

## USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN UNTUK MESIN INJEKSI PLASTIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY AND RISK CENTERED MAINTENANCE (RRCM) DI CV. GRADIENT

### PROPOSED MAINTENANCE TASK FOR PLASTIC INJECTION MACHINE USING RELIABILITY AND RISK CENTERED MAINTENANCE (RRCM) METHOD IN CV. GRADIENT

Liza Nafiah Maulidina<sup>1</sup>, Fransiskus Tatas Dwiatmaji<sup>2</sup>, Judi Alhiman<sup>3</sup>

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

nafiahliza@gmail.com<sup>1</sup>, franstatas@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>, judi.alhilman@gmail.com<sup>3</sup>

---

#### Abstrak

CV. Gradient merupakan salah satu perusahaan yang menyediakan jasa jig, dies, mold, dan sparepart. Mesin injeksi plastik merupakan mesin yang digunakan oleh perusahaan untuk produksi dan beroperasi selama 24 jam terus menerus. Oleh karena itu, maka keandalan mesin akan berkurang seiring dengan berjalannya waktu yang menyebabkan mesin mengalami kerusakan. Untuk memastikan agar kinerja mesin injeksi plastik bekerja sesuai dengan fungsinya maka perusahaan dapat melakukan kegiatan perawatan(maintenance). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui interval waktu perawatan yang optimal untuk komponen kritis yang terpilih serta total biaya perawatannya. Dalam menentukan komponen kritis dari mesin injeksi plastik, pada penelitian ini menggunakan Risk Matrix dan terpilih tiga komponen yaitu selang hidrolik, barrel dan motor. Menggunakan metode RRCM maka didapatkan kebijakan maintenance dan total biaya maintenance-nya. Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data, maka didapatkan hasil bahwa terdapat 7 proposed maintenance task dengan 3 scheduled on-condition task, 4 scheduled restoration task dengan interval waktu rata-rata maintenance adalah dua bulan. Total biaya maintenance usulan sebesar Rp 91,595,318 dimana biaya tersebut lebih kecil Rp 10,177,258 dibandingkan dengan biaya maintenance eksisting perusahaan.

**Kata Kunci – Maintenance, Risk Matrix, Reliability and Risk Centered Maintenance, RCM Information Worksheet, Uncertainty Assessment**

---

#### Abstract

CV. Gradient is one of the company that provide jigs, dies, molds and spare parts services. Plastic injection machine is one of the machines used by company for production and operate for 24 hours continuously. Therefore, the reliability of the engine will decrease as time goes which causes the engine to fail. To ensure that the performance of a plastic injection machine works according to its function, the company can carry out maintenance activities. The objective of this research is to determine the optimal maintenance time interval for selected critical components and the total cost of maintenance. In determining the critical components of a plastic injection machine, Risk Matrix was used and three components were selected, namely hydraulic hose, barrel and motor. Using the RRCM method, we get a proposed maintenance policy and the total maintenance cost. Based on the result, show that there are 7 proposed maintenance tasks with 3 scheduled on-condition tasks, 4 scheduled restoration tasks with an average maintenance interval is two months. The total maintenance cost is proposed at Rp 91,595,318 where the cost is smaller Rp 10,177,258 compared to the existing maintenance costs of the company

**Keywords – Maintenance, Risk Matrix, Reliability and Risk Centered Maintenance, RCM Information Worksheet, Uncertainty Assessment**

