

**PERENCANAAN PERAWATAN MESIN PRODUKSI UNTUK  
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PT. TJIPTA RIMBA  
DJAJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE RCM  
(RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE)**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana  
Di Universitas Medan Area*

**Oleh :**

**ARDHIAT MEGA FAKSI MARPAUNG**

**NIM: 08.815.0029**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2013**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)11/9/23

**JUDUL SKRIPSI** : **Perencanaan Mesin Produksi Untuk Meningkatkan Produktivitas Di PT. Tjipta Rimba Djaja Dengan Menggunakan Metode RCM (Reability Centered Maintenance)**

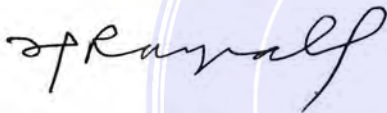
**NAMA MAHASISWA** : **Ardhiat Mega Faksi Marpaung**

**NIM** : **08.815.0029**

**PRODI** : **TEKNIK INDUSTRI**

**MENYETUJUI :**  
**Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**



**(Ir. Rasphal Singh, MT)**

**Pembimbing II**



**(Ir. M. Banjarnahor, MSi)**

**MENGETAHUI :**



**Dekan**

**(Ir. Hj. Haniza, MT)**

**Tanggal Lulus:**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)11/9/23

## SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini.

Medan,



Ardhiat Mega Faksi Marpaung

08.815.0029

## RINGKASAN

*ARDHIAT MEGA FAKSI MARPAUNG, " PERENCANAAN PERAWATAN MESIN PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PT. TJIPTA RIMBA DJAJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE RCM "(RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE)". ( Dibawah bimbingan Ir.Rasphal Singh, MT, sebagai pembimbing I dan Ir. M. Banjarnahor, Msi sebagai pembimbing II )*

PT. Tjipta Rimba Djaja merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri kayu lapis. Permasalahan yang sedang dihadapi PT.Tjipta Rimba Djaja adalah tingginya waktu kerusakan mesin (*downtime*) yang mengakibatkan sistem produksi *plywood* menjadi terganggu. Rata-rata *downtime* perusahaan yang mencapai 5,039% atau 30 jam *downtime* mengakibatkan *profit loss* sebesar Rp.197.833.893 bagi perusahaan. Metode perawatan yang selama ini berjalan di PT. Tjipta Rimba Djaja kurang memperhatikan faktor keandalan/*reliability* mesin produksi dan lebih bersifat *corrective maintenance*. Dengan metode perawatan sekarang, *delay* saat memperbaiki sebuah komponen mesin dapat mencapai 20 menit.

Penelitian ini dilakukan untuk merencanakan perawatan mesin-mesin produksi menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM. Hasil perhitungan interval penggantian komponen dengan kriteria *total minimum downtime* (TMD) menunjukkan bahwa interval pergantian komponen *Bearing 6004 2RS Rotary, Spur knife Rotary, Carbon Brush Continous Dryer, Compression Spring Composer, Bearing 22217-C3 Glue Spreader, O'ring Cold Press, HD Graphite Canvas Sander* adalah 31 hari, 15 hari, 29 hari, 36 hari, 41 hari, 24 hari, dan 15 hari. Metode perawatan RCM yang diusulkan berpotensi memberikan dampak positif yaitu penurunan rata-rata *downtime* komponen kritis sebesar 29,53%, peningkatan *reliability* dan *availability* komponen, peningkatan *maintenance efficiency* sebesar 12,63%, dan peningkatan *profit* sebesar Rp. 58.420.348,6 /bulan.

**Kata kunci:** *Preventive Maintenance, Reliability Centered Maintenance* (RCM), *Reliability Engineering, Availability, Total Minimum Downtime* (TMD), *MVSM, Standard Operating Procedure* (SOP).

## ABSTRAK

*ARDHIAT MEGA FAKSI MARPAUNG , " PLANNING MAINTENANCE MACHINE PRODUCTION FOR IMPROVED PRODUCTIVITY PT. TJIPTA RIMBA DJAJA BY USING RCM "(Reliability Centered MAINTENANCE)". (Under the guidance of Ir.Rasphal Singh, MT, as a supervisor I and Ir. M. Banjarnahor, Msi as supervisor II)*

PT. Rimba Tjipta Djaja is a company engaged in manufacturing plywood. Problems being faced PT.Tjipta Rimba Djaja engine damage is high time (downtime) resulting in plywood production system becomes impaired. The average downtime companies reached 5.039%, or 30 hours of downtime resulting in a loss of profit for the company Rp.197.833.893. Method of treatment which has been running in PT. Rimba Tjipta Djaja less attention to reliability factors / reliability and production machines are more corrective maintenance. With current treatment methods, delay when repairing an engine component can be up to 20 minutes.

Research is underway to plan the maintenance of production machinery using Reliability Centered Maintenance (RCM). The results of the calculation interval total replacement of components with minimum downtime criteria (TMD) showed that the interval change of components Bearing 6004 2RS Rotary, Rotary knife Spur, Carbon Brush Continuous Dryer, Compression Spring Composer, Bearing 22 217-C3 Glue Spreader, Cold Press O'ring, HD Graphite Canvas Sander was 31 days, 15 days, 29 days, 36 days, 41 days, 24 days, and 15 days. RCM treatment method proposed potential positive impact of lower average downtime is a critical component of 29.53%, increasing reliability and availability of components, increasing maintenance efficiency of 12.63%, and an increase in profit of Rp. 58,420,348.6 / month.

**Key Words :** *Preventive Maintenance, Reliability Centered Maintenance (RCM), Reliability Engineering, Availability, Total Minimum Downtime (TMD), MVSM, Standard Operating Procedure (SOP).*

## DAFTAR ISI

<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-4
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-4
1.4 Mamfaat Penelitian .....	I-5
1.5. Batasan dan Asumsi Penelitian .....	I-6
1.6. Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	I-6
<b>BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN</b>	
2.1. Sumber Bahan Baku .....	II-1
2.2 Uraian Tentang Proses Produksi .....	II-2
2.3 Mesin-Mesin Produksi dan Pembangkit Listrik.....	II-11
2.4 Utilitas .....	II-12
2.5 <i>Safety and Fire Protection</i> .....	II-13
2.6 <i>Waste Treatment</i> .....	II-14
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1. Perawatan ( <i>Maintenance</i> ) .....	III-1
3.1.1. Tujuan Perawatan ( <i>Maintenance</i> ) .....	III-1

3.1.2. Pengklasifikasian Perawatan .....	III-2
3.1.2.1. <i>Preventive Maintenance</i> .....	III-3
3.2. <i>RCM (Reliability Centered Maintenance)</i> .....	III-4
3.2.1. Langkah-Langkah Penerapan RCM .....	III-5
3.2.1.1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi...	III-5
3.2.1.2. Pendefinisian Batasan Sistem .....	III-6
3.2.1.3. Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsi .....	III-6
3.2.1.4. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi .....	III-8
3.2.1.5. Failure Mode and Effect Analysis(FMEA) .....	III-8
3.2.1.6. <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	III-9
3.2.1.7. Pemilihan Tindakan .....	III-10
3.3. Keandalan ( <i>Reliability</i> ) .....	III-13
3.3.1. Defenisi Keandalan ( <i>Reliability</i> ) .....	III-13
3.3.2. Konsep <i>Reliability</i> .....	III-14
3.3.3. Pola Distribusi Data dalam Keandalan/ <i>Reliability</i>	III-17
3.4. <i>Availability</i> .....	III-22
3.5. Interval Penggantian Komponen dengan <i>Total Minimum</i> <i>Downtime</i> .....	III-22

**BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

4.1. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	IV-1
4.2 Rancangan Penelitian .....	IV-1
4.3 Objek Penelitian .....	IV-1
4.4 Identifikasi Variabel Penelitian .....	IV-2
4.4.1. Variabel Independen .....	IV-2

4.4.2. Variabel Dependen .....	IV-3
4.5. Kerangka Konseptual Penelitian .....	IV-3
4.6. Instrumen Penelitian .....	IV-5
4.7. Sumber Data .....	IV-5
4.8. Metode Pengumpulan Data .....	IV-6
4.9 Pengolahan Data .....	IV-7
4.9.1 Pengujian Pola Distribusi dan <i>Reliability</i> .....	IV-7
4.9.2 Perhitungan <i>Total Minimum Downtime</i> .....	IV-8
<b>BAB V PENGUMPULAN DATA</b>	
5.1. Pengumpulan Data .....	V-1
5.1.1. Data Waktu Downtime Produksi Tahun 2010-2011	V-1
5.1.2 Data Historis Kerusakan Mesin Produksi .....	V-2
5.1.3. Waktu Perbaikan Korektif Komponen Kritis .....	V-6
<b>BAB VI PENGOLAHAN DATA</b>	
6.1. Kebijakan Perawatan Mesin Sekarang .....	VI-1
6.2. Perhitungan <i>Total Minimum Downtime</i> .....	VI-9
6.3 Rekomendasi Jadwal Pergantian Komponen .....	VI-13
6.4 Evaluasi Sistem Perawatan sekarang dan Usulan.....	VI-14
6.5.1 Penurunan Downtime .....	VI-14
6.5.2 Peningkatan <i>Reliability</i> .....	VI-15
6.5.3 Peningkatan <i>Avalability</i> .....	VI-18
6.5.4 Peningkatan <i>Profit</i> .....	VI-19



## **BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN**

7.1. Kesimpulan .....	VII-1
7.2. Saran .....	VII-2

## **DAFTAR PUSTAKA**





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Mesin-mesin dan peralatan produksi merupakan elemen atau unsur yang sangat penting dalam rangka mendukung kelangsungan produksi sebuah perusahaan manufaktur. Perawatan yang terjadwal sangat diperlukan pada mesin-mesin produksi di perusahaan, karena mesin-mesin dan peralatan produksi sangat rawan dengan timbulnya kerusakan. Terjadinya kerusakan dapat mengakibatkan hambatan dan gangguan produksi. Kegiatan produksi dapat menjadi terhenti dan bahkan keselamatan tenaga kerja menjadi terancam. PT. Tjipta Rimba Djaja merupakan perusahaan yang memproduksi produk *plywood* (kayu lapis) dengan didukung oleh sejumlah mesin dan peralatan yang saling berinteraksi untuk mencapai produktivitas yang optimal.

Mesin-mesin dan peralatan diupayakan untuk bekerja dengan efektif dan efisien sehingga target perusahaan dapat tercapai. Perusahaan menerapkan target atau sasaran produksi untuk produk *plywood* yaitu sekitar 80% adalah untuk sasaran produk *A-grade* dimana produk ini merupakan produk yang akan diekspor ke luar negeri.

Saat ini, yang menjadi kendala dalam produksi yang sering terjadi di PT. Tjipta Rimba Djaja adalah tidak berjalannya kegiatan produksi di rantai produksi akibat adanya kerusakan mesin produksi. Tingginya tingkat *downtime* mesin yang terjadi di perusahaan dari periode Januari 2010 s/d Agustus 2011 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

**Tabel 1.1 Downtime Mesin Produksi Bulan Januari 2010 s/d Agustus 2011**

Tahun	Bulan	Downtime (jam)	Jam operasi (jam)	% downtime
2010	Jan	53,5	600	8,917
	Feb	70,9	552	12,844
	Maret	46,5	624	7,452
	Aprl	24,8	600	4,133
	Mei	36,8	576	6,389
	Juni	33,4	624	5,353
	Juli	50,9	624	8,157
	Agustus	33	600	5,500
	Sept	24,5	576	4,253
	Okt	45,5	624	7,292
	Nov	24,6	600	4,100
	Des	24,2	600	4,033
2011	Jan	24,3	600	4,050
	Feb	7,6	528	1,439
	Maret	8,7	624	1,394
	Aprl	7,2	600	1,200
	Mei	15,6	600	2,600
	Juni	9,8	576	1,701
	Juli	17,9	624	2,869
	Agustus	40,95	576	7,109

Sumber : Mechanical Department PT. Tjipta Rimba Djaja

Berdasarkan tabel di atas, maka dapat dihitung rata-rata *downtime* mesin yang mencapai 5,039% atau 30 jam untuk setiap bulannya. Nilai ini diperoleh dari hasil perhitungan rata-rata *downtime* bulanan dalam periode Januari 2010-Agustus 2011. Hal ini menunjukkan adanya masalah serius dengan sistem perawatan sekarang dimana waktu *downtime* ideal yang dimiliki oleh sebuah mesin adalah 0%. Jika hal ini dikaitkan dengan *profit loss due to downtime* maka dapat dihitung rata-rata *profit loss* setiap bulannya sebesar Rp. 197.833.893 dimana nilai ini diperoleh dari perkalian *profit/jam* dengan *downtime* rata-rata/bulan yaitu Rp.

6.594.463,1/ jam dengan 30 jam/bulan. Nilai *profit*/jam diperoleh dari perkalian *profit*/m<sup>3</sup> dengan kapasitas produksi perusahaan sebesar 8,547 m<sup>3</sup>/jam. Nilai *profit*/m<sup>3</sup> merupakan selisih biaya pokok produksi perusahaan (Rp. 3.436.327/m<sup>3</sup>) dan harga jual produk (Rp. 4.250.000/m<sup>3</sup>). Besarnya nilai *profit loss due to downtime* yang mencapai Rp. 197.833.893 menunjukkan masalah *downtime* telah menjadi masalah serius yang dihadapi perusahaan.

Sistem perawatan yang dilakukan selama ini oleh perusahaan adalah bersifat *corrective maintenance*, dimana pihak perusahaan hanya melakukan perbaikan dengan mencari komponen yang rusak, dan menggantinya dengan komponen yang baru, dan belum ada tindakan untuk mengetahui gejala-gejala dini kerusakan mesin.

