

ANALISIS PERANCANGAN KEBIJAKAN *MAINTENANCE* PADA MESIN 1110 JC DENGAN MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DAN *LIFE CYCLE COST* (LCC) PADA PT. XYZ

ANALYSIS OF *MAINTENANCE POLICY DESIGNING* AT 1110 JC MACHINE BY USING METHOD *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) AND *LIFE CYCLE COST* (LCC) IN PT. XYZ

Arvindha Ramaditya¹, Fransiskus Tatas Dwiatmaji², Endang Budiasih³

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

Arvindharamaditya@gmail.com¹, Franstatas@telkomuniversity.ac.id², Endang.budiasih@gmail.com³

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perindustrian yang memproduksi pupuk sebagai produksi utamanya Penelitian ini ditempatkan pada pabrik Amonia 1A. Produk yang dihasilkan yaitu berupa amonia. Mesin 1110 JC merupakan mesin pompa yang dapat mengalirkan larutan benfil dari *striper* ke *absorber* berada pada area *CO2 remover*, dan masuk ke separator. Mesin 1110 JC dapat dikatakan mesin yang memiliki *downtime* yang tinggi pada tahun 2016. Untuk mencegah adanya penurunan kapasitas produksi akibat kerusakan mesin maka perlu adanya suatu proses *management maintenance* yaitu dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Selain menggunakan metode mengenai keefektifan, melakukan analisis mengenai pendekatan biaya juga diperlukan, dengan adanya perhitungan metode *Life Cycle Cost* (LCC). Berdasarkan metode OEE didapatkan nilai OEE sebesar 79,05%. Nilai OEE yang telah didapatkan belum mencapai kriteria standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 89%. Berdasarkan *six big losses*, diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap penurunan efektivitas mesin 1110 JC adalah faktor *idling and minor stoppages*, yaitu dengan persentase sebesar 48% dari *total losses*. Sedangkan berdasarkan metode LCC, total nilai LCC paling minimal yaitu sebesar Rp. 1.945.162.303,00 dengan umur mesin (*retirement age*) optimal adalah enam tahun, dan jumlah *maintenance crew* optimal sebanyak satu orang dalam satu *shift*.

Kata Kunci – *Life Cycle Cost, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses*

ABSTRACT

PT. XYZ is the industry that produces fertilizer as the main production. This research takes place in Ammonia 1A. The product yielded is ammonia. The 1110 JC machine is a pumping machine that can drain the service from the stripper to the absorber in the CO2 remover area and go to separator. This machine can be called a machine which has the high downtime in 2016. To prevent the decrease in the production capacity due to engine damage, it is necessary to have a management maintenance process which is by using the method of Overall Equipment Effectiveness (OEE). Besides, conducting an analysis of the cost approach is also required, with life cycle cost (LCC) method calculation. Based on the OEE method, OEE value of 79,05% is obtained. The value of OEE obtained has not reached the standard criteria set by company of 89%. Based on the six big losses, it is found that the most influential factors to decrease the effectiveness of 1110 JC engine are idling and minor stoppages factor with 48% from total losses. Meanwhile, based on the LCC method, the minimum total of LCC value is Rp. 1.945.162.303,00 with six years optimal machine life (retirement age) and the optimum amount of maintenance crew is one person in one shift.

Keywords – *Life Cycle Cost, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses*

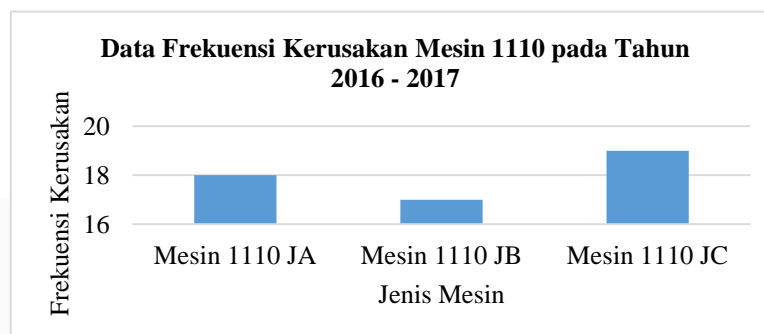
1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangannya di usia pabrik yang semakin tua, peralatan-peralatan produksi pun menjadi semakin tua dan berkurang *reliability*. Peralatan-peralatan yang sudah tua memiliki resiko *down time* yang semakin besar pula. Sehingga untuk menanggulangi hal tersebut diperlukan sistem pemeliharaan pabrik yang baik agar pabrik terjaga dalam kondisi baik.