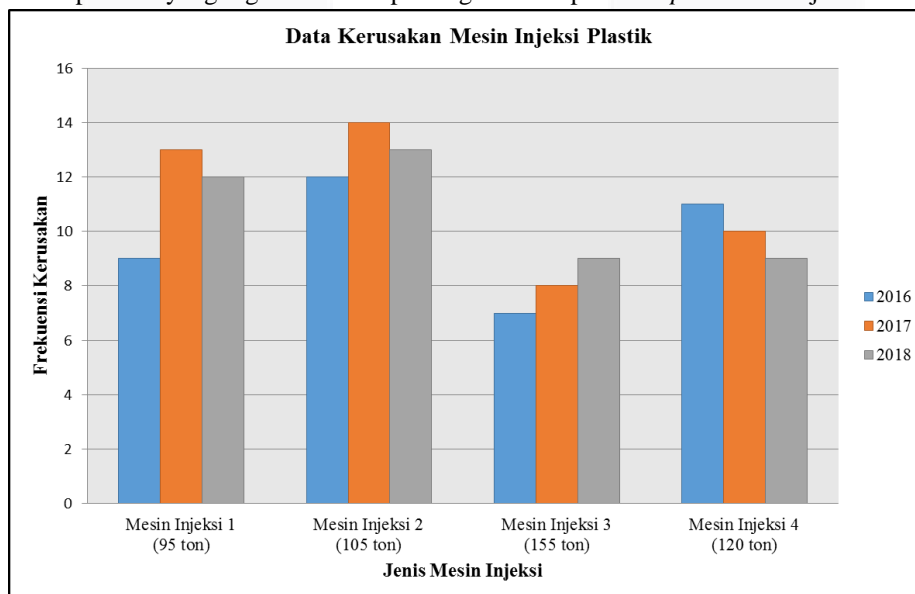
---

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini terjadi dengan sangat cepat seiring dengan berjalannya waktu. Dengan terjadinya perubahan teknologi yang semakin cepat maka hal ini memicu meningkatnya kebutuhan dan penggunaan teknologi serta meningkatnya kebutuhan akan fungsi pemeliharaan dan perawatan. Dalam industri manufaktur, selama proses produksi berlangsung mesin harus dipantau dengan baik untuk memastikan mesin berjalan sesuai jadwal, dan tidak ada kerusakan mendadak yang dapat mengganggu proses produksi [1]. Semua kejadian yang menyebabkan kegiatan produksi tidak berjalan secara optimal atau hingga terhenti akan membawa kerugian dalam angka yang cukup signifikan bagi industri terkait, khususnya industri dalam skala kecil hingga menengah. Perawatan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengembalikan fungsi mesin atau dari sistem ke fungsi awalnya [2].

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada fasilitas produksi atau mesin umumnya kurang mendapat perhatian dari pemangku kepentingan terkait, terutama di perusahaan skala kecil hingga menengah. Kegiatan perawatan juga memiliki peran penting, terutama dalam kondisi mesin bekerja selama 24 jam tanpa henti, oleh karena itu perawatan mesin harus diperhatikan untuk memastikan kelangsungan dan kelancaran proses produksi yang terjadi [3]. Sistem pemeliharaan umumnya dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif [4].

CV. Gradient merupakan salah satu perusahaan yang menyediakan jasa *jig*, *dies*, *mold*, dan *sparepart* terutama pada *mold product* dan injeksi plastik. CV. Gradient didirikan sejak tahun 1987. Salah satu komitmen yang dimiliki oleh CV. Gradient adalah berorientasi pada pelanggan. Produk yang dihasilkan oleh CV. Gradient akan di distribusikan kembali ke perusahaan otomotif lainnya agar bisa di *assembly* menjadi suatu *part* dari kendaraan roda dua yang siap diedarkan ke pasaran. CV. Gradient menghasilkan *part* yang baik dengan tujuan selain agar dapat bersaing dengan kompetitor juga agar dapat memberikan kualitas yang terbaik terhadap pelanggannya. Akan tetapi, dalam proses produksi mengalami fluktuasi jumlah produksi yang disebabkan oleh berkurangnya keandalan dari setiap mesin yang digunakan setiap hari guna memproduksi *part* untuk dijual.



Gambar 1 Grafik Kerusakan Mesin Injeksi Plastik

Berdasarkan Gambar 1 diatas, maka dapat diketahui dengan jumlah *downtime* yang relatif besar dapat menyebabkan mesin tidak dapat mencapai target produksi yang diinginkan untuk setiap bulannya terutama pada mesin injeksi plastik berkapasitas 105 ton. Selain itu, tingginya frekuensi *downtime* pada mesin injeksi plastik 2 sangat mempengaruhi proses produksi, karena mesin injeksi 2 merupakan mesin yang paling sering bekerja untuk memenuhi permintaan produksi karena sesuai dengan spesifikasi produk yang diminta.