Selain itu, pihak perusahaan juga belum memiliki *Standard Operating Procedure* (SOP) perawatan yang jelas sehingga ketika terjadi kerusakan, pihak perusahaan memerlukan waktu yang cukup lama untuk mengidentifikasi kerusakan dan memperbaikinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis keandalan mesin-mesin, meminimisasi waktu *downtime* dan mengusulkan jadwal perawatan serta SOP perawatan mesin produksi di PT. Tjipta Rimba Djaja. Pendekatan yang digunakan adalah metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*). RCM merupakan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan *preventive maintenance* yang terjadwal. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perancangan (*design*) dan kualitas pembentukan *preventive maintenance* yang efektif akan menjamin terlaksananya desain keandalan dari peralatan (Kholid, Ahmad, 2006) .

RCM diharapkan menampilkan sebuah kerangka kerja berdasarkan informasi keadaan untuk perencanaan yang efisien, aplikatif dan mampu sebagai pilihan terbaik dalam penyesuaian atau pengembangan model pemeliharaan yang optimal (Moubray:1997). Kelebihan metode RCM antara lain menghasilkan jadwal perawatan yang paling efisien dengan mengeliminasi kegiatan perawatan yang tidak diperlukan, minimisasi frekuensi *overhaul*, minimisasi *downtime*, minimisasi peluang kegagalan peralatan secara mendadak, memfokuskan perawatan pada komponen-komponen kritis, dan meningkatkan *reliability* (keandalan) komponen. Dengan menggunakan metode ini, maka masalah tentang waktu *downtime* dari kerusakan mesin yang sering terjadi di PT. Tjipta Rimba Djaja dapat direduksi dengan efektif.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka yang menjadi perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Masih terdapatnya *downtime* mesin yang cukup besar dalam sistem perawatan sekarang yang mengakibatkan sistem produksi *plywood* tidak berjalan dengan efektif.
2. Keadaan mesin yang mayoritas sudah tua memerlukan metode perawatan yang lebih memperhatikan konsep *reliability* dan memiliki SOP perawatan yang lebih jelas sehingga fungsi mesin dapat terpelihara dengan baik.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai

berikut:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)11/9/23

1. Ingin mengetahui jadwal penggantian komponen mesin dengan kriteria *Total Minimum Downtime* (TMD) untuk meningkatkan *reliability* dan *availability* komponen
2. Ingin mengembangkan SOP (*Standard Operating Procedure*) perawatan berdasarkan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) sehingga *maintenance efficiency* dapat meningkat.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 1. Bagi Mahasiswa

Memberikan pengalaman dalam menerapkan dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di perkuliahan dan membandingkan antara teori yang diperoleh dengan permasalahan pada perusahaan khususnya mengenai *preventive maintenance* dan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), serta aplikasinya di lapangan.

##### 2. Bagi Departemen Teknik Industri UMA

Sebagai tambahan referensi bagi Departemen Teknik Industri UMA yang dapat digunakan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

##### 3. Bagi Perusahaan

Memberikan masukan bagi perusahaan untuk jadwal perawatan mesin dan penerapan SOP perawatan dalam mengeliminasi kegiatan perawatan yang *non value added*.

### 1.5. Batasan dan Asumsi Penelitian

Batasan terhadap masalah yang akan dianalisis antara lain, yaitu:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada sistem produksi *plywood* PT. Tjipta Rimba Djaja.
2. Data-data kegagalan dan kerusakan yang digunakan adalah data kerusakan mesin produksi *plywood* pada periode 1 Januari 2010- 31 Agustus 2011.

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Perusahaan PT. Tjipta Rimba Djaja memiliki alokasi dana yang cukup untuk mendukung sistem pemeliharaan yang dirancang.
2. Selama penelitian dilakukan, tidak terjadi penambahan jumlah mesin produksi.
3. Operator mekanik bagian perawatan yang bekerja di PT. Tjipta Rimba Djaja adalah operator yang terampil dan mempunyai kompetensi (*skilled*).

### 1.6. Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

#### BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, serta sistematika penulisan tugas akhir.

#### BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Menguraikan tentang sejarah perusahaan, ruang lingkup usaha, lokasi, daerah pemasaran, manajemen dan proses produksi.

#### BAB III LANDASAN TEORI

## UNIVERSITAS MEDAN AREA

Memuat teori-teori yang digunakan dalam pengolahan data dan analisis pemecahan masalah.

#### BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Mengemukakan tahapan-tahapan penelitian mulai dari persiapan hingga penyusunan laporan tugas akhir.

#### BAB V PENGUMPULAN DATA

Menampilkan keseluruhan data penelitian baik primer maupun sekunder yang dilanjutkan dengan pengolahan data untuk membantu pemecahan masalah penelitian.

#### BAB VI PENGOLAHAN DATA

Menganalisis hasil pengolahan data dan mencari solusi untuk pemecahan masalah penelitian.

#### BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Memberikan kesimpulan secara keseluruhan penelitian dan disertai pemecahan masalah serta saran-saran yang bermanfaat bagi pihak perusahaan industri.





## BAB II

### PROSES PRODUKSI

#### 2.1. Sumber Bahan Baku

Bahan baku adalah bahan yang akan diolah atau membentuk suatu bagian integral dari suatu produk dimana bahan tersebut mempunyai peran penting yang sangat besar dan dapat dilihat oleh mata .

Untuk pembuatan kayu lapis ( plywood ) bahan yang digunakan adalah kayu log bulat yang terdiri dari beberapa jenis kayu yang di kelompokkan oleh 3 jenis kelompok kayu yaitu :

Tabel 2.1 Jenis Kelompok Kayu Bulat

Kelompok A	Kelompok B	Kelompok C
Meranti Merah	Kruing ( Minyak )	Merah Rawa
Meranti Putih	Sulien	Durian
Hijau Kapal	Balam	Balam Busa
Pule	Bintangor	Kemiri
Ramin	Semedang	Ketapang
Tumus	Kereta	Mersawa
Merah Bawang	Jelutung	
Kabu-kabu	Pisang-Pisang	
	Utup ( Mangga Hutan )	
	Rengas	
	Jangkang	

*Sumber : bagian rotary PT. TJIPTA RIMBA DJAJA*

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kayu lapis adalah kayu gelondongan (*log*). Dalam pengadaan bahan baku gelondongan, PT. Tjipta Rimba Djaja memasok kayu dari Kalimantan dan Riau. Pelaksanaannya dipercayakan kepada perusahaan lain sebagai pemasok atau penyalur.

## 2.2. Uraian Tentang Proses Produksi

Proses produksi plywood pada pabrik plywood PT. Tjipta Rimba Djaja Medan dilakukan dengan proses kontinu, yaitu dilakukan secara berkesinambungan antara satu proses dengan proses lainnya. Dimulai dari proses persiapan kayu (*log yard*), pembubutan balok kayu (*rotary*), pengeringan (*dryer*), penyambungan (*composer*), perekatan (*glue spreader*), perakitan, dan *finishing*. Tahapan proses pembuatan *plywood* pada PT. Tjipta Rimba Djaja Medan ini dapat diuraikan sebagai berikut:

### Persiapan Log Kayu (*Log Yard*)

#### a. Pemotongan Kayu Gelondong (*Log Cutting*)

Balok-balok yang terdapat dalam tumpukan balok (*log pond*) mempunyai panjang dan diameter yang berbeda. Balok-balok tersebut kemudian dipilih sesuai mutu yang telah ditetapkan, dimana untuk lapisan *face back* (lapisan atas-bawah *plywood*) dan *length core* (lapisan palingtengah *plywood*) biasanya menggunakan balok yang sedikit sekali cacat dan tidak ada busuknya, sedangkan untuk lapisan *cross core* (lapisan tengah *plywood*) umumnya digunakan balok yang mempunyai cacat berupa retak dan sedikit busuk. Setelah pemilihan balok dilakukan, maka balok diangkat dengan *hoist* dan dimasukkan ke *log conveyor* yang terdapat di bagian mesin pemotong balok untuk dilakukan pengukuran dan pemotongan

ukuran balok. Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan *chain saw*, yaitu gergaji mesin bertenaga listrik.

#### b. Pengupasan Kulit Luar

Setelah balok kayu dipotong sesuai ukuran yang ditetapkan, kayu tersebut kemudian dikirim ke mesin pengupas kulit luar dengan bantuan *roller conveyor*. Proses pengupasan dilakukan oleh Mesin *Debarker*. Setelah kulit luar kayu dibuang, balok kayu tersebut kemudian dibersihkan dengan menggunakan air. Tujuan dari pembersihan adalah untuk membuang kotoran. Apabila operator menemukan adanya benda tajam seperti paku yang masih terdapat pada balok, maka harus segera dibersihkan. Hal ini dilakukan untuk mencegah kerusakan pada mata pisau pada saat pembubutan. Sisa dari potongan kulit luar akan diangkut ke gudang bahan bakar

#### **Pembubutan Balok Kayu (*rotary*)**

Batang kayu yang telah dibersihkan tersebut, kemudian diangkut ke bagian pembubutan dengan bantuan *hoist*. Tujuan dari pembubutan adalah untuk menghasilkan *veneer* (lembaran kayu tipis). Kegiatan pembubutan di mesin *rotary* terbagi menjadi 3 kelompok kegiatan yaitu:

1. Persiapan Pisau Persiapan pisau kupas adalah tahapan yang sangat penting sebelum proses pengupasan. Terdapat beberapa jenis sudut mata pisau yang berbeda untuk kupas kayu yang lunak, sedang dan keras. Ditambah dengan pembentukan sudut ganda pada pisau pengupas, dapat meningkatkan daya tahan pisau.

2. Penentuan Titik Pusat Kayu *block* sebelum masuk ke mesin kupas, dicari/ditentukan terlebih dahulu titik pusatnya. Penentuan ini menggunakan cara :

- a. Mesin penerang cahaya (*projector*)
- b. Komputer *charger*,
- c. Mal penentuan titik pusat bontos *block*.

### 3. Pengupasan *Veneer*

Proses pengupasan kayu adalah pembuatan lembaran *veneer* dari kayu bulat. Mesin pengupas yang dipergunakan adalah sistem *rotary*, dimana kayu bundar diputar dengan kecepatan tertentu pada pisau serutan. Sebelum pengupasan dilakukan, ujung pangkal balok disesuaikan dengan ketebalan kupasan yang diinginkan serta terlebih dahulu ditentukan titik pusat batang kayu *central mark projector* yang titik pusatnya sama tinggi dengan titik pusat *spindle* mesin bubut. Pembubutan dilakukan hingga *center log* (inti balok) hanya berukuran 8 inci. *Center log* ini digunakan sebagai bahan bakar.

Setelah *veneer* panjang keluar dari bagian pengupasan, maka lembaran *veneer* tersebut kemudian digulung dengan *reel* untuk dikeringkan selanjutnya. Lembaran-lembaran *face back* (F/B) dan *cross core* (C/C) digulung pada rol *reeling deck*. Lembaran yang tergulung ini memiliki panjang bervariasi tergantung diameter dan mutu balok. Pada saat penggulungan *veneer face back*, kedua sisinya dilekatkan pada pita pelekat agar *veneer* tidak mudah koyak ketika digulung. Sedangkan untuk lembaran *veneer Length Core* (L/C) disimpan dalam bentuk potongan jadi yang disusun dalam *pallet*.

Lembaran *veneer* yang tidak bisa digulung karena terputus-putus akan dipotong dengan mesin potong *veneer* untuk :

1. Penyeragaman ukuran dan potongan guna menyesuaikan dengan jenis pengering (*roller*).
2. Menyisihkan cacat *veneer* sedini mungkin.

### **Pengeringan (*Dryer*)**

Gulungan lembaran-lembaran kayu yang terdapat pada *reeling equipment* kemudian dimasukkan ke dalam mesin pengering (*dryer*) dengan cara memasukkan ujung lembaran-lembaran kayu tersebut terlebih dahulu, kemudian *reeling equipment* akan berputar sesuai dengan kecepatan pengeringan *dryer*.

PT. Tjipta Rimba Djaja menggunakan 2 jenis pengering yaitu *roller dryer* dan *continuous dryer*. Mesin *roller dryer* digunakan untuk mengeringkan lapisan *cross core (C/C)* dan *length core (L/C)* yang terputus-putus. Sedangkan *continuous dryer* digunakan untuk mengeringkan *veneer* dari *reeling* yang berupa gulungan.

Setiap *continuous dryer* terdiri dari dua *deck* yang letaknya sejajar. Untuk *roller dryer* masing-masing terdiri dari *steam* dengan tekanan berkisar 7 kg/cm<sup>2</sup> dan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan temperatur yang dihasilkan 140 °C. Kecepatan lintasan dalam mesin pengering ini disesuaikan dengan ukuran tebal dan jenis kayunya. Kadar air dari lembaran yang keluar dari mesin pengering ini perlu mendapat perhatian, karena berpengaruh terhadap pemakaian bahan perekat dan mutu kayu lapis yang dihasilkan. Jika kayu mengandung air dengan kadar air yang tinggi, maka kayu tersebut tidak tahan lama. Setiap siklus pengeringan dibutuhkan waktu 20-25 menit.

Di setiap mesin pengering ini dilengkapi dengan mesin pemotong otomatis (*arisun clipper*) yang terletak pada setiap ujung pada tempat pengeluaran

lembaran yang melalui poros pengeringan. Pada mesin *deck* ini *veneer* yang keluar dari mesin pengering dipotong secara otomatis sesuai dengan ukuran yang dikehendaki dan hasil pemotongan disusun di atas *pallet* penumpukan. Kecepatan pemotongan ini sama atau sesuai dengan kecepatan pengeringan yang dialami oleh masing-masing lembaran kayu pada mesin pengering. Untuk lembaran-lembaran *cross core* yang putus-putus atau disebut dengan *multipieces core* (mpc) tidak dilakukan pemotongan *auto clipper*, akan tetapi langsung disusun di atas *pallet* yang disediakan.