Dalam dunia perindustrian ini perusahaan harus mampu meningkatkan kualitas produk agar konsumen dapat terpenuhi dengan baik dan sesuai dengan permintaan konsumen. Tingkat produktivitas yang baik dari mesin dan sumber daya manusia harus dimiliki oleh perusahaan agar mampu bersaing secara baik dengan perusahaan lainnya.

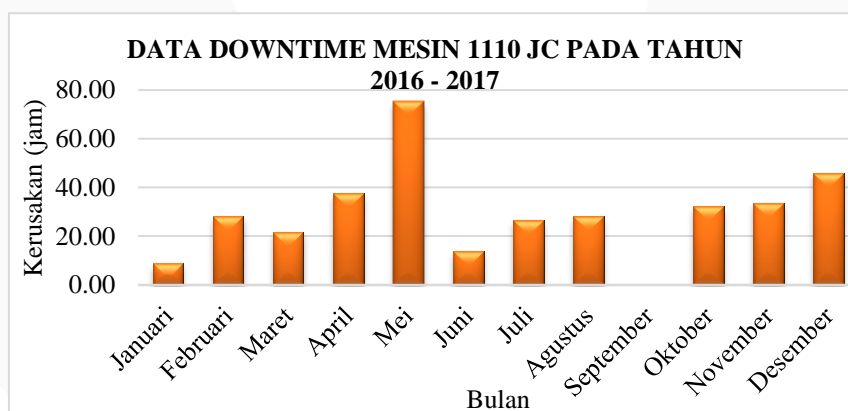
PT. XYZ merupakan perindustrian yang memproduksi pupuk sebagai produksi utamanya. Penelitian ini ditempatkan pada pabrik Amonia 1A Produk yang dihasilkan yaitu amonia. Untuk memproduksi pupuk menggunakan mesin yang beroperasi 24 jam yang selalu diawasi oleh operator tiap *shift*. Proses produksi pupuk seluruhnya menggunakan mesin, apabila terjadi gangguan mesin pada suatu produksi maka akan berakibat gangguan terhadap proses produksi jadi. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu karyawan pada departemen *Maintenance* dan Keandalan terdapat mesin yang dapat dikatakan frekuensi kerusakan terbilang tinggi, mesin tersebut dinamakan mesin 1110 yang berada pada *work order* Amonia 1A. Mesin 1110 merupakan mesin pompa yang dapat mengalirkan larutan benfil dari *striper* ke *absorber* berada pada area *CO2 remover*, dan masuk ke separator. Mesin 1110 dapat dikatakan mesin *redundant* jadi apabila mesin tersebut rusak atau tidak dapat berfungsi maka seluruh produksi pada ammonia 1A tidak akan berproduksi, oleh karena itu Mesin 1110 mempunyai tiga *setting*-an mesin yaitu Mesin 1110 JA, Mesin 1110 JB, Mesin 1110 JC. Ketiga mesin tersebut terdiri dari komponen yang sama, mesin yang hidup dua dan yang satunya mati. Frekuensi dari ketiga mesin tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 data kerusakan mesin 1110 pada tahun 2016.



Gambar 1 Data Frekuensi Kerusakan Mesin 1110 Pada Tahun 2016 - 2017

Pada Gambar 1, frekuensi kerusakan pada tahun 2016 - 2017 mesin yang mengalami frekuensi paling tinggi yaitu mesin 1110 JC. Dari data frekuensi kerusakan yang paling tinggi maka objek penelitian penulis mengacu kepada mesin 1110 JC.