Dalam salah satu usaha untuk memaksimalkan penggunaan fasilitas produksi agar dapat digunakan secara kontinu dan terjamin, maka diperlukan rencana kegiatan perawatan yang dapat mendukung keandalan suatu

mesin agar dapat menjadi maksimal. Salah satu metode analisis yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM). RRCM bertujuan untuk menciptakan pemeliharaan yang akurat, fokus dan optimal dengan tujuan mencapai keandalan fasilitas yang optimal dengan mempertimbangkan resiko sebagai referensi analisis, dimana ketidakpastian merupakan salah satu komponen utama dari resiko. Lalu, dengan mempertimbangkan efek biaya perawatan yang berasal dari kegagalan mesin selama mesin beroperasi, penting untuk menganalisis risiko kegagalan mesin dengan mengetahui probabilitas kegagalan dan risiko kinerja sistem yang hilang [5]. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode RRCM yang sudah dilakukan adalah untuk mengetahui kebijakan *maintenance* objek penelitian yang lebih sesuai, sehingga dapat membantu dalam menekan tingginya tingkat kegiatan *corrective maintenance* pada CV. Gradient, *downtime* menurun, performa pabrik meningkat, memperkecil peluang perusahaan untuk mengalami kerugian finansial dari terjadinya *loss production*.

Menurut [6], pemeliharaan dibagi menjadi 2 jenis, yaitu Perawatan Preventif dan Perawatan Korektif. Perawatan Preventif adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum komponen rusak. Pemeliharaan korektif adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan tidak lama setelah kerusakan terjadi pada sistem yang berguna untuk mengembalikan sistem ke fungsi semula.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Maintenance

Pemeliharaan adalah kegiatan untuk mempertahankan fasilitas yang ada dan melakukan perbaikan jika terjadi kerusakan sesuai dengan apa yang direncanakan [7]. Kegiatan pemeliharaan memiliki tujuan utama antara lain, adalah berfungsi untuk memperpanjang umur aset yang dimiliki, memaksimalkan investasi yang dikeluarkan sebanyak mungkin, memastikan ketersediaan peralatan yang memadai untuk suatu produk / layanan dan memastikan bahwa semua peralatan yang dibutuhkan dalam setiap operasional aktivitas siap digunakan dan menjamin keamanan setiap pengguna yang menggunakan fasilitas [8].

### 2.2 Preventive Maintenance

*Preventive Maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan saat sebelum sebuah komponen mengalami kerusakan dan memiliki tujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi atau perawatan yang dilakukan berdasarkan perkiraan interval waktu tertentu yang telah ditentukan sebelumnya dengan tujuan mengurangi peluang terjadinya kegagalan atau degradasi fungsi dari peralatan tersebut [6].

### 2.3 Corrective Maintenance

*Corrective Maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan sesaat setelah kerusakan terjadi pada suatu sistem yang berguna untuk mengembalikan sistem ke fungsi awalnya. Kegiatan ini bersifat tidak terjadwal, yang berarti tergantung pada kondisi sistem tersebut [6].

### 2.4 Mean Time To Failure (MTTF)

MTTF adalah waktu rata-rata dari interval waktu antara kerusakan komponen pertama dan kerusakan berikutnya [9].

### 2.5 Mean Time To Repair (MTTR)

MTTR adalah waktu yang diperlukan untuk memperbaiki komponen yang rusak hingga komponen berfungsi kembali.

### 2.6 Proposed Maintenance Task

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan [6], *proposed maintenance task* dibagi menjadi tiga kategori yaitu:

### 1. *Scheduled on-condition task*

*Scheduled on-condition task* merupakan kegiatan *maintenance* yang dilakukan dengan mengamati atau mengukur kinerja komponen pada saat mesin sedang beroperasi apabila terdapat tanda-tanda kerusakan pada komponen atau sistem tersebut.