### Penyambungan (*Composer*)

Pada proses penyambungan, lembaran-lembaran kayu ini mengalami proses pensortiran dan setting. Pada proses penyortiran dilakukan persiapan pekerjaan untuk *cross core* yang dilakukan pada bagian *hand clipper*, sedangkan *face back* dan *length core* dilakukan pada bagian *taping*. Bagian *taping* adalah bagian yang memperbaiki kayu yang koyak dengan kertas lem. Lembaran *cross core* yang telah dikeringkan di mesin pengering terdiri dari dua bagian, yaitu *one pieces core* (*core* yang merupakan lembaran hasil pemotongan di *autoclipper*) dan *multipieces core* (lembaran yang koyak dan terputus-putus).

Pada *one pieces core* (opc) dilakukan proses pemeriksaan dan perbaikan pada bagian-bagian yang cacat, sedangkan pada *multipieces core* (mpc) dilakukan pemotongan pada posisi sejajar dengan serat kayu dan tegak lurus pada posisi lainnya. Potongan-potongan *core* ini disambungkan satu sama lainnya dengan menggunakan benang, sehingga dapat lembaran-lembaran *cross core* dengan ukuran 126 cm x 250 cm. Lembaran-lembaran ini disusun di atas *pallet* dan siap dibawa ke bagian *glue spreader* untuk dirakit.

Pada bagian *setting*, dilakukan pemeriksaan dan perbaikan terhadap *face back* dan *length core*. Bagian-bagian yang berlobang disisip dengan *veneer* yang sama sehingga dihasilkan permukaan yang rata, sedangkan bagian yang koyak disambung dengan menggunakan kertas perekat (*gum tape*) dan pita. Untuk lembaran *face back* dipisah menjadi dua kelompok yaitu kelompok F/B dan kelompok C/C.

A. Kelompok F/B terdiri dari lembaran-lembaran kayu yang hampir tidak ada cacatnya, bergelombang dan koyak. Kelompok ini disiapkan untuk permukaan atas (*face*) dan bawah (*back*) dari kayu lapis

B. Kelompok C/C, yaitu terdiri dari lembaran-lembaran kayu yang kurang baik, yaitu ada bekas tambal dan bekas sambungan-sambungan. Kelompok ini disiapkan untuk permukaan tengah kayu lapis.

Selanjutnya lembaran-lembaran kayu yang telah disortir tersebut disusun sepasang-sepasang (1 F/B dan 1 C/C) dan ditumpuk di atas *pallet*. Bila dikehendaki *plywood* dengan ketebalan 8 mm atau lebih, maka diantara pasangan F/B dan C/C perlu ditambahkan *length core* (L/C). *Length core* yang ditambahkan disesuaikan dengan tebal *plywood* yang dikehendaki. Tujuan dari lembaran yang diselang-seling ini adalah untuk menciptakan kekuatan *plywood* sehingga tidak mudah patah.

### **Perekatan (*Glue Spreader*)**

Pada bagian ini terjadi proses perekatan lembaran satu terhadap lembaran lainnya. Dalam hal posisi ini dari lembaran yang direkat harus tegak lurus satu sama lainnya. Hal ini bertujuan untuk menambah kekuatan produk yang

dihasilkan. Operasi perakitan dan perekatan lembaran-lembaran ini dilakukan pada mesin *glue spreader*.

Bagian utama dari mesin *glue spreader* ini terdiri dari dua *rubber roll* dan dua *doctor roll*. Fungsi *doctor roll* adalah sebagai *roll* distribusi perekat (*glue*) di permukaan *roll* karet. *Doctor roll* terletak pada posisi input sedangkan *rubber roll* terdapat pada posisi output. Proses kerja alat ini adalah sebagai berikut:

- a. *Cross Core* didorong masuk diantara kedua *rubber roll* sehingga kedua permukaan *cross core* dilumuri oleh perekat yang keluar dari *roll*
- b. *Cross core* yang telah diberi perekat melalui *conveyor* diteruskan ke sisi kanan operator (daerah perakitan) dan disatukan dengan *faceback* dan *length core*.

Hasil perakitan pada mesin *glue spreader* ini ditumpukkan di atas *pallet* dan kemudian siap untuk dilakukan proses press dingin bila jumlah hasil perakitan ini sudah memenuhi jumlah yang telah ditentukan.

### ***Veneer Assembly***

#### ***a. Cold Press***

*Pallet* yang berisi lembaran kayu lapis hasil pengerjaan pada mesin *glue spreader* kemudian dibawa ke mesin press dingin dengan cara mendorongnya melalui rel-rel yang telah disediakan. Lembaran-lembaran tersebut disusun pada mesin press dingin sampai ketinggian tertentu dimana mesin ini dapat melakukan penekanan maksimal  $\pm 100$  cm.

Pada mesin ini, susunan lembaran kayu lapis tersebut mendapat tekanan mencapai  $\pm 145$  kg/cm<sup>2</sup> dan  $\pm 175$  kg/cm<sup>2</sup>. Setelah itu, lembaran-lembarankayu lapis tersebut diperiksa dan diperbaiki jika ada kemungkinan terjadi cacat pada lembaran-lembaran tersebut. Sedangkan melalui hasil pemeriksaan dan perbaikan,



kemudian panel tersebut dibawa ke bagian press panas (*hot press*) dengan cara mendorongnya melalui rel yang telah disediakan.

#### b. Press Panas (*Hot Press*)

Panel yang berasal dari mesin press dingin kemudian dimasukkan ke dalam *tray* pada mesin press panas. *Tray* pada mesin ini terdiri dari lembaran-lembaran baja berongga, yang kemudian akan saling menekan satu sama lainnya secara otomatis. Bila rongga-rongga tersebut telah diisi dengan lembaran-lembaran kayu lapis atau panel yang akan dipress panas, kemudian proses pemanasan dan penekanan akan berjalan sekaligus. Temperatur pemanas yang digunakan pada mesin press adalah  $115\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  sedangkan tekanan dan lamanya press tergantung pada ketebalan kayu lapis yang akan dipress. Untuk tekanan umumnya berkisar antara  $145\text{ kg/cm}^3$  dan  $175\text{ kg/cm}^3$ . Tujuan press panas ini adalah untuk mengeringkan perekat yang ada pada lembaran-lembaran kayu lapis sambil merapatkan panel-panel tersebut.

Pada panel ini kemudian dilakukan pemeriksaan dan perbaikan (pendempulan) terhadap bagian atas (*face*) seperti lubang-lubang, lembaran-lembaran yang retak dan bagiannya sehingga akhirnya diperoleh keadaan *face* yang lebih rata. Setelah melalui pemeriksaan dan perbaikan, kemudian panel-panel yang tertumpuk di atas pallet tersebut dibawa ke bagian *sizer*(pemotong) dan *sander* (penghalusan untuk dipotong kedua sisinya) dan diampelas dengan kertas pasir.

#### ***Putty Application***

Pada *work center* ini akan dilakukan pendempulan di mana tujuannya untuk memperbaiki lagi kecacatan dari bagian *press* panas, seperti *press* sampah,

retak, daun timpa, daun kurang, bolong, dan lekang ujung. Dempul harus padat, kalau tidak padat akan mengakibatkan penyusutan.

### ***Finishing***

#### a. Pemotongan Sisi (*Sizing*)

*Sizing* adalah pemotongan sesuai dengan ukuran melalui peralatan pemotong (mesin potong). Panel hasil rakitan masih memiliki ukuran lebih besar dari produk, sehingga perlu dipotong sesuai ukuran. Pemotongan dilakukan dengan memakai gergaji ganda (*double sizer*), yang memotong sisi panjang dan pendek. Pertama-tama, lembaran-lembaran kayu lapis yang tertumpuk pada *pallet* diletakkan satu per satu di atas *flat belt conveyor* secara manual, selanjutnya oleh *conveyor* tersebut diteruskan ke *double sizer* yaitu pemotongan sisi panjang dan lebar. Ukuran potongan yang dihasilkan adalah 122 cm x 244 cm.

#### b. Penghalusan (*Sandering*)

*Sandering* adalah proses pelicinan permukaan hasil potongan sehingga dapat menghasilkan kayu lapis dengan mutu yang baik. Di sini proses penghalusan juga berlangsung otomatis. Lembaran-lembaran kayu lapis yang keluar dari mesin *sander* akan disusun di atas *pallet* yang dilakukan secara manual.

#### c. *Grading*

Setelah lembaran-lembaran kayu lapis keluar dari mesin penghalus, dilakukan pemeriksaan terhadap hasil penghalusan dan kemungkinan cacat lainnya. Pemeriksaan ini dilakukan secara manual oleh pekerja. Lembaran-lembaran kayu lapis yang kurang memenuhi mutu yang telah ditetapkan akan disisihkan untuk diperbaiki sehingga kriteria mutu dapat terpenuhi.

Pemeriksaan mutu ini dilakukan pada saat penyusunan lembaran-lembaran kayu lapis di atas *pallet* yaitu dengan cara mengamati bagian bawah (*back*) dari setiap lembar kayu lapis. Lembaran-lembaran kayu lapis yang telah memenuhi syarat mutu, disusun di atas *pallet* sampai ketinggian tertentu. Setelah itu, operator akan memberikan cap perusahaan pada tiap lembar kayu lapis secara manual. Tumpukan lembaran tersebut dibawa ke bagian pengepakan dengan bantuan kereta sorong.

### **Pengepakan (*Packing*)**

Tumpukan kayu lapis yang telah selesai diberi cap/logo perusahaan kemudian dikirimkan ke bagian pengepakan dengan bantuan kereta sorong. Proses pengepakan dilakukan secara manual oleh operator dimana isi tiap satu pak bervariasi menurut ukuran tebal dari kayu lapis. Setelah dikepak, hasil *packing* kemudian dibawa dengan bantuan *forklift* untuk disimpan di gudang barang jadi dan siap untuk dipasarkan. Pengepakan dilakukan secara manual oleh operator dimana isi tiap satu pak bervariasi menurut ukuran tebal dari kayu lapis. Setelah dikepak, kemudian dengan bantuan *forklift*, lembaran kayu lapis tersebut dibawa ke gudang penyimpanan dan siap untuk dipasarkan.

## **2.3. Mesin-Mesin Produksi dan Pembangkit Listrik**

Mesin-mesin produksi yang digunakan di PT. Tjipta Rimba Djaja adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Mesin Produksi dan Spesifikasinya

Nama Mesin	Brand	Type	Manufacturer	Year	Power
Potong Balok	Dolmar	PS-6400	German	2000	9,8 HP
Debarker Machine	Valon Kor	VK110	Finland	1999	15 HP
Bubut ( Rotary )	Meinan	AL 4-4976	Jepang	1990	30 HP
Continous Dryer	Minami	A7-D2M	Jepang	1993	60 HP
Roller Dryer	Babcock BSH	969698-22	Jerman	1982	40 HP
Composer	Chen-E	NCB-4/2F	Singapore	2008	30 HP
Glue Spreader	Taihei	W23NB	Jepang	1988	45 HP
Cold Press	Taihei	P.12-BB	Jepang	1985	45 HP
Hot Press	Kitagawa	VH8-804	Jepang	1980	50 HP
Sizing	Kikukawa	CV-4-429	Jepang	1988	30 HP
Sander	Kikukawa	BSP-132-V	Jepang	1983	15 HP

#### 2.4. Mesin Pembangkit Listrik

Perusahaan menyediakan mesin pembangkit listrik tenaga listrik (*Diesel Generator Set*) yang merupakan cadangan listrik apabila terdapat gangguan listrik dari PLN

Nama mesin : Diesel Generator

Set Type : 16 V- 71 RC

Keluaran/ merek : USA-GMC

Daya : 600 HP

## 2.5. Utilitas

Pemakaian utilitas sangat penting untuk mendukung operasi/ kegiatan produksi. Adapun utilitas yang digunakan pada PT.Tjipta Rimba Djaja adalah sebagai berikut:

### 1. Boiler

*Boiler* digunakan untuk merebus air sehingga dapat menghasilkan *steam*. *Steam* yang dihasilkan digunakan untuk pengeringan *veneer* pada “*Continuous Dryer*” dan “*Roller Dryer*”. Dalam hal ini, PT. Tjipta Rimba Djaja menggunakan *boiler* sebanyak 3 unit. *Boiler* dilengkapi dengan peralatan seperti:

#### a. Boiler Water Pump

Kegunaannya adalah untuk mengisi air ke dalam *Boiler*. Jumlah *boiler water pump* ada sebanyak 2 unit.

#### b. Kondensor

Kegunaannya adalah untuk pendinginan dalam menjaga tekanan dalam *boiler*.

### 2. Air

Air yang digunakan oleh PT. Tjipta Rimba Djaja adalah berasal dari 2 sumber yaitu PDAM dan air sumur bor. Air yang berasal dari PDAM digunakan untuk keperluan minum karyawan tiap harinya dan untuk membersihkan toilet sedangkan air yang berasal dari sumur bor digunakan untuk pencucian kayu gelondongan, pencucian peralatan, dan steam boiler.

