

**PENENTUAN UMUR MESIN, ESTIMASI BIAYA DAN MAINTENANCE CREW YANG OPTIMAL  
PADA MESIN INJEKSI PLASTIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE LIFE CYCLE COST (LCC)  
DI CV. GRADIENT**

***DETERMINATION OF RETIREMENT AGE MACHINE, COST ESTIMATION AND OPTIMAL  
MAINTENANCE CREW IN PLASTIC INJECTION MACHINES USING LIFE CYCLE COST (LCC)  
METHOD IN CV. GRADIENT***

**Putri Rahma Muliawati<sup>1</sup>, Endang Budiasih<sup>2</sup>, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup>muliaawatip@gmail.com, <sup>2</sup>endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>fransiskustatas@telkomuniversity.ac.id

---

**Abstrak**

CV. Gradient perusahaan yang memproduksi sparepart shockbreaker pada sepeda motor yang akan di distribusikan lagi untuk di assembly menjadi sepeda motor. Untuk memproduksi sparepart tersebut, CV.Gradient menggunakan mesin injeksi plastik. Penelitian ini menggunakan data kerusakan mesin injeksi plastik yang memiliki frekuensi tertinggi yaitu mesin injeksi plastik 105 ton dengan jumlah kerusakan sebanyak 39 kali pada tahun 2016-2018. Berdasarkan hasil perhitungan life cycle cost didapatkan biaya optimum pada mesin injeksi plastik sebesar Rp899.444.034 dengan umur mesin optimal selama 5 tahun dan jumlah maintenance crew sebanyak 1 orang.

**Kata kunci:** *Maintenance, Mesin Injeksi Plastik, Life Cycle Cost, Umur Mesin, Maintenance Crew.*

---

**Abstract**

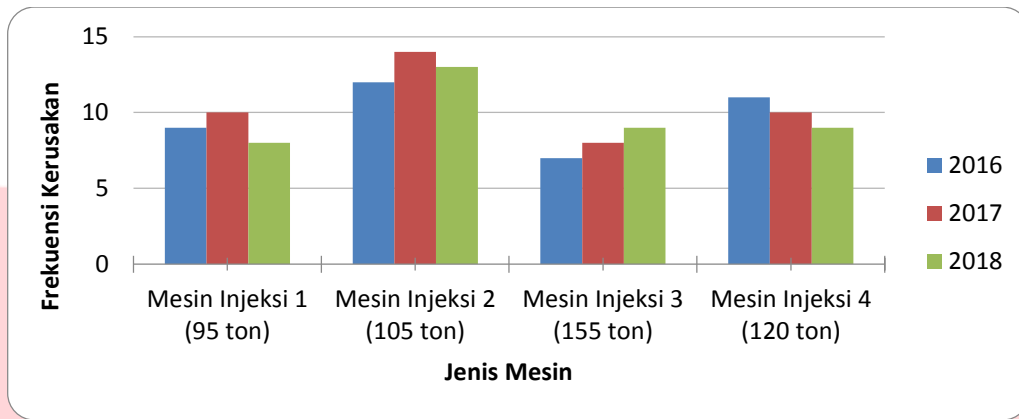
*CV. Gradient is a company that manufactures shockbreaker parts on motorbikes which will be distributed again to be assembled into motorbikes. To produce these spare parts, CV. Gradient uses a plastic injection machine. This study uses data on plastic injection machine damage which has the highest frequency of 105 tons plastic injection machines with 39 times the amount of damage in 2016-2018. Based on the results of the life cycle cost calculation, the optimum cost for a plastic injection machine is Rp899.444.034 with an engine life of 5 years and the number of maintenance crew is 1 person.*

