

**PENENTUAN OPTIMASI UMUR MESIN DAN JUMLAH MAINTENANCE SET CREW
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE COST* (LCC) DAN
RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY (RAM) ANALYSIS
PADA MESIN FILLING R125 DI PT SANBE FARMA**

***DETERMINATION OF RETIREMENT AGE OF MACHINE OPTIMIZATION AND
NUMBER OF MAINTENANCE SET CREW USING LIFE CYCLE COST (LCC)
METHOD AND RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY (RAM)
ANALYSIS ON FILLING MACHINE R125 IN PT SANBE FARMA***

Lestari Atika Putri¹, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji², Judi Alhilman³

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

¹Lestariatika@Student.telkomuniversity.ac.id, ²Franstatas@telkomuniveristy.co.id,

³Judi.alhilman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT Sanbe Farma merupakan salah satu perusahaan farmasi terbesar di Indonesia, yang secara resmi didirikan pada tanggal 28 Juni 1975 oleh Drs. Jahja Santoso, Apt. Pabrik pertama di Jl. Kejaksaan no.35 Bandung. Produk pertama yang diproduksi adalah Kapsul *Colsancetine*. Salah satu produk terbesar yang dihasilkan oleh *Water for Injection* adalah cairan *infusion* yang diolah melalui *Plant Large Volume* (LVP). Produk yang dihasilkan oleh LVP berupa irrigation solution, alkes, dan infusio. PT Sanbe Farma harus memproduksi kebutuhan dari sejumlah rumah sakit untuk memenuhi kebutuhan pasien yang membutuhkan cairan *infusion*, sehingga dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan produktivitas dan penggunaan teknologi yang tinggi berupa fasilitas dan mesin. Mesin *filling* R125 memiliki jumlah kerusakan yang tinggi yaitu sebanyak 184 kerusakan pada tahun 2017, sehingga mesin tidak dapat bekerja secara optimal. oleh karena itu untuk mengatasi hal tersebut dilakukan kegiatan *maintenance* pada mesin *filling* shinva. Metode yang digunakan adalah metode *life cycle cost* (LCC) untuk mengetahui umur mesin dan jumlah *maintenance crew* yang optimal. Metode lain yang digunakan adalah *Reliability*, *Availability*, dan *Maintainability* (RAM) *Analysis*. Berdasarkan metode LCC, total nilai terendah sebesar Rp 1,759,855,453.09 dengan umur optimal mesin selama sembilan tahun dan jumlah *maintenance crew* sebanyak 2 orang dalam satu *shift*. Untuk perhitungan RAM *analysis* menggunakan pemodelan *reliability block diagram* (RBD), sistem memiliki nilai *reliability* 39.26% pada jam ke 160 berdasarkan *analytical approach*. Nilai *inherent availability* sebesar 97.89% dan *operational availability* sebesar 96.03%. berdasarkan *Word Class Maintenance Key Performance Indicator* (KPI), *indicator* dari *leading* dan *lagging availability* sudah mencapai target *indicator* yang diberikan.

Kata kunci: *Life Cycle Cost*, *Reliability*, *Availability*, *Maintainability*, *Word Class Maintenance Key Performance Indicator*

Abstract

PT Sanbe Farma is one of the largest pharmaceutical companies in Indonesia, officially established on June 28, 1975 by Drs. Jahja Santoso, Apt. The first factory on Jl. Kejaksaan no.35 Bandung. The first product produced was the *Colsancetine Capsule*. One of the largest products produced by *Water for Injection* is infusion fluid that is processed through *Plant Large Volume* (LVP). Products produced by LVP are irrigation solution, alkes, and infusion. PT Sanbe Farma has to produce the needs of a number of hospitals to fulfill the needs of patients in need of infusion fluids, thereby increasing the need for productivity and the use of high technology facilities and machinery. The R125 filling machine has a high number of failures which is 184 in 2017 so the machine doesn't work optimally. So to solve this problem the company has to do maintenance activities on the machine filling shinva. The method used is life cycle cost (LCC) method to know the age of machine and the number of optimal maintenance crew. Other methods used are *Reliability*, *Availability*, and *Maintainability* (RAM) *Analysis*. Based on the LCC method, the lowest total of value is Rp 1,759,855,453,09 with the machine's optimal life for nine years and the number of maintenance crew of 2 persons in one shift. For calculation of RAM analysis using *reliability block diagram* (RBD) modeling, the system has a value of 39.26% reliability at 160 hours based on analytical approach. Inherent availability value of 97.89% and operational availability of 96.03%. based on *Word Class Maintenance Key Performance Indicator* (KPI), indicator of leading and lagging availability has reached the target of indicator given.