### 3. Tenaga Listrik

PT. Tjipta Rimba Djaja memiliki generator listrik sendiri untuk mengatasi gangguan arus listrik dari PLN.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan (*maintenance*) adalah semua tindakan yang dibutuhkan untuk memelihara suatu unit mesin atau alat di dalamnya atau memperbaiki sampai pada kondisi tertentu yang bisa diterima. ( Dhillon, B.S. 2006 )

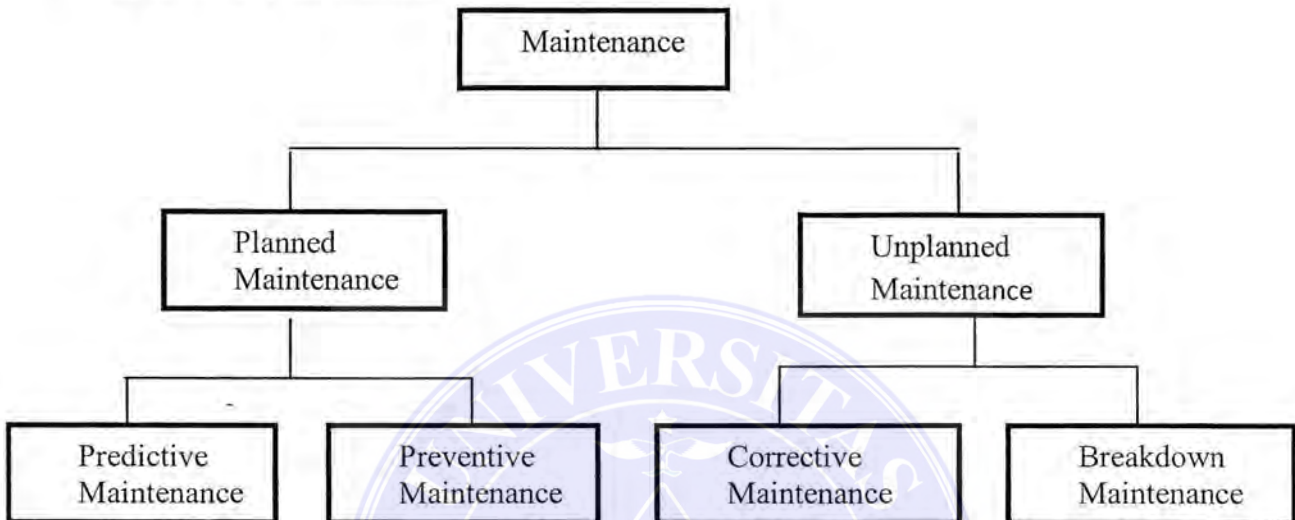
##### 3.1.1. Tujuan Perawatan

Tujuan utama dari perawatan (*maintenance*) antara lain: (Corder, Antony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga. Hal 3)

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan, dan isinya). Hal ini paling penting di negara berkembang karena kurangnya sumber daya modal untuk pergantian.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi (atau jasa) dan mendapatkan laba investasi (*return on investment*) maksimum yang mungkin.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

### 3.1.2. Pengklasifikasian Perawatan

Pendekatan perawatan pada dasarnya dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu *planned* dan *unplanned*. Klasifikasi dari pendekatan sistem perawatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Pengklarifikasian Perawatan**

(Sumber: Corder, Antony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga)

Adapun klasifikasi dari perawatan mesin adalah:

1. *Planned Maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang pelaksanaannya telah direncanakan terlebih dahulu. *Planned maintenance* terbagi atas 2, yaitu:
  - a. *Preventive Maintenance*, suatu sistem perawatan yang terjadwal dari suatu peralatan/komponen yang didesain untuk meningkatkan keandalan suatu mesin serta untuk mengantisipasi segala kegiatan perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya.
  - b. *Predictive maintenance* didefinisikan sebagai pengukuran yang dapat mendeteksi degradasi sistem, sehingga penyebabnya dapat dieliminasi atau

dikendalikan tergantung pada kondisi fisik komponen. Hasilnya menjadi indikasi kapabilitas fungsi sekarang dan masa depan.

2. *Unplanned Maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang pelaksanaannya tidak direncanakan. *Unplanned maintenance* terbagi atas 2, yaitu:
  - a. *Corrective Maintenance*, suatu kegiatan perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi mesin sehingga mencapai standar yang telah ditetapkan pada mesin tersebut.
  - b. *Breakdown Maintenance*, yaitu suatu kegiatan perawatan yang pelaksanaannya menunggu sampai dengan peralatan tersebut rusak lalu dilakukan perbaikan. Cara ini dilakukan apabila efek *failure* tidak bersifat signifikan terhadap operasi ataupun produksi.

### 3.1.2.1. *Preventive Maintenance*

*Preventive maintenance* adalah suatu sistem perawatan yang terjadwal dari suatu peralatan/komponen yang didesain untuk meningkatkan keandalan mesin serta untuk mengantisipasi segala kegiatan perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya. Kegiatan *preventive maintenance* dilakukan erat kaitannya dalam hal menghindari suatu sistem atau peralatan mengalami kerusakan. Pada kenyataannya, kerusakan masih mungkin saja terjadi meskipun telah dilakukan *preventive maintenance*. Ada tiga alasan mengapa dilakukan tindakan *preventive maintenance* yaitu :

1. Menghindari terjadinya kerusakan
2. Mendeteksi awal terjadinya kerusakan



### 3. Menemukan kerusakan yang tersembunyi

#### 3.2. RCM (*Reliability Centered Maintenance*)

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang spesifik pada sebuah lingkungan pengoperasian yang khusus.

RCM dapat didefinisikan sebagai sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin bahwa beberapa asset fisik dapat berjalan secara normal melakukan fungsi yang diinginkan penggunaanya dalam konteks operasi sekarang (*present operating*).

Tujuan dari RCM adalah:

1. Untuk membangun suatu prioritas disain untuk memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif.
2. Untuk merencanakan *preventive maintenance* yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem.
3. Untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan.
4. Untuk mencapai ketiga tujuan di atas dengan biaya yang minimum.

Karena RCM sangat menitikberatkan pada penggunaan *predictive maintenance* maka keuntungan dan kerugiannya juga hampir sama. Adapun keuntungan RCM adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjadi program perawatan yang paling efisien.
2. Biaya yang lebih rendah dengan mengeliminasi kegiatan perawatan yang tidak diperlukan.
3. Minimisasi frekuensi *overhaul*.
4. Minimisasi peluang kegagalan peralatan secara mendadak.
5. Dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen-komponen kritis.
6. Meningkatkan *reliability* komponen.
7. Menggabungkan *root cause analysis*.

### 3.2.1. Langkah-Langkah Penerapan RCM

Sebelum menerapkan RCM, kita harus menentukan dulu langkah-langkah yang diperlukan dalam RCM. Adapun langkah-langkah yang diperlukan dalam RCM dijelaskan dalam bagian berikut:

#### 3.2.1.1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Berikut ini akan dibahas secara terpisah antara pemilihan sistem dan pengumpulan informasi.

##### a. Pemilihan Sistem

Ketika memutuskan untuk menerapkan program RCM pada fasilitas ada dua hal yang menjadi bahan pertimbangan, yaitu:

### 1. Sistem yang akan dilakukan analisis.

Proses analisis RCM sebaiknya dilakukan pada tingkat sistem bukan pada tingkat komponen.

2. Seluruh sistem akan dilakukan proses analisis dan bila tidak bagaimana dilakukan pemilihan sistem.

### b. Pengumpulan Informasi

Pengumpulan informasi berfungsi untuk mendapatkan gambaran dan pengertian yang lebih mendalam mengenai sistem dan bagaimana sistem bekerja.

#### 3.2.1.2. Pendefinisian Batasan Sistem

Jumlah sistem dalam suatu fasilitas atau pabrik sangat luas tergantung dari kekompleksitasan fasilitas, karena itu perlu dilakukan definisi batas sistem. Lebih jauh lagi pendefinisian batas sistem ini bertujuan untuk menghindari tumpang tindih antara satu sistem dengan sistem lainnya.

#### 3.2.1.3. Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsi

Dalam tahap ini ada tiga informasi yang harus dikembangkan yaitu deskripsi sistem, blok diagram fungsi, dan *system work breakdown structure* (SWBS).

##### 1. Deskripsi Sistem

Langkah pendeskripsian sistem diperlukan untuk mengetahui komponen-komponen yang terdapat di dalam sistem tersebut dan bagaimana komponen-komponen yang terdapat dalam sistem tersebut beroperasi. Sedangkan informasi

fungsi peralatan dan cara sistem beroperasinya dapat dipakai sebagai informasi untuk membuat dasar untuk menentukan kegiatan pemeliharaan pencegahan.

Keuntungan yang didapat dari pendeskripsian sistem adalah:

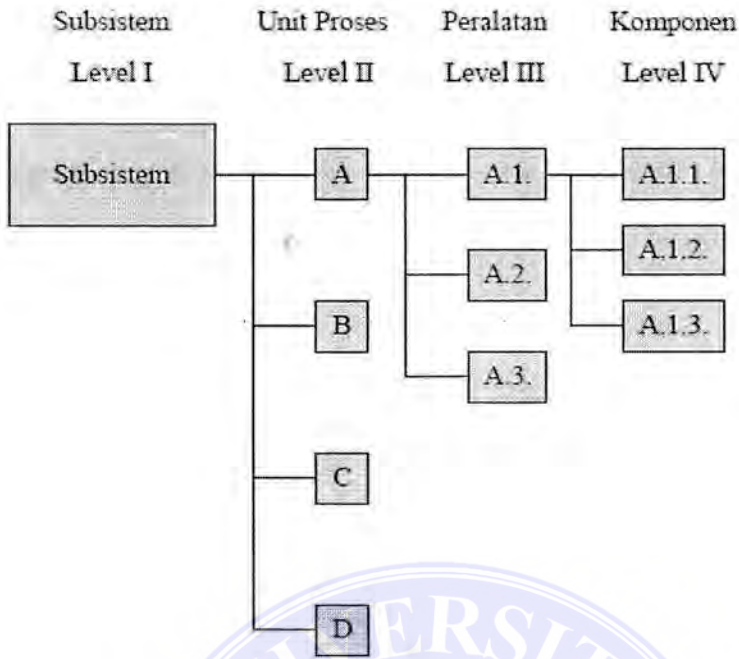
- a. Sebagai dasar informasi tentang desain dan cara sistem beroperasinya yang dipakai sebagai acuan untuk kegiatan pemeliharaan pencegahan di kemudian hari.
- b. Diperoleh pengetahuan sistem secara menyeluruh.
- c. Dapat diidentifikasi parameter-parameter yang menyebabkan kegagalan sistem.

## 2. Blok Diagram Fungsi

Melalui pembuatan blok diagram fungsi suatu sistem maka masukan, keluaran dan interaksi antara sub-sub sistem tersebut dapat tergambar dengan jelas.

## 3. *System Work Breakdown Structure* (SWBS)

*System Work Breakdown Structure* dikembangkan bersamaan dengan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (DoD). Pada tahap ini akan digambarkan himpunan daftar peralatan untuk setiap bagian-bagian fungsi sub sistem. Sistem ini terdiri dari dua komponen utama yaitu diagram dan kode dari subsistem/komponen. Pada Gambar 3.2. berikut ini merupakan contoh *system work breakdown structure* (SWBS).



**Gambar 3.2. Contoh System Work Breakdown Structure**

#### 3.2.1.4. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Pada bagian ini, proses analisis lebih difokuskan pada kegagalan fungsi, bukan kepada kegagalan peralatan karena kegagalan komponen akan dibahas lebih lanjut di tahapan berikutnya (FMEA). Biasanya kegagalan fungsi memiliki dua atau lebih kondisi yang menyebabkan kegagalan parsial, minor maupun mayor pada sistem.

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

FMEA merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen dan menganalisis pengaruh-pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut. Dengan penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan *level* sistem, item-item khusus yang

kritis dapat dinilai dan tindakan-tindakan perbaikan diperlukan untuk memperbaiki desain dan mengeliminasi atau mereduksi probabilitas dari mode-mode kegagalan yang kritis.

### 3.2.1.6. *Logic Tree Analysis (LTA)*

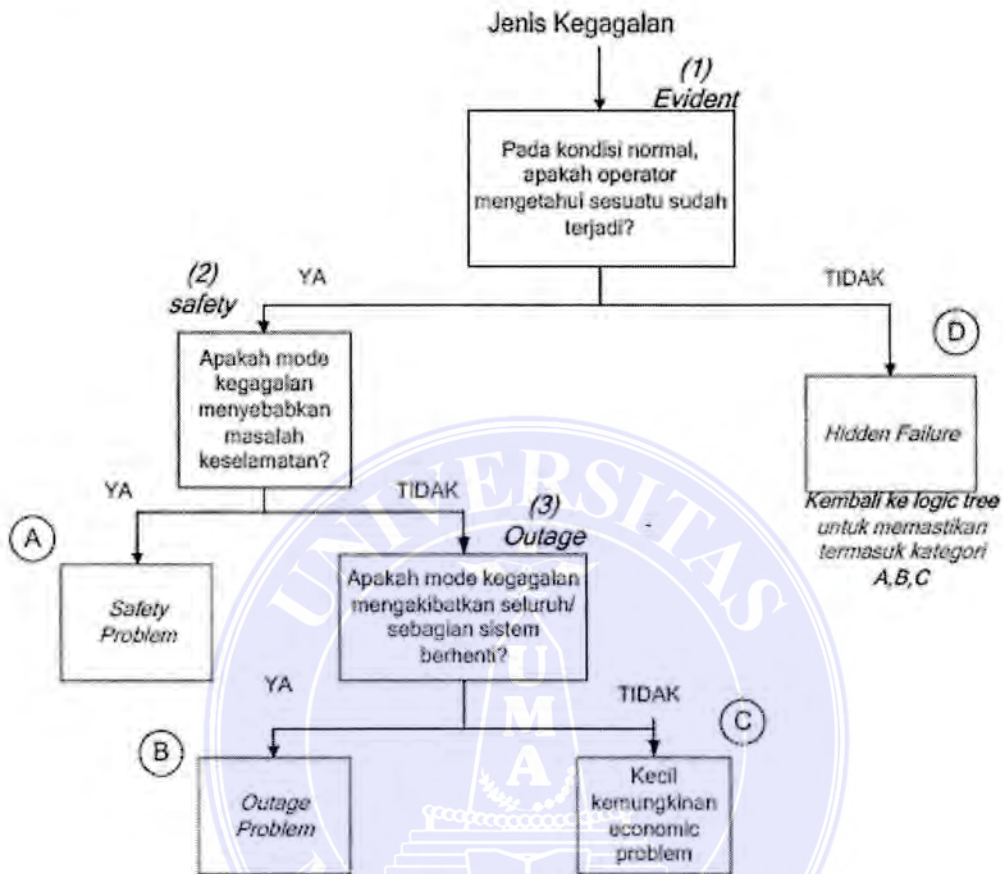
Penyusunan *Logic Tree Analysis (LTA)* memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Analisis kekritisan menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam satu dari empat kategori. Empat hal yang penting dalam analisis kekritisan yaitu sebagai berikut:

- *Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
- *Safety*, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
- *Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti?
- *Category*, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori, yakni:

1. Kategori A (*Safety problem*)
2. Kategori B (*Outage problem*)
3. Kategori C (*Economic problem*)
4. Kategori D (*Hidden failure*)



Pada Gambar 3.3. dapat dilihat struktur pertanyaan dari *Logic Tree Analysis* (LTA).



