

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Studi Pendahuluan

Dalam penelitian ini, obyek yang diamati adalah mesin-mesin yang berada di Stasiun Gilingan, PG. Kebon Agung

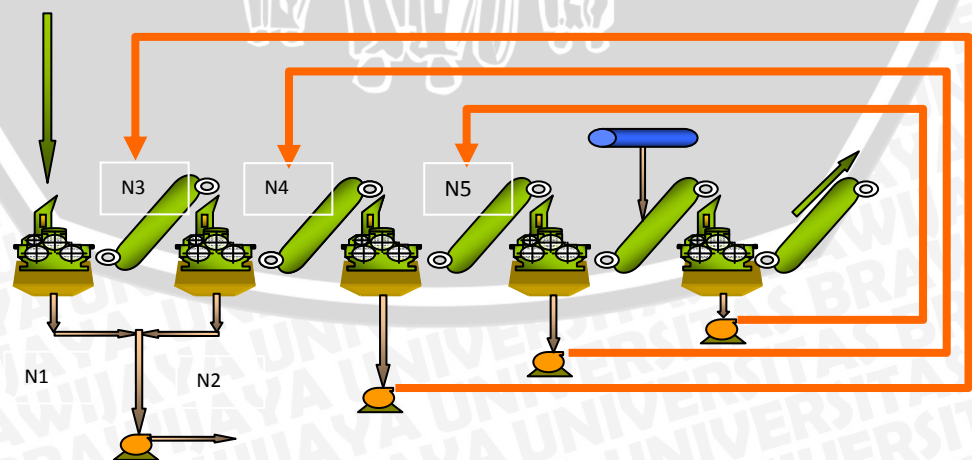
##### 4.1.1 Mesin Proses Produksi

Pada stasiun gilingan, menggiling secara intensif dan berkali-kali untuk mendapatkan jumlah nira yang maksimal. Adapun bagian dari stasiun penggilingan ini sebagai berikut:

##### a. Rol gilingan

Fungsi : memeras tebu atau ampas sehingga diperoleh jumlah nira yang maksimal. Pada Pabrik Gula Kebon Agung menggunakan lima unit gilingan yang masing-masing unit terdiri atas:

- 1) *Fourth Roll* adalah rol yang berfungsi sebagai pengumpan agar tebu masuk pada *feed roll*.
- 2) *Feed Roll* adalah rol yang berfungsi sebagai pemerah pertama.
- 3) *Top Roll* adalah rol dengan posisi paling atas yang berfungsi membantu pemerah tebu.
- 4) *Bagasse Roll* adalah rol yang berfungsi sebagai pemerah tebu setelah melewati *feed roll*.



Gambar 4.1: *Flow Sheet* Stasiun Gilingan

Sumber: PG. Kebon Agung

Tabel 4.1 Keterangan Gambar Flow Sheet Stasiun Gilingan

Keterangan	
G1 : Unit Gilingan Ke-1	N1 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-1
G2 : Unit Gilingan Ke-2	N2 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-2
G3 : Unit Gilingan Ke-3	N3 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-3
G4 : Unit Gilingan Ke-4	N4 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-4
G5 : Unit Gilingan Ke-5	N5 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-5

Sumber: PG. Kebon Agung

b. Ampas *Plate*

Fungsi: penahan ampas yang keluar dari rol atas dan rol depan sehingga ampas dengan mudah ke tekanan kerja yang di belakangnya.

c. Ampas Balk

Fungsi: menahan ampas *plate* supaya kedudukan ampas *plate* mampu menahan tekanan ampas.

d. *Scraper Plate*

Fungsi: alat pembersih ampas yang masuk melekat dalam alur-alur pada rol gilingan.

e. *Intermediate Carrier*

Fungsi: mengangkut dan memberikan umpan ampas dari gilingan satu ke gilingan berikutnya.

f. Talang nira

Fungsi: mengalirkan hasil perahan gilingan (nira) menuju bak penampung.

g. Bak Penampung Nira

Fungsi: menampung hasil perahan (nira) hasil dari gilingan. Pada bak ini diberikan hembusan uap pada nira supaya dapat mengurangi buih.

h. Penyaring Nira Mentah

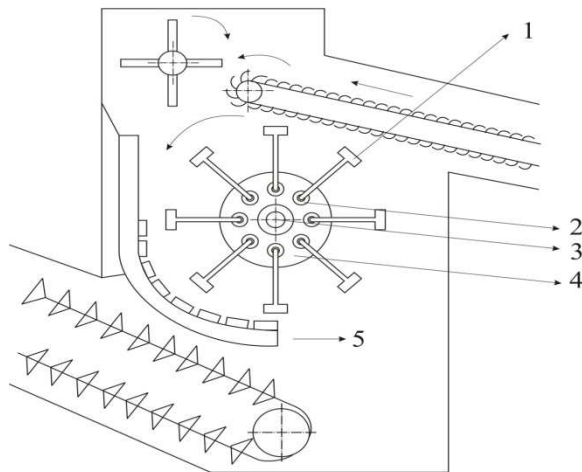
Fungsi: menyaring nira mentah yang dihasilkan oleh unit gilingan. Nira hasil saringan ditampung sedangkan ampas yang ikut terbawa nira jatuh ke saringan dan terbawa kembali ke ampas yang masuk.

i. Meja Tebu yang berjumlah 4 buah, 4 buah untuk tebu dari *Truck*

j. *Aux Carrier* berjumlah 1 buah yang berfungsi membawa tebu dari meja tebu ke pencacah tebu (*cane cutter*).

k. *Cane Cutter* berjumlah 1 buah yang berfungsi mencacah tebu.

1. *Unigrator* berjumlah 1 buah yang berfungsi untuk menumbuk tebu.



Keterangan Gambar :

1. *Hammer*
2. *As Hammer*
3. *As Shredder*
4. *Disc ( plat baja )*
5. *Grid Bar*

Gambar 4.2 *Unigrator*

Sumber: PG. Kebon Agung

Spesifikasi :

- 1) Diameter mata *unigrator* : 1980 mm
- 2) Jumlah mata *unigrator* : 56 buah
- 3) Penggerak : Turbin Uap
- 4) Transmisi : *Gearbox*

Spesifikasi Turbin *Unigrator* :

- 1) *Turbine Output* : 2000 HP
- 2) *Inlet Steam Pressure* : 16 kg/cm<sup>2</sup>(g)
- 3) *Inlet Steam Temperature* : 310°C
- 4) *Exhaust Steam Pressure* : 0,8 kg/cm<sup>2</sup>(g)
- 5) *Exhaust Steam Temperature* : 172°C
- 6) *Turbine Speed* : 5136 rpm
- 7) *Output Shaft Speed* : 750 rpm
- 8) *Weight* : 9000 kg

- m. *Main Carrier* berjumlah 1 buah berfungsi membawa serpihan tebu menuju unit gilingan.
- n. Gilingan berjumlah 5 unit yang tiap unitnya terdiri dari 3 roll gilingan yang terpasang seri.