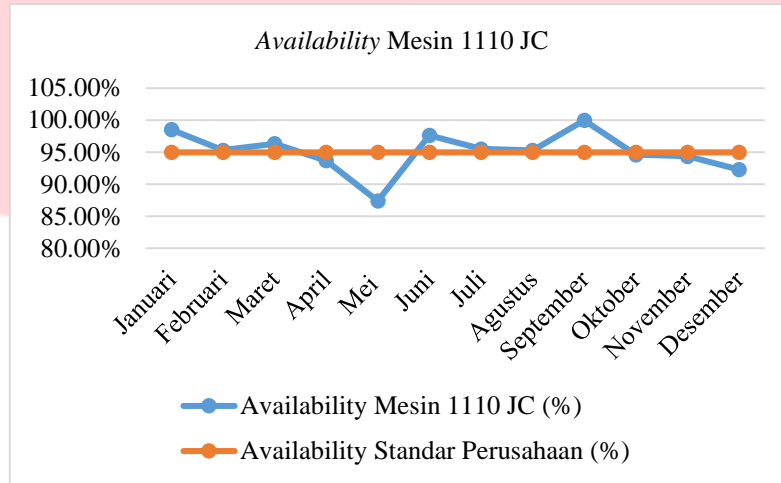
Agar dapat mengetahui dampak kerusakan mesin 1110 JC, maka dibutuhkan analisis terhadap kondisi *existing* mesin, khususnya pada mesin 1110 JC yang penulis akan jadikan sebagai objek penelitian. Untuk mengetahui kondisi *existing* mesin selain data frekuensi kerusakan mesin, data *downtime* dibutuhkan untuk analisis terhadap kondisi *existing* mesin. Dapat dilihat pada Gambar 2 data *downtime* pada mesin 1110 JC pada tahun 2016, sebagai berikut.



Gambar 2 Data Downtime Pada Mesin 1110 JC Pada Tahun 2016 - 2017

Pada Gambar 2, bahwa angka *downtime* pada mesin 1110 JC cenderung tidak stabil dan mencapai angka *downtime* paling tinggi yaitu pada bulan Mei, pada bulan September tidak memiliki angka *downtime*. Pada bulan selanjutnya angka *downtime* kembali meningkat.

Selain data frekuensi dan data *downtime*, data *availability* dari mesin 1110 JC dibutuhkan terhadap analisis kondisi *existing*. Data *availability* dari mesin 1110 JC pada tahun 2016 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Data *Availability* Pada Mesin 1110 JC Tahun 2016

Dapat dilihat pada Gambar 3, bahwa nilai *availability* mesin 1110 JC dapat dikatakan tidak stabil dan ada beberapa nilai *availability* masih dibawah nilai kriteria standar perusahaan, yaitu sebesar 95%. Dapat dilihat pada bulan Januari, Februari, Maret, Juni, Juli, dan September nilai *availability* diatas nilai standar internasional yang telah ditetapkan. Selanjutnya pada bulan berikutnya nilai *downtime* mengalami penurunan.

Data *downtime* dan data *availability* menunjukkan apabila peningkatan angka *downtime* dan penurunan nilai *availability* maka akan mengakibatkan mesintidak dapat beroperasi dengan lancar atau baik. Apabila mesin tidak dapat beroperasi dengan baik akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan dan akan menghambat proses produksi jadi. Maka dari itu perusahaan harus mengetahui pemakaian umur mesin yang optimal. Apabila umur mesin yang optimal sudah diketahui maka perusahaan akan terhindar dari biaya *maintenance* yang cukup tinggi dan akan mendapatkan biaya pengeluaran yang seminimal mungkin.

Untuk mencegah adanya penurunan kapasitas produksi akibat kerusakan mesin maka perlu adanya suatu proses *management maintenance* yaitu dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dimana model OEE merupakan pendekatan mengenai keefektifan dari mesin. OEE dapat diketahui dengan memperhitungkan *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality product* [1]. Selain menggunakan metode mengenai keefektifan, melakukan analisis mengenai pendekatan biaya juga diperlukan. Dengan adanya perhitungan metode *Life Cycle Cost* (LCC), dimana LCC merupakan sebuah pendekatan total biaya yang dikeluarkan. Metode LCC dilakukan perhitungan terhadap *maintenance cost*, *operating cost*, *shortest cost*, *population cost*, dan *purchasing cost* [2]

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang ingin disampaikan yaitu :

1. Berapakah total *life cycle cost* yang pada sebuah mesin 1110 JC?
2. Berapakah jumlah *maintenance crew* optimal pada mesin 1110 JC?
3. Berapakah umur mesin optimal pada mesin 1110 JC?
4. Berapakah nilai efektivitas atau *overall equipment effectiveness* pada mesin 1110 JC dengan menggunakan pendekatan *six big losses*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berisi beberapa pernyataan yang berkaitan dengan tujuan penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan total *life cycle cost* pada sebuah mesin 1110 JC.