### 2. *Scheduled restoration task*

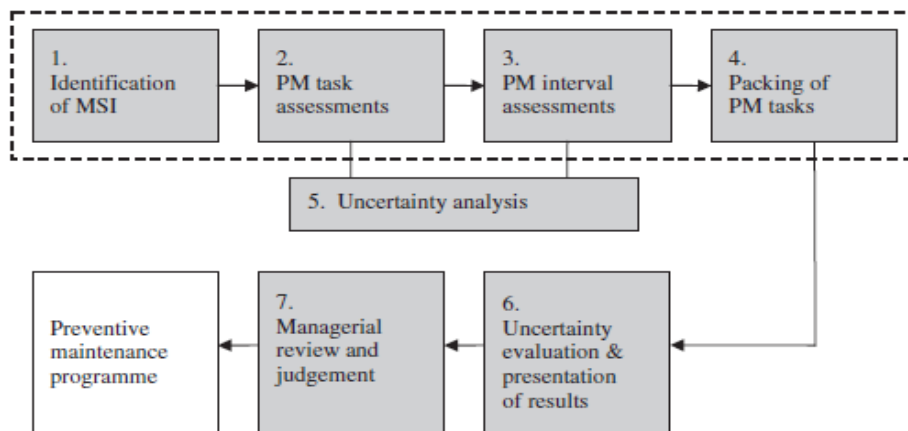
*Scheduled restoration task* merupakan kegiatan *maintenance* yang dilakukan dengan memperbaiki sistem pada suatu jadwal tertentu sebelum batas usianya tanpa memperhatikan kondisi sistem pada saat itu, sehingga untuk pelaksanaan kegiatan ini sistem perlu dihentikan sementara.

### 3. *Scheduled discard task*

*Scheduled discard task* merupakan kegiatan *maintenance* yang dilakukan dengan cara mengganti suku cadang atau komponen tertentu dari suatu sistem sebelum batas usianya tanpa memperhatikan kondisi suku cadang atau komponen sistem tersebut.

## 2.7 Reliability and Risk Centered Maintenance

RRCM adalah suatu metode yang merupakan pengembangan dari metode *Reliability-Centered Maintenance* (RCM). RRCM bertujuan untuk menciptakan metode pemeliharaan yang akurat, fokus dan optimal dengan tujuan mencapai keandalan (*reliability*) fasilitas yang optimal dengan mempertimbangkan resiko sebagai referensi analisis, dimana ketidakpastian merupakan salah satu komponen utama dari resiko selain kemungkinan peristiwa yang terjadi serta konsekuensi yang terkait [10].



