

**PERANCANGAN KEBIJAKAN *MAINTENANCE* MESIN VIBRO MENGGUNAKAN METODE
RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DAN *LIFE CYCLE COST (LCC)*
DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII**

**MAINTENANCE POLICY DESIGN OF VIBRO MACHINE USING RISK BASED
MAINTENANCE (RBM) METHOD AND LIFE CYCLE COST (LCC)
AT PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII**

Ilham Meiriza¹, Nurdinintya Athari S, S.Si., M.T.², Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, S.T., M.Eng.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹Ilhammeiriza@student.telkomuniversity.ac.id ²Nurdinindtya@telkomuniversity.ac.id.

³Franstatas@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT Perkebunan Nusantara VIII merupakan perusahaan yang memproduksi teh yang telah beroperasi selama 59 tahun. PT perkebunan Nusantara VIII merupakan produsen teh terbesar di Jawa Barat. Produk yang dihasilkan berupa teh ortodoks yang harus berkualitas tinggi sehingga dapat memenuhi kepuasan konsumen. Proses pengolahan teh hitam ortodoks di PT Perkebunan Nusantara VIII pada tiap prosesnya menggunakan mesin yang berbeda-beda. Salah satu hal yang harus diperhatikan adalah keandalan dari tiap mesinnya. Ruang Sortasi merupakan ruang pengolahan teh ortodoks yang berguna untuk memperoleh partikel teh yang seragam dalam ukuran, densitas dan kebersihan dari kandungan sarat dan tulang sesuai standar yang telah ditetapkan dan yang akan membagi jenis teh ke kualitas satu, kualitas dua, dan kualitas tiga. Pada ruang sortasi, frekuensi kerusakan yang paling tinggi dialami mesin vibro. Mesin vibro merupakan mesin yang berfungsi sebagai pemisah serat pada teh. Namun, mesin vibro merupakan mesin yang memiliki frekuensi kerusakan tertinggi dibanding mesin lainnya di ruang sortasi, maka diperlukan kebijakan perawatan. Metode yang digunakan pada penelitian adalah *Risk Based Maintenance (RBM)* dan *Life Cycle Cost (LCC)*. Metode *Risk Based Maintenance* digunakan untuk mengetahui seberapa besar konsekuensi dan risiko yang dihasilkan dari kerusakan mesin vibro. Metode *Life Cycle Cost (LCC)* digunakan untuk menentukan *retirement age*, *maintenance set crew*, dan mengetahui total *life cycle cost* pada mesin vibro. Berdasarkan metode RBM, didapatkan nilai konsekuensi dan risiko sebesar Rp. 619,118,784.43 dengan persentase 1,31%. Risiko ini melewati batas kriteria penerimaan risiko yaitu 1% pada mesin vibro. Berdasarkan metode LCC, didapatkan *retirement age* mesin vibro selama 7 tahun, dengan jumlah satu *maintenance set crew* yang terdiri dari 3 orang, dan total *life cycle cost* yang minimum sebesar Rp. 495,281,609.

Kata Kunci : *Risk Based Maintenance, Life Cycle Cost, Retirement Age, Maintenance Set Crew, Preventive Maintenance*

Abstract

PT Perkebunan Nusantara VIII is a tea producing company that has been operating for 59 years. PT Perkebunan Nusantara VIII is the largest tea producer in West Java. The resulting product is orthodox tea that must be of high quality so as to meet customer satisfaction. Processing orthodox black tea in PT Perkebunan Nusantara VIII in each process using different machines. One of the things to note is the reliability of each machine. The Sorting Room is an orthodox tea processing room useful for obtaining uniform tea particles in size, density and hygiene of laden and bone content according to established standards and which will divide the type of tea into one quality, two quality, and three quality. In the sorting chamber, the highest frequency of damage is experienced by the vibro engine. Vibro machine is a machine that serves as a fiber separator in tea. However, vibro machine is the machine that has the highest frequency of damage compared to other machines in the sorting room, it is necessary maintenance policy. The method used in this research is Risk Based Maintenance (RBM) and Life Cycle Cost (LCC). Risk Based Maintenance method is used to find how big the consequences and risks resulting from damage vibro machine. The Life Cycle Cost (LCC) method is used to determine retirement age, maintenance set crew, and to know the total life cycle cost of the vibro machine. Based on the RBM method, we get the consequence and risk value of Rp. 619,118,784.43 with a percentage of 1.31%. This risk exceeds the risk acceptance criteria of 1% in the vibro machine. Based on the LCC method, Retirement age of vibro machine is seven-year, with a maintenance crew consisting of 3 people, and minimum life cycle cost of Rp. 495,281,609.