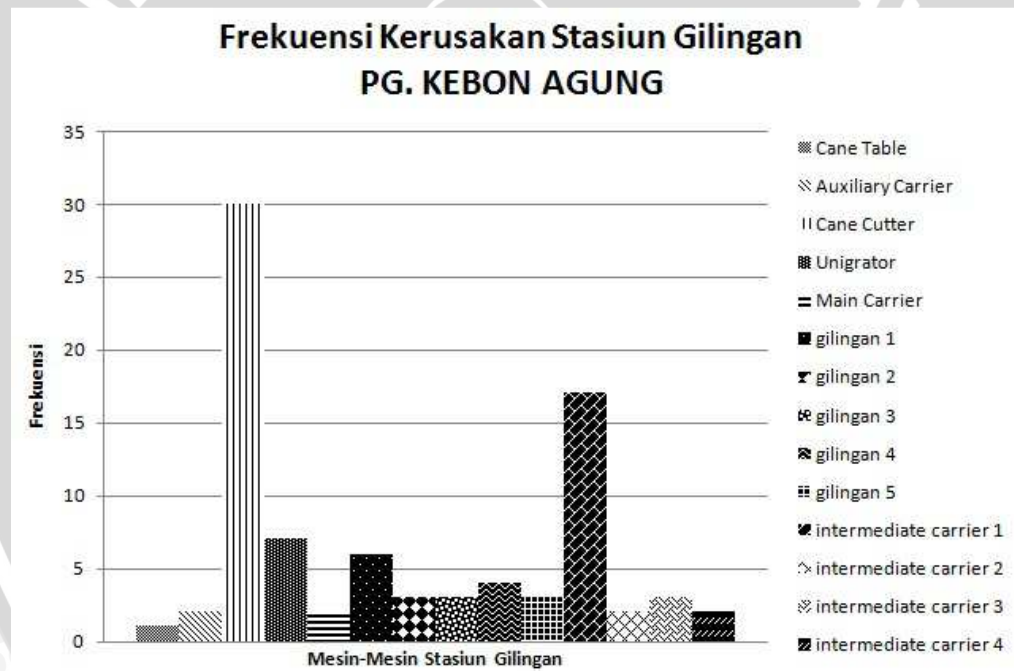
- o. *Carrier* Ampas berjumlah 1 buah yang berfungsi membawa ampas tebu dari gilingan akhir ke stasiun ketel.

#### 4.1.2 Pemilihan Mesin Kritis

Pada penelitian ini, tidak semua mesin yang dianalisis untuk menentukan kebijakan perawatan yang baik. Oleh karena itu akan dipilih beberapa mesin yang mempunyai prioritas penanganan terlebih dahulu. Pemilihan mesin tersebut didasarkan pada :

- Frekuensi kegagalan yang dialami mesin pada periode tertentu.

Frekuensi tersebut menggambarkan tingkat kerusakan yang dialami oleh mesin-mesin produksi di stasiun gilingan. Berdasarkan catatan perusahaan kerusakan mesin tersebut antara lain :

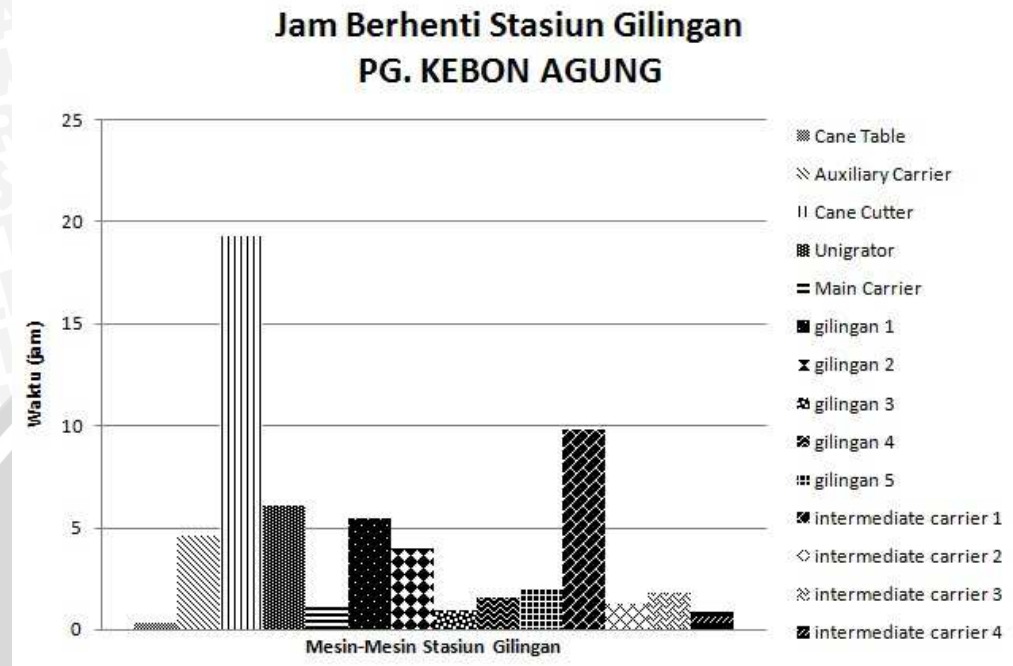


Gambar 4.3 Grafik Frekuensi Kerusakan Stasiun Gilingan  
Sumber: PG. Kebon Agung

- Pengaruh kegagalan mesin produksi terhadap pemenuhan target produksi.

Aliran proses produksi di stasiun gilingan tersusun secara seri, sehingga apabila terjadi kerusakan pada satu mesin akan menyebabkan terhentinya proses

produksi/permesinan selanjutnya. Berdasarkan catatan, *Down time* pada stasiun gilingan antara lain :



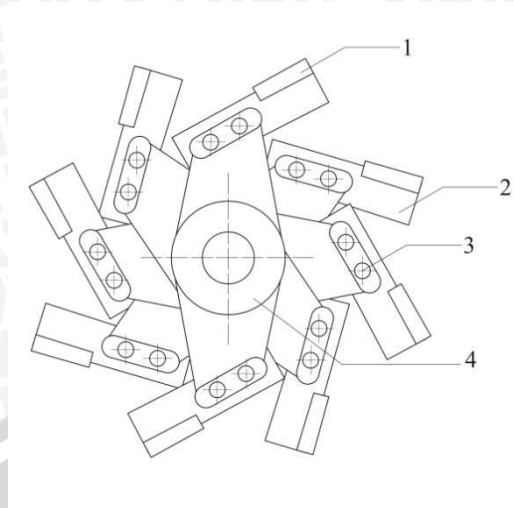
Gambar 4.4 Grafik Jam Berhenti Stasiun Gilingan  
Sumber: PG. Kebon Agung

#### 4.1.3 Deskripsi Mesin Yang Diamati

Berdasarkan kriteria diatas maka yang dijadikan obyek penelitian antara lain :

1. *Cane Cutter*

Fungsi utama mesin ini adalah untuk memotong batangan tebu menjadi bagian yang kecil-kecil. Sehingga menjadi lebih mudah bagi *unigrator* untuk merubahnya menjadi serabut tebu.



