

## PERANCANGAN MAINTENANCE PADA MESIN ROTORVANE DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE COST* (LCC) DAN *COST OF UNRELIABILITY* (COUR) DI PERKEBUNAN NUSANTARA VIII CIATER

### MAINTENANCE DESIGN ON ROTORVANE MACHINE USING LIFE CYCLE COST (LCC) AND COST OF UNRELIABILITY (COUR) METHOD IN PERKEBUNAN NUSANTARA VIII CIATER

Achmad Rizaldi Utomo<sup>1</sup>, Nurdinintya Athari S, S.Si., M.T.<sup>2</sup>, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, S.T., M.Eng.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[tommvrizaldi@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:tommvrizaldi@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[nurdinintya@telkomuniversity.ac.id](mailto:nurdinintya@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[Franstatas@telkomuniversity.ac.id](mailto:Franstatas@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

PT Perkebunan Nusantara VIII Ciater merupakan salah satu perusahaan industri produksi teh di Indonesia yang terletak di daerah Ciater, Subang, Jawa Barat. Aktivitas produksi pada perusahaan berlangsung selama 24 jam, artinya mesin pada perusahaan tersebut selalu bekerja. PTPN berdiri sejak tahun 1957 hingga sekarang dan mesin-mesin yang digunakan sudah tergolong tua. Mesin *Rotorvane* merupakan mesin yang tergolong tua dengan kondisi 45% dan diperlukan kebijakan *maintenance* yang sesuai untuk mesin tersebut. Untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan perusahaan pada mesin *Rotorvane* maka digunakan metode *Life Cycle Cost* (LCC), dengan menggunakan metode LCC dapat diketahui *maintenance crew* optimal dan *retirement age* pada mesin tersebut. Untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan dibutuhkan pengolahan biaya *sustaining cost* dan *acquisition cost*. Metode lain yang digunakan yaitu metode *Cost of unreliability* (COUR) untuk mengidentifikasi biaya kerugian yang dikeluarkan oleh perusahaan atas kerusakan komponen kritis pada mesin *Rotorvane*. Berdasarkan metode LCC, total LCC pada mesin *Rotorvane* adalah sebesar Rp 452,811,014,- dan memiliki jumlah *maintenance crew* optimal sebanyak  $M = 1$ , yaitu terdapat tiga *engineer* dalam satu tim, serta memiliki *retirement age* selama delapan tahun. Berdasarkan metode COUR, kerugian perusahaan dalam proses *maintenance* yaitu sebesar Rp 589,395,123,-.

**Kata Kunci** – Mesin *Rotorvane*, *Life Cycle Cost*, *Sustaining cost*, *Acquisition cost*, *Maintenance Set Crew*, *Retirement age*, *Cost of unreliability*.

#### Abstract

PT Perkebunan Nusantara VIII Ciater is one of the tea production industry companies in Indonesia that located in Ciater, Subang, West Java. Production activities in the company lasted for 24 hours, it mean the machine at the company is always working. PTPN was established since 1957 until now and the machines that they used are old. *Rotorvane* machine is a machine that is classified as old with 45% condition and required appropriate maintenance policy. To know the cost of the company on the *Rotorvane* machine then used *Life Cycle Cost* (LCC) method, by using LCC method can be known optimal maintenance crew and retirement age on the machine. To know the total *Life Cycle Cost* required processing cost of sustaining cost and acquisition cost. Another method used in this research is *Cost of unreliability* (COUR) method to identify the losses cost of the company for damage to critical components on the *Rotorvane* machine. Based on the LCC method, the total LCC on the *Rotorvane* machine is Rp 452,811,014,- and has th optimal number of maintenance crew of  $M = 1$  where on the team has three engineers and the *Rotorvane* machine has retirement age for eight years. Based on the COUR method, the company losses in maintenance process is Rp 589,395,123,-.