Keywords : *Risk Based Maintenance, Life Cycle Cost, Retirement Age, Maintenance Set Crew, Preventive Maintenance*

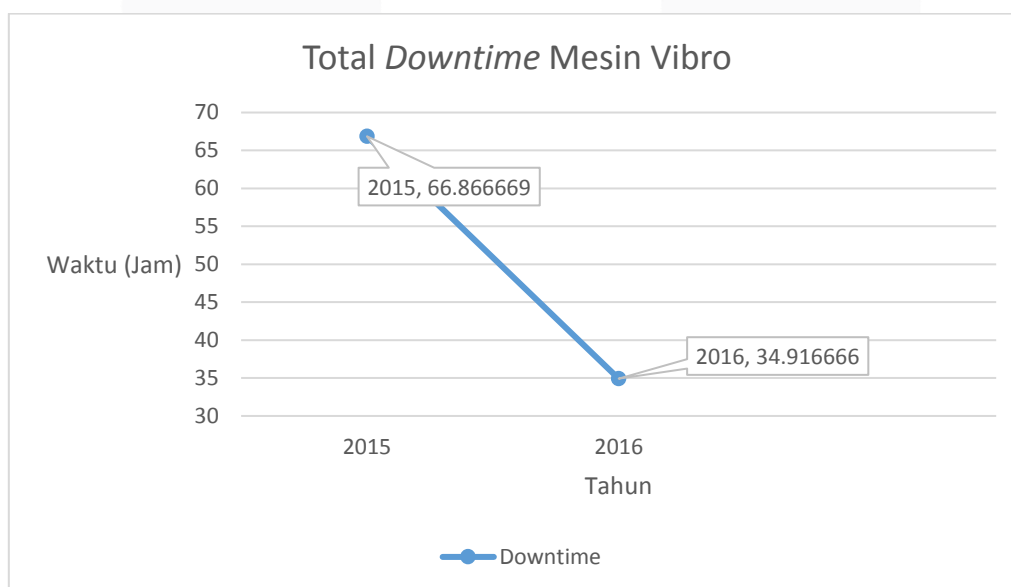
1. Pendahuluan

PT Perkebunan Nusantara VIII merupakan Perusahaan yang memproduksi teh yang telah beroperasi selama 59 tahun. PT Perkebunan Nusantara VIII sendiri merupakan produsen teh terbesar di Jawa Barat. Produk yang dihasilkan berupa teh ortodoks yang harus berkualitas tinggi sehingga dapat memenuhi kepuasan konsumen. Produk yang dihasilkan harus berkualitas baik dan memenuhi ketepatan waktu produksi. Perusahaan juga harus mengoptimalkan sumber daya yang terdapat pada proses produksi. Karena produksi merupakan salah satu kunci utama keberhasilan dari suatu perusahaan. Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi pada suatu perusahaan adalah kesiapan mesin-mesin produksi dalam melaksanakan tugasnya. Untuk mencapai hal itu diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik[1]. Ruang sortasi merupakan ruangan yang berguna untuk memperoleh partikel teh yang seragam dalam ukuran, densitas dan kebersihan dari kandungan sarat dan tulang sesuai standar yang telah ditetapkan. Pada ruang sortasi juga berguna untuk menentukan kualitas teh yang ingin di olah ke proses selanjutnya. Dapat diketahui bahwa terdapat tiga kualitas teh yang diproduksi oleh pabrik. Didalam ruang sortasi terdapat beberapa mesin yaitu Vibro, Middleton, Conveyor, ITX dan Nissen. Permasalahan yang sering terjadi adalah kerusakan mesin yang membuat mesin mengalami gangguan dan menghambat proses produksi. Tabel 1 merupakan frekuensi kerusakan mesin di ruang sortasi

