu diadakan suatu pendidikan dan pelatihan untuk tenaga ahli yang direkrut dan/atau memberikan fasilitas kepada karyawan untuk dapat

mengikuti suatu pendidikan dan pengembangan keahlian yang diselenggarakan perusahaan.

3. Perusahaan hendaknya membentuk suatu badan penelitian untuk meneliti dan mengembangkan teknologi pada umumnya dan meneliti mesin pada khususnya.
4. Sebaiknya perusahaan meningkatkan disiplin kerja para karyawan agar gangguan mesin-mesin dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan 2004, "**Manajemen Produksi dan Operasi**", Edisi Revisi, Jakarta; Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Handoko, T Hani, 1999, "**Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi**", edisi Pertama, Yogyakarta; BPFE
- Heyzer, J. Render Barry, 2001, "**Operations Management**", Sixth Edition, New Jersey; Prentice Hall International
- Prawirosentono, Suyadi, 2001, "**Manajemen Operasi, Analisis dan Studi Kasus**", Edisi Ketiga, Jakarta; Bumi Aksara
- Subagyo, Pangestu, 2000, "**Manajemen Operasi**", Edisi Pertama, Yogyakarta; BPFE
- Suryabrata, Sumadi, 2003, "**Manajemen Penelitian**", Edisi kedua, Jakarta; PT Raja Grafindo Persada
- Syarif, Rusli, Tatang Sulaeman , 1976, "**Manajemen Produksi**", Cetakan kedua, Bandung; Lembaga Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Padjadjaran
- Tampubolon, Manahan, 2004, "**Manajemen Operasional**", Edisi Pertama, Jakarta; Ghalia Indonesia