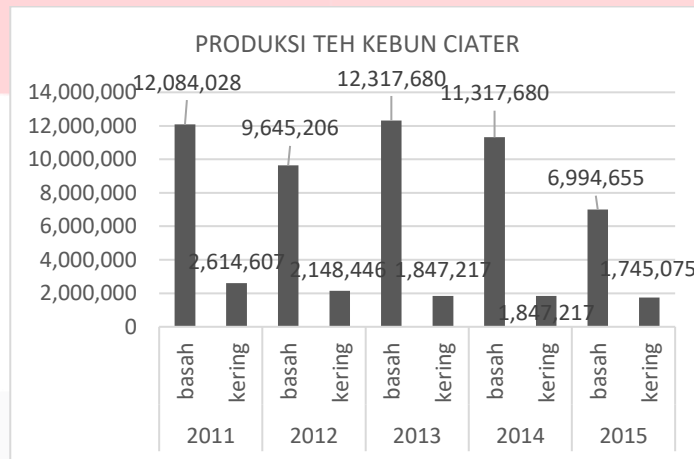
**Keywords** – *Rotorvane Machine*, *Life Cycle Cost*, *Sustaining cost*, *Acquisition cost*, *Maintenance Set Crew*, *Retirement age*, *Cost of unreliability*.

#### 1. Pendahuluan

Dewasa ini teknologi merupakan hal yang sangat penting. Teknologi merupakan salah satu hal yang perkembangannya sangat pesat di dunia terutama di bidang manufaktur. Penerapan teknologi otomasi digunakan dalam dunia industri agar dapat meningkatkan akurasi, presisi, dan produktivitas dari suatu proses industri, yang ditandai dengan meningkatkan jumlah dan kualitas *output* yang dihasilkan. Oleh karena itu penerapan teknologi otomasi menjadi hal yang penting dalam suatu perusahaan terutama perusahaan yang memproduksi produknya

secara massal, salah satunya yaitu di sektor pertanian dimana sektor pertanian ini sangat diunggulkan di Indonesia. Sektor pertanian juga merupakan sektor yang mendapatkan perhatian cukup besar dari pemerintah Indonesia dikarenakan perannya yang sangat penting dalam rangka pembangunan ekonomi jangka panjang maupun dalam rangka pemulihan ekonomi bangsa, kontribusi sektor pertanian dapat dilihat terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) yang cukup besar yaitu sekitar 15,34% pada tahun 2011 dimana sektor pertanian berada di urutan kedua setelah sektor industri pengolahan [1]. Salah satu sub sektor pertanian yang berpotensi dalam rangka menumbuhkan pembangunan ekonomi nasional adalah sektor perkebunan teh.

PT Perkebunan Nusantara VIII merupakan perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang mengolah daun teh menjadi bubuk teh yang di ekspor ke luar negeri dan juga dijual ke masyarakat Indonesia sendiri. PTPN sendiri sudah ada sejak tahun 1957 yang berarti hingga saat ini sudah berumur 59 tahun, mesin-mesin yang ada juga berumur lebih dari 20 tahun. Jadi PT Perkebunan Nusantara VIII ini sudah beroperasi selama 59 tahun, Gambar 1 merupakan data produksi PT Perkebunan Nusantara VIII Ciater dari tahun 2011 sampai 2015



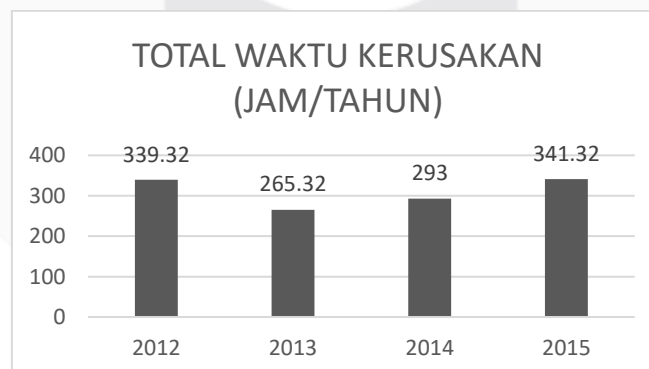
Gambar 1 Data Produksi Teh Kebn Ciater

Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan teh yang terdapat pada PT Perkebunan Nusantara ada banyak, diantaranya mesin *withering trough* (pelayuan), *Open Top Roller* (penggilingan), *Press Cap Roller* (penggilingan), *Rotorvane* (Penggilingan), dan masih banyak lagi mesin yang lainnya. Tabel 1 merupakan jumlah mesin yang ada di PTPN VIII Ciater.