Tabel 1. Jenis Mesin dan Frekuensi Kerusakan Ruang Sortasi

No	Mesin	Frekuensi Kerusakan		
		2014	2015	2016
1	Vibro	52	62	40
2	Middelton	2	3	6
3	Conveyor	0	29	10
4	ITX	19	17	18
5	Nissen	4	17	17

Berdasarkan Tabel 1 riwayat mesin yang paling banyak mengalami kerusakan dari tahun 2014 - 2016 yaitu mesin vibro dengan total kerusakan 154. Mesin vibro merupakan mesin pemisah serat teh yang nantinya akan membagi kualitas teh menjadi kelas satu, kelas dua, dan kelas tiga. Frekuensi kerusakan ini juga sejalan dengan total *downtime* yang besar dari mesin vibro itu sendiri yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Total *Downtime* Mesin Vibro

Metode *Risk Based Maintenance* (RBM) digunakan untuk mengetahui seberapa besar risiko yang dialami perusahaan melalui biaya perawatan pada mesin vibro. Kegiatan maintenance pada PT Perkebunan Nusantara VIII dilakukan oleh maintenance crew. Jumlah maintenance crew sangat berpengaruh pada perawatan mesin. Jika mesin mengalami kerusakan maka harus segera dilakukan perbaikan jika tidak, akan menimbulkan *downtime* yang tinggi. Dan sebaliknya jika jumlah *maintenance crew* yang melakukan perawatan berlebih maka akan menimbulkan cost bagi perusahaan. Selain itu suatu mesin akan mengalami penuaan pada masanya, Perusahaan harus mengetahui umur mesin yang optimal agar mesin tersebut dapat bekerja sesuai dengan performansinya. Metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan pada jumlah maintenance crew, umur mesin ialah *Life Cycle Cost* (LCC). Model LCC merupakan sebuah

pendekatan total biaya yang dikeluarkan dari awal sampai akhir yang mempertimbangkan berbagai variabel karena pada metode ini dilakukan perhitungan terhadap maintenance cost, operating cost, shortage cost, population cost dan purchasing cost [2]

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1. Maintenance

Maintenance atau pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. Maintenance juga dilakukan untuk menjaga peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya [3]

2.2. Risk Based Maintenance

Metode RBM bertujuan untuk mengurangi risiko keseluruhan yang mungkin menjadi konsekuensi kegagalan yang tidak diharapkan [4]. Risk Based Maintenance (RBM) diturunkan kedalam tiga modul yaitu :

1. Perkiraan risiko (risk estimation), dimana terdiri dari identifikasi dan estimasi risiko
2. Evaluasi risiko (evaluation risk), dimana terdiri dari risiko yang tidak diharapkan (risk adversion) dan analisis penerimaan (analysis risk acceptance)
3. Perencanaan maintenance berdasarkan faktor-faktor risiko.

2.3. 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 (Barringer,2003). Tujuan dari analisis LCC adalah untuk memilih pendekatan biaya yang paling efektif dari serangkaian alternatif sehingga cost term ownership (kepemilikan) yang paling pendek tercapai.