Gambar 3.3. Struktur *Logic Tree Analysis*

### 3.2.1.7. Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dalam proses RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Tugas yang dipilih dalam kegiatan *preventive maintenance* harus memenuhi syarat berikut:

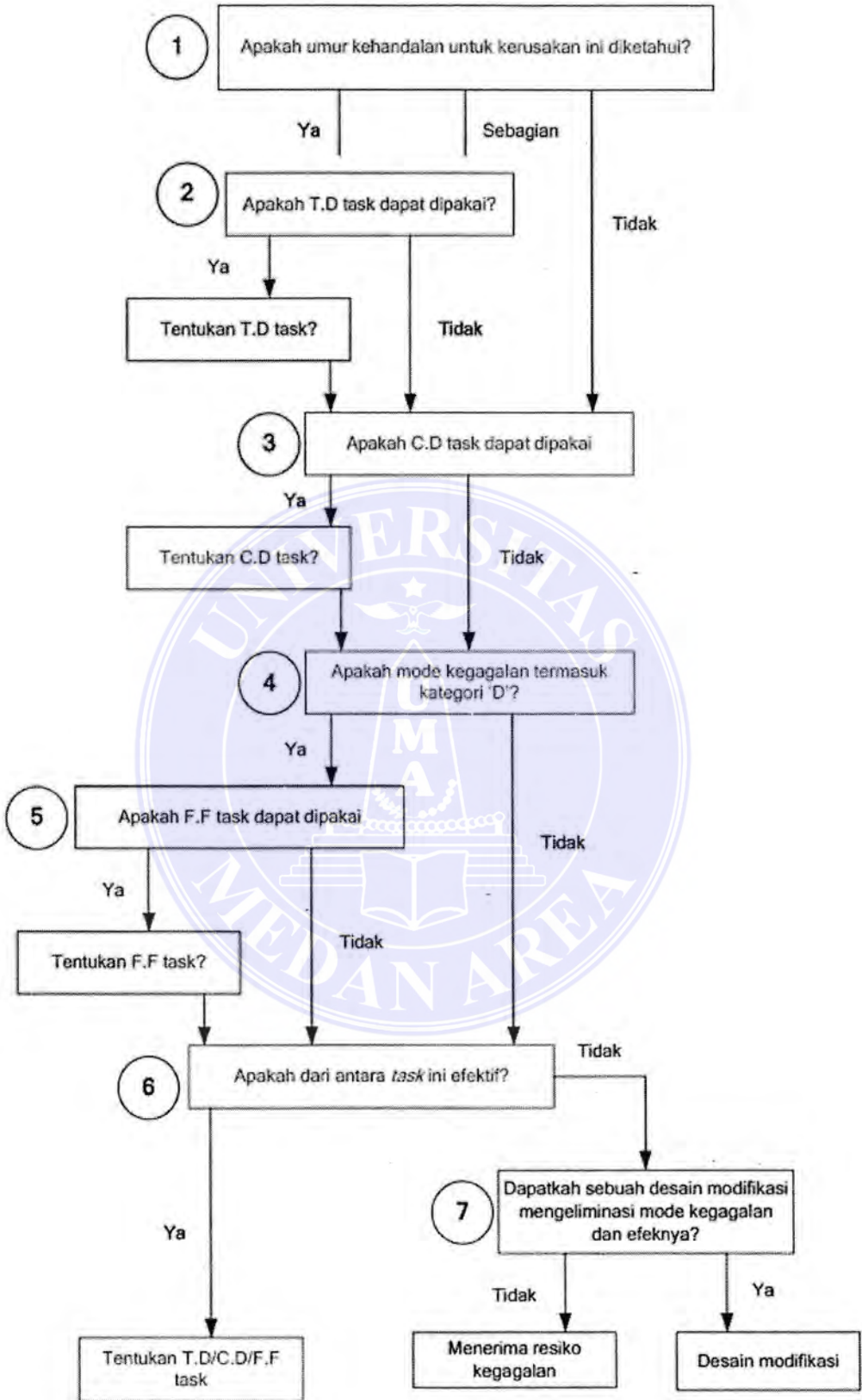
- a. Aplikatif, tugas tersebut akan dapat mencegah kegagalan, mendeteksi kegagalan atau menemukan kegagalan tersembunyi.

- b. Efektif, tugas tersebut harus merupakan pilihan dengan biaya yang paling efektif diantara kandidat lainnya.

Pada Gambar 3.4. berikut dapat dilihat *Road map* pemilihan tindakan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Tindakan perawatan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

1. *Condition Directed* (C.D), tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat, serta memonitoring sejumlah data yang ada.
2. *Time Directed* (T.D), tindakan yang bertujuan untuk melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.
3. *Finding Failure* (F.F), tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.





Gambar 3.4. Road Map Pemilihan Tindakan

### 3.3. Keandalan (*Reliability*)

#### 3.3.1 Defenisi Keandalan (*Reliability*)

Pemeliharaan komponen atau peralatan tidak bisa lepas dari pembahasan mengenai keandalan (*reliability*). Selain keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem pemeliharaan juga keandalan digunakan untuk menentukan penjadwalan pemeliharaan sendiri.

Ukuran keberhasilan suatu tindakan pemeliharaan (*maintenance*) dapat dinyatakan dengan tingkat *reliability*. Secara umum *reliability* dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem atau produk dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan (A.K. Govil. "*Reliability Engineering*". Mc Graw Hill Publishing Co. Hal 6 )

Berdasarkan defenisi *reliability* dibagi atas empat komponen pokok, yaitu:

#### 1. Probabilitas

Merupakan komponen pokok pertama, merupakan input numerik bagi pengkajian *reliability* suatu sistem yang juga merupakan indeks kuantitatif untuk menilai kelayakan suatu sistem. Menandakan bahwa *reliability* menyatakan kemungkinan yang bernilai 0-1

#### 2. Kemampuan yang diharapkan (*Satisfactory Performance*)

Komponen ini memberikan indikasi yang spesifik bahwa kriteria dalam menentukan tingkat kepuasan harus digambarkan dengan jelas.

#### 3. Tujuan yang Diinginkan

Tujuan yang diinginkan, dimana kegunaan peralatan harus spesifik. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa tingkatan dalam memproduksi suatu barang konsumen.

#### 4. Waktu (*Time*)

Waktu merupakan bagian yang dihubungkan dengan tingkat penampilan sistem, sehingga dapat menentukan suatu jadwal dalam dalam fungsi *reliability*. Waktu yang dipakai adalah MTTF (*Mean Time to Failure*) untuk menentukan waktu kritis dalam pengukuran *reliability*.

#### 5. Kondisi Pengoperasian (*Specified Operating Condition*)

Faktor-faktor lingkungan seperti: getaran (*vibration*), kelembaban (*humidity*), lokasi geografis yang merupakan kondisi tempat berlangsungnya pengoperasian, merupakan hal yang termasuk kedalam komponen ini. Faktor-faktornya tidak hanya dialamatkan untuk kondisi selama periode waktu tertentu ketika sistem atau produk sedang beroperasi, tetapi juga ketika sistem atau produk berada di dalam gudang (*storage*) atau sedang bergerak (*trasformed*) dari satu lokasi ke lokasi yang lain.

### 3.3.2. Konsep *Reliability*

Dalam teori *reliability* terdapat empat konsep yang dipakai dalam pengukuran tingkat keandalan suatu sistem atau produk, yaitu:

#### 1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

Pada fungsi ini menunjukkan bahwa kerusakan terjadi secara terus-menerus (*continious*) dan bersifat probabilistik dalam selang waktu  $(0, \infty)$ . Pengukuran kerusakan dilakukan dengan menggunakan data variabel seperti tinggi, jarak, jangka waktu. Untuk suatu variabel acak  $x$  kontinu didefenisikan berikut:

$$1. f(x) \geq 0$$

$$2. \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

$$3. P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx$$

Dimana fungsi  $f(x)$  dinyatakan fungsi kepadatan probabilitas.

## 2. Fungsi Distribusi Kumulatif

Fungsi ini menyatakan probabilitas kerusakan dalam percobaan acak, dimana variabel acak tidak lebih dari  $x$ :

$$F(X) = P(X \leq x) = \int_0^x f(t) dt$$

## 3. Fungsi Keandalan

Bila variabel acak dinyatakan sebagai suatu waktu kegagalan atau umur komponen maka fungsi keandalan  $R(t)$  didefinisikan:

$$R(X) = P(T > t)$$

$T$  : Waktu operasi dari awal sampai terjadi kerusakan (waktu kerusakan) dan  $f(x)$  menyatakan fungsi kepadatan probabilitas, maka  $f(x) dt$  adalah probabilitas dari suatu komponen akan mengalami kerusakan pada interval  $(t_i + \Delta t)$ .  $F(t)$  dinyatakan sebagai probabilitas kegagalan komponen sampai waktu ke  $t$ , maka:

$$F(t) = P(T < t) = \int_{-\infty}^t f(t) dt$$

Maka fungsi keandalan adalah:

$$\begin{aligned}
 R(t) &= 1 - P(T < t) \\
 &= \int_0^x f(t) dt \\
 &= 1 - F(t)
 \end{aligned}$$

Fungsi keandalan/  $R(t)$  untuk *preventive maintenance* dirumuskan sebagai berikut:

$$R(t-nT) = 1 - F(t-nT)$$

dimana  $n$  adalah jumlah pergantian pencegahan yang telah dilakukan sampai kurun waktu  $t$ ,  $T$  adalah interval pergantian komponen, dan  $F(t)$  adalah Frekuensi Distribusi Kumulatif Komponen .

#### 4. Fungsi Laju Kerusakan

Fungsi laju kerusakan didefenisikan sebagai *limit* dari laju kerusakan dengan panjang interval waktu mendekati nol, maka fungsi laju kerusakan adalah laju kerusakan sesaat. Rata-rata kerusakan yang terjadi dalam interval waktu  $t_1$ - $t_2$ , dinyatakan. Kerusakan rata-rata dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{\int_{t_1}^{t_2} f(t) dt}{(t_2 - t_1) \int_{t_1}^{\infty} f(t) dt} \\
 &= \frac{\int_{t_1}^{t_2} f(t) dt - \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt}{(t_2 + t_1) \int_{t_1}^{\infty} f(t) dt} \\
 &= \frac{R(t_1) - R(t_2)}{(t_2 - t_1)R(t_1)}
 \end{aligned}$$

Jika disubstitusikan  $t_1 = t_2$  dan  $t_2 = t + h$  maka akan diperoleh laju kerusakan rata-rata ( $\lambda$ ) adalah:

$$= \frac{R(t_1) - R(t_2)}{hR(t)}$$

Berdasarkan persamaan diatas maka fungsi laju kerusakan.

$$\begin{aligned} h(t) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{hR(t)} \\ &= -\frac{1}{R(t)} \left[ \frac{d}{dt} R(t) \right]; f(t) = -\frac{dR(t)}{dt} \\ &= \frac{f(t)}{R(t)} \end{aligned}$$

### 3.3.3. Pola Distribusi Data dalam Keandalan/Reliability

Pola distribusi data dalam Keandalan/Reliability antara lain:

#### 1. Pola Distribusi Weibull

Distribusi ini biasa digunakan dalam menggambarkan karakteristik kerusakan dan keandalan pada komponen. Fungsi-fungsi dari distribusi Weibull:

##### a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right]$$

$$t \geq \gamma; \alpha, \beta \geq 0$$

##### b. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right]$$

##### c. Fungsi Keandalan

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right]$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

#### d. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

Parameter  $\beta$  disebut dengan parameter bentuk atau kemiringan weibull (*weibull slope*), sedangkan parameter  $\alpha$  disebut dengan parameter skala atau karakteristik hidup. Bentuk fungsi distribusi weibull bergantung pada parameter bentuknya ( $\beta$ ), yaitu:

$\beta < 1$  : Distribusi weibull akan menyerupai distribusi *hyper-exponential* dengan laju kerusakan cenderung menurun.

$\beta = 1$  : Distribusi weibull akan menyerupai distribusi eksponensial dengan laju kerusakan cenderung konstan.

$\beta > 1$  : Distribusi weibull akan menyerupai distribusi normal dengan laju kerusakan cenderung meningkat.

#### 2. Pola Distribusi Normal

Distribusi normal (*Gaussian*) mungkin merupakan distribusi probabilitas yang paling penting baik dalam teori maupun aplikasi statistik. Fungsi-fungsi dari distribusi Normal:

##### a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

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

##### b. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$f(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

### c. Fungsi Keandalan

$$R(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

### d. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Konsep *reliability* distribusi normal tergantung pada nilai  $\mu$  (rata-rata) dan  $\sigma$  (standar deviasi).