Tabel 1 Data Jumlah Mesin

nomor	Ruang	jumlah	unit
1	Ruang Layuan	3	Unit
2	Ruang Giling	11	Unit
3	Ruang Pengeringan	6	Unit
4	Ruang Sortasi	14	Unit
5	Ruang Pengepakan	5	Unit

Di PTPN VIII Ciater terdapat 5 ruang mesin, yaitu ruang layuan, ruang giling, ruang pengeringan, ruang sortasi, dan ruang pengepakan. Peneliti memilih penelitian pada ruang giling yang prosesnya menggiling daun teh sesuai yang diinginkan perusahaan. Berikut data waktu kerusakan secara total pada ruang giling tahun 2012-2015, yaitu :



Gambar 2 Total Waktu Kerusakan

Berdasarkan grafik diatas, *downtime* pada mesin giling periode 2012-2013 sempat turun tetapi setelah itu dari 2013 hingga 2015 mengalami kenaikan yang berpengaruh pada total produksi PTPN di tahun tersebut, penurunan produksi dapat dilihat pada Gambar I.2. terdapat beberapa mesin di ruang giling PTPN, daftar mesin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Daftar Mesin Ruang Giling

MESIN	Tahun Pembuatan	Keterangan	Kondisi Aset
Pressure Cup Roller (PCR) No.1	1991	Jalan (Baik)	55%
Pressure Cup Roller (PCR) No.2	1991	Jalan (Baik)	55%
Pressure Cup Roller (PCR) No.3	1991	Jalan (Baik)	55%
Pressure Cup Roller (PCR) No.4	1991	Jalan (Baik)	55%
Pressure Cup Roller (PCR) No.5	1991	Jalan (Baik)	55%
DIBN No. 01	1991	Jalan (Baik)	50%
DIBN No. 02	1991	Jalan (Baik)	50%
Rotor Vane 15 " No. 01	1991	Jalan (Baik)	45%
Rotor Vane 15 " No. 02	1991	Jalan (Baik)	45%
Humydifier	1991	Jalan (Baik)	40%
Pengabut	1991	Jalan (Baik)	50%
Mistycool	1991	Jalan (Baik)	50%
Fan	1991	Jalan (Baik)	50%
Fan	1991	Jalan (Baik)	50%
Standing Fan		Jalan (Baik)	50%
Conveyor No. 01	1991	Jalan (Baik)	50%
Conveyor No. 02	1991	Jalan (Baik)	50%
Conveyor No. 03	1991	Jalan (Baik)	50%
Conveyor No. 04	1991	Jalan (Baik)	50%
Conveyor No. 05	1991	Jalan (Baik)	50%
Conveyor No. 06	1991	Jalan (Baik)	50%

Dapat dilihat pada tabel diatas mesin-mesin yang berada di ruang giling, tahun pembuatan dan juga kondisi aset tersebut sampai sekarang. Pada tabel diatas diketahui bahwa mesin dengan kondisi yang paling rendah merupakan mesin Humydifier, namun mesin tersebut merupakan mesin kecil yang digunakan untuk memberikan uap air. Mesin dengan kondisi terendah selanjutnya merupakan mesin Rotorvane, sehingga peneliti memilih mesin Rotorvane tersebut sebagai objek penelitian.

Di dalam *Maintenance Management* terdapat beberapa cara untuk mengatasi hal tersebut diatas yang membutuhkan pendekatan biaya, yaitu dengan menggunakan metode Life Cycle Cost. Model LCC merupakan suatu pendekatan total biaya dari keseluruhan proses hidup suatu mesin yang dikeluarkan dari awal hingga akhir yang mempertimbangkan berbagai variabel karena metode ini akan dilakukan perhitungan terhadap *maintenance cost*, *operating cost*, *shortage cost*, *population cost*, dan *purchasing cost* [2].

Dalam pendekatan biaya ada metode lain yang dapat digunakan untuk menentukan biaya yaitu metode Cost of Unreliability (COUR). COUR merupakan biaya keseluruhan situasi yang dihasilkan dari semua yang disebabkan terkait kehandalan. Biaya ini meliputi biaya perbaikan peralatan setelah kegagalan dan nilai production loss. Ulasan biaya ini dikenal sebagai biaya langsung dan juga biaya tidak langsung [3].

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Life Cycle Cost

Life Cycle Cost merupakan penjumlahan perkiraan biaya dari awal hingga penyelesaian, baik peralatan maupun proyek seperti yang ditentukan oleh studi analisis dan perkiraan pengeluaran total yang dialami selama hidup. Tujuan dari analisis LCC adalah untuk memilih pendekatan biaya yang paling efektif dari serangkaian alternatif sehingga cost term ownership (kepemilikan) yang paling pendek tercapai [4].