A. 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.

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

B. 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

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

C. 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.

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

D. 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.

E. 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.

F. Population Cost

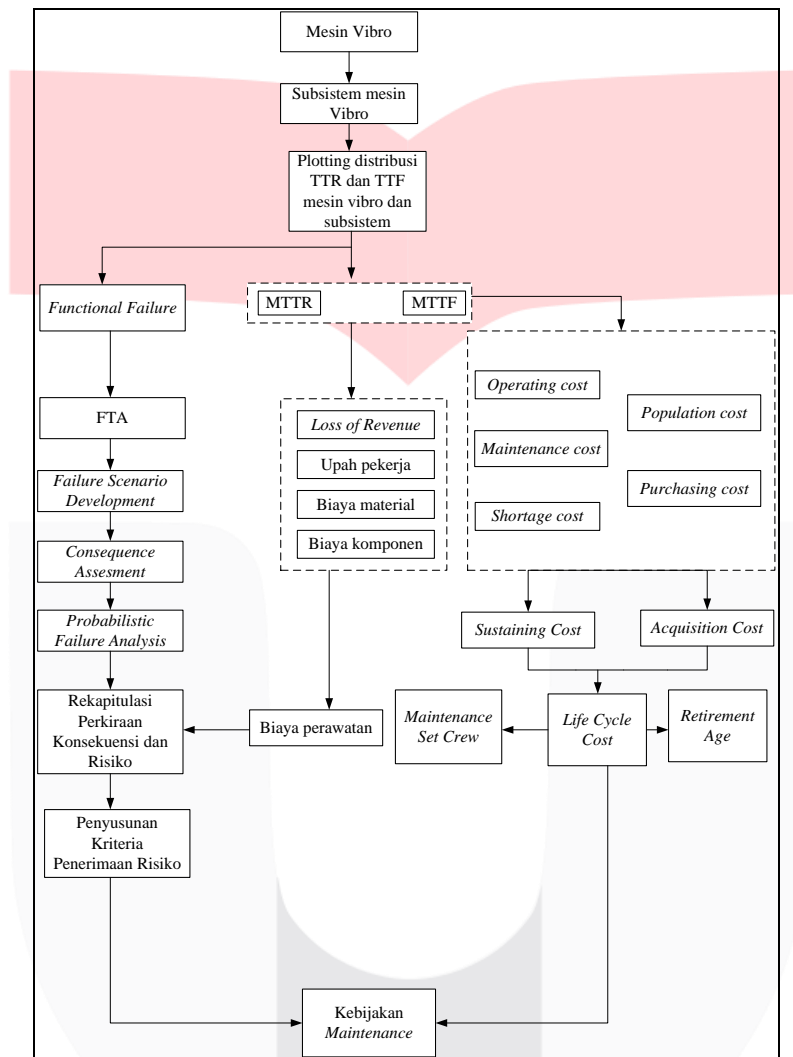
Population cost merupakan biaya yang dikeluarkan setiap periode atas kepemilikan suatu alat. Population cost didapatkan dari annual equivalent cost per unit dikali jumlah populasi unit perangkatnya.

G. 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

3. Model Konseptual

Berdasarkan model konseptual dimulai dari melakukan plotting distribusi dari TTF dan TTR mesin vibro, lalu selanjutnya menentukan MTTF dan MTTR. Kemudian dilakukan perhitungan RBM yang dibagi menjadi FTA, *failure scenario development*, *consequence assesment*, *probabilistic failure anaysis*, rekapitulasi perkiraan konsekuensi dan risiko, penyusunan kriteria penerimaan risiko. Sedangkan pada perhitungan LCC dilakukan perhitungan *operating cost*, *Maintenance cost*, *shortage cost*, *population cost*, dan *purchasing cost*, yang kemudian di akumulasikan ke *sustaining cost* dan *acquisition cost* untuk mendapatkan total *life cycle cost*.



Gambar 2. Model Konseptual

4. Pembahasan

a. Penentuan distribusi yang mewakili TTR dan TTF

Pengujian dilakukan dengan mencocokkan mesin vibro yang akan mewakili data *Time To Repair* atau TTR dan *Time To Failure* atau TTF pada mesin Vibro dan *subsistem*. Distribusi dilakukan dengan menggunakan uji Anderson – Darling dengan bantuan *software* Minitab 17. Perbandingan yang akan dilakukan pada distribusi ini adalah distribusi Normal, distribusi Eksponensial dan distribusi Weibull. Tabel 1 menjelaskan distribusi dari TTR dan TTF.