**Keywords:** *Maintenance, Plastic Injection Machine, Life Cycle Cost, Age Machine, Maintenance Crew.*

---

**1. Pendahuluan**

CV. Gradient adalah perusahaan yang bergerak pada industri jasa pembuatan *jig, dies, mold* dan *sparepart* terutama pada *mold product* dan injeksi plastik. Untuk mendukung proses produksinya pada saat ini CV. Gradient sudah memiliki mesin produksi seperti mesin *injection molding*, CNC, dan mesin bubut. CV. Gradient memproduksi berbagai jenis produk *spare part*. *spare part* pada kendaraan roda dua yaitu bagian yang dapat melindungi shockbreaker terhadap gesekan. Produk tersebut terbagi ke dalam dua jenis yaitu *spring guide* dan *under case*. Perusahaan menerapkan sistem *make to order* sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan banyaknya pesanan. CV. Gradient memiliki 4 mesin injeksi plastik, dimana setiap mesinnya memiliki kapasitas yang berbeda. Mesin injeksi plastik yang pertama memiliki kapasitas berat 105 ton, mesin kedua memiliki kapasitas berat 95 ton, mesin ketiga memiliki kapasitas berat 155 ton, mesin keempat memiliki kapasitas berat 120 ton. Mesin tersebut bekerja selama 24 jam per hari, dan 6 hari kerja dalam seminggu. CV. Gradient melakukan proses produksi setiap harinya dibagi menjadi 3 shift. Dalam proses produksi tentunya mengalami fluktuasi jumlah produksi yang disebabkan oleh berkurangnya keandalan dari setiap mesin yang digunakan secara terus menerus guna memproduksi *spare part* tersebut. Berikut frekuensi kerusakan mesin injeksi selama tahun 2016-2018:



Gambar 1 Frekuensi Kerusakan Mesin

Berdasarkan data kerusakan pada gambar 1, diketahui bahwa mesin yang memiliki presentase maintenance tertinggi pada 2016 sampai dengan 2018 yaitu mesin injeksi 2 (105 ton) yaitu mengalami kerusakan sebanyak 39 kali. Dengan terjadinya *downtime* pada mesin akan berpengaruh pada biaya, umur mesin dan jumlah *maintenance crew* mesin tersebut maka dilakukan penelitian dengan menggunakan metode *Life Cycle Cost*. 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* [1]

## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Manajemen Perawatan

Manajemen perawatan dapat diartikan sebagai aktivitas komponen/sistem yang rusak dikembalikan/diperbaiki ke status operasional dalam suatu kondisi tertentu [2]. kegiatan perawatan yang terbagi dalam dua kegiatan yaitu perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perawatan perbaikan (*corrective maintenance*).

### 2.2 Life Cycle Cost

*Life Cycle Cost* (LCC) merupakan penjumlahan *sustaining cost* dan *acquisition cost* suatu mesin atau proyek yang memperkirakan total biaya yang dialami selama hidup. Tujuan dari analisis LCC yaitu untuk memilih pendekatan biaya paling efektif dari beberapa alternatif untuk menentukan *cost ownership* (kepemilikan) terendah untuk mendapatkan manfaat jangka panjang [3]

#### 2.2.1 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*.

#### 2.2.2 Operating Cost

*Operating Cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan atas beroperasinya suatu alat setiap periodenya. Dalam perhitungannya *operating cost* dirumuskan berdasarkan persamaan:

$$OC = EC + (LC \times TK) \quad (3)$$

#### 2.2.3 Maintenance Cost

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

$$MC = (Cr + CL) + (CE + Cc) \quad (4)$$

#### 2.2.4 Shortage Cost

*Shortage Cost* dihitung untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan karena kurangnya perangkat sebagai akibat kekurangan jumlah *maintenance crew* untuk memperbaiki perangkat yang rusak. Dalam perhitungannya *shortage cost* dirumuskan berdasarkan persamaan:

$$SC = Cs [E(S)] \quad (5)$$

#### 2.2.5 Acquisition Cost

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

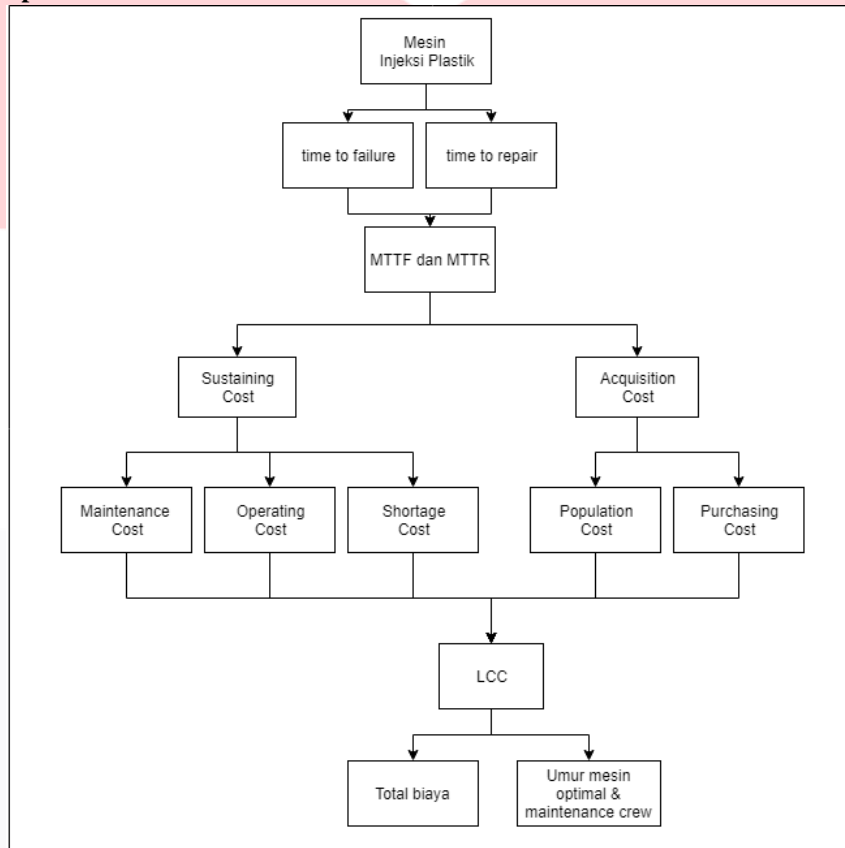
**2.2.6 Annual Purchasing Cost**

*Purchasing Cost* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembelian seluruh perangkat dalam suatu item. setiap tahun nilai *annual purchasing cost* berbeda-beda. Pada perhitungan *purchasing cost* harus mempertimbangkan besarnya suku bunga untuk kredit [4]

**2.2.7 Annual Population Cost**

*Population Cost* merupakan biaya yang dikeluarkan pada setiap periode atas kepemilikan suatu alat. *Population cost* didapatkan dari *annual equivalent cost* per unit dikalikan dengan jumlah unit perangkatnya.

**2.3 Model Konseptual**



Gambar 2 Metodologi Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penelitian dimulai dengan menentukan mesin terpilih dengan melakukan *failure analysis*. Peneliti dilakukan untuk mendapatkan *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR). Langkah selanjutnya adalah penentuan probabilitistik esitimasi biaya yang dihitung dengan mempertimbangkan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) di mana MTTF dan MTTR dipengaruhi oleh *time to failure* dan *time to repair* dari komponen pembentuknya. Selanjutnya melakukan perhitungan *total life cycle cost* sehingga didapatkan usulan umur mesin optimal dari mesin yang terpilih. Terdapat dua faktor penting di dalam perhitungan LCC yaitu *Sustaining Cost* dan *Acquisition Cost*.

**3. Pembahasan**

**3.1 Nilai MTTF & MTTR Mesin**

Dengan dilakukan uji Anderson Darling selanjutnya dilakukan uji distribusi menggunakan *software* minitab maka didapatkan TTF dan TTR mesin berdistribusi Weibull. Selanjutnya dilakukan penentuan parameter menggunakan *software* Avsim 9.0+ maka didapatkan nilai MTTF dan MTTR dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