#### 1. Annual Operating Cost

*Annual Operating Cost* merupakan keseluruhan biaya yang dikeluarkan selama mesin beroperasi. Operating Cost dilakukan selama mesin beroperasi terdiri dari Operating labor cost dan energy cost.

$$OC = EC + (LC \times TK)$$

## 2. Annual Maintenance Cost

*Maintenance cost* merupakan biaya yang dikeluarkan sebagai ongkos perawatan atas unit itu sendiri secara terus-menerus setiap periodenya selama unit tersebut beroperasi. Dalam perhitungannya, *maintenance cost* dipengaruhi oleh banyaknya jumlah *maintenance crew* yang disediakan dan besarnya biaya perbaikan per unit

$$MC = (Cr + Cl) + (Ce + Cc)$$

## 3. Shortage Cost

*Shortage cost* dihitung untuk mengetahui besarnya ongkos yang harus dikeluarkan karena kurangnya perangkat sebagai akibat kekurangan jumlah *channel (maintenance crew)* untuk memperbaiki perangkat yang rusak.

$$SC = Cs [E(S)]$$

## 4. Sustaining Cost

*Sustaining cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan atas kepemilikan suatu perangkat selama periode tertentu. *Sustaining cost* merupakan penjumlahan dari *annual operating cost*, *annual maintenance cost*, dan *annual shortage cost* [5].

$$B = P - n(P - F/L)$$

## 5. Book Value

Perhitungan *book value* dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai peralatan di akhir tahun. *Book value* ini dipengaruhi oleh *salvage value* dan *retirement age* dari peralatan tersebut, yang dirumuskan sebagai berikut :

## 6. Purchasing Cost

*Purchasing cost* merupakan keseluruhan biaya yang dikeluarkan untuk pembelian seluruh perangkat yang diperlukan dalam suatu sistem. Untuk setiap *retirement age* yang berbeda maka akan mempunyai *annual purchasing cost* yang berbeda juga. Dalam perhitungan *purchasing cost* diperlukan mengetahui besarnya suku bunga untuk kredit.

## 7. Population Cost

*Population cost* merupakan biaya yang dikeluarkan setiap periode atas kepemilikan suatu alat. *Population cost* didapatkan dari *annual equivalent cost* per unit dikali jumlah populasi unit perangkatnya.

## 8. Acquisition Cost

*Acquisition cost* merupakan biaya yang dikeluarkan pada awal pembelian mesin/sistem. *Acquisition cost* merupakan penjumlahan antara biaya yang harus dikeluarkan seluruh perangkat selama hidupnya atau selisih antara biaya pembelian dengan nilai sisa dari perangkat tersebut

## 2.2 Cost of Unreliability

*Cost of unreliability* berarti seluruh biaya yang merupakan hasil dari seluruh situasi yang berhubungan dengan masalah kegagalan realibilitas, termasuk juga semua biaya yang berhubungan dengan program keandalan yang buruk dan pekerjaan perawatan yang buruk [3]. Untuk menemukan *cost of unreliability*, maka sebaiknya memulai dengan gambaran besar dan membantu program peningkatan biaya langsung, yaitu dengan mengidentifikasi sumber masalah biaya, level masalah, dan masalah apa saja yang muncul [6].