## 3. Pola Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal merupakan distribusi yang berguna untuk menggambarkan distribusi kerusakan untuk situasi yang bervariasi. Distribusi lognormal banyak digunakan di bidang teknik, khususnya sebagai model untuk berbagai jenis sifat material dan kelelahan material. Fungsi-fungsi dari distribusi Lognormal:

### a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

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

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

### b. Fungsi Distribusi Kumulatif

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

### c. Fungsi Keandalan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)11/9/23



$$R(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{[\ln(t) - \mu]^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

#### d. Fungsi Lain Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Konsep *reliability* distribusi Lognormal tergantung pada nilai  $\mu$  (rata-rata) dan  $\sigma$  (standar deviasi).

#### 4. Pola Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial sering digunakan dalam berbagai bidang, terutama dalam teori keandalan. Hal ini disebabkan karena pada umumnya data kerusakan mempunyai perilaku yang dapat dicerminkan oleh distribusi eksponensial. Distribusi eksponensial akan tergantung pada nilai  $\lambda$ , yaitu laju kegagalan (konstan). Fungsi-fungsi dari distribusi Eksponensial:

##### a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

##### b. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

##### c. Fungsi Keandalan

$$R(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

##### d. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \lambda$$

#### 5. Pola Distribusi Gamma

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)11/9/23

Distribusi Gamma memiliki karakter yang hampir mirip dengan distribusi Weibull dengan *shape parameter*  $\beta$  dan *scale parameter*  $\alpha$ . Dengan memvariasikan nilai kedua parameter tersebut maka ada banyak jenis sebaran data yang dapat diwakili oleh distribusi Gamma. Fungsi-fungsi dari distribusi Gamma:

#### 1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^\beta T(\beta)} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)\right]; t \geq 0; \alpha, \beta > 0$$

#### 2. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = \int_0^t \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^\beta T(\beta)} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)\right] dt$$

#### 3 Fungsi Keandalan

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$R(t) = \int_t^\infty \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^\beta T(\beta)} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)\right] dt$$

#### 4. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Ada dua kasus khusus berkaitan dengan distribusi gamma. Kasus yang pertama saat ( $\alpha = 1$  dan yang kedua  $\beta = \text{integer}$ , maka saat:

$$\beta = 1;$$

$$f(t) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)\right]$$

$$\beta = \text{integer};$$

$$f(t) = \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^{\beta}(\beta-1)} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right]$$

### 3.4. Availability

*Availability* adalah fraksi waktu dimana komponen dapat menjalankan fungsi yang diinginkan ketika keadaan membutuhkan mesin untuk beroperasi.

Nilai *availability* dapat ditentukan dengan rumus:

$$A(t)=1-D(t)$$

Dimana  $D(t)$  merupakan *downtime*/ fraksi waktu dimana komponen/mesin berada pada kondisi yang tidak baik/tidak dapat digunakan.

### 3.5. Interval Penggantian Komponen dengan Total Minimum Downtime

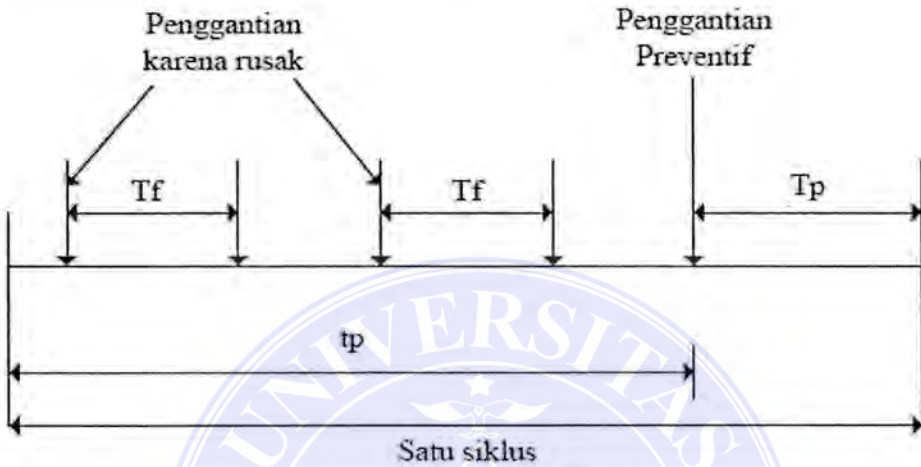
Pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan. Berdasarkan kenyataan bahwa pada dasarnya prinsip utama dalam manajemen perawatan adalah untuk menekan periode kerusakan (*breakdown period*) sampai batas minimum, maka keputusan penggantian komponen sistem berdasarkan *downtime* minimum menjadi sangat penting.

Pembahasan berikut akan difokuskan pada proses pembuatan keputusan penggantian komponen sistem yang meminimumkan *downtime*, sehingga tujuan utama dari manajemen sistem perawatan untuk memperpendek periode kerusakan sampai batas minimum dapat dicapai. Penentuan tindakan preventif yang optimum dengan meminimumkan *downtime* akan dikemukakan berdasarkan

interval waktu penggantian (*replacement interval*).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tujuan untuk menentukan penggantian komponen yang optimum berdasarkan interval waktu,  $t_p$ , diantara penggantian preventif dengan menggunakan kriteria meminimumkan total *downtime* per unit waktu, dapat dijelaskan melalui Gambar 3.5. berikut.



**Gambar 3.5. Penggantian Komponen Berdasarkan Interval Waktu**

Dari Gambar 3.5, dapat dilihat bahwa total *downtime* per unit waktu untuk tindakan penggantian preventif pada waktu  $t_p$ , dinotasikan sebagai  $D(t_p)$  adalah:

$$D(t_p) = \frac{H(t_p)T_f + T_p}{t_p + T_p}$$

$H(t_p)$  = Banyaknya kerusakan (kagagalan) dalam interval waktu  $(0, t_p)$ , merupakan nilai harapan (*expected value*)

$T_f$  = Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena kerusakan.

$T_p$  = Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena tindakan preventif (komponen belum rusak).

$t_p + T_p$  = Panjang satu siklus.

Meminimumkan *total minimum downtime* akan diperoleh tindakan penggantian komponen berdasarkan interval waktu  $t_p$  yang optimum. Untuk

komponen yang memiliki distribusi kegagalan mengikuti distribusi peluang tertentu dengan fungsi peluang  $f(t)$ , maka nilai harapan (*expected value*) banyaknya kegagalan yang terjadi dalam interval waktu  $(0, t_p)$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$H(t_p) = \sum_{i=0}^{t_p-1} \left[ 1 + H(t_p - 1 - i) \right] \int_i^{i+1} f(t) dt$$

$H(0)$  ditetapkan sama dengan nol, sehingga untuk  $t_p = 0$ , maka  $H(t_p) = H(0) = 0$ .



## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Tjipta Rimba Djaja yang beralamat di Jl.K.L.Yos Sudarso Km. 7,5 Tanjung Mulia-Medan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2011.

#### 4.2 Rancangan Penelitian

Berdasarkan metode yang digunakan, penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian action research karena bertujuan untuk mendapatkan suatu rancangan *preventive maintenance* untuk menggantikan *corrective maintenance* yang diterapkan perusahaan saat ini.

*Action research* merupakan salah satu bentuk rancangan penelitian, dalam penelitian tindakan peneliti mendeskripsikan, menginterpretasi dan menjelaskan suatu situasisosial pada waktu yang bersamaan dengan melakukan perubahan atau intervensi dengan tujuan perbaikan. (Madya, S, (2006))

#### 4.3 Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah proses produksi plywood dan sistem perawatan aktual dilantai produksi PT. Tjipta Rimba Djaja.

## 4.4. Identifikasi Variabel Penelitian

### 4.4.1. Variabel Independen

Variabel independen ataupun variabel bebas merupakan variabel penelitian yang mempengaruhi dan menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Yang menjadi variabel bebas dalam penelitian ini adalah

#### 1. Waktu Perbaikan Korektif

Variabel ini menunjukkan waktu yang diperlukan sebuah komponen/mesin untuk diperbaiki ketika terjadi kerusakan mendadak sampai komponen/mesin dapat berfungsi kembali

#### 2. Waktu Perbaikan Preventif

Variabel ini menunjukkan waktu yang diperlukan sebuah komponen/mesin untuk diperbaiki/diganti sebelum terjadi kerusakan (*preventive*)

#### 3. *Life Time*

Variabel ini menunjukkan lama pakai sebuah komponen/mesin dari waktu dipasang sampai ketika terjadi kerusakan

#### 4. Peluang Kerusakan

Variabel ini menunjukkan fungsi kumulatif dari distribusi umur komponen/mesin yang menunjukkan probabilitas untuk mengalami kerusakan

#### 5. Waktu Antar Kerusakan

Variabel ini menunjukkan lama interval waktu antar kerusakan komponen/mesin.

#### 6. Nilai Ekspektasi Kerusakan

Variabel ini menunjukkan nilai ekspektasi kerusakan berdasarkan peluang kerusakan komponen/mesin

### 7. *Downtime Minimum*

Variabel ini menunjukkan fraksi waktu terkecil dimana komponen/mesin berada pada kondisi yang tidak baik/tidak dapat digunakan

### 8. Interval Pergantian Optimum

Variabel ini menunjukkan interval waktu untuk pergantian komponen/mesin dengan mempertimbangkan *downtime minimum*

#### 4.4.2. Variabel Dependen

Variabel dependen atau variabel terikat (variabel yang dipengaruhi) dalam penelitian ini adalah:

##### 1. *Reliability*

Variabel ini menunjukkan probabilitas komponen/mesin dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi dan waktu tertentu

##### 2. *Availability*

Variabel ini menunjukkan fraksi waktu dimana mesin/komponen dapat beroperasi sesuai fungsinya ketika diperlukan untuk beroperasi

##### 3. *Maintenance Efficiency*

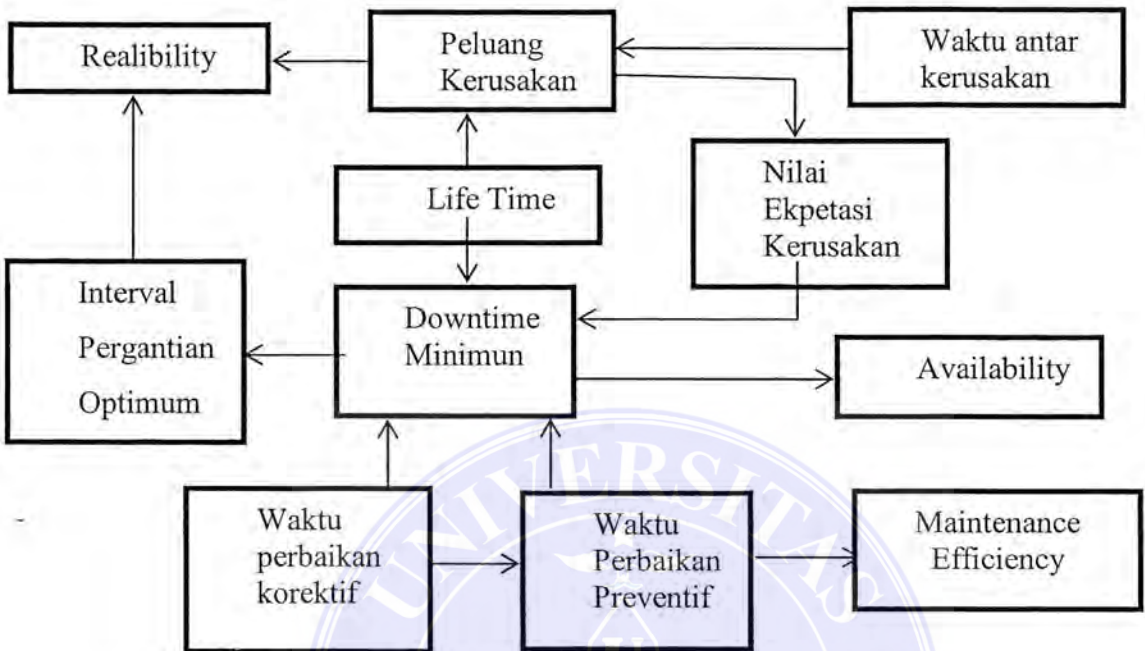
Variabel ini menunjukkan perbandingan waktu perbaikan (*Time To Repair*) dengan total waktu perawatan komponen/mesin.

#### 4.5. Kerangka Konseptual Penelitian

Kerangka konseptual merupakan suatu bentuk kerangka berpikir yang dapat digunakan sebagai pendekatan dalam memecahkan masalah. Biasanya kerangka penelitian ini menggunakan pendekatan ilmiah dan memperlihatkan



hubungan antar variabel dalam proses analisisnya. Adapun gambar kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1. Kerangka Konseptual**

Keterangan:

Peningkatan *Reliability* dipengaruhi oleh peluang kerusakan komponen/mesin dan interval pergantian optimum. Ketika peluang kerusakan komponen/mesin berkurang maka *reliability* akan meningkat. Hal ini dapat dirumuskan dengan persamaan  $R(t)=1-F(t)$ , dimana  $F(t)$  merupakan peluang kumulatif kerusakan komponen/mesin. Peluang kerusakan/  $F(t)$  ini dipengaruhi oleh variabel *life time* dan waktu antar kerusakan dimana semakin besar *life time*( $t$ ) maka peluang kerusakan juga akan secara kumulatif menjadi lebih besar, sedangkan waktu antar kerusakan menunjukkan distribusi data yang mempengaruhi penentuan nilai  $F(t)$ . Nilai peluang kerusakan akan mempengaruhi banyaknya ekspektasi kerusakan yang mungkin terjadi/  $H(t)$ . Semakin besar nilai peluang kerusakan maka nilai ekspektasi kerusakan juga semakin besar. Semakin

menurunnya nilai ekspektasi ini, akan semakin menekan fraksi waktu *downtime* menjadi sekecil mungkin .