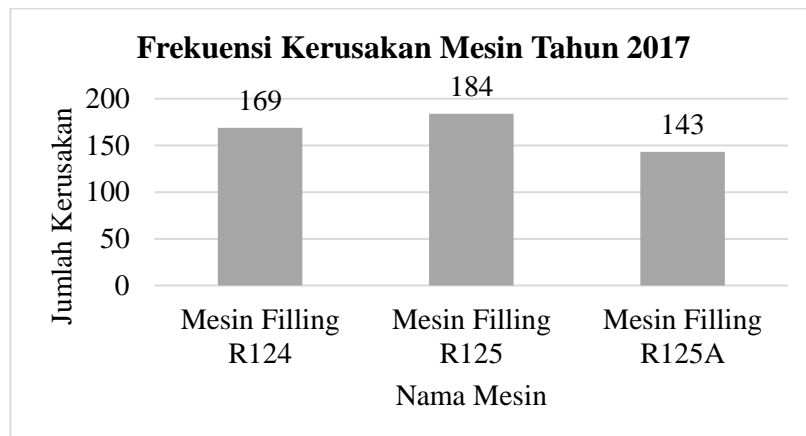
Keywords: *Life Cycle Cost*, *Reliability*, *Availability*, *Maintainability*, *Word Class Maintenance Key Performance Indicator*

1. Pendahuluan

Industri farmasi merupakan salah satu elemen yang berperan penting dalam mewujudkan kesehatan nasional melalui aktivitasnya dalam bidang pembuatan obat. Tingginya kebutuhan obat dalam dunia kesehatan dan vitalnya aktifitas obat mempengaruhi fungsi fisiologi tubuh manusia melahirkan sebuah tuntutan terhadap industri farmasi agar mampu memproduksi obat yang berkualitas. Oleh karena itu, semua industri farmasi harus benar-benar berupaya agar dapat menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas yang dipersyaratkan. Jumlah industri farmasi di Indonesia pada tahun 2017 diperkirakan sebanyak 206 perusahaan. Dimana terdiri atas 4 Badan Usaha Milik Negara (BUMN), 178 perusahaan domestik, dan 24 MNC (*multinational corporation*), sehingga membuat pasar industri farmasi di Indonesia tumbuh 7,49 persen hingga kuartal ke empat tahun 2016, lebih tinggi dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya 4,92 persen.

Salah satu perusahaan farmasi terbesar di Indonesia adalah PT Sanbe Farma, yang secara resmi didirikan pada tanggal 28 Juni 1975 oleh Drs. Jahja Santoso, Apt. Pabrik pertama di Jl. Kejaksaan no.35 Bandung. Produk pertama yang diproduksi adalah Kapsul *Colsancetine*. Pada tahun 1980 PT Sanbe Farma berpindah lokasi ke Jl. Industri 1 no.9 cimahi. Salah satu produk terbesar yang dihasilkan oleh *Water for Injection* adalah cairan *infusion* yang diolah melalui *Plant Large Volume (LVP)*. Produk yang dihasilkan oleh LVP berupa *irrigation solution*, *alkes*, dan *infusion*. Pada produk *infusion* terdapat beragam produk dan memiliki ukuran kemasan yang bervariasi yaitu 100 ml, 250 ml, 500 ml, 1500 ml, dan lainnya.