$$COUR = DC + IC$$

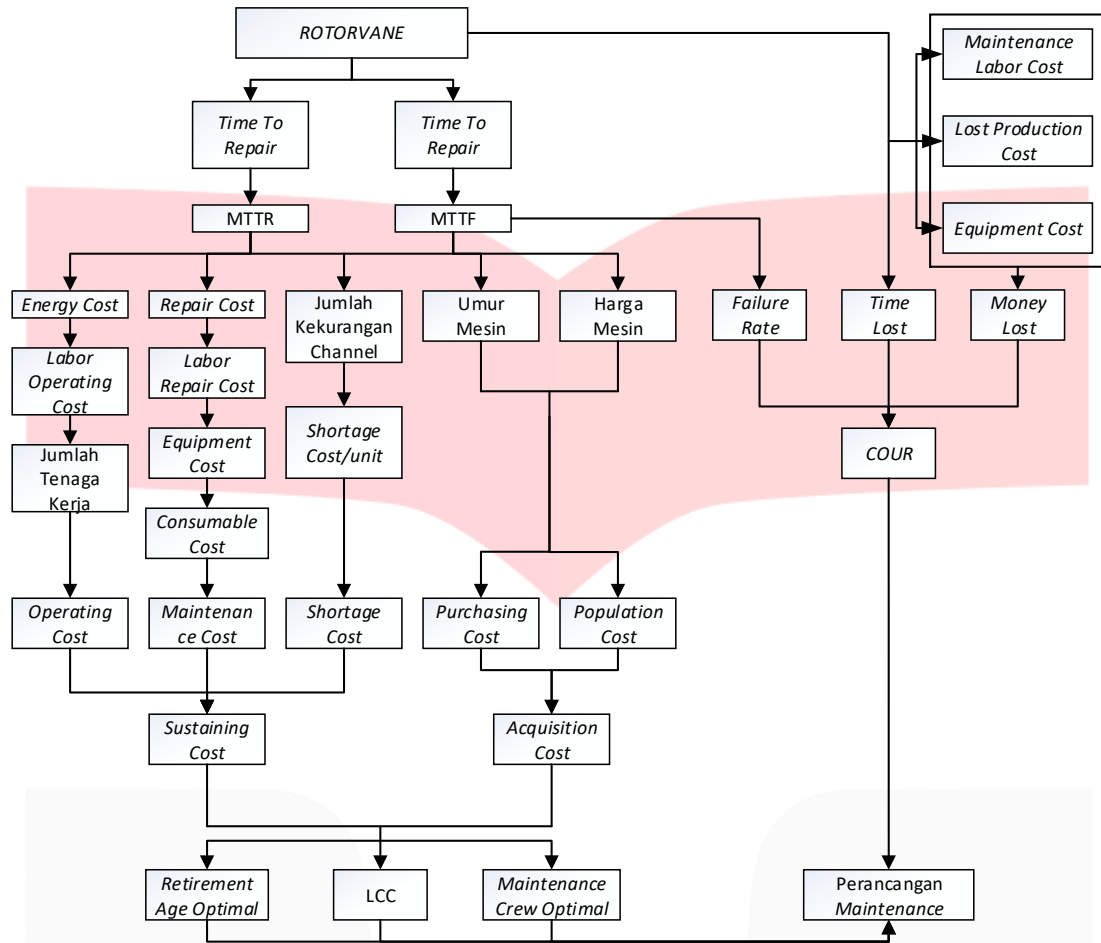
Perhitungan *COUR* dapat dilihat diatas yaitu *Direct Cost* ditambah dengan *Indirect Cost*. *Direct Cost* adalah seluruh biaya yang mempunyai hubungan sebab dan akibat langsung dengan kejadian keandalan. *Indirect Cost* adalah biaya-biaya yang tidak mempunyai hubungan sebab-akibat langsung dengan kejadian keandalan, tetapi merupakan hasil dari keandalan yang buruk.

## 3. Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dijelaskan langkah pengerjaan dalam penelitian untuk menganalisa kebijakan perawatan.

### 3.1 Metode Konseptual

Model konseptual adalah sebuah kerangka pemikiran dari sebuah penelitian yang dapat membantu peneliti dalam memecahkan masalah karena di dalam model konseptual terdapat variabel dan metode yang diyakini dapat digunakan untuk memecahkan masalah dalam penelitian. Model konseptual dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Metode Konseptual

Berdasarkan metode konseptual pada Gambar III.1, penelitian ini dimulai dengan melakukan pengambilan data pada mesin *Rotorvane*, data yang diambil yaitu data *Time to repair* (TTR) dan *Time To Failure* (TTF). Selanjutnya menentukan pendistribusian yang mewakili dari data-data tersebut sehingga dapat dihitung *Mean Time to repair* (MTTR) dan *Mean Time To Failure* (MTTF). Perhitungan LCC didapatkan dari dua perhitungan yaitu perhitungan *sustaining cost* dan perhitungan *acquisition cost*. *Sustaining cost* terdiri dari *operating cost*, *maintenance cost*, dan *shortage cost*. Perhitungan *operating cost* didapatkan dari *energy cost*, *labour operating cost*, dan jumlah tenaga kerja. Perhitungan *maintenance cost* didapatkan dari *repair cost*, *labour repair cost*, *equipment cost*, dan *consumable cost*. Perhitungan *shortage cost* didapatkan dari jumlah kekurangan channel yang ditentukan dengan teori antrian dan *shortage cost/unit* dari mesin *rotorvane*. Kemudian menghitung *acquisition cost* yang didapatkan dari *purchasing cost* dan *population cost* dari umur mesin dan harga mesin.