Gambar 2 Kerangka Kerja Metode RRCM

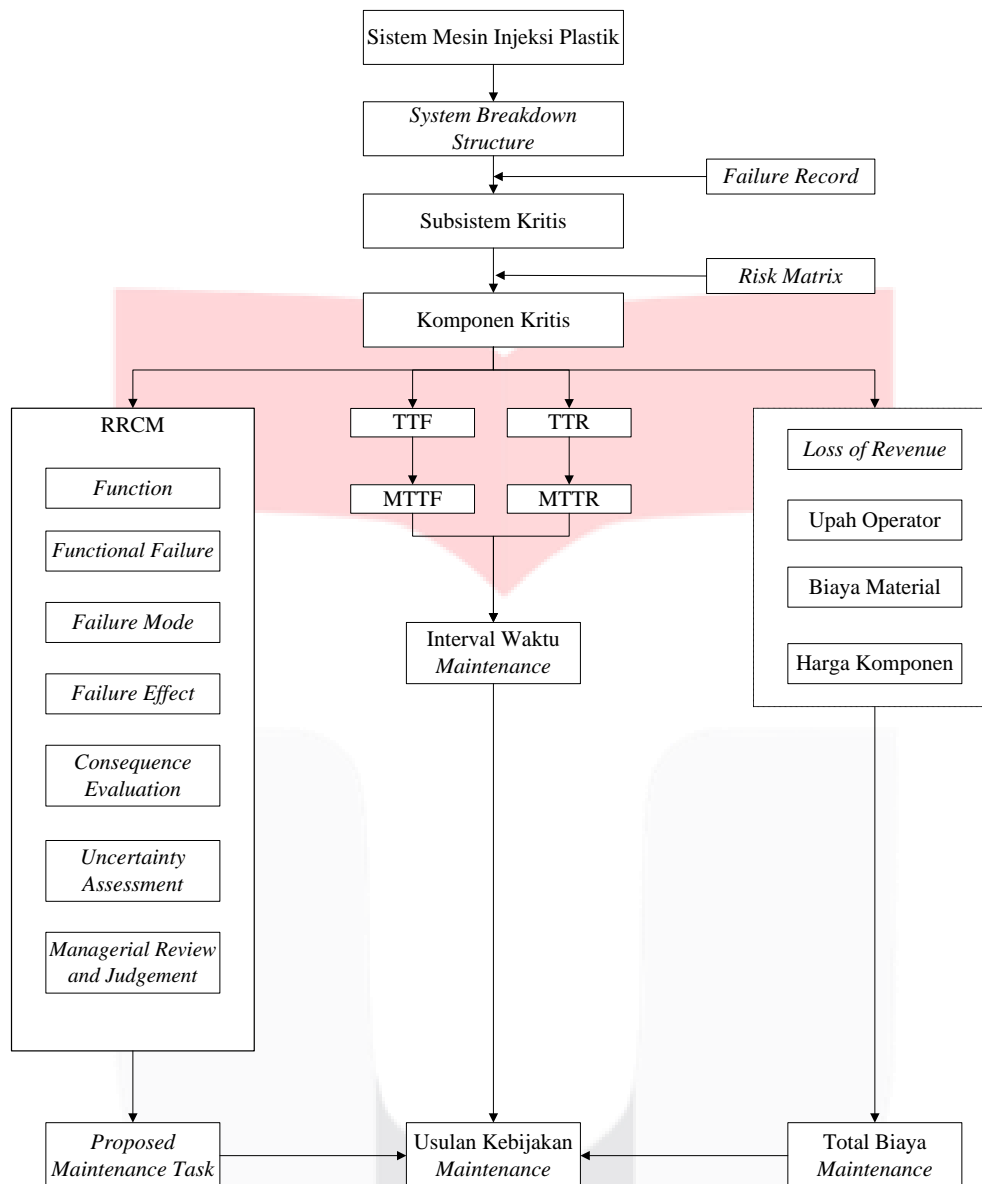
Empat kotak pertama merupakan bagian dari RCM tradisional. Kemudian kotak kelima merupakan langkah untuk mengintegrasikan penilaian ketidakpastian khusus ke dalam kerangka kerja RRCM.

Dalam kotak kelima secara khusus membahas faktor-faktor ketidakpastian. Analisis ketidakpastian mencakup tugas-tugas utama, yaitu sebagai berikut:

1. Identifikasi faktor ketidakpastian
2. Penilaian dan kategorisasi faktor ketidakpastian sehubungan dengan tingkat ketidakpastian
3. Penilaian dan kategorisasi faktor ketidakpastian sehubungan dengan tingkat sensitivitas
4. Ringkasan mengenai pentingnya faktor-faktor ketidakpastian.

## 3. Metodologi Penelitian

Model konseptual merupakan *detail* kegiatan yang dilakukan oleh penulis agar dapat mencapai tujuan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Model konseptual untuk penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3 Model Konseptual Penelitian

Input awal adalah sistem mesin injeksi plastik untuk kemudian selanjutnya dilakukan *System Breakdown Structure* (SBS). SBS mesin dilakukan untuk mempermudah identifikasi sistem, subsistem, serta komponen-komponen yang terdapat pada mesin [4]. Tahap selanjutnya adalah menentukan komponen kritis dengan menggunakan *Risk Matrix* dan melihat data kerusakan komponen kritis berdasarkan data *history failure*.

Setelah memperoleh sistem kritis lalu selanjutnya dilakukan pengukuran kuantitatif yang mengacu kepada *Functional Failure* (FF). Perhitungan pertama dilakukan dengan menghitung *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) yang sebelumnya telah dilakukan. Setelah melakukan perhitungan tersebut, selanjutnya dilanjutkan dengan menghitung *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR).