Kerusakan pada salah satu mesin dapat mempengaruhi kinerja mesin yang lainnya sehingga dapat menghambat proses produksi yang sedang berjalan. Berikut merupakan frekuensi kerusakan pada proses *automatic filling* tertinggi dari 8 mesin *automatic filling* pada tahun 2017:



Gambar I. 1 Data Frekuensi Kerusakan *Automatic Filling* Tahun 2017
Sumber: Data Kerusakan PT Sanbe Farma

Dilihat pada Gambar I.1 bahwa jumlah frekuensi kerusakan tertinggi dari beberapa mesin *automatic filling* pada tahun 2017 adalah mesin *filling* Shinva atau sering disebut R125 yang menghasilkan cairan infus berukuran 500 ml dengan total kerusakan sebanyak 184 kerusakan. Mesin *filling* shinva ini sendiri beroperasi 24 jam nonstop, oleh karenanya mesin *filling* shinva merupakan salah satu proses yang penting pada saat kegiatan produksi. Dengan demikian mesin *automatic filling* Shinva menjadi mesin yang dipilih oleh peneliti.

Apabila mesin mengalami kerusakan maka operator atau *maintenance set crew* yang akan menangani kerusakan tersebut dan apabila mesin tidak dapat diperbaiki oleh operator yang tersedia maka perlu memanggil teknisi dari luar sehingga akan menambah biaya *labor maintenance*. Jika jumlah mesin yang rusak sebanding dengan jumlah *maintenance set crew* yang tersedia maka kerusakan akan dapat diatasi dengan segera, namun jika jumlah *maintenance crew* lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah mesin yang rusak, maka mesin tersebut akan menunggu giliran untuk diperbaiki dan akan membuat *downtime* semakin besar. Penyediaan *maintenance set crew* yang banyak juga dapat menyebabkan biaya *labor maintenance* yang tinggi. Oleh Karena itu penentuan jumlah *maintenance set crew* yang optimal sangat dibutuhkan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dilakukan analisis yang berkaitan dengan pendekatan biaya, salah satunya adalah metode *Life Cycle Cost (LCC)*. Model LCC merupakan pendekatan total biaya yang dikeluarkan dari awal sampai akhir yang mempertimbangkan beberapa variabel, seperti *maintenance cost*, *operating cost*, *shortage cost*, *population cost*, dan *purchasing cost*. Penggunaan metode ini digunakan untuk mengetahui umur optimal suatu mesin dan mengetahui jumlah *maintenance set crew* yang optimal.

Selain dalam aspek finansial, penentuan umur mesin juga harus memperhatikan aspek dari kondisi mesin itu sendiri. Maka dari itu perlu melihat nilai *Reliability*, *Availability* dan *Maintainability* pada sistem. Nilai-nilai tersebut menunjukkan kondisi mesin, sehingga akan lebih banyak aspek yang diperhatikan selain aspek finansialnya. Dengan ditambahkannya aspek kondisi mesin maka perlunya *Reliability*, *Availability*, dan *Maintainability (RAM) Analysis* pada sistem sehingga dapat menentukan kebijakan *maintenance*.

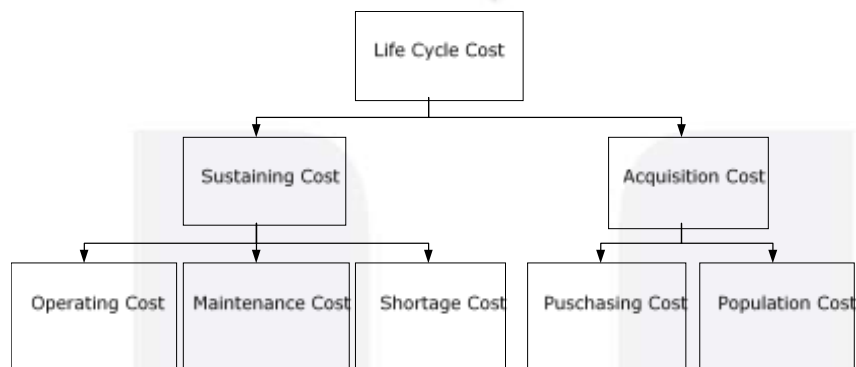
2. Dasar Teori

2.1 Definisi Perawatan

Pemeliharaan adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan^[1]. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan kegiatan perawatan mesin yang digunakan dalam proses produksi yaitu kegiatan yang fokus untuk memastikan bahwa komponen atau sistem dapat digunakan sesuai dengan fungsi asli^[2].

2.2 Life Cycle Cost

Life Cycle Cost adalah 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. Model merupakan gambaran dari suatu permasalahan yang dapat merepresentasikan permasalahan yang sebenarnya. Dalam penelitian ini, permasalahan dimodelkan melalui pendekatan LCC, yang diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar II. 2 Model LCC

2.3 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].

