

## Perancangan RCM (*Reliability Centered Maintenance*) Untuk Mengurangi *Downtime* Mesin Pembuat Botol (Studi Kasus PT IGLAS (Persero), Gresik)

Hidayat<sup>1\*</sup>, Moh.Jufriyanto<sup>2</sup>, Akhmad Wasiur Rizqi<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Jl.Sumatra No.101, Kebomas, 61121, Gresik, Jawa Timur, Indonesia.

[hidayat@umg.ac.id](mailto:hidayat@umg.ac.id)

### INFO ARTIKEL

#### **Jejak Artikel :**

Upload artikel  
17 Oktober 2020  
Revisi oleh reviewer  
17 Maret 2021  
Publish  
30 Maret 2021

#### **Kata Kunci :**

PT IGLAS, RCM, LTA,  
MTTF, MTTR

### ABSTRAK

PT IGLAS adalah salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang pembuatan gelas kemas khususnya botol. Dalam usaha untuk dapat terus menggunakan fasilitas produksi agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka direncanakanlah kegiatan perawatan yang dapat menunjang keandalan suatu mesin atau fasilitas produksi. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penelitian ini mencoba untuk mengusulkan sistem perawatan pada mesin pembuat botol dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, komponen yang mengalami kegagalan berdasarkan nilai RPN adalah komponen cetakan dengan nilai 160. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan pemilihan tindakan yang akan dilakukan pada komponen kritis tersebut. Pemilihan tindakan yang dilakukan adalah dengan cara conditional directed dikarenakan komponen tersebut akan berfungsi jika dilakukan penggantian komponen atau perbaikan. Biaya perbaikan dan perawatan yang didapat dalam