Keterangan Gambar :

1. Pisau
2. Tangkai Pisau
3. Baut Pisau
4. Disk Rotor

Gambar 4.5 Cane Cutter  
Sumber: PG. Kebon Agung

Spesifikasi mesin *Cane Cutter* :

Diameter Mata Pisau	: 1520 mm
Jumlah Mata Pisau	: 40 buah
Jarak Dengan Carrier	: 200 mm
Tebal Pisau	: 25 mm
Penggerak	: Turbin Uap

Spesifikasi Turbin *Cane Cutter* :

1) Turbine Output	: 1500 HP
2) Inlet Steam Pressure	: 16 kg/cm <sup>2</sup> (g)
3) Inlet Steam Temperature	: 310°C
4) Exhaust Steam Pressure	: 0,8 kg/cm <sup>2</sup> (g)
5) Exhaust Steam Temperature	: 172°C
6) Turbine Speed	: 5220 rpm
7) Output Shaft Speed	: 750 rpm
8) Weight	: 6500 kg

Tabel 4.2 Komponen Utama *Cane Cutter*

No	Komponen Utama	Fungsi
1	Pisau	Memotong tebu menjadi bagian yang lebih kecil
2	Tangkai Pisau	Menghubungkan pisau dengan <i>Disk Rotor</i>
3	Baut Pisau	Menyatukan tangkai pisau dengan <i>Disk Rotor</i>
4	<i>Disk Rotor</i>	Sebagai tempat dudukan tangkai pisau

## 2. *Intermediate Carrier 1*

Fungsi alat ini adalah untuk membawa ampas tebu dari *roll* gilingan satu menuju *roll* gilingan dua.



Gambar 4.6 *Intermediate Carrier*  
Sumber: PG. Kebon Agung

Spesifikasi mesin *Intermediate Carrier* :

Kapasitas : 10000 Kwintal / Hari

Dimensi : 5000 mm x 2286 mm

*Speed* : 25 m/menit

*Inclenation* : 45°


Jumlahnya : 4 buah

Tabel 4.3 Komponen utama *Intermediate Carrier 1*

No	Komponen Utama	Fungsi
1	Baut <i>IMC</i>	Menyatukan garu dengan slate <i>carrier</i>
2	Rantai gaston	Menghubungkan daya dari sproket 1 ke sproket 2 dan tempat slate <i>carrier</i>
3	Rake/garu <i>IMC</i>	Membawa ampas tebu dari gilingan 1 ke gilingan 2
4	Rel <i>IMC</i>	Menahan rantai gaston

## 4.2 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif digunakan untuk menyusun *FMEA Diagram*, sedangkan data kuantitatif digunakan untuk menghitung *initial interval* dalam *RCM Decision Diagram*.

- 
- a) Data Kualitatif
    1. Data fungsi mesin
    2. Data kerusakan mesin
    3. Data penyebab kerusakan mesin
    4. Data efek kerusakan
  - b) Data Kuantitatif
    1. Data waktu antar kerusakan
    2. Data waktu perbaikan
    3. Data biaya kerusakan

### 4.2.1 Data Kualitatif

#### a. Fungsi dan Kegagalan Fungsi

##### 1. *Cane Cutter*

Fungsi utama dari mesin ini adalah untuk menyayat atau memotong batangan tebu menjadi bagian yang kecil-kecil. Sedangkan *Function Failure* dari fungsi mesin *Cane Cutter* adalah sebagai berikut :



Tabel 4.4 *Function and Function Failure* mesin *Cane Cutter*

<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>
Memotong dan mencacah tebu menjadi bagian kecil	Tidak bisa memotong tebu menjadi bagian yang lebih kecil

## 2. *Intermediate Carrier 1*

Fungsi utama alat ini adalah untuk membawa ampas tebu dari *roll* gilingan satu menuju *roll* gilingan dua. Sedangkan *Function Failure* dari mesin *Intermediate Carrier 1* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 *Function and Function Failure* Mesin *Intermediate Carrier 1*

<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>
Membawa ampas dari rol gilingan 1 ke rol gilingan 2	Gagal membawa ampas dari rol gilingan 1 ke rol gilingan 2

## b. Penyebab Kegagalan dan Efek Kegagalan

### 1. *Cane Cutter*

Pada *Cane Cutter* diketahui bahwa komponen yang sering mengalami kerusakan adalah : Pisau, Tangkai Pisau, Baut dan *Disk Rotor*.

Tabel 4.6 Penyebab Kegagalan dan Efek Kegagalan Fungsi *Cane Cutter*

Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan
Pisau putus	Pisau tidak bisa memotong, kapasitas pemotongan tebu berkurang
Tangkai pisau putus	Pisau lepas dari tangkainya sehingga pisau terlontar membahayakan pekerja
Baut pisau lepas dan Putus	Pisau dan tangkai pisau lepas dari <i>disk rotor</i>
<i>Disk Rotor</i> rompal (pecah)	Pisau dan tangkai pisau lepas, pisau tidak bisa memotong tebu

## 2. *Intermediate Carrier 1*

Pada *Intermediate Carrier 1*, komponen yang sering mengalami kerusakan adalah : Baut, Pen Rantai gaston, Rake/Garu dan Rel.

Tabel 4.7 Penyebab Kegagalan dan Efek Kegagalan Fungsi *Intermediate Carier 1*

Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan
Baut <i>IMC 1</i> putus	<i>Rake</i> terlepas
Pen rantai gaston <i>IMC 1</i> putus	<i>Rake</i> tidak bisa bergerak sama sekali
<i>Rake IMC 1</i> atau garu putus	Berkurangnya <i>rake</i> yang membawa ampas tebu menuju gilingan 2
Rel <i>IMC 1</i> putus	Rantai gaston tidak bisa bergerak

### 4.2.2 Data Kuantitatif

a. Data waktu antar kerusakan (*time to failure*) dan lama waktu perbaikan (*time to repair*)

Data waktu antar kerusakan merupakan lamanya waktu antara kerusakan dengan kerusakan berikutnya. Sedangkan lama waktu perbaikan merupakan lamanya waktu yang digunakan untuk memperbaiki kerusakan sampai peralatan tersebut bisa kembali ke kondisi normal.