2.4 Acquisition Cost

Acquisition cost merupakan biaya yang dikeluarkan pada pembelian awal sebuah *equipment* atau sistem. *Acquisition cost* merupakan penjumlahan antara biaya yang harus dikeluarkan seluruh perangkat selama hidupnya atau selisih antara biaya pembelian dengan nilai sisa di akhir umur suatu perangkat.

2.5 Reliability, Availability, Maintainability (RAM) Analysis

Reliability, Availability & Maintainability (RAM) Analysis merupakan sebuah metode yang digunakan untuk memprediksi kinerja keandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*) dan kemampuan perawatan (*maintainability*) dari suatu sistem atau komponen dan sebagai alat untuk memberikan pedoman untuk optimasi dari sistem atau komponen tersebut.

2.6 Reliability Block Diagram

Model *Reliability Block Diagram (RBD)* dapat digunakan untuk memodelkan sistem yang sedang diteliti, karena RBD dapat merepresentasikan sebuah sistem sebagai sebuah jaringan dari komponen-komponen atau subsistem-subsistem, mengidentifikasi dalam kontinuitas operasi, dan kontribusi serta efek dari masing-masing komponen/subsistem dalam sistem tersebut. Teknik ini lebih mudah digunakan karena kemampuan adaptasi model ini untuk merepresentasikan sistem yang kompleks dengan jumlah mesin/komponen yang banyak.

2.7 Reliability

Definisi keandalan (*reliability*) diuraikan oleh Moubray^[3] dan Ebeling^[4] sebagai peluang suatu komponen atau sistem dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu yang diberikan. Dengan kata lain keandalan berarti peluang tidak terjadi kegagalan selama beroperasi^{[3][4]}

2.8 Availability

Availability dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem beroperasi sesuai fungsinya dalam suatu waktu tertentu dalam kondisi operasi yang telah ditetapkan^[4]. Sedangkan menurut Moubray^[3], *availability* didefinisikan sebagai suatu ukuran waktu yang dibutuhkan bagi suatu sistem untuk benar-benar beroperasi.

2.9 Maintainability

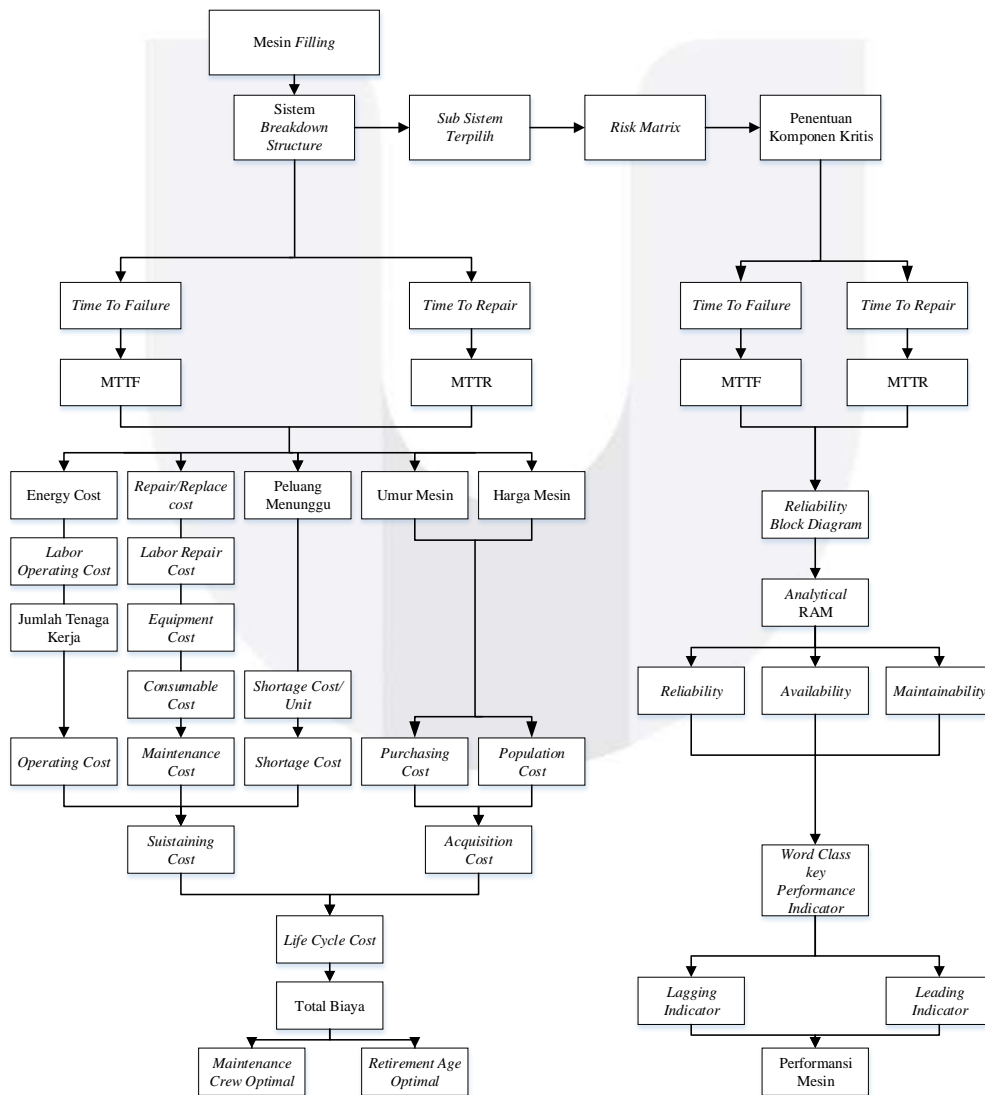
Maintainability merupakan peluang suatu sistem atau komponen yang rusak untuk dikembalikan pada kondisi kerja penuh dalam suatu periode waktu yang telah ditentukan dan dengan prosedur *maintenance* tertentu. Salah satu parameter *maintainability* yang adalah *Mean Time to Repair (MTTR)*^[4].