Data MTTF digunakan sebagai input dari *failure rate* yang akan digunakan untuk menghitung *Cost of unreliability*. Input dari COUR adalah *time lost*, *failure rate* dan *money cost*. Data *money lost* didapatkan dari *maintenance labour cost*, *lost production cost*, dan *equipment cost*. Hasil dari COUR ini adalah *machine unreliability cost* atau biaya yang ditanggung perusahaan karena ketidakhandalan mesin.

**4. Pembahasan**

**4.1 Penentuan Distribusi Yang Mewakili TTF dan TTR**

Penentuan distribusi yang mewakili diambil dari data *Time to Failure* dan *Time to Repair* mesin *Rotorvane*. Penentuan dilakukan dengan uji Anderson-Darling dengan bantuan *software* Minitab 17. Perbandingan distribusi yang akan dilakukan adalah pada 3 distribusi yaitu distribusi Normal, Eksponensial, dan Weibull. Tabel 3 akan menjelaskan distribusi yang mewakili dari data TTF dan TTR.

Tabel 3 Distribusi yang mewakili

Mesin	TTF	TTR
<i>Rotorvane</i>	Weibull	Weibull

### 4.2 Penentuan Parameter Keandalan TTF dan TTR

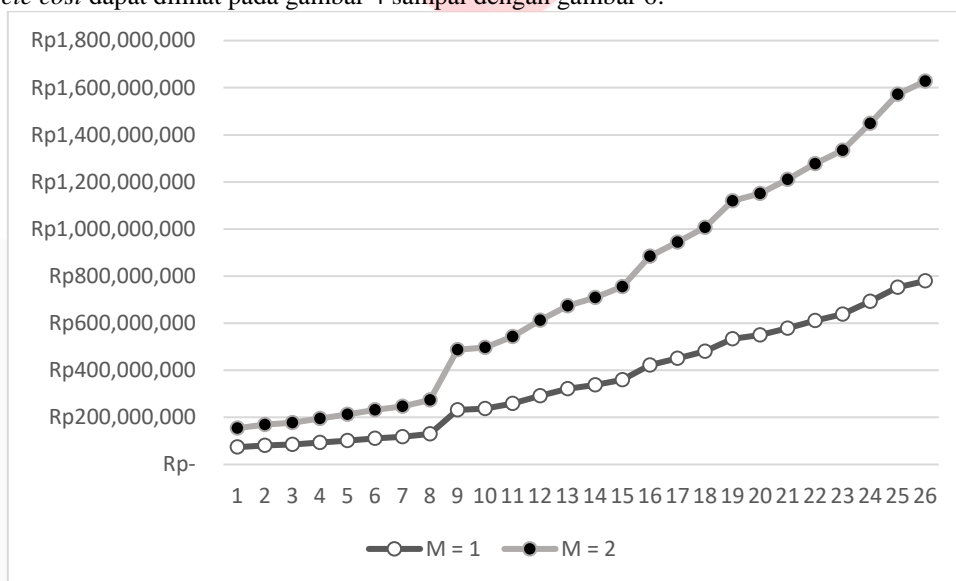
Penentuan Parameter Keandalan TTF dan TTR pada mesin *Rotorvane* dilakukan dengan bantuan *software* Supersmith Weibull. Dapat dilihat pada Tabel 4 penentuan parameter keandalan TTF dan TTR.