1. *Cane Cutter*Tabel 4.8 Data Waktu Perbaikan dan Waktu Antar Kerusakan Mesin *Cane Cutter* Dalam Satuan Jam

PISAU		TANGKAI PISAU		BAUT PISAU		DISK ROTOR	
Tr	Tf	Tr	Tf	Tr	Tf	Tr	Tf
0,50		1,25		0,75		0,75	
0,25	24,00	1,50	1368,00	0,25	1920,00	0,50	1296,00
0,50	216,00	1,75	240,00	0,16	312,00	1,25	696,00
0,25	240,00	1,25	960,00	0,33	912,00	0,75	1920,00
0,75	360,00	1,75	720,00	0,25	960,00	0,50	312,00
0,50	120,00						
0,50	72,00						
0,25	480,00						
0,25	240,00						
0,50	480,00						
0,25	336,00						
0,50	456,00						
0,25	384,00						
0,75	240,00						
0,25	312,00						

Sumber: PG. Kebon Agung

Keterangan :

Tr = *Time to Repair* (jam)Tf = *Time to Failure* (jam)

## 2. Intermediate Carrier 1

Tabel 4.9 Data Waktu Perbaikan dan Waktu Antar kerusakan *Intermediate Carrier 1* dalam satuan jam

BAUT <i>IMC 1</i>		PEN <i>IMC 1</i>		RAKE <i>IMC 1</i>		REL <i>IMC 1</i>	
Tr	Tf	Tr	Tf	Tr	Tf	Tr	Tf
0,50		0,25		0,50		0,50	
0,75	360,00	0,50	456,00	0,75	720,00	1,00	912,00
0,33	1680,00	0,16	1704,00	0,25	1824,00	1,00	1800,00
0,50	936,00	0,50	912,00	1,00	912,00	0,75	432,00
				0,50	648,00		

Sumber: PG. Kebon Agung

Keterangan :

Tr = *Time to Repair* (jam)

Tf = *Time to Failure* (jam)



b. Biaya Kerusakan atau Kegagalan

Merupakan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perawatan dan perbaikan peralatan. Biaya tersebut meliputi :

a) Biaya Tenaga Kerja (CW)

Merupakan biaya tenaga kerja yang digunakan untuk melakukan perawatan terhadap mesin-mesin produksi. Jam kerja dibagi 3 shift, dimana tiap shift terdiri dari 8 jam dan jumlah jam kerja selama sebulan adalah 240 jam. Besarnya biaya tenaga kerja ditunjukkan dalam Tabel 4.10 berikut ini :

Tabel 4.10 Biaya Tenaga Kerja

Jabatan	Gaji		Jumlah Gaji Per Jam (Rp/jam)
	Per Jam (Rp/jam)	Jumlah Karyawan	
Operator	10.000	1	10.000
Staf Mekanik	8.750	9	78.750
Total (Rp/jam)			88.750

Sumber: Pengolahan data

b) Biaya Konsekuensi Operasional (CO)

Biaya Konsekuensi Operasional merupakan keuntungan yang hilang karena mesin tidak berproduksi. Ini bisa terjadi baik karena pemeliharaan atau kerusakan mesin. Biaya kerugian produksi akibat *downtime* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{CO} &= \text{kapasitas giling tebu (kg/jam)} \times \text{Harga Gula (Rp/kg)} \times \text{Rendement} \\
 &= 312.500 \times 10.000 \times 0,075 \\
 &= \text{Rp } 234.375.000,00/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\text{Kapasitas giling tebu} = 312.500 \text{ Kg/jam}$$

$$\text{Harga Gula} = \text{Rp } 10.000,00$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rendement rata-rata} &= \text{Hasil Gula} / \text{Kapasitas Tebu} \\
 &= 1.012.500 \text{ kwintal} / 13.500.000 \text{ kwintal} \\
 &= 0.075
 \end{aligned}$$

## c) Biaya Perawatan (CM)

Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan mesin secara periodik, seperti biaya oli. Semua biaya tersebut tercantum dalam Tabel 4.11 berikut ini :

Mesin	Jenis Mesin	Konsumsi	Harga (Rp)
CC	ISO VG68	100 ltr	125.000,00
	Zat Asam	10 botol	45.000,00
	Kawat Las	3 kg	60.000,00
		Total (Rp)	230.000,00
IMC 1	ISO VG68	100 ltr	125.000,00
	Zat Asam	10 botol	45.000,00
	Kawat Las	4 kg	80.000,00
		Total (Rp)	250.000,00

Tabel 4.11 Biaya Perawatan Mesin CC dan IMC 1

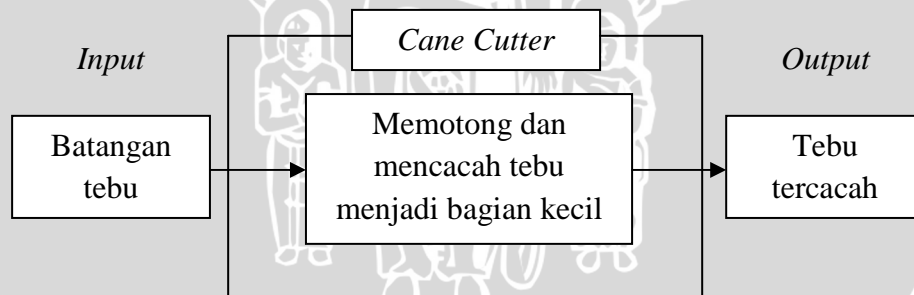
Sumber: PG. Kebon Agung

### 4.3 Pengolahan Data

#### 4.3.1 Functional Block Diagram

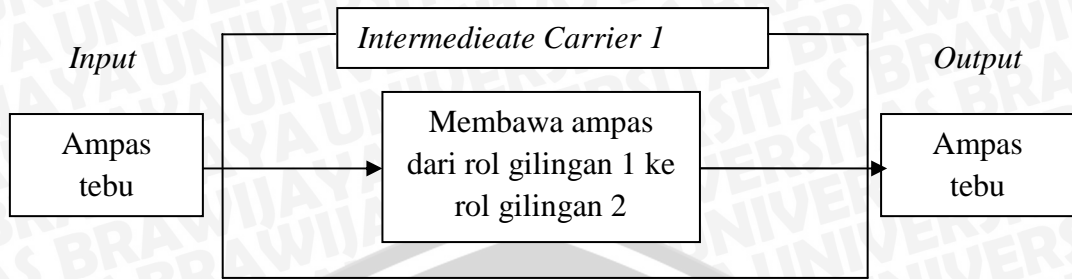
Functional Block Diagram merupakan gambar fungsi dari mesin yang diamati.