2.10 Maintenance Performance Indicator (KPI)

performance indicator (PI) dapat digunakan dalam kegiatan perawatan, yang dinamakan *Maintenance Performance Indicator*. Indikator kinerja ini digunakan untuk mengurangi *downtime*, *waste*, biaya, beroperasi lebih efisien, dan meningkatkan kapasitas operasi. Indikator kinerja dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Leading Indicator* atau *Lagging Indicator*.

3. Model Konseptual

Model konseptual merupakan sebuah kerangka yang menunjukkan hubungan rangkaian sebuah konsep pemikiran berdasarkan aspek hipotesis dan teoritis untuk menjadi pedoman penelitian agar mempermudah mencapai tujuan yang ditetapkan dan dapat memecahkan masalah dalam penelitian. Berikut merupakan model konseptual dari penelitian ini:



Gambar III 3 Model Konseptual

4. Pembahasan

4.1 Pengolahan Data *Time to Failure*

Pengolahan data yang dilakukan adalah penentuan distribusi dan parameter keandalan TTF berdasarkan distribusi yang mewakili menggunakan *software* AvSim+ 9.0 dan *software* SuperSmith Weibull. Penentuan parameter distribusi data TTF pada mesin filling dan subsistem dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1 Mean Time to Failure

Subsistem	Distribusi	Parameter	MTTF	
Mechanical	Weibull	η	64.68	79.27
		β	0.725	
Electrical	Weibull	η	150.123	419.19
		β	0.42768	
Pneumatic	Normal	μ	462.04	462.04
		σ	632.112	

4.2 Pengolahan Data *Time to Repair*

Pengolahan data yang dilakukan adalah penentuan distribusi dan parameter keandalan TTR berdasarkan distribusi yang mewakili menggunakan *software* AvSim+ 9.0 dan *software* SuperSmith Weibull. Penentuan parameter distribusi data TTF pada mesin filling dan subsistem dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2 Mean Time to Repair

Subsistem	Distribusi	Parameter	MTTR	
Mechanical	Weibull	η	5.375	7.84
		β	0.615	
Electrical	Weibull	η	3.09691	3.58
		β	0.77864	
Pneumatic	Weibull	η	7.73044	15.68
		β	0.49631	

4.3 Life Cycle Cost (LCC)

Perhitungan *Life Cycle Cost* didapatkan dari hasil penjumlahan *sustaining cost* dan *acquisition cost*. *Sustaining cost* merupakan penjumlahan dari *operation cost*, *maintenance cost*, dan *shortage cost*. *Acquisition cost* terdiri dari *purchasing cost* dan *population cost*. Dalam perhitungan LCC pada penelitian ini, mesin yang di teleti adalah mesin *filling* shinva.