*Proposed maintenance task* dan interval waktu *maintenance* yang akan dijadikan usulan kepada perusahaan dalam penentuan kebijakan perawatannya. Untuk menghitung total biaya *maintenance* membutuhkan beberapa data pendukung seperti data *loss of revenue*, data upah operator, data biaya material serta data harga komponen.

## 4. Pembahasan

### 4.1 Penentuan Komponen Kritis Mesin Injeksi Plastik

Pada penentuan komponen kritis menggunakan *risk matrix* mempertimbangkan dua hal yaitu tingkat *severity* dan *likelihood* dari setiap komponen yang terdapat pada mesin injeksi plastik. Berdasarkan hasil *risk matrix*, dapat diketahui bahwa komponen mesin injeksi plastik yang masuk ke dalam kategori kritis yaitu komponen yang berada pada zona berwarna merah dan orange, komponen tersebut antara lain adalah motor, selang hidrolis dan barrel.

### 4.2 Perhitungan Data MTTF dan MTTR

Perhitungan penentuan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) dilakukan berdasarkan distribusi yang sudah terpilih untuk setiap komponen kritisnya.

Tabel 1 Hasil Perhitungan MTTF

Komponen	Distribusi	Parameter		$1+(1/\beta)$	$\Gamma$	MTTF (Jam)
Selang	Weibull	$\eta$	1904.92	1.09113	0.95499	1819.18
		$\beta$	10.9737			
Barrel	Weibull	$\eta$	2494.79	1.20949	0.91571	2284.50
		$\beta$	4.77361			
Motor	Weibull	$\eta$	2427.43	1.16789	0.92735	2251.07
		$\beta$	5.95645			

Tabel 2 Hasil Perhitungan MTTR

Komponen	Distribusi	Parameter		MTTR (Jam)
Selang	Normal	$\mu$	2.38917	2.39
		$\sigma$	0.465738	
Barrel	Normal	$\mu$	5.395	5.40
		$\sigma$	1.09157	
Motor	Normal	$\mu$	85.25	85.25
		$\sigma$	12.562	

### 4.3 Perhitungan Metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM)

Dalam penerapan metode RRCM dibutuhkan data *uncertainty assessment by expert judgement* serta RCM *Decision Diagram*. Untuk mengintegrasikan hasil dari *uncertainty assessment* ini ke dalam keputusan *proposed maintenance task* maka RCM *Worksheet* dapat diperluas dengan memasukkan semua hasil dari penilaian-penilaian yang sudah dilakukan.

Interval waktu untuk perawatan *Scheduled on-condition Task* dihitung berdasarkan tindakan *maintenance* yang telah ditentukan pada *extended RCM Worksheet*. Berikut adalah interval waktu *on-condition* dan *restoration*:

Tabel 3 Interval Waktu *Scheduled On-Condition Task* dari Setiap Komponen Kritis

Komponen	Information Reference			Proposed Maintenance Task	MTTF	Interval (Jam)
	F	FF	FM			
Selang Hidrolik	1	2	2	Aliran oli menjadi tidak lancar <i>Do the scheduled on-condition task</i> Melakukan pengecekan berkala terhadap tekanan pada selang dalam kondisi aktualnya	1819.18	909.5888229
Barrel	1	1	1	Waktu pemanasan semakin lama <i>Do the scheduled on-condition task</i> Melakukan pengecekan berkala terhadap tekanan pada barrel dalam kondisi aktualnya	2284.50	1142.248333
	2	1	2	Holding time material melebihi waktu standar <i>Do the scheduled on-condition task</i> Melakukan pengecekan berkala terhadap tekanan pada barrel dalam kondisi aktualnya	2284.50	1142.248333