##### a) Cane Cutter



Gambar 4.7 Function Block Diagram Cane Cutter

b) *Intermedieate Carrier 1*



Gambar 4.8 *Function Block Diagram Intermediate Carrier 1*

#### 4.3.2 *Failure Mode and Effect Analysis*

Dalam *RCM* setelah didefinisikan *function and function failure*, tahap berikutnya adalah menentukan *failure mode and failure effect* atau yang biasa dikenal *FMEA Diagram*. Tabel 4.12 dan Tabel 4.13 adalah *FMEA Diagram* dari mesin *Cane Cutter* dan *Intermediate Carrier 1*.



Tabel 4.12 FMEA Diagram Cane Cutter

<b>RCM INFORMATION WORKSHEET</b>		<b>System : PG KEBON AGUNG</b>		Facilitator :	
		<b>Sub System : Cane Cutter</b>		Auditor :	
<i>Function</i>	<i>Function Failure</i>		<i>Failure Mode</i>		<i>Failure Effect</i>
	<i>(loss of function)</i>		<i>(cause of function)</i>		<i>(what happen when it failure)</i>
1	A	Tidak bisa memotong tebu menjadi bagian yang lebih kecil	1	Pisau putus	Berkurangnya pisau pemotong tebu sehingga kapasitas pemotongan tebu berkurang.
			2	Tangkai pisau putus	Pisau lepas sehingga pisau tidak dapat memotong tebu.
			3	Baut pisau putus	Pisau dan tangkai pisau lepas dari Disk Rotor sehingga pisau tidak dapat memotong tebu.
			4	Disk Rotor pecah	Tangkai pisau dan pisau lepas. Pisau tidak bisa memotong tebu. Mesin berhenti.



Tabel 4.13 FMEA Diagram Intermediate Carrier 1

<b>RCM INFORMATION WORKSHEET</b>		<b>System : PG KEBON AGUNG</b>		Facilitator :		
		<b>Sub System : Intermediate Carrier 1</b>		Auditor :		
<b>Fuction</b>	<b>Function Failure</b>		<b>Failure Mode</b>		<b>Failure Effect</b>	
	<i>(loss of function)</i>		<i>(cause of function)</i>		<i>(what happen when it failure)</i>	
1	Membawa ampas dari rol gilingan 1 ke rol gilingan 2	A	Tidak bisa membawa ampas dari rol gilingan 1 ke rol gilingan 2	1	Baut putus	Rake terlepas. Rake tidak bisa membawa ampas tebu menuju gilingan 2.
				2	Pen Rantai Gaston putus	Rantai gaston tidak bergerak. Rake tidak bisa membawa ampas tebu.
				3	Rake/garu putus	Berkurangnya jumlah rake, menyebabkan berkurangnya jumlah ampas tebu yang dibawa menuju gilingan 2.
				4	Rel putus	Rantai gaston tidak bisa bergerak. Mesin berhenti.

#### 4.3.3 Perhitungan Matematis Penentuan Interval Perawatan yang sesuai

Data-data kuantitatif digunakan untuk menghitung *initial interval* dalam *RCM Information Worksheet* dan menghitung biaya perawatan yang sesuai. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menghitung *initial interval* :

a) Penentuan Distribusi Waktu Antar Kerusakan dan Waktu Perbaikan

Pengujian distribusi dilakukan terhadap data-data waktu antar kerusakan (*time to failure/Tf*) dan waktu perbaikan (*time to repair/Tr*). Perhitungan distribusi dilakukan dengan bantuan *software Minitab 14*. Berikut ini adalah hasil pengujian distribusi dari data waktu antar kerusakan dan waktu perbaikan.

Tabel 4.14 Hasil Uji Distribusi

JENIS MESIN	NAMA KOMPONEN	KET	JENIS DISTRIBUSI	PARAMETER			
				$\alpha$	$\beta$	$\mu$	$\sigma$
CANE CUTTER	PISAU	Tf	WEIBULL	2,004	315,849		
		Tr	WEIBULL	2,587	0,471		
	TANGKAI PISAU	Tf	WEIBULL	2,125	927,507		
		Tr	LOGNORMAL			0,457	0,158
	BAUT PISAU	Tf	WEIBULL	1,872	1158,98		
		Tr	LOGNORMAL			-1,2	0,512
	DISK ROTOR	Tf	WEIBULL	1,806	1190,78		
		Tr	WEIBULL	2,901	0,843		
INTERMEDIATE CARRIER 1	BAUT IMC 1	Tf	WEIBULL	1,942	1160,60		
		Tr	LOGNORMAL			-0,696	0,294
	PEN IMC 1	Tf	WEIBULL	1,749	1162,84		
		Tr	LOGNORMAL			-1,151	0,484
	RAKE IMC 1	Tf	WEIBULL	1,645	1165,14		
		Tr	WEIBULL	2,568	0,678		
	REL IMC 1	Tf	WEIBULL	1,982	1189,11		
		Tr	LOGNORMAL			-0,245	0,284

Sumber : Pengolahan Data dengan *Software Minitab 14*

b) Perhitungan *Mean Time to Failure (MTTF)* dan *Mean Time to Repair (MTTR)*

Perhitungan *MTTF* dan *MTTR* untuk data yang berdistribusi weibull bisa menggunakan Persamaan 2-10. Sedangkan data yang berdistribusi lognormal bisa menggunakan Persamaan 2-12.

Contoh perhitungan :

1. Perhitungan *MTTF* Pisau *Cane Cutter*

Rumus :

$$MTTF = \beta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \text{ (jam)}$$

Dimana :

$$\alpha = 2,004$$

$$\beta = 315,849$$

$$MTTF = 315,849 \Gamma\left(1 + \frac{1}{2,004}\right)$$

$$MTTF = 157,293 \text{ (jam)}$$

2. Perhitungan *MTTR* Pisau *Cane Cutter*

Rumus :

$$MTTR = \beta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \text{ (jam)}$$

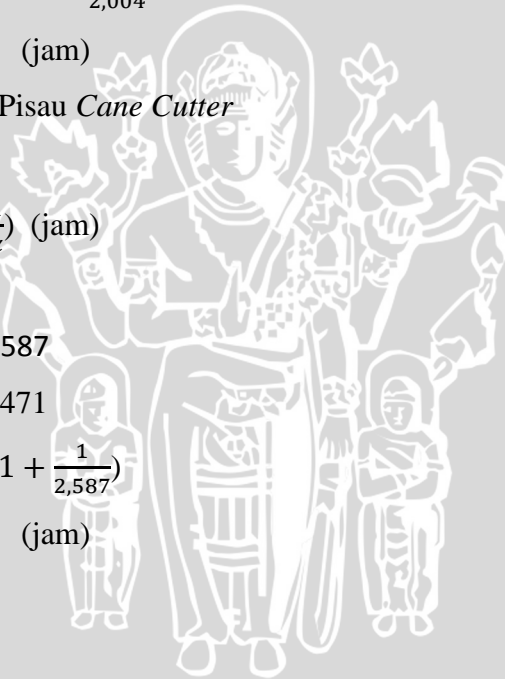
Dimana :

$$\alpha = 2,587$$

$$\beta = 0,471$$

$$MTTR = 0,471 \Gamma\left(1 + \frac{1}{2,587}\right)$$

$$MTTR = 0,129 \text{ (jam)}$$



Semua hasil perhitungan MTTF dan MTTR dapat dilihat dalam Tabel 4.15 berikut ini :