2. Menentukan jumlah *maintenance crew* optimal pada mesin 1110 JC.
3. Menentukan umur mesin optimal pada mesin 1110 JC.
4. Menentukan dan mengetahui faktor-faktor nilai efektivitas atau *overall equipment effectiveness* pada mesin 1110 JC dengan menggunakan pendekatan *six big losses*.

2. Dasar Teori

Dasar teori yang diuraikan yaitu berdasarkan latar belakang yang telah dibahas pada pendahuluan, perhitungan yang digunakan untuk mengatasi masalah yang ada pada perusahaan dengan menggunakan metode *life cycle cost* dan *overall equipment effectiveness*. Berikut merupakan dasar teori perhitungan LCC dan OEE, yaitu :

2.1 Life Cycle Cost (LCC)

Life cycle cost adalah seluruh total biaya atas kepemilikan suatu mesin. Perhitungan LCC didapatkan dari penjumlahan *sustaining cost* dan *acquisition cost*. *Sustaining cost* terdiri dari *maintenance cost*, *operating cost*, dan *shortage cost*. Sedangkan *acquisition cost* terdiri dari *purchasing cost* dan *population cost* [2]. Berikut merupakan rumus berdasarkan persamaan :

$$LCC = A_c C + S_c C \dots\dots\dots (1)$$

2.2 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*.

2.3 Operating Cost

Operating cost merupakan biaya yang harus dikeluarkan setiap periode atas beroperasinya suatu alat. Dalam perhitungannya dirumuskan berdasarkan persamaan :

$$OC = EC + (LC \times TK) \dots\dots\dots (2)$$

2.4 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*, dirumuskan sebagai berikut :

$$MC = (C_r + CL) + (CE + C_c) \dots\dots\dots (3)$$

2.5 Shortage Cost

Shortage cost dihitung untuk mengetahui besarnya ongkos yang harus dikeluarkan karena kurangnya perangkat sebagai akibat kekurangan jumlah *channel* untuk memperbaiki perangkat yang rusak. Dalam melakukan perhitungan dilakukan dengan mengikuti persamaan :

$$SC = C_s [E(S)] \dots\dots\dots (4)$$

2.6 Acquisition Cost

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

2.7 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.

2.8 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.

$$PC = C_i \times N \dots\dots\dots (5)$$

$$C_i = P \left(\frac{A}{P}, I, n \right) - B \left(\frac{A}{F}, I, n \right) \dots\dots\dots (6)$$

2.9 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE mengukur efektivitas keseluruhan peralatan dengan mengalikan *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality product* [1]. Pengukuran efektivitas ini mengkombinasikan faktor waktu, kecepatan, dan kualitas operasi dari peralatan dan mengukur bagaimana faktor-faktor ini dapat meningkatkan nilai tambah.

2.10 Availability

Availability adalah tingkat operasi didasarkan atas rasio waktu operasi, tidak termasuk *downtime* dan waktu *setup*. Untuk itu, maka rumus matematisnya adalah sebagai berikut :

$$Availability = \frac{(Loading\ Time - Downtime)}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

2.11 Performance Rate

Performance rate adalah rasio dari perbandingan tingkat produksi aktual dengan tingkat produksi yang diharapkan atau rasio kemampuan mesin yang didapatkan dengan mengalikan jumlah produk baik yang berhasil diproduksi dengan waktu siklus *ideal* yang kemudian dibagi dengan waktu operasi yang tersedia dan dinyatakan dalam persentase, atau hasil kali dari *operating speed rate* dan *net operating rate*. Untuk itu maka rumus matematisnya adalah sebagai berikut :

$$Performance\ Rate = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operation\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