Tabel 2. Penentuan distribusi TTR dan TTF dari Mesin Vibro

Mesin	TTF	TTR
Vibro	Weibull	Weibull

b. Penentuan Parameter untuk distribusi TTR dan TTF

Penentuan parameter distribusi ini dilakukan setelah memperoleh hasil distribusi terpilih dari pengujian distribusi pada tahap sebelumnya. Penentuan parameter pada data *Time To Repair* atau TTR dan *Time To Failure* atau TTF ini dilakukan dengan menggunakan *software* AvSim+ 9.0. Pada studi kasus mesin Vibro ini, penentuan parameter dari ketiga subsistem dapat dilihat pada Tabel 2 untuk nilai TTR dan Tabel 3 untuk nilai TTF.

Tabel 3. MTTF mesin vibro

Mesin	Distribusi	Parameter		$\frac{1}{\beta} + 1$	Tabel Gamma	MTTF (Jam)
VIBRO	Weibull	η	330.04	2.297016861	1.164628169	384.373881
		β	0.771			

Tabel 4. MTTF *subsistem* mesin vibro

Subsistem	Distribusi	Parameter		$(1/\beta+1)$	Tabel Gamma	MTTF (Jam)
Table	Weibull	η	624.476	2.67834233	1.51841846	948.215889
		β	0.59583			
Elektromotor	Weibull	η	1158.1	2.08098876	1.03698864	1200.93655
		β	0.92508			
Mainbody	Weibull	η	251.556	2.33141787	1.18923199	299.158443
		β	0.75108			

Tabel 5. MTTR mesin vibro

Mesin	Distribusi	Parameter		$\frac{1}{\beta} + 1$	Tabel Gamma	MTTR (Jam)
VIBRO	Weibull	η	2.187	1.63734863	0.898263912	1.964503177
		β	1.569			

Tabel 6. MTTR *subsistem* mesin vibro

Subsistem	Distribusi	Parameter		$(1/\beta+1)$	Tabel Gamma	MTTR (Jam)
Table	Weibull	η	0.97795	1.5928455	0.89272959	0.87304847
		β	1.68678			
Elektromotor	Weibull	η	1.49138	1.67465	0.90407962	1.34832626
		β	1.48225			
Mainbody	Weibull	η	1.0729	1.5233136	0.88720499	0.95188224
		β	1.9109			

4.1 Perhitungan *Risk Based Maintenance*

Perhitungan RBM dibawah ini ialah dengan mengetahui risiko yang dialami oleh mesin vibro dari data kerusakan yang di amati serta data data yang telah didapatkan dari perusahaan dan dibandingkan dengan kriteria penerimaan risiko yang telah ditetapkan.

Tabel 7. Rekapitulasi perhitungan

Subsistem	Table	Elektromotor	Main body
Downtime	11.50833	11.42	28.34
MTTR	0.87304847	1.34832626	0.95188224
Hourly rate	Rp. 11,200,000	Rp. 11,200,000	Rp. 11,200,000
Engineer cost	Rp 41,877.00	Rp 41,877.00	Rp 41,877.00
Material Cost	Rp 515,440.00	Rp 515,440.00	Rp 515,440.00
Harga Komponen	Rp 44,960,000.00	Rp 1,800,000.00	Rp 9,000,000.00
System Performance Loss	Rp 174,405,343.00	Rp 130,238,580.00	Rp 326,981,978.00
Total System Performance Loss			Rp 631,625,903.00

Tabel 8. Risk

No	Subsistem	Q(T)	Risk
1	Table	0.956	Rp 166,732,004
2	Elektromotor	0.9635	Rp 125,484,430
3	Main Body	0.99976	Rp 326,902,351
		Total	Rp 619,118,784