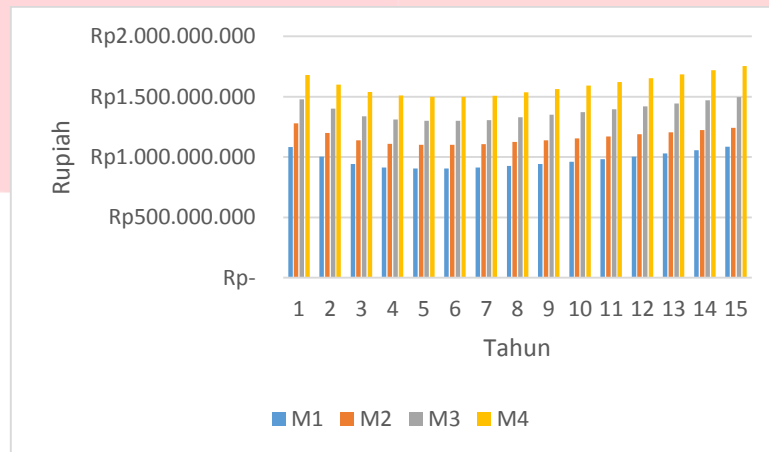
Tabel 1 Nilai MTTF Mesin

Mesin	Distribusi	Parameter		$1+(1/\beta)$	$\Gamma$	MTTF (Jam)
injeksi plastik	Weibull	$\eta$	576,077	2,353	1,205	694,21
		$\beta$	0,7393			

Tabel 2 Nilai MTTR Mesin

Mesin	Distribusi	Parameter		$1+(1/\beta)$	$\Gamma$	MTTR (Jam)
injeksi plastik	Weibull	$\eta$	27,0355	2,522	1,350	36,50
		$\beta$	0,657065			

### 3.4 Life Cycle Cost



Gambar 3 Total Life Cycle Cost

Umur optimal dari mesin injeksi berpengaruh terhadap proses produksi yang dilakukan perusahaan dan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Semakin lama mesin tersebut beroperasi maka peluang kegagalan mesin semakin besar *shortage cost* akan semakin meningkat dipengaruhi oleh probabilitas kegagalan tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan *life cycle cost* didapatkan umur mesin optimal selama 5 tahun dengan nilai *life cycle cost* sebesar Rp899.444.034, nilai tersebut merupakan biaya terendah dibandingkan dengan biaya pada tahun-tahun lainnya.

Dalam perhitungan umur mesin optimal terdapat perhitungan jumlah *maintenance crew*. *Maintenance crew* akan mempengaruhi *maintenance cost* yang dikeluarkan perusahaan. Semakin banyak *maintenance crew* maka biaya tenaga kerja semakin tinggi, tetapi apabila *maintenance crew* pada perusahaan kurang maka akan berpengaruh pada *shortage cost* yang dikeluarkan perusahaan akan semakin tinggi karena terdapat *delay time* dalam produksi.

Jumlah *maintenance crew existing* CV.Gradient sebanyak 1 orang untuk melakukan perawatan maupun perbaikan di setiap mesinnya. Dalam penelitian, dilakukan perhitungan alternatif jumlah *maintenance crew*. Alternatif yang diberikan yaitu antara M=1 hingga M=4, yang disesuaikan dengan jumlah total mesin injeksi keseluruhan yaitu sebanyak 4 mesin. Berdasarkan hasil perhitungan *life cycle cost* didapatkan jumlah *maintenance crew* optimal sebanyak 1 *maintenance crew*. Jumlah *maintenance crew existing* dan perhitungan *life cycle cost* sama, sehingga dapat dikatakan bahwa jumlah *maintenance crew existing* sudah optimal.

### 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini *life cycle cost* terdiri dari *operating cost*, *maintenance cost*, *shortage cost*, *purchasing cost* dan *population cost*. *Life cycle cost* dipergunakan untuk mengetahui umur mesin optimal dan jumlah *maintenance crew*. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan biaya optimum pada mesin injeksi plastik sebesar Rp899.444.034 dengan umur mesin selama 5 tahun dan jumlah *maintenance crew* sebanyak 1 orang. Jumlah *maintenance crew* yang didapatkan sudah sesuai dengan jumlah *maintenance crew existing* sehingga jumlah *maintenance crew existing* sudah optimal.

**Daftar Pustaka**

- [1] H. Barringer and D. Weber, *Life Cycle Cost Tutorial*. 1996.
- [2] Ade Rizka, J. Alhilman, and Sutrisno, "Estimasi Biaya Maintenance yang Optimal 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.
- [3] N. I. Sinisuka and H. Nugraha, "Life cycle cost analysis on the operation of power generation," *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 19, no. 1, pp. 5–24, Mar. 2013.
- [4] A. Anggriawan, R. Saedudin, and A. Kurniawati, "Biaya Maintenance Dengan ( Studi Kasus : Pt Telkomsel Indonesia )," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 2, no. 3, pp. 33–38, 2015.