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan *MTTF* dan *MTTR*

JENIS MESIN	NAMA KOMPONEN	<i>MTTR</i> (jam)	<i>MTTF</i> (jam)
CANE CUTTER	PISAU	0,129	157,293
	TANGKAI PISAU	1,599	411,813
	BAUT PISAU	0,343	650,188
	<i>DISK ROTOR</i>	0,158	706,133
<i>IMC 1</i>	BAUT <i>IMC 1</i>	0,521	591,610
	PEN <i>IMC 1</i>	0,356	723,286
	<i>RAKE IMC 1</i>	0,189	787,635
	REL <i>IMC 1</i>	0,815	604,068

Sumber : Pengolahan Data

c) Biaya Perbaikan (CR)

Biaya Perbaikan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki komponen yang meliputi: biaya penggantian komponen, biaya tenaga kerja, dan biaya konsekuensi operasional.

$$CR = CF + CV * MTTR \quad (\text{Rp})$$

Keterangan :

CV = biaya tenaga kerja (CW) + biaya konsekuensi operasional (CO)

CF = biaya penggantian komponen (Rp)

MTTR = *Mean Time To Repair* (jam)

Contoh Pehitungan :

Biaya Perbaikan Pada Pisau *Cane Cutter*

$$CR = CF + CV * MTTR$$

$$CR = 487.500 + (88.750,00 + 234.375.000) * 0,129$$

$$= \text{Rp } 30.635.552,37$$

Semua hasil perhitungan biaya perbaikan ditunjukkan dalam Tabel 4.16 berikut ini :

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Biaya Perbaikan (CR)

NAMA KOMPONEN	MTTR (jam)	CO (Rp/jam)	CW (Rp/jam)	CV (Rp/jam)	CF (Rp)	CR (Rp)
PISAU	0,129	234.375.000	88.750	234.463.750	487.500	30.635.552,37
TANGKAI PISAU	1,599	234.375.000	88.750	234.463.750	1.375.000	376.321.366,00
BAUT PISAU	0,343	234.375.000	88.750	234.463.750	26.250	80.535.573,03
DISK ROTOR	0,158	234.375.000	88.750	234.463.750	7.500.000	44.658.752,96
BAUT IMC 1	0,520	234.375.000	88.750	234.463.750	26.250	121.944.530,90
PEN IMC 1	0,356	234.375.000	88.750	234.463.750	462.500	83.844.210,91
RAKE IMC 1	0,189	234.375.000	88.750	234.463.750	450.000	44.801.631,88
REL IMC 1	0,815	234.375.000	88.750	234.463.750	1.650.000	192.717.924,70

Sumber : Pengolahan Data

Perhitungan *Initial Interval* dapat dilakukan menggunakan persamaan (2-17), berikut ini adalah contoh perhitungan untuk komponen Pisau.

Rumus :

$$TM = \left[ \frac{\beta^{\alpha} CM}{CR(\alpha-1)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \quad (\text{jam})$$

Keterangan :

TM = Interval pemeliharaan optimal (*Preventive maintenance*) dalam jam

CR = Rp 30.635.552,37

CM = Rp 230.000,00

$\alpha$  = 2,004

$\beta$  = 315,849

$$TM = \left[ \frac{(315,849)^{2,004} \times 230.000,00}{(30.635.552,37) \times (2,004 - 1)} \right]^{\frac{1}{2,004}}$$

$$TM = 380,915 \text{ jam}$$

Tabel 4.17 Interval Perawatan Optimal

NAMA KOMPONEN	$\alpha$	$\beta$	CM (Rp)	CR (Rp)	TM (jam)
PISAU	2,004	315,849	230.000	30.635.552,37	380,915
TANGKAI PISAU	2,125	927,507	230.000	376.321.365,99	516,662
BAUT PISAU	1,872	1158,98	230.000	80.535.573,03	952,506
<i>DISK ROTOR</i>	1,806	1190,78	230.000	44.658.752,96	1269,756
BAUT <i>IMC 1</i>	1,942	1122,6	250.000	121.944.530,91	939,755
PEN <i>IMC 1</i>	1,749	1162,84	250.000	83.844.210,91	523,347
<i>RAKE IMC 1</i>	1,645	1165,14	250.000	44.801.631,88	582,254
REL <i>IMC 1</i>	1,982	1189,11	250.000	192.717.924,74	829,646

Sumber : Pengolahan Data

Selanjutnya hasil dari TM ini bisa digunakan untuk menghitung atribut yang lain seperti *Mean Time To Failure* setelah dilakukan perawatan. Atribut ini berguna untuk menganalisa keuntungan dari jadwal perawatan yang baru. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran D, sedangkan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut ini :

Tabel 4.18 *MTTF<sub>m</sub>* dengan interval perawatan TM

JENIS MESIN	NAMA KOMPONEN	<i>MTTF<sub>m</sub></i> (jam)	<i>MTTF</i> (jam)	Selisih (jam)
<i>CANE CUTTER</i>	PISAU	333,035	157,293	175,742
	TANGKAI PISAU	1.887,084	411,813	1.475,271
	BAUT PISAU	1.528,712	650,188	878,524
	<i>DISK ROTOR</i>	1.329,654	706,133	623,521
<i>IMC 1</i>	BAUT <i>IMC 1</i>	1.487,364	591,610	895,754
	PEN <i>IMC 1</i>	2.187,443	723,286	1.464,157
	<i>RAKE IMC 1</i>	1.895,538	787,635	1.107,903
	REL <i>IMC 1</i>	1.836,229	604,068	1.232,161

Sumber : Pengolahan Data

#### 4.3.4 RCM Decision Worksheet

Setelah semua perhitungan didapat, maka langkah selanjutnya adalah menentukan *RCM Decision Worksheet*. Untuk *RCM Decision Worksheet Cane Cutter* ditunjukkan pada Tabel 4.19 sedangkan untuk *Intermediate Carrier 1* dapat dilihat pada Tabel 4.20