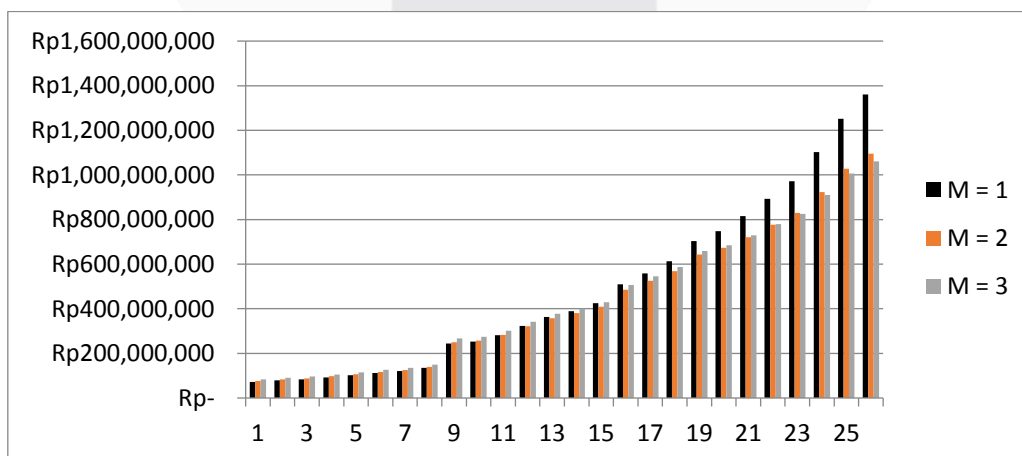
Tabel 9. Kriteria penerimaan risiko

Periode (hours)	Loss of Revenue	Kapasitas mesin 1 tahun	Risk	% risk	Kriteria Penerimaan
4224	Rp 11,200,000.00	Rp 47,308,800,000.00	Rp 619,118,784.43	1,31%	1%

4.2 Perhitungan Life Cycle Cost

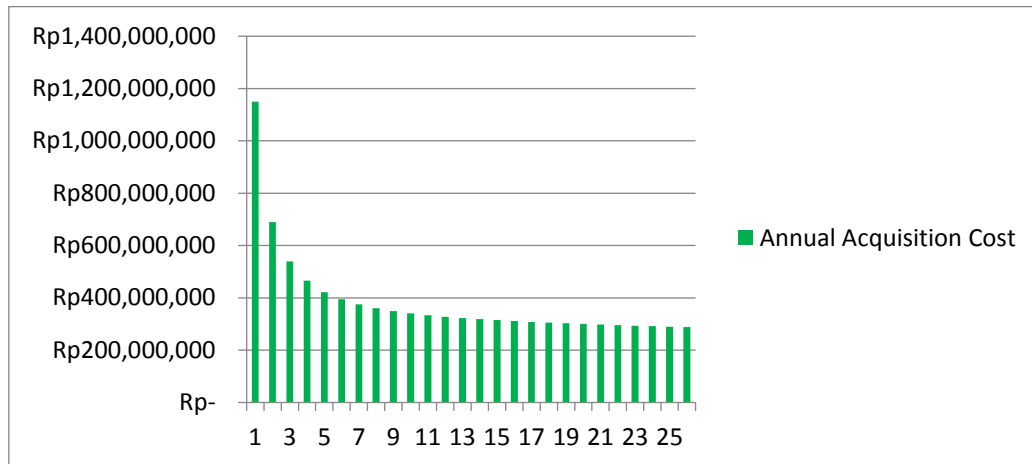
Setelah melakukan perhitungan yang terdiri dari *annual operating cost*, *annual maintenance cost*, perhitungan probabilitas terjadinya antrian pada setiap *maintenance crew*, penentuan jumlah unit yang kurang, *annual shortage cost*, maka didapatkan *annual sustaining cost*, lalu langkah selanjutnya ialah menghitung *annual purchasing cost*, *book value*, *annual population cost*, maka diperoleh *annual acquisition cost*. *Total life cycle cost* merupakan penjumlahan dari *annual sustaining cost* dan *annual acquisition cost* [5].