Tabel 4 Parameter Keandalan TTF dan TTR

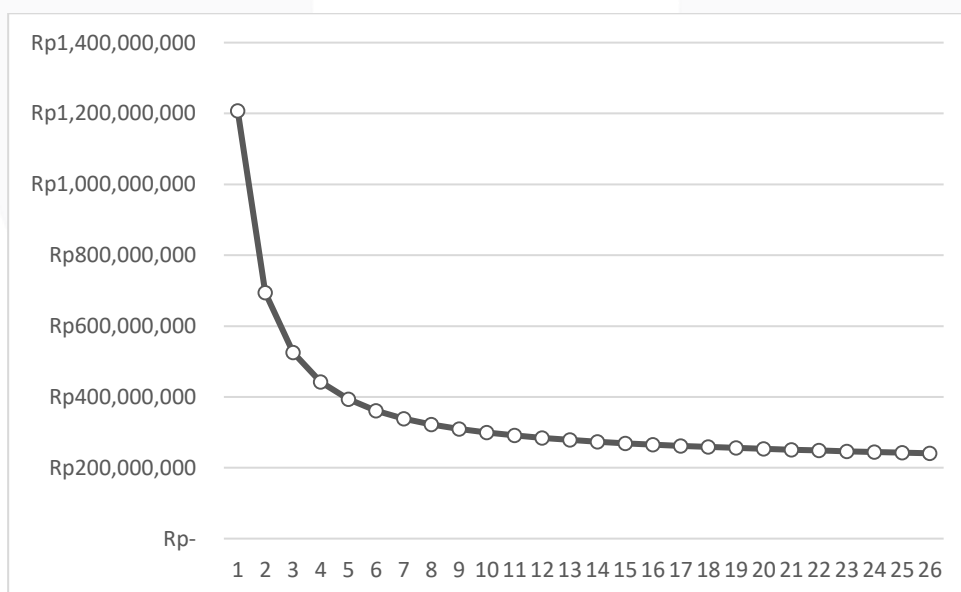
	$\eta$	$\beta$	Rumus	MTTF/MTTR (hours)
TTF	423,35	0,705	$\eta \cdot \Gamma(1+1/\beta)$	532,2882
TTR	2,363	1,848	$\eta \cdot \Gamma(1+1/\beta)$	2,0989

### 4.3 Perhitungan Life Cycle Cost (LCC)

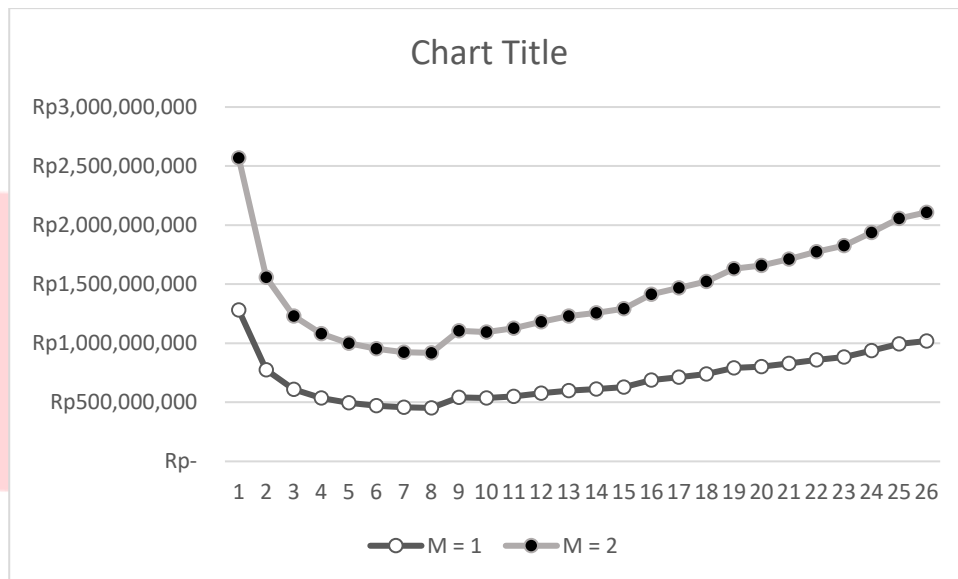
Perhitungan LCC didasarkan atas 2 komponen biaya yaitu *sustaining cost* dan *acquisition cost*. *Sustaining cost* didapatkan dari perhitungan *operating cost*, *maintenance cost*, dan *shortage cost*. Sedangkan *acquisition cost* didapatkan dari perhitungan *purchasing cost* dan *population cost*. Perhitungan LCC sendiri juga dapat menentukan *retirement age* dan *maintenance crew* optimal dari mesin yang diteliti. Perhitungan LCC dimulai dari awal mesin ada hingga saat ini yang totalnya ada 26 tahun. Sesuai dengan perhitungan yang didapatkan maka total LCC dari mesin *Rotorvane* adalah Rp 452,811,014,- dengan *retirement age* sebesar 8 tahun dan *maintenance crew optimal* adalah  $M = 1$  yang artinya terdapat 3 orang *engineer* didalamnya. Grafik *sustaining cost*, *acquisition cost*, dan total *life cycle cost* dapat dilihat pada gambar 4 sampai dengan gambar 6.