4.4 Operation Cost

Operation cost merupakan total *energy cost* yang digunakan selama kegiatan mesin berjalan dan total biaya tenaga kerja yang terlibat pada mesin filling yaitu sebanyak 2 orang teknisi. *Operation cost* diasumsikan akan meningkat setiap tahunnya berdasarkan tingkat inflansi pada tahun 2017 sebesar 3.81% dan untuk biaya tenaga kerja menggunakan kebijakan perusahaan dimana gaji pegawai mengalami kenaikan sebesar 5%.

4.5 Maintenance Cost

Maintenance cost terdiri dari biaya tenaga kerja dan biaya aktifitas perawatan dalam satu tahun. *Maintenance cost* diasumsikan meningkat sebesar 3.81% berdasarkan tingkat inflansi pada tahun 2017. Untuk biaya tenaga kerja menggunakan kebijakan perusahaan dimana gaji pegawai mengalami kenaikan sebesar 5%.

4.6 Shortage Cost

Shortage cost merupakan biaya yang dikeluarkan akibat tidak beroperasinya mesin karena menunggu perbaikan sehingga perusahaan tidak dapat mencapai *revenue* yang seharusnya didapatkan jika mesin tetap beroperasi. perhitungan *shortage cost* diperoleh dari *shortage cost* per unit dikali dengan peluang menunggu mesin untuk diperbaiki.

4.7 Annual Purchasing Cost

Annual purchasing cost akan mengalami penurunan setiap tahunnya dikarenakan adanya suku bunga pada tahun 2017 yaitu sebesar 4.52%.

4.8 Annual Population Cost

Annual population cost didapatkan dari hasil perkalian jumlah populasi yang tersedia dengan *annual equivalent* setiap tahunnya. *Annual equivalent* merupakan biaya yang dikeluarkan terhadap penggunaan asset selama masa pakainya. Untuk mendapatkan *annual equivalent* didapatkan dari pengurangan *annual purchasing cost* dengan *annual book value*.

4.9 Total Life Cycle Cost

Life Cycle Cost merupakan hasil penjumlahan dari *sustaining cost* dan *acquisition cost*. Hasil dari perhitungan *life cycle cost* merupakan perhitungan total keseluruhan biaya dari sebuah sistem atau *equipment* mulai dari awal pembelian hingga akhir masa sebuah *equipment*. Perhitungan *life cycle cost* digunakan untuk menentukan *retirement cost* dan *maintenance crew* yang paling optimal. Hasil dari perhitungan LCC bisa dilihat pada tabel