A. Annual Sustaining Cost



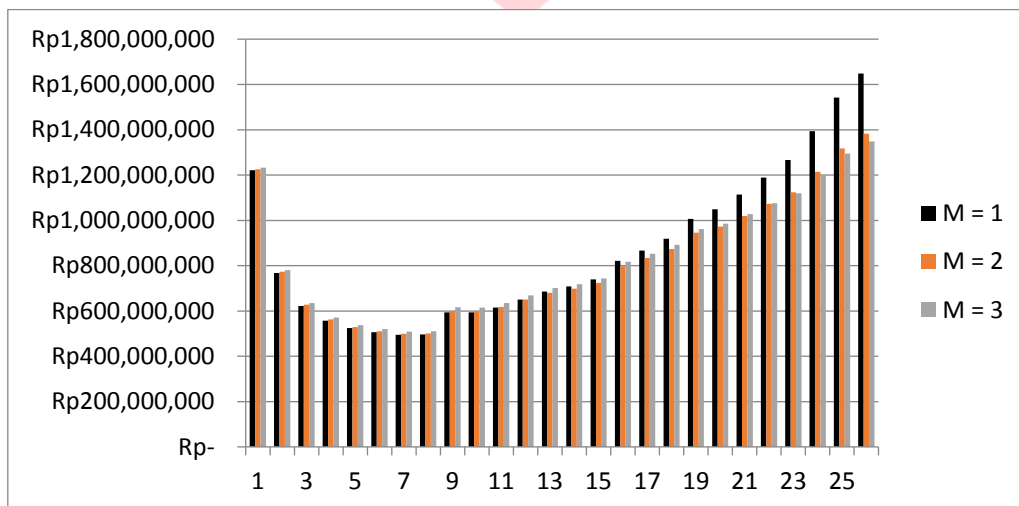
Gambar 3. Annual Sustaining Cost

B. Annual Acquisition Cost



Gambar 4. Annual Acquisition Cost

C Total Life Cycle Cost



Gambar 5. Total Life Cycle Cost

5. Kesimpulan

- Berdasarkan metode *Risk Based Maintenance*, mesin vibro memiliki risiko sebesar Rp.619,118,784.43 dengan persentase sebesar 1,31%
- Jumlah maintenance crew yang optimal adalah satu *maintenance set crew* (M=1) yang mana dalam satu tim tersebut terdapat 3 orang.
- Berdasarkan data kerusakan yang didapatkan, maka didapatkan *retirement age* mesin vibro melalui perhitungan LCC yaitu 7 tahun.
- Berdasarkan hasil perhitungan *Life Cycle Cost*, maka didapatkan *total life cycle cost* untuk 3 mesin vibro yang paling minimum yaitu sebesar Rp. 495,281,609.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyari Daryus. 2014. "Manajemen Perawatan Preventif Menggunakan Metode Kompleksitas Perbaikan." *Rekayasa Teknologi Fakultas Teknik UHAMKA* 1(1):29–33.
- Barringer, H.Paul. 2003. *A Life Cycle Cost Summary*.

- [3] Ebeling, Charles E. 2010. "An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering." 486. Retrieved ([http://books.google.com.my/books/about/An introduction to reliability and maint.html?id=23BRAAAAMAAJ&pgis=1](http://books.google.com.my/books/about/An+introduction+to+reliability+and+maint.html?id=23BRAAAAMAAJ&pgis=1)).
- [4] Khan, Faisal I. and Mahmoud M. Haddara. 2003. "Risk-Based Maintenance (RBM): A Quantitative Approach for Maintenance/inspection Scheduling and Planning." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 16(6):561–73.
- [5] Alhilman, Judi, Rd Rohmat Saedudin, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, and Andri Gautama Suryabrata. 2015. "LCC Application for Estimating Total Maintenance Crew and Optimal Age of BTS Component." *2015 3rd International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2015* 4(2):543–47.