Gambar 4 Sustaining Cost



Gambar 5 Acquisition Cost



Gambar 6 Total Life Cycle Cost

**4.4 Perhitungan Cost of Unreliability (COUR)**

Perhitungan COUR digunakan untuk menentukan berapa biaya yang dikeluarkan perusahaan karena ketidakhandalan suatu mesin. Terdapat beberapa komponen perhitungan untuk dapat mengetahui total COUR, yaitu menentukan komponen kritis pada mesin, lalu menghitung *failure rate*, lalu menghitung *time lost*, dan terakhir menghitung *money lost*. Total COUR pada mesin *Rotorvane* adalah Rp 589,395,123,-. Perhitungan COUR dapat dilihat pada Tabel 5 sampai dengan Tabel 7.

Tabel 5 Perhitungan Failure Rate

	AS	OLI RORED	EMAIL DRAT	BEARING ROTOR	BEARING ELEKTROMOTOR
<i>Study Interval (hrs)</i>	26280	26280	26280	26280	26280
<i>Number of Failures</i>	12	15	15	8	7
<i>MTTF</i>	415.66	288.55	252.19	915.88	291.43
<i>Failure Rate</i>	0.00241	0.00347	0.00397	0.00109	0.00343

Tabel 6 Perhitungan Time Lost

	AS	OLI RORED	EMAIL DRAT	BEARING ROTOR	BEARING ELEKTROMOTOR
<i>Failure Rate</i>	0.00241	0.00347	0.00397	0.00109	0.00343
<i>Failure(s)/year</i>	4	5	5	2.666666667	2.333333333
<i>Corrective Time/Failure</i>	3.25	1.26	1.05	1.77	1.48
<i>Lost Time Hrs/Years</i>	13.00	6.31	5.25	4.72	3.44

Tabel 7 Perhitungan Money Lost

	AS	OLI RORED	EMAIL DRAT	BEARING ROTOR	BEARING ELEKTROMOTOR	Total
<i>Lost Time Hrs/Years</i>	13.00	6.31	5.25	4.72	3.44	32.72
<i>Gross Margin Lost</i>	Rp 228,800,000.00	Rp 110,977,680.00	Rp 92,400,000.00	Rp 83,110,954.67	Rp 60,597,695.48	Rp 575,886,330
<i>Maintenance Cost</i>	Rp 5,367,051.74	Rp 2,603,247.16	Rp 2,167,463.20	Rp 1,949,566.41	Rp 1,421,464.02	Rp 13,508,793
<i>Total</i>	Rp 234,167,051.74	Rp 113,580,927.16	Rp 94,567,463.20	Rp 85,060,521.07	Rp 62,019,159.50	Rp 589,395,123

**5. Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan metode LCC, maka didapatkan total *life cycle cost* dari mesin *Rotorvane* pada PT Perkebunan Nusantara VIII Ciater yang paling rendah harganya adalah sebesar Rp 452,811,014,-
2. Berdasarkan data kerusakan dan biaya yang diperoleh, maka didapatkan *retirement age* yang optimal dari mesin *Rotorvane* melalui perhitungan LCC adalah delapan tahun.
3. Jumlah *maintenance set crew* yang optimal adalah satu *maintenance set crew*. Dalam satu tim tersebut terdiri dari tiga orang *engineer*.

4. Berdasarkan pada perhitungan biaya dengan *Cost of Unreliability*, maka nilai yang harus ditanggung oleh perusahaan karena ketidakhandalan adalah sebesar Rp 589,395,123,-.

#### Daftar Pustaka

- [1.] Badan Pusat Statistik. Produk Domestik Bruto. <https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/11#subjekViewTab1>. Published 2011. Accessed June 11, 2017.
- [2.] Barringer H, Weber D. *Life Cycle Cost Tutorial.*; 1996.
- [3.] Fernando Vicente. *Assesing the Cost of Unreliability in Gas Plant to Have a Sustainable Operation.* 2012.
- [4.] Dhillon BS. *Life Cycle Costing For Engineers.*; 2009. doi:10.1201/9781439816899.
- [5.] Alhilman J, Saedudin RR, Atmaji FTD, Suryabrata AG. LCC application for estimating total maintenance crew and optimal age of BTS component. *2015 3rd Int Conf Inf Commun Technol ICoICT 2015.* 2015;4(2):543-547. doi:10.1109/ICoICT.2015.7231483.
- [6.] Barringer & Associates. *Cost of Unreliability.* 2010:1.