Dengan :

- Ideal Cycle Time* : Waktu siklus dari suatu mesin untuk menghasilkan satu produk.
- Processed Amount* : Jumlah produk baik.
- Operation Time* : Waktu proses yang tersedia dari suatu mesin

2.12 Rate Of Quality Product

Rate of quality product adalah rasio jumlah produk baik terhadap jumlah total produk yang diproses. Jadi, untuk menghitung *rate of quality product* diperlukan dua faktor yaitu jumlah produk total yang diproses dan jumlah produk yang cacat. Perhitungan ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Rate\ of\ Quality\ Product = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

2.13 Six Big Losses

Pengukuran efektivitas mesin atau peralatan dapat diidentifikasi melalui *the six big losses* [3], di antaranya :

1. *Equipment Failures*

Equipment failures disebabkan oleh kerusakan peralatan yang membutuhkan perbaikan, dan adanya waktu *breakdown*, yaitu waktu suatu mesin tidak dapat menghasilkan *output* selama waktu perbaikan mesin belum mulai dilakukan. Kerugian besar meliputi *product opportunity loss*, *sparepart loss*, *sporadic losses*. *Equipment failures* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Breakdown Loss = \frac{Total\ Breakdown\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$

2. *Setup and Adjustment*

Setup and adjustment disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam kondisi operasi, seperti pergantian jenis produk yang dibuat, pergantian *shift*, penyesuaian kondisi operasi. *Setup and adjustment* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Setup\ and\ Adjustment = \frac{Total\ Setup\ and\ Adjustment}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(11)$$

3. *Idling and Minor Stoppages*

Idling and minor stoppages adalah kesalahan sensor atau menunggu material/*part* yang akan datang atau diproses. *Idling and minor stoppages* disebabkan karena mesin terhambat atau terhenti sejenak atau mesin harus menunggu (*idling*). *Idling and minor stoppages* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Idling\ and\ Minor\ Stoppages = \frac{Nonproductive\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(12)$$

$$Nonproductive\ Time = Ideal\ Cycle\ Time \times Selisih\ Produksi$$

4. *Reduce Speed Losses*

Reduce speed losses disebabkan karena menurunnya kecepatan mesin, mesin tidak bekerja pada kecepatan normalnya. *Reduce speed losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Reduce\ Speed\ Loss = \frac{(Actual - Ideal\ Operation\ Time)}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(13)$$

5. *Defect Losses*

Defect disebabkan karena produk yang dihasilkan berada di luar spesifikasi atau cacat pada saat proses produksi berlangsung secara normal, serta kualitas yang dihasilkan buruk. Produk harus dikerjakan ulang atau *diwork*. *Defect losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Defect\ Loss = \frac{(Total\ Product\ Rejected \times Ideal\ Cycle\ Time)}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(14)$$

6. *Reduce Yield*

Reduce Yield disebabkan oleh lamanya waktu untuk menyesuaikan ke kondisi normal sehingga menyebabkan banyak *reject* atau kerugian yang diakibatkan oleh suatu keadaan dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai standar, karena terjadi perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat mesin tersebut sudah stabil beroperasi. *Reduce yield* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Reduce\ Yield = \frac{(Ideal\ Cycle\ Time \times Reject\ Product\ di\ Awal)}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(15)$$

3. Pembahasan

Langkah-langkah untuk melakukan pengolahan data, yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian Kecocokan Distribusi *Time to failure* dan *Time to Repair*
 Pengujian distribusi kecocokan ini tujuannya untuk menentukan jenis distribusi TTF dan TTR. Uji distribusi dilakukan dengan uji Anderson-Darling dengan menggunakan *software* Minitab 17.
2. Penentuan Distribusi Yang Mewakili

Penentuan distribusi dipilih berdasarkan hasil dan uji Anderson-Darling yaitu distribusi normal, distribusi eksponensial, dan distribusi weibull. Distribusi tersebut akan dibandingkan dengan nilai p -value dan nilai AD. Distribusi yang terpilih yaitu distribusi yang memiliki nilai p -value $> 0,05$ (tingkat kepercayaan 95%) dan memiliki nilai AD terkecil.