Tabel 4.19 RCM Information Worksheet Cane Cutter

RCM INFORMATION WORKSHEET										Sub System : PG. KEBON AGUNG				Facilitator :		
										System : Cane Cutter				Auditor :		
Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Propose Task	Initial Interval (hour)	Can be done by
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4				
1	A	1	Y	Y			N	Y					<i>Scheduled Restoration Task</i> , dengan melakukan perbaikan pisau sampai ke kondisi normal pada saat <i>initial interval</i>	380,915	Staf Mekanik	
1	A	2	Y	Y			N	Y					<i>Scheduled Restoration Task</i> , dengan melakukan perbaikan tangkai pisau sampai ke kondisi normal pada saat <i>initial interval</i>	516,662	Staf Mekanik	
1	A	3	Y	Y			N	N	Y				<i>Scheduled Discard Task</i> , dengan mengganti baut pisau pada saat <i>initial interval</i>	952,506	Staf Mekanik	
1	A	4	Y	Y			Y						<i>Scheduled on Condition Task</i> dengan melakukan pemeriksaan kondisi <i>Disk Rotor</i>	1269,756	Staf Mekanik	

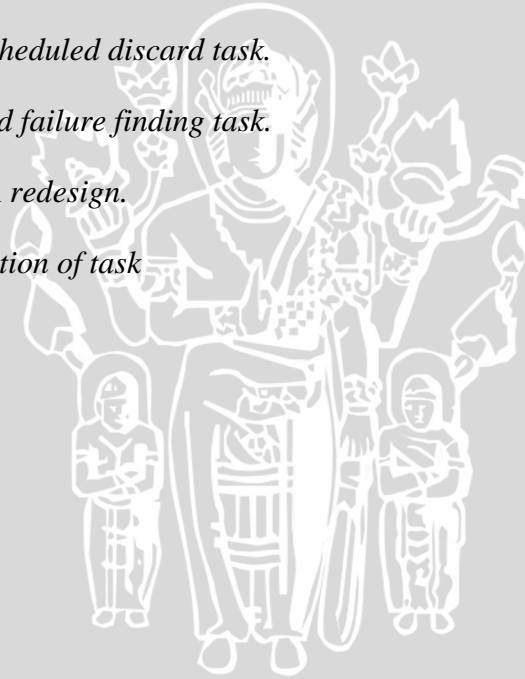


Tabel 4.20 RCM Information Worksheet Intermediate Carrier 1

RCM INFORMATION WORKSHEET										Sub System : P.G KEBON AGUNG				Facilitator :		
										System : Intermediate Carrier 1				Auditor :		
Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Propose Task	Initial Interval (hour)	Can be done by
							S1	S2	S3							
							O1	O2	O3							
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1	Y	Y			N	N	Y				<i>Scheduled Discard Task</i> , dengan mengganti baut pada saat <i>initial interval</i>	939,755	Staf Mekanik	
1	A	2	Y	Y			N	N	Y				<i>Scheduled Discard Task</i> , dengan mengganti pen rantai gaston pada saat <i>initial interval</i>	523,347	Staf Mekanik	
1	A	3	Y	Y			N	Y					<i>Scheduled Restoration Task</i> , dengan melakukan perbaikan pada <i>rake</i> sampai ke kondisi normal pada saat <i>initial interval</i>	582,254	Staf Mekanik	
1	A	4	Y	Y			Y						<i>Scheduled on Condition Task</i> dengan melakukan pemeriksaan kondisi rel rantai pada saat <i>initial interval</i>	829,646	Staf Mekanik	

Keterangan :

- F = Identifikasi *function* dari *FMEA Diagram*.
- FF = Identifikasi *function failure function* dari *FMEA Diagram*.
- FM = Identifikasi *function modes function* dari *FMEA Diagram*.
- H = *Failure consequence* pada *hidden failure*.
- S = *Failure consequence* pada *safety*.
- E = *Failure consequence* pada *environment*.
- O = *Failure consequence* pada *operational*.
- H1,S1,O1,N1 = *Scheduled on condition task*.
- H2,S2,O2,N2 = *Scheduled restoration task*.
- H3,S3,O3,N3 = *Scheduled discard task*.
- H4 = *Scheduled failure finding task*.
- H5 = *Tindakan redesign*.
- S4 = *Combination of task*
- Y = Yes.
- N = No.



## 4.4 Pembahasan

### 4.4.1 Analisa RCM Information Worksheet

Berdasarkan *RCM Information Worksheet*, diketahui bahwa tindakan yang diusulkan untuk mengurangi resiko kegagalan antara lain :

#### ✦ *Cane Cutter*

##### 1. Pisau

Perawatan komponen pisau dilakukan dengan tindakan *Scheduled Restoration Task*, dengan interval perawatan 380,915 jam.

##### 2. Tangkai Pisau

Perawatan komponen tangkai pisau dilakukan dengan tindakan *Scheduled Restoration Task*, dengan interval perawatan 516,662 jam.

##### 3. Baut Pisau

Perawatan komponen baut pisau dilakukan dengan tindakan *Scheduled Discard Task*, dengan interval perawatan 952,506 jam.

##### 4. Disk Rotor

Perawatan komponen disk rotor dilakukan dengan tindakan *Scheduled on Condition Task*, dengan interval perawatan 1.269,756 jam.

#### ✦ *Intermediate Carrier 1*

##### 1. Baut

Perawatan komponen pisau dilakukan dengan tindakan *Scheduled Discard Task*, dengan interval perawatan 939,755 jam.

##### 2. Pen

Perawatan komponen pisau dilakukan dengan tindakan *Scheduled Discard Task*, dengan interval perawatan 523,347 jam.

##### 3. Rake

Perawatan komponen pisau dilakukan dengan tindakan *Scheduled Restoration Task*, dengan interval perawatan 582,254 jam.

##### 4. Rel

Perawatan komponen pisau dilakukan dengan tindakan *Scheduled on Condition Task*, dengan interval perawatan 829,646 jam.

Dari RCM Worksheet di atas, interval perawatan memiliki nilai yang bervariasi. Hal ini berbeda dengan yang dilakukan oleh perusahaan, dimana perusahaan menjadwalkan *Preventive Maintenance Program (PMP)* untuk setiap peralatan adalah 720 jam atau setiap 30 hari sekali. Dari table 4.17 diatas, dapat disusun suatu jadwal perawatan yang baru, berdasarkan interval perawatan yang sesuai.