Tabel 3 Total Life Cycle Cost

n	Life Cycle Cost		
	M = 1	M = 2	M = 3
1	Rp 5,052,174,240.55	Rp 5,129,827,815.18	Rp 5,209,597,785.02
2	Rp 3,047,398,804.85	Rp 3,127,699,962.21	Rp 3,210,392,464.71
3	Rp 2,406,900,955.17	Rp 2,490,914,586.72	Rp 2,577,626,168.71
4	Rp 2,107,248,215.56	Rp 2,195,126,309.44	Rp 2,286,043,276.56
5	Rp 1,944,588,254.42	Rp 2,036,487,886.68	Rp 2,131,804,278.32
6	Rp 1,851,054,676.99	Rp 1,947,138,384.36	Rp 2,047,056,259.74
7	Rp 1,797,635,398.20	Rp 1,898,071,665.10	Rp 2,002,801,416.49
8	Rp 1,769,889,956.44	Rp 1,874,853,841.70	Rp 1,984,614,542.71
9	Rp 1,759,855,453.09	Rp 1,869,529,384.51	Rp 1,984,549,183.40
10	Rp 1,762,809,052.03	Rp 1,877,383,818.19	Rp 1,997,900,388.00
11	Rp 1,775,796,472.99	Rp 1,895,472,442.33	Rp 2,021,733,501.96
12	Rp 1,796,896,288.91	Rp 1,921,884,884.86	Rp 2,054,148,807.51
13	Rp 1,824,823,799.68	Rp 1,955,349,257.89	Rp 2,093,885,785.51
14	Rp 1,858,704,671.86	Rp 1,995,006,099.89	Rp 2,140,097,184.43
15	Rp 1,897,939,101.51	Rp 2,040,272,853.82	Rp 2,192,213,647.72
16	Rp 1,942,116,883.12	Rp 2,090,759,253.02	Rp 2,249,859,272.61
17	Rp 1,990,962,415.88	Rp 2,146,212,632.99	Rp 2,312,797,118.49
18	Rp 2,044,298,005.19	Rp 2,206,481,510.62	Rp 2,380,893,005.43
19	Rp 2,102,018,726.63	Rp 2,271,490,680.60	Rp 2,454,090,849.79
20	Rp 2,164,074,820.94	Rp 2,341,223,778.81	Rp 2,532,395,482.31
21	Rp 2,230,459,132.81	Rp 2,415,710,807.54	Rp 2,615,860,436.65
22	Rp 2,301,198,017.97	Rp 2,495,019,031.14	Rp 2,704,579,107.97
23	Rp 2,376,344,697.51	Rp 2,579,246,209.16	Rp 2,798,678,237.57
24	Rp 2,455,974,383.29	Rp 2,668,515,484.43	Rp 2,898,313,027.88
25	Rp 2,540,180,716.83	Rp 2,762,971,469.63	Rp 3,003,663,416.95

4.10 Reliability

reliability yang dilakukan adalah *analytical approach*. Berdasarkan dari hasil perhitungan *system reliability* dari subsistem *mechanical* dengan *bag transfer*, *film transport*, dan *tube tong* didapatkan peluang mesin untuk berjalan sesuai dengan fungsinya dengan jangka waktu 8 jam sampai dengan 160 jam.

Tabel 4 *Reliability System*

<i>t (hours)</i>	<i>Bag Transfer</i>	<i>Film Transport</i>	<i>Tube Tong</i>	<i>Reliability System</i>
1	99.76%	99.85%	99.81%	99.42%
8	98.08%	98.77%	98.51%	95.43%
16	96.20%	97.56%	97.04%	91.07%
24	94.36%	96.36%	95.59%	86.91%
32	92.55%	95.18%	94.16%	82.94%
40	90.78%	94.01%	92.75%	79.16%
48	89.04%	92.86%	91.37%	75.54%
56	87.33%	91.72%	90.00%	72.09%
64	85.66%	90.59%	88.66%	68.80%
72	84.01%	89.48%	87.34%	65.65%
80	82.40%	88.38%	86.03%	62.66%
88	80.82%	87.30%	84.75%	59.79%
96	79.27%	86.23%	83.48%	57.06%
104	77.75%	85.17%	82.23%	54.46%
112	76.26%	84.12%	81.01%	51.97%
120	74.80%	83.09%	79.80%	49.60%
128	73.37%	82.07%	78.60%	47.33%
136	71.96%	81.06%	77.43%	45.17%
144	70.58%	80.07%	76.27%	43.11%
152	69.23%	79.09%	75.14%	41.14%
160	67.90%	78.12%	74.01%	39.26%

4.11 *Inherent Availability*

inherent availability yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dilihat bagaimana peluang mesin dapat dioperasikan sesuai dengan fungsinya dalam waktu observasi selama satu tahun.

Tabel 5 Perhitungan *Analytical Inherent Availability*

<i>Bag Transfer</i>	<i>Film Transport</i>	<i>Tube Tong</i>	<i>Availability System</i>
99.07%	99.12%	99.68%	97.89%

4.12 *Operational Availability*

operational availability dapat dilihat bagaimana peluang mesin dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya berdasarkan operasionalnya dalam waktu observasi selama satu tahun. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data *operational time* dan total *downtime* dari setiap komponen kritis.