3. Penentuan Parameter Distribusi *Time to failure* dan *Time to Repair*
Pada tahap ini selanjutnya melakukan penentuan parameter dari setiap komponen dengan distribusi yang mewakili menggunakan *software* AvSim+ 9.0.
4. Penentuan Parameter Keandalan
Penentuan parameter keandalan ini ditentukan pada distribusi TTF yang didapatkan. Parameter keandalan yaitu rata-rata waktu antar kerusakan/*mean time to failure* (MTTF). Parameter keandalan dapat mengetahui tingkat keandalan komponen kritis.

3.1 Perhitungan *Life Cycle Cost* (LCC)

Life cycle cost merupakan perhitungan total biaya keseluruhan sistem, dari awal pembelian sistem atau mesin sampai dengan akhir hidup mesin tersebut. *Life cycle cost* didapatkan dari penjumlahan antara *sustaining cost* dan *acquisition cost*. *Life cycle cost* adalah untuk menentukan *retirement age* dari suatu mesin dan *maintenance crew* optimal. *Life cycle cost* mengkombinasikan dari variable biaya, seperti *maintenance cost*, *operating cost*, *shortage cost*, *sustaining cost*, *purchasing cost*, *population cost*, dan *acquisition cost* [4]. Berikut merupakan hasil *life cycle cost* pada mesin 1110 JC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Perhitungan *Life Cycle Cost*

<i>Life Cycle Cost</i>					
n	M = 1	M = 2	M = 3	M = 4	M = 5
1	Rp 3.877.423.568	Rp 3.981.195.359	Rp 4.095.699.751	Rp 4.212.897.588	Rp 4.331.174.456
2	Rp 2.560.256.209	Rp 2.661.048.295	Rp 2.774.553.785	Rp 2.891.251.102	Rp 3.009.227.316
3	Rp 2.168.407.708	Rp 2.265.671.433	Rp 2.377.993.386	Rp 2.494.097.535	Rp 2.611.717.400
4	Rp 2.011.635.654	Rp 2.104.721.924	Rp 2.215.641.687	Rp 2.331.042.911	Rp 2.448.240.432
5	Rp 1.952.359.428	Rp 2.040.500.509	Rp 2.149.759.181	Rp 2.264.327.460	Rp 2.381.024.445
6	Rp 1.945.162.303	Rp 2.027.450.375	Rp 2.134.741.437	Rp 2.248.322.771	Rp 2.364.426.582
7	Rp 1.971.014.465	Rp 2.046.376.365	Rp 2.151.336.986	Rp 2.263.748.990	Rp 2.379.149.883
8	Rp 2.020.837.484	Rp 2.088.004.999	Rp 2.190.205.762	Rp 2.301.232.461	Rp 2.415.800.442
9	Rp 2.090.034.963	Rp 2.147.509.903	Rp 2.246.442.691	Rp 2.355.828.365	Rp 2.469.409.470
10	Rp 2.176.314.549	Rp 2.222.327.732	Rp 2.317.391.430	Rp 2.424.833.352	Rp 2.537.245.245
11	Rp 2.278.708.423	Rp 2.311.171.550	Rp 2.401.655.196	Rp 2.506.795.048	Rp 2.617.821.824
12	Rp 2.397.094.901	Rp 2.413.544.161	Rp 2.498.607.094	Rp 2.601.020.839	Rp 2.710.406.880
13	Rp 2.531.953.233	Rp 2.529.483.290	Rp 2.608.131.782	Rp 2.707.317.711	Rp 2.814.760.429
14	Rp 2.684.237.056	Rp 2.659.423.904	Rp 2.730.483.666	Rp 2.825.848.308	Rp 2.930.989.574
15	Rp 2.855.313.423	Rp 2.804.124.341	Rp 2.866.208.212	Rp 2.957.049.724	Rp 3.059.465.762
16	Rp 3.046.941.166	Rp 2.964.629.834	Rp 3.016.099.835	Rp 3.101.588.443	Rp 3.200.777.895
17	Rp 3.261.275.139	Rp 3.142.259.668	Rp 3.181.182.492	Rp 3.260.337.469	Rp 3.355.707.340
18	Rp 3.500.889.212	Rp 3.338.610.632	Rp 3.362.705.487	Rp 3.434.368.088	Rp 3.525.217.173
19	Rp 3.768.814.354	Rp 3.555.572.804	Rp 3.562.150.386	Rp 3.624.952.040	Rp 3.710.451.420
20	Rp 4.068.590.030	Rp 3.795.355.644	Rp 3.781.246.818	Rp 3.833.571.797	Rp 3.912.741.889
21	Rp 4.404.328.275	Rp 4.060.523.501	Rp 4.021.996.094	Rp 4.061.937.742	Rp 4.133.621.320
22	Rp 4.780.790.515	Rp 4.354.040.368	Rp 4.286.702.266	Rp 4.312.011.747	Rp 4.374.842.257