*Downtime minimum* akan menentukan interval pergantian optimum bagi komponen/mesin. Dengan adanya interval pergantian optimum ini, maka *reliability* juga akan meningkat. Interval pergantian optimum ini dapat ditampilkan dalam bentuk kalender sebagai jadwal pergantian komponen diperusahaan. Fraksi waktu *Downtime* yang semakin menurun (semakin mencapai minimum) akan mempengaruhi peningkatan *availability* yang semakin maksimal ,dirumuskan dengan persamaan :  $A(t)=1-D(t)$ . Dalam menentukan *Downtime Minimum*, juga dipengaruhi oleh waktu perbaikan korektif dan waktu perbaikan preventif komponen/mesin. Dengan adanya SOP perawatan komponen yang lebih jelas,maka perawatan tentu akan menjadi lebih efisien. Efisiensi perawatan dapat ditunjukkan dengan nilai *maintenance efficiency*.

#### 4.6.Instrumen Penelitian

Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1.Lembar *checklist* yang digunakan untuk mengarahkan observasi (pengamatan) agar terfokus pada objek penelitian.
- 2.Pedoman wawancara yang digunakan untuk mengarahkan wawancara agar dapat diperoleh data yang relevan dengan objek penelitian.

#### 4.7.Sumber Data

Berdasarkan cara memperolehnya maka sumber data yang diperoleh dari penelitian ini terdiri dari :

1. Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari objek penelitian, yaitu:

- a. Uraian proses produksi pembuatan *plywood*
- b. Jenis dan cara kerja mesin

2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dalam bentuk yang sudah jadi, sudah dikumpulkan dan diolah oleh pihak manajemen. Data tersebut adalah data mengenai:

- a. Sejarah Perusahaan
- b. Data kerusakan komponen mesin
- c. Waktu pergantian komponen saat kerusakan
- d. Cara perawatan dan perbaikan mesin
- e. Komponen-komponen mesin produksi *plywood*

#### 4.8. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah berupa:

1. *Teknik Observasi*, yaitu melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian yaitu dengan melaksanakan pengamatan tentang uraian proses produksi, mesin-mesin untuk produksi *plywood*, serta cara kerja mesin produksi *plywood*.
2. *Teknik Wawancara*, yaitu melakukan wawancara dengan teknisi mesin/peralatan terpilih dalam menangani kerusakan mesin/peralatan tersebut.

3. *Dokumentasi Data Perusahaan*, yaitu melihat buku-buku atau dokumentasi dari perusahaan yang berhubungan dengan data yang diperlukan, seperti waktu kerusakan mesin dan jenis kerusakan mesin.
4. *Studi Literatur*, yakni membaca buku-buku dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* dalam perancangan *preventive maintenance*.

## 4.9 Pengolahan Data

### 4.9.1 Pengujian Pola Distribusi dan *Reliability*

Sebelum kajian keandalan (*reliability*) dilakukan, data kerusakan komponen perlu diuji distribusinya untuk memenuhi syarat pemakaian *reliability*. Data yang ada diuji dengan menggunakan 5 pola distribusi, yaitu distribusi weibull, normal, gamma, lognormal, dan eksponensial (distribusi yang lazim digunakan dalam *reliability*).

*Software* yang digunakan dalam pengujian inia dalah *easy fit professional 5.2*. *Easyfit professional 5.2* merupakan *software* untuk membantu pengujian pola distribusi. Alasan menggunakan *Easy fit professional 5.2* dibandingkan dengan *software* yang lain karena *Easy fit professional 5.2* menyediakan pengujian untuk semua pola distribusi yang digunakan dalam *realibility*. Setelah diperoleh pola distribusi dari interval kerusakan komponen akan digambarkan konsep keandalan dari komponen dalam bentuk grafik dengan menggunakan *software easy fit professional 5.2*. Konsep keandalan terdiri atas empat bagian, yakni *Probability Density Function (PDF)*, *Cumulative Distribution Function (CDF)*, *Reliability Function*, dan *Hazard Function*.

## UNIVERSITAS MEDAN AREA

#### 4.9.2 Perhitungan *Total Minimum Downtime*

Dalam tahap ini akan dilakukan perhitungan total minimum downtime dengan rumus:

$$D(tp) = \frac{H(tp)Tf + Tp}{tp + Tp}$$

dimana:

$H(tp)$  = Banyaknya kerusakan (kagagalan) dalam interval waktu  $(0, tp)$ , merupakan nilai harapan (*expected value*)

$Tf$  = Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena kerusakan.

$Tp$  = Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena tindakan preventif (komponen belum rusak).

$tp + Tp$  = Panjang satu siklus.

## BAB V

### PENGUMPULAN DATA

#### 5.1. Pengumpulan Data

Pengamatan dilakukan pada bagian lini produksi *plywood* PT. Tjipta Rimba Djaja. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data waktu *downtime* produksi, data historis kerusakan mesin dan waktu perbaikan korektif komponen kritis periode Januari 2010-Agustus 2011.

##### 5.1.1. Data Waktu *Downtime* Produksi Tahun 2010-2011

Data waktu *downtime* pada rantai produksi di PT. Tjipta Rimba Djaja dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1. *Downtime* Mesin Produksi Bulan Januari 2010 s/d Agustus 2011**

Tahun	Bulan	<i>Downtime</i> (jam)	Jam operasi (jam)	% <i>downtime</i>
	Jan	53,5	600	8,917
	Feb	70,9	552	12,844
	Maret	46,5	624	7,452
	Aprl	24,8	600	4,133
	Mei	36,8	576	6,389
2010	Juni	33,4	624	5,353
	Juli	50,9	624	8,157
	Agustus	33	600	5,500
	Sept	24,5	576	4,253
	Okt	45,5	624	7,292
	Nov	24,6	600	4,100
	Des	24,2	600	4,033
	Jan	24,3	600	4,050
2011	Feb	7,6	528	1,439
	Maret	8,7	624	1,394

Tahun	Bulan	Downtime (jam)	Jam operasi (jam)	% downtime
	Aprl	7,2	600	1,200
	Mei	15,6	600	2,600
2011	Juni	9,8	576	1,701
	Juli	17,9	624	2,869
	Agustus	40,95	576	7,109

Sumber : Mechanical Departement PT. Tjipta Rimba Djaja

### 5.1.2 Data Historis Kerusakan Mesin Produksi

Jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada mesin-mesin produksi PT. Tjipta Rimba Djaja dari periode januari 2010-Agustus 2011 diuraikan sebagai berikut :

#### 1. Mesin Pemotong Kayu Bulat ( *Log Cutting Machine* )

- a. *Spocket* Aus
- b. *Bearing 6307-2RS* Rusak
- c. *Quick Coupling* mesin lepas
- d. Rantai Pisau Putus

#### 2. Mesin Pengupas Kulit luar (*Debarking Machine* )

- a. *Seal Piston* Bocor
- b. *N/C Guide Roller* Aus

#### 3. Mesin Pembubutan Rotary

- a. *Pit Roll* Aus
- b. *Bearing 6004 2RS* Aus
- c. *Spur Knife* Patah

d. *Knap Roll* Aus

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)11/9/23

4. Mesin *Continuous Dryer*

- a. *Carbon brus* hretak
- b. *Oring* piston angin rusak

5. Mesin *Roller Dryer*

- a. *Steel Belt Lacing Roller Dryer* Putus

6. Mesin *Composer*

- a. *Compression Spring* tidak elastis
- b. *Clause brake* rusak
- c. *Heater* mesin rusak

7. Mesin *Glue Spreader*

- a. *Roll* karet aus
- b. *Bearing* rol aus
- c. Tali Kipas *Glue Spreader* Putus

8. Mesin Press Panas

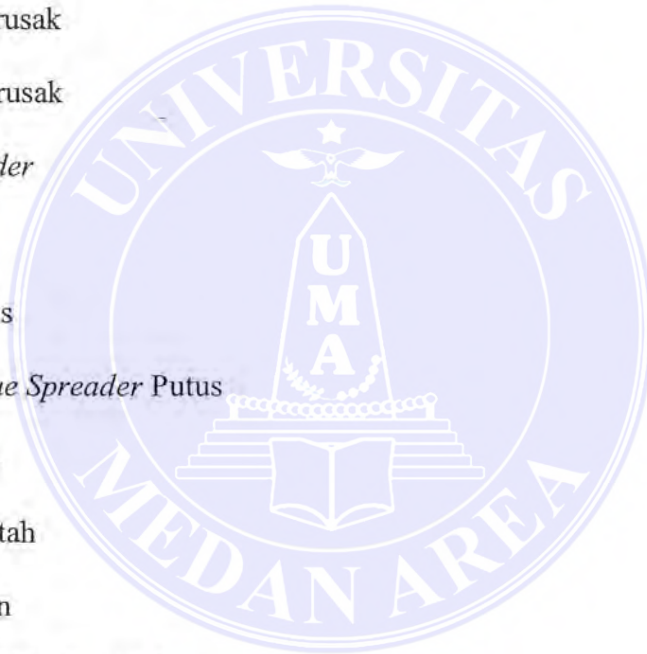
- a. Pipa Steam patah

9. Mesin Press Dingin

- a. *O'ring* piston hidrolik rusak
- b. *Quick coupler* hidrolik rusak

10. Mesin *Sizing*

- a. Rantai RS 60 putus
- b. Pisau samping tidak memotong (baut samping *loss*)







## 11. Mesin Sander

- a. Roll karet aus
- b. Selang nylon angin lepas
- c. HD Graphite Canvas mesin rusak

Berdasarkan laporan kerusakan komponen di Lampiran 2, maka data kerusakan/kegagalan mesin dan komponen mesin direkapitulasi dan ditampilkan dalam bentuk Tabel 5.2 sebagai berikut:

**Tabel 5.2. Frekuensi Kerusakan Mesin-Mesin Produksi PT. Tjipta Rimba Djaja (Januari 2010 s/d Agustus 2011)**

No.	MESIN	KOMPONEN	FREK. KERUSAKAN	Total
1	MESIN POTONG BALOK	Spocket	4	19
		Bearing 6307 – 2 RS	6	
		Quick Coupling	2	
		Rantai pisau	7	
2	MESIN KUPAS BALOK	Seal Piston	5	8
		N/C Guide Roller	3	
3	ROTARY	Pit Roll	3	51
		Knap Roll	3	
		Bearing 6004 2 RS	15	
		Spur Knife	30	
4	CONTINUOUS DRYER	Carbon Brush	16	21
		O'ring	5	
5	ROLLER DRYER	Steel Belt Lacing	3	3
6	COMPOSER	Compressing Spring	13	20
		Clause Brake	4	
		Heater	3	
		Rubber Roll	4	

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)11/9/23

7	GLUE SPREADER	Bearing 22217 – C3	13	22
		Tali kipas	5	
8	COLD PRESS	O'ring	19	23
		Quick Coupler	4	

Sumber : Mechanical Department PT. Tjipta Rimba Djaja

Interval waktu kerusakan komponen kritis (komponen yang frekuensi kerusakannya tinggi) ditampilkan pada Tabel 5.3. Data ini diperoleh dari laporan kerusakan di Lampiran 2.

**Tabel 5.3. Interval Waktu Kerusakan Komponen Kritis (Hari)**

No.	Rotary		Continuos Dryer	Composer	Glue Spreader	Cold Press	Sander
	Bearing 6004 2 RS	Spur Knife	Carbon Brush	Compression Spring	Bearing 22217 – C3	O' ring	HD Graphite Canvas
1	53	17	32	44	55	32	19
2	19	21	46	41	51	38	24
3	59	7	42	50	44	28	32
4	29	28	45	45	50	26	36
5	43	25	31	42	46	28	8
6	48	31	32	54	59	35	35
7	56	25	30	39	54	40	31
8	43	31	36	58	48	34	28
9	30	27	43	59	50	26	21
10	38	29	37	52	41	33	21
11	28	7	47	60	45	23	18
12	27	20	40	37	49	29	15
13	48	10	32			23	33
14	55	12	36			28	21
15		27	48			35	10
16		21				39	26

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)11/9/23

17		27				36	24
18		28				34	17
19		8					24
20		13					23
21		9					28
22		35					18
23		11					30
24		25					12
25		15					23
26		33					
27		20					
28		12					
29		18					

Sumber : Mechanical Department PT. Tjipta Rimba Djaja

### 5.1.3. Waktu Perbaikan Korektif Komponen Kritis

Adapun waktu perbaikan korektif untuk masing-masing komponen kritis dari Tabel 5.3. dapat dilihat pada Tabel 5.4.