Tabel 4 Interval Waktu *Scheduled Restoration Task* dari Setiap Komponen Kritis

Komponen	Information Reference			Proposed Maintenance Task	$\eta$	$\beta$	Cm	Cf	Interval (Jam)
	F	FF	FM						
Selang Hidrolik	1	1	1	<i>Do the scheduled restoration task</i> Lakukan perbaikan pada komponen selang hidrolik	1904.92	10.97	Rp 2,035,452	Rp 1,156,219	1626.43 4843
Barel	1	1	2	<i>Do the scheduled restoration task</i> Lakukan pembersihan raw material yang akan dilelehkan	2494.79	4.774	Rp 2,035,452	Rp 2,514,181	1807.15 2191
	2	1	1	<i>Do the scheduled restoration task</i> Lakukan pembersihan pada komponen barrel	2494.79	4.774	Rp 2,035,452	Rp 2,514,181	1807.15 2191
Motor	1	1	1	<i>Do the scheduled restoration task</i> Lakukan perbaikan pada aliran arus listrik	2427.43	5.956	Rp 2,035,452	Rp38,590,771	1132.16 6378



#### 4.4 Perhitungan Total Biaya *Maintenance*

Tabel 5 Perbandingan Total Biaya *Maintenance* Eksisting dan Usulan

Komponen	Biaya <i>Maintenance</i> Aktual	Biaya <i>Maintenance</i> Usulan
Selang Hidrolik	Rp 30,531,773	Rp 28,496,321
Barrel	Rp 52,921,739	Rp 48,850,836
Motor	Rp 18,319,064	Rp 14,248,161
Total	Rp 101,772,576	Rp 91,595,318

#### 5. Kesimpulan

Dengan menggunakan perhitungan dan analisis metode RRCM menghasilkan kebijakan *maintenance* untuk komponen pada mesin injeksi plastik, maka diperoleh 7 *proposed maintenance task*, dengan rincian 3 *scheduled on-condition task* serta 4 *scheduled restoration task* untuk semua komponen kritis dengan rata-rata interval waktu *preventive maintenance task* selama dua bulan sekali. Dan untuk total biaya *maintenance* usulan yang diperoleh berdasarkan *proposed maintenance task* dan interval waktunya sebesar Rp 91,595,318, memiliki nominal lebih rendah mencapai Rp 10,177,258 jika dibandingkan dengan biaya *maintenance* eksisting perusahaan sebesar Rp 101,772,576.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. T. D. Atmaji and J. Alhilman, "A Framework of Wireless Maintenance System Monitoring: A Case Study of An Automatic Filling Machine at SB Company," *2018 6th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2018*, vol. 0, no. c, pp. 227–232, 2018.
- [2] D. S. Ramadhanti, "Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Komori Ls440 (RCM II) dan Risk Based Maintenance (RBM) Di PT ABC," pp. 31–37, 2016.
- [3] Judi Alhilman, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, "Software Application for Maintenance System," *2017 Fifth Int. Conf. Inf. Commun. Technol.*, vol. 0, no. RCM II, 2017.
- [4] F. Tatas Dwi Atmaji and P. Agung Ngurah Nanda Utama, "Kebijakan Persediaan Suku Cadang Di PT ABC Menggunakan Metode RCS (Reliability Centered Spares)," *J. Manaj. Ind. Dan Logistik*, vol. 2, no. 1, pp. 90–102, 2018.
- [5] F. Tatas, D. Atmaji, A. A. Noviyanti, and W. Juliani, "Implementation Of Maintenance Scenario For Critical Subsystem In Aircraft Engine Case study : NTP CT7 Engine," vol. 1, no. 02, pp. 52–60, 2017.
- [6] A. C. Márquez, *Springer Series in Reliability Engineering*. 2007.
- [7] M. Sayuti, Muhammad, and M. S. Rifa'i, "Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT. Z," 2013.
- [8] J. Alhilman, R. R. Sedudin, and F. D. Atmaji, "Application for Estimating Total Maintenance Crew and Optimal Age of BTS Component," *I. C. (ICoICT), Ed*, vol. 3rd, 2015.
- [9] F. T. D. Atmaji, "Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di PT KSM, Yogyakarta," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, no. April, pp. 7–11, 2015.
- [10] J. T. Selvik and T. Aven, "A Framework For Reliability And Risk Centered Maintenance," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 96, no. 2, pp. 324–331, 2011.