3.2 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE) didapatkan dengan perkalian *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality*. Nilai kriteria standar OEE perusahaan adalah 89%. *Availability* merupakan peluang mesin untuk berada dalam keadaan siap beroperasi secara terus menerus. *Performance rate* merupakan performansi kerja dari suatu mesin. Sedangkan *rate of quality product* merupakan banyaknya produk baik tanpa *defect* yang dihasilkan terhadap produk total. Berikut merupakan hasil perhitungan *overall equipment effectiveness* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Overall Equipment Effectiveness Mesin 1110 JC Tahun 2016

Bulan	Availability(%)	Performance Rate(%)	Quality Rate(%)	OEE (%)
Jan	98,54%	99,40%	99,00%	96,97%
Feb	95,33%	68,27%	99,00%	64,43%
Mar	96,35%	99,94%	99,40%	95,72%
Apr	93,70%	99,94%	99,25%	92,94%
Mei	87,41%	99,64%	99,50%	86,66%
Jun	97,65%	99,54%	99,00%	96,23%
Jul	95,52%	99,50%	99,50%	94,57%
Agust	95,30%	99,80%	99,70%	94,82%
Sep	100,00%	96,83%	99,50%	96,35%
Okt	94,62%	98,87%	99,20%	92,80%
Nov	94,37%	34,58%	99,80%	32,56%
Des	92,30%	4,96%	99,70%	4,56%
Rata-rata	95,09%	83,44%	99,38%	79,05%

3.3 Perhitungan Six Big Losses

Setelah mendapatkan hasil OEE, maka didapatkan faktor *six big losses*, yaitu enam faktor yang berpengaruh terhadap penurunan efektivitas mesin. Keenam faktor tersebut adalah *idling and minor stoppages*, *reduce speed*, *defect losses*, *setup and adjustment*, *equipment failures*, dan *reduce yield*. Hasil dari *six big losses* dinyatakan dalam persentase terhadap total *losses*, sehingga dapat diketahui faktor apa yang paling berpengaruh terhadap penurunan efektivitas mesin. Hasil persentase *six big losses* terhadap total *losses* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Six Big Losses

No	Losses	Persentase Losses(%)	Persentase Terhadap Total Losses(%)
1	<i>Idling and Minor Stoppages</i>	15,54%	48%
2	<i>Reduce Speed</i>	14,97%	46%
3	<i>Defect Losses</i>	0,54%	2%
4	<i>Setup and Adjustment</i>	0,32%	1%
5	<i>Equipment Failures</i>	0,98%	3%
6	<i>Reduce Yield</i>	0,00%	0,00%
	Jumlah	32,34%	100%

4. Kesimpulan

4.1 Life Cycle Cost (LCC)

1. *Life cycle cost* pada mesin 1110 JC berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan total *life cycle cost* yang paling minimal dari mesin 1110 JC pada PT. XYZ, yaitu sebesar Rp. 1.945.162.303,00.

2. Jumlah *maintenance crew* yang optimal dengan menggunakan metode *life cycle cost* berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, yaitu sebanyak satu orang pada setiap *shift*.
3. Umur mesin atau *retirement age* pada mesin 1110 JC yang optimal dengan menggunakan metode *life cycle cost* berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, yaitu pada tahun ke enam [5].