**Tabel 5.4. Waktu Perbaikan Korektif Komponen Kritis**

NO	KOMPONEN	WAKTU PERBAIKAN KOREKTIF ( menit )
1	<i>Bearing 6004 2RS Rotary</i>	166
2	<i>Spur Knife Rotary</i>	56
3	<i>Carbon Brush Continous dryer</i>	74
4	<i>Compression Spring Composer</i>	51
5	<i>Bearing 22217-C3 Glue Spreader</i>	116
6	<i>O'ring Cold Press</i>	81
7	<i>HD Graphite Canvas Sander</i>	61

Sumber : Mechanical Department PT. Tjipta Rimba Djaja

**Tabel 5.5 Data waktu perbaikan mesin dari waktu downtime perbulan**

Bulan	Tanggal Kerusakan	Data Kerusakan	Lama perbaikan waktu ( jam )
JANUARI	4 Januari 2010	Rantai pisau mesin potong balok	3
	8 Januari 2010	Steel Belt lacing roller dryer	4.5
	8 Januari 2010	Bearing 6307-2RS M.Potong Balok	5
	11 Januari 2010	Spur Knife Mesin Rotary	3
	12 Januari 2010	Bearing 2217-C3 Glue Spreader	1.5
	15 Januari 2010	Carbon Brush Continous Dryer	4
	15 Januari 2010	HD Graphite Canvas Sander	11
	18 Januari 2010	O'ring Cold Press	2
	20 Januari 2010	Bearing 6004 2RS Rotary	6
	23 Januari 2010	Seal piston M. Kupas kulit	4
	23 Januari 2010	Rantai RS 60 Sizing	7
	28 Januari 2010	Spur Knife Mesin Rotary	3
FEBRUARI	3 Februari 2010	HD Gravite Canvas Sander	13
	4 Februari 2010	Quick Coulper cold press	5.4
	13 Februari 2010	N/C Guide Roller Dryer	6
	16 Februari 2010	Carbon Brush Continous Dryer	5.5
	16 Februari 2010	Rubber Roller Sander	8
	18 Februari 2010	SPUR knife Mesin Rotary	3
	19 Februari 2010	O'ring Cold Press	2
	20 Februari 2010	Pit Roll Rotary	8

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MARET	25 Februari 2010	Spur knife Mesin Rotary	6
	27 Februari 2010	HD Graphite Canvas Sander	10
	27 Februari 2010	Tali Kipas Glue Spreader	4
	4 Maret 2010	Quick Coupling M.Potong Balok	8
	5 Maret 2010	Compression Spring Compuser	4.5
	8 Maret 2010	Bearing 2217C3 Glue Spreader	4
	12 Maret 2010	Heater Compuser	4
	17 Maret 2010	Bearing 6004 2RS Rotary	6
	25 Maret 2010	Spur knife Rotary	6
	29 Maret 2010	O'ring Cold Press	2
	31 Maret 2010	HD Graphite Canvas Sander	12
APRIL	3 April 2010	Carbon Brush Continous Dryer	5.2
	3 April 2010	Bearing 60042RS Rotary	2
	14 April 2010	Rantai Pisau M.Potang Balok	3.4
	15 April 2010	Spur Knife Mesin Rotary	2.2
	26 April 2010	O'ring Cold Press	2
	28 April 2010	HD Graphite Canvas Sander	9
	29 April 2010	Bearing 6307 2RS M.Potong Balok	1
MEI	4 Mei 2010	HD Graphite Canvas Sander	11
	10 Mei 2010	O'ring Continous Dryer	6.2
	15 Mei 2010	Carben Brush Continous Dryer	9.6
	20 Mei 2010	Spur Knife Mesin Rotary	7
	22 Mei 2010	O' ring Cold Press	2

JUNI	3 juni 2010	Bearing 6004 2RS Rotary	3.2
	4 Juni 2010	Compression Press Compuser	2
	5 Juni 2010	Seal piston M. Kupas Balok	4
	11 Juni 2010	Clause Brake Compuser	2.2
	14 Juni 2010	Spur knife Rotary	3
	19 Juni 2010	O'ring Cold Press	2
	19 Juni 2010	Steam Pipe Hot Press	4
	22 Juni 2010	Rantai RS 60Sizing	5
	24 Juni 2010	Steel Belt Lacing Roller Dryer	3
	29 Juni 2010	Carbon Brush Continous Dryer	5
JULI	2 Juli 2010	Bearing 6004 2RS Rotary	6
	2 Juli 2010	Spocket M.Potong Balok	4.4
	9 Juli 2010	HD Graphite Canvas Dryer	11
	13 Juli 2010	Rantai Pisau Potong Balok	5
	15 Juli 2010	Spur Knife rotary	3
	19 Juli 2010	Compression Spring Compuser	3.5
	23 Juli 2010	O'ring Continous Dryer	6
	24 Juli 2010	O'ring Cold Press	2
	30 Juli 2010	Carbon Brush Continous Dryer	8
	31 Juli 2010	Quick Coulper Cold Press	3
	6 Agustus 2010	Selang Nilon Sander	1
	6 Agustus 2010	Rubber Roll Glue Spreader	1.1
	11 Agustus 2010	Spur Knife rotary	4

AGUSTUS	14 Agustus 2010	Bearing 6004 2RS Rotary	2
	14 Agustus 2010	Steel Belt Lacing Roller Dryer	1
	18 Agustus 2010	Baut Pisau Samping Sizing	1
	21 Agustus 2010	HD Graphite Canvas Sizing	11
	27 Agustus 2010	Compression Spring Compuser	4
	30 Agustus 2010	Carbon Brush Continous Dryer	6
SEPTEMBER	2 September 2010	O' ring Cold Press	2
	4 September 2010	Rubber Roll Sander	4.5
	9 September 201	Spur knife Rotary	3
	15 September 2010	Tali Kipas Glue Spreader	1
	16 September 2010	Spur knife Rotary	3.5
	23 September 2010	HD Graphite Canvas Sander	10
	24 September 2010	Heater compuser	4
30 September 2010	Carbon Brush Continous Dryer	6	
OKTOBER	1 Oktober 2010	Bearing 6004 2RS Rotary	3.4
	5 Oktober 2010	HD Graphite Canvas Sander	11
	6 Oktober 2010	Heater Composer	3
	6 Oktober 2010	Pit Roll Rotary	1
	6 Oktober 2010	Carbon Brush Continous Dryer	5
	7 Oktober 2010	Spur Knife Mesin Rotary	4
	12 Oktober 2010	O'ring Continous Dryer	3
	12 Oktober 2010	Steam Pipe Hot Press	1
	16 Oktober 2010	Clause Brake Compuser	5

	20 Oktober 2010	HD Graphite Canvas Sander	10
	23 Oktober 2010	Compressin Spring Compuser	3.5
	28 Oktober 2010	Spur Knife Mesin Rotary	3
NOVEMBER	1 November 2010	O'ring Cold Press	4
	5 November 2010	Carbon Brush Continous Dryer	3
	13 November 2010	Bearing 2217C3 Glue Spreader	2.4
	22 November 2010	HD Graphite Canvas Sander	9.6
	24 November 2010	Spur knife Rotary	4
	26 November 2010	Bearing 6004 2RS Rotary	5.2
	26 November 2010	N/C Guide Roller M.kupas Balok	2
DESEMBER	1 Desember 2010	Compression Spring Compuser	3
	4 Desember 2010	O'ring Cold press	2
	15 Desember 2010	HD Graphite Canvas Sander	8
	18 Desember 2010	Spur Knife Rotary	2
	20 Desember 2010	Carbon Brush Contunous dryer	4
	22 Desember 2010	Spocket M.Potong Balok	1
	22 Desember 2010	Baut Samping M.Sizing	1
	23 Desember 2010	HD Graphite Canvas Sander	10
	27 Desember 2010	Tali Kipas Glue Spreader	3
JANUARI	3 Januari 2011	Bearing 2217C3 Glue Spreader	2
	14 Januari 2011	Rubber Roller Glue Spreader	1
	25 Januari 2011	HD Graphite Canvas Sander	8
	28 Januari 2011	Compression Spring Compuser	3



FEBRUARI	29 Januari 2011	Rantai Pisau M.Potong Balok	4.2
	8 Februari 2011	Spur knife mesin Rotary	1.2
	23 Februari 2011	O'ring Cold Press	3
	28 Februari 2011	Quick Coupling M.potong Balok	2
MARET	1 Maret 2011	Spur knife Mesin Rotary	1.5
	10 Maret 2011	HD Graphite Canvas Sander	7
	17 Maret 2011	O'ring Cold Press	1
	25 Maret 2011	O'ring Continous Dryer	2.1
APRIL	4 April 2011	Carbon Brush Continous Dryer	2
	8 April 2011	Spur knife Rotary	3.1
	17 April 2011	HD Graphite Canvas Sander	8.7
	28 April 2011	Seal Piston M.kupas Balok	1.4
MEI	7 Mei 2011	Quick Coulper Cold Press	1
	8 Mei 2011	Spur knife Rotary	3
	20 Mei 2011	Rubber Roll Glue Spreade	2
	21 Mei 2011	HD Graphite Canvas Sander	8
	29 Mei 2011	O'ring Cold Press	2
	30 Mei 2011	Heater Compuser	1
JUNI	15 Juni 2011	Bearing 6004 2RS Rotary	2
	27 Juni 2011	Steam pipe Hot Press	1
JULI	4 Juli 2011	HD Graphite Canvas Sander	8
	19 Juli 2011	Quick Coulper Cold Press	2
	23 Juli 2011	Knap Roll Rotary	1

	26 Juli 2011	Bearing 6307 2RS rotary	3
	30 Juli 2011	Baut Samping Sizing	1
AGUSTUS	1 Agustus 2011	Compression Spring Compuser	3
	15 Agustus 2011	HD Graphite Canvas Sander	8
	26 Agustus 2011	Spur Knife Rotary	2
	27 Agustus 2011	Bearing 2217 C3 Glue Spreader	2



## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

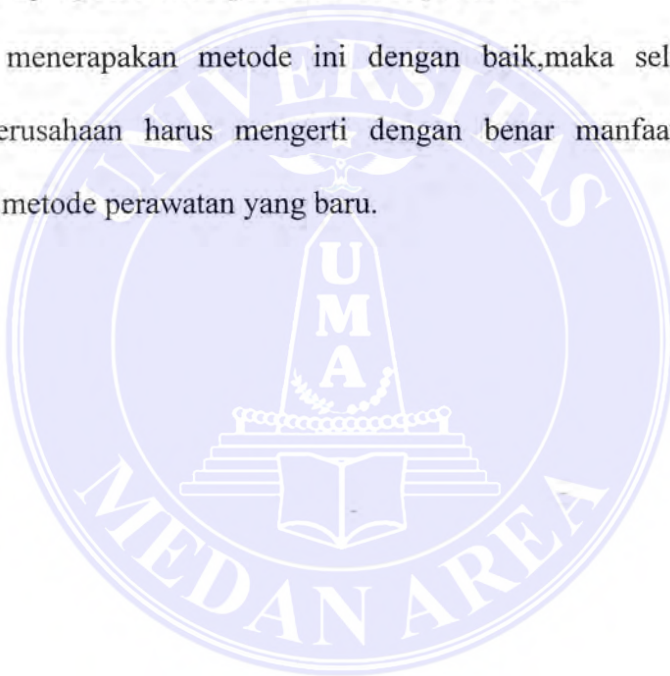
Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis pemecahan masalah maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. *Total Minimum Downtime (TMD)* komponen *Bearing 6004 2RS Rotary, Spur knife Rotary, Carbon Brush ContinousDryer, Compression Spring Composer, Bearing 22217-C3 Glue Spreader, O'ring Cold Press, dan HD Graphite Canvas Sander* adalah 0,004645, 0,002539, 0,001516, 0,000638, 0,001689, 0,002071, 0,002847.
2. Interval pergantian optimum komponen *Bearing 6004 2RS Rotary, Spur knife Rotary, Carbon Brush Continous Dryer, Compression Spring Composer, Bearing 22217-C3 Glue Spreader, O'ring Cold Press, HD Graphite Canvas Sander* adalah sebesar 31 hari, 15 hari, 29 hari, 36 hari, 41 hari, 24 hari, dan 15 hari.
3. Dengan diterapkannya metode RCM sebagai metode perawatan yang baru, maka dapat dilihat adanya potensi penurunan *downtime* sebesar 29,53%, peningkatan *reliability* dan *availability* komponen, peningkatan *maintenance efficiency* sebesar 12,63% dan peningkatan *profit* sebesar Rp.58.420.348,6/bulan

## 7.2. Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya perusahaan dapat memperhatikan kerugian yang disebabkan oleh metode perawatan sekarang dan mencoba menerapkan metode perawatan yang diusulkan yaitu metode RCM.
2. Untuk dapat menerapkan RCM di perusahaan, maka sebaiknya perusahaan tidak ragu dalam mempersiapkan sejumlah anggaran (*budget*) yang ditujukan untuk keperluan pergantian komponen kritis di perusahaan.
3. Untuk dapat menerapkan metode ini dengan baik, maka seluruh bagian pendukung perusahaan harus mengerti dengan benar manfaat yang bisa diperoleh dari metode perawatan yang baru.





## DAFTAR PUSTAKA

1. Corder, Antony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga
2. Dhillon, B.S. 2006. *Maintanability, Maintenance, and Realibility for Engineers*. Taylor and Francis Group. New York: LLC
3. Govil, A.K. 1993. *Reliability Engineering*. New Delhi: Mc Graw Hill Publishing
4. IAEA. 2008. *Application of Reliability Centered Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants*.
5. Kannan, Soundararajan, et. al. *Developing A Maintenance Value Stream Map*.
6. Kholid, Ahmad. 2006. *Perencanaan Pemeliharaan Mesin Ballmill Dengan Basis RCM (Reliability Centered Maintenance)*. Surakarta: Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Madya, S, (2006). *Teori dan Praktik Penelitian Tindakan (Action Research)*, Bandung: Alfabeta
8. Moubray, John, 1997. *Reliability Centered Maintenance*. NewYork: Industrial Press Inc. Edisi kedua.
9. Rother, M dan Shook, J. 2003. *Learning to See, Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute, Inc.
10. Wahyuni, Dorothea. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Edisi Ketiga : Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta, 2004
11. [http://www.iienet.org/uploadedFiles/IIE/Community/Technical\\_Societies\\_and\\_Divisions/Lean/Lean\\_details\\_pages/Kannan4-07.pdf](http://www.iienet.org/uploadedFiles/IIE/Community/Technical_Societies_and_Divisions/Lean/Lean_details_pages/Kannan4-07.pdf)