Tabel 4.21 Jadwal Perawatan Dengan Interval Perawatan Optimum (TM) untuk 120 hari

Hari Ke	Perawatan	Hari Ke	Perawatan
15	Pisau	72	<i>Rake IMC 1</i>
21	Tangkai pisau	75	Pisau
21	Pen <i>IMC 1</i>	78	Baut <i>IMC 1</i>
24	<i>Rake IMC 1</i>	78	Baut Pisau
30	Pisau	84	Tangkai Pisau
34	Rel <i>IMC 1</i>	90	Pisau
39	Baut <i>IMC 1</i>	96	<i>Rake IMC 1</i>
39	Baut Pisau	102	Rel <i>IMC 1</i>
42	Tangkai pisau	104	<i>Disk Rotor</i>
42	Pen <i>IMC 1</i>	105	Pisau
45	Pisau	106	Tangkai Pisau
48	<i>Rake IMC 1</i>	117	Baut <i>IMC 1</i>
52	<i>Disk Rotor</i>	117	Baut Pisau
60	Pisau	120	Pisau
63	Tangkai Pisau	120	<i>Rake IMC 1</i>
68	Rel <i>IMC 1</i>	127	Tangkai Pisau

Sumber : Pengolahan Data

Dari tabel 4.18 diketahui bahwa dengan interval perawatan yang baru, Rata-rata Waktu Antar Kerusakan (*MTTFm*) dari mesin *Cane Cutter* dan *Intermediate Carrier 1* mengalami peningkatan. Atau dengan kata lain usia pakai dari setiap komponen mesin mengalami peningkatan. Peningkatan yang terbesar terletak pada komponen Tangkai Pisau, yaitu sebesar 1.475,271 jam. Sedangkan peningkatan terkecil terletak pada komponen Pisau sebesar 175,742 jam. Tabel 2.22 berikut ini menunjukkan *total downtime* dari jadwal perawatan perusahaan yang lama dan jadwal perawatan baru yang diusulkan.

Tabel 4.22 *Downtime* untuk jadwal perawatan

Down Time		
Jadwal Perusahaan (jam)	Jadwal Perawatan Baru (jam)	Selisih (jam)
148,981	38,019	110,962

Sumber : Pengolahan Data

Dari tabel diatas diketahui bahwa dengan menggunakan jadwal perawatan yang baru, perusahaan mendapatkan keuntungan. Yaitu total *downtime* selama musim giling mengalami penurunan. Penurunan total *downtime* tersebut sebesar 110,962 jam

#### 4.4.2 Analisa Total Biaya Perawatan

Dari hasil perhitungan interval perawatan optimal (TM) dapat dihitung juga besarnya total biaya perawatan setelah penjadwalan perawatan baru. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E. Tabel 4.23 berikut ini adalah hasil perhitungan biaya sesudah penjadwalan yang baru.

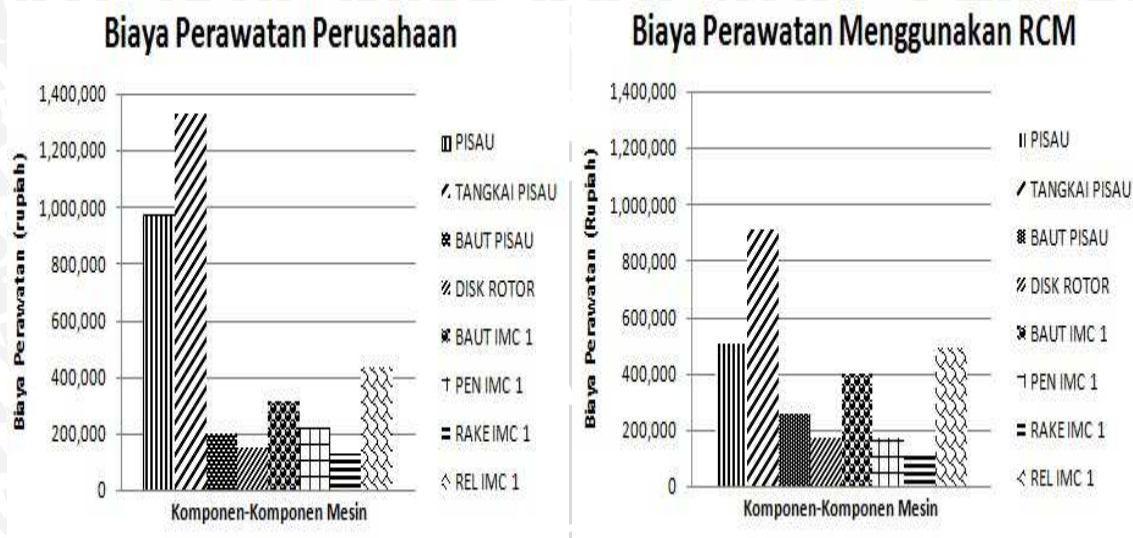
Tabel 4.23 Total Biaya Perawatan Untuk Satu Periode Musim Giling Mei-Oktober 2011

Nama Komponen	TcT (Rp)	TcTM (Rp)	Penurunan Biaya (Rp)
Pisau	959.708.398	508.320.696	458.700.202
Tangkai Pisau	1.319.614.399	909.432.121	417.057.278
Baut Pisau	199.585.305	254.027.786	-54.311.231
Disk Rotor	109.386.175	171.405.317	-24.519.142
Baut IMC 1	310.327.711	398.056.257	-87.623.546
Pen IMC 1	219.022.634	173.355.179	47.517.455
Rake IMC 1	123.276.937	108.044.753	17.482.184
Rel IMC 1	429.275.889	492.965.915	-57.090.026
<b>TOTAL BIAYA</b>	<b>3.670.197.448</b>	<b>3.015.608.025</b>	<b>717.213.174</b>
<b>Total Penurunan Biaya</b>			<b>19,21 %</b>

Sumber : Pengolahan Data

Dari tabel di atas diketahui bahwa, dengan interval perawatan yang baru didapatkan penurunan biaya perawatan untuk komponen pisau, tangkai pisau, pen, dan *rake*. Penurunan biaya yang terbesar terletak pada komponen Pisau, yaitu sebesar Rp 458.700.202 Dan penurunan biaya terkecil terletak pada komponen *Rake*, yaitu sebesar Rp 17.482.184 Perhitungan biaya ini sudah termasuk biaya komponen (perbaikan) dan biaya kerugian yang disebabkan *downtime*. Dimana dengan jadwal yang baru *downtime*-nya adalah 38,019 jam, sementara dengan jadwal lama *downtime*-nya adalah 148,981

jam. Total penurunan biaya perawatan adalah sebesar Rp 717.213.174 atau sebesar 19,21%.



Gambar 4.9 Perbandingan Biaya Perawatan Perusahaan dengan Biaya Perawatan Baru ( Dalam Ribuan )

Dari gambar 4.9 dapat dilihat perbandingan antara biaya perawatan perusahaan dan biaya perawatan baru yang telah menerapkan metode *RCM*. Berdasarkan perbandingan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *RCM* dapat mereduksi biaya pemeliharaan pada komponen mesin *Cane Cutter* yaitu pisau dan tangkai pisau. Begitu juga pada komponen mesin *Intermediate Carrier 1* yaitu pen dan rake.