4.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Nilai *overall equipment and effectiveness* (OEE) pada mesin 1110 JC tahun 2016 berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan nilai sebesar 79,05%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai OEE belum mencapai kriteria standar perusahaan, yaitu sebesar 89% [4].

4.3 Six Big Losses

Berdasarkan perhitungan pada pendekatan faktor *six big losses* bahwa penyebab permasalahan yang paling tinggi yaitu *idling and minor stoppages*, karena mesin berhenti secara berulang-ulang, dan mesin tidak bekerja dikarenakan harus menunggu (*idling*). Persentase pada faktor *idling and minor stoppages*, yaitu sebesar 48% [6].

Daftar Pustaka

- [1] Y. Parikh and P. Mahamuni, "Total Productive Maintenance : Need & Framework," vol. 2, no. 2, pp. 126–130, 2015.
- [2] H. Barringer and D. Weber, *Life Cycle Cost Tutorial*. 1996.
- [3] A. S. Badiger and R. Gandhinathan, "A proposal : evaluation of OEE and impact of six big losses on equipment earning capacity," vol. 2, no. 3, pp. 234–248, 2008.
- [4] V. Z. Zahirah, J. Alhilman, and N. A. S., "Analisis Penentuan Kebijakan Maintenance Pada Mesin Tenun 251 Dengan Menggunakan Metode Life Cycle Cost (Lcc) Dan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Analysis of Maintenance Policy Determination in Weaving Machine 251 Using Life Cycle Cost (Lcc) a," vol. 4, no. 2, pp. 2642–2649, 2017.
- [5] J. Alhilman, R. R. Saedudin, F. T. D. Atmaji, and A. G. Suryabrata, "LCC application for estimating total maintenance crew and optimal age of BTS component," *2015 3rd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2015*, vol. 4, no. 2, pp. 543–547, 2015.
- [6] E. Oee, D. I. PT, and P. T. XYZ, "Menggunakan Metode Life Cycle Cost (LCC) Dan Overall Equipment Life Cycle Cost (LCC) And Overall Equipment Effectiveness (OEE) IN Jumlah Downtime," no. Lcc, 1976.
- [7] F. T. D. Atmaji, "Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di PT KSM, Yogyakarta," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 2, no. April, pp. 7–11, 2015.
- [8] I. Praesita, J. Alhilman, F. R. Industri, U. Telkom, K. P. Indicator, and R. B. Diagram, "Penilaian Kinerja Berbasis Reliability Pada Continuous Casting Machine 3 (CCM 3) PT Krakatau Steel (Persero) Tbk Menggunakan Metode Reliability Availability Maintainability (RAM) Dan Cost Of Unreliability (COUR) Casting Machine 3 (CCM 3) In PT K," vol. 4, no. 2, pp. 2884–2891, 2017.
- [9] A. Crespo Márquez, P. Moreu de León, J. F. Gómez Fernández, C. Parra Márquez, and M. López Campos, "The maintenance management framework," *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 15, no. 2, pp. 167–178, 2009.
- [10] A. R. Eliyus, J. Alhilman, and Sutrisno, "Estimasi Biaya Maintenance Dengan Metode Markov Chain Dan Penentuan Umur Mesin Serta Jumlah Maintenance Crew Yang Optimal Dengan Metode Life Cycle Cost (Studi Kasus: PT Toa Galva)," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 48–54, 2014.
- [11] C. J. Bamber, "Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE)," vol. 9, no. 3, pp. 223–238, 2003.
- [12] A. R. Eliyus and J. Alhilman, "Estimasi Biaya Maintenance Yang Optimal Dengan (Studi Kasus : PT Toa Galva)," pp. 48–54.
- [13] N. Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, "Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin KOMORI LS440 dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) dan Risk Based Maintenance (RBM) di PT ABC," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. April, pp. 31–37, 2016.
- [14] G. Waeyenbergh and L. Pintelon, "A framework for maintenance concept development," vol. 77, no. April 2000, pp. 2001–2003, 2002.
- [15] G. Chand and B. Shirvani, "Implementation of TPM in cellular manufacture," vol. 103, pp. 149–154, 2000.