Tabel 6 Perhitungan *Operational Availability*

<i>Bag Transfer</i>	<i>Film Transport</i>	<i>Tube Tong</i>	<i>Availability System</i>
98.72%	98.17%	99.08%	96.03%

4.13 *Maintainability*

Pada perhitungan *maintainability* yang telah dilakukan menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk peluang unit diperbaiki dalam waktu tertentu berkisar antara satu hingga 20 jam.

Tabel 7 Perhitungan *Maintainability*

<i>t (hours)</i>	<i>Bag Transfer</i>	<i>Film Transport</i>	<i>Tube Tong</i>	<i>Reliability System</i>
1	22.68%	15.47%	42.73%	26.96%
2	40.21%	28.54%	67.21%	45.32%
3	53.77%	39.59%	81.22%	58.19%
4	64.25%	48.93%	89.25%	67.48%
5	72.36%	56.83%	93.84%	74.34%
6	78.63%	63.51%	96.47%	79.54%
7	83.47%	69.15%	97.98%	83.53%
8	87.22%	73.92%	98.84%	86.66%
9	90.12%	77.95%	99.34%	89.14%
10	92.36%	81.36%	99.62%	91.11%
11	94.09%	84.25%	99.78%	92.71%
12	95.43%	86.68%	99.88%	94.00%
13	96.47%	88.74%	99.93%	95.05%
14	97.27%	90.48%	99.96%	95.90%
15	97.89%	91.95%	99.98%	96.61%
16	98.37%	93.20%	99.99%	97.18%
17	98.74%	94.25%	99.99%	97.66%
18	99.02%	95.14%	100.00%	98.05%
19	99.25%	95.89%	100.00%	98.38%
20	99.42%	96.53%	100.00%	98.65%

4.8 Maintenance Key Performance Indicator (KPI)

Berdasarkan *leading* dan *lagging indicator* dapat memberikan hasil *review* seberapa baik *performance* dari komponen kritis pada subsistem *mechanical*. Pada Tabel V.3 menunjukkan hasil *review* dari *leading* dan *lagging indicator*.

Tabel 8 Hasil *Key Performance Indicator*

<i>Indicator</i>	Target (95%)
<i>Leading Indicator</i>	<i>Achieved</i>
<i>Lagging Indicator</i>	<i>Achieved</i>

Berdasarkan hasil *leading* dan *lagging indicator* dapat dikatakan pada komponen kritis telah mencapai *word class* KPI karena nilai *availability* dari komponen kritis telah melebihi target yang ditentukan oleh KPI.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan metode *Life Cycle Cost* pada mesin *filling* shinvu PT Sanbe Farma, didapatkan total *Life Cycle Cost* terendah yaitu sebesar Rp 1.759.855.453,09 dengan umur mesin selama 9 tahun dan jumlah *maintenance crew* sebanyak dua orang setiap *shift*.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *RAM Analysis* dengan menggunakan pemodelan *reliability block diagram*, berdasarkan *analytical approach* pada waktu 160 jam untuk *bag transfer* memiliki nilai 67.90%, *film transport*, memiliki nilai 78.12% dan *tube tong* memiliki nilai 74.01%. Selama tahun 2017, *Inherent Availability* dari *bag transfer* sebesar 99.07%, *film transport* sebesar 99.12%, dan *tube tong* sebesar 99.68%. maka dari itu nilai *leading indicator* berdasarkan *inherent availability* dari keseluruhan komponen kritis tersebut adalah 97.89% berdasarkan dari perhitungan *analytical approach* dan pemodelan RBD. Untuk *operational availability* dari *bag transfer* sebesar 98.72%, *film transport* sebesar 98.17%, dan *tube tong* sebesar 99.08%. maka dari itu nilai *lagging indicator* berdasarkan *operational availability* dari keseluruhan komponen kritis tersebut adalah 96.03%.

Daftar Pustaka

- [1] S. Assauri, *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI., 1993.
- [2] A. G. Alhilman, J., Saedudin, R. R., Atmaji, F. T. D. & Suryabrata, "LCC Application For Estimating Total Maintenance Crew and Optimal Age of BTS Component.," *Int. Conf. Inf. Commun. Technol. 2015*, vol. 3rd Intern, hal. 543–547, 2015.
- [3] J. Moubray, "John Moubray-Reliability-Centred Maintenance-Butterworth-Heinemann (1999).pdf." 1997.
- [4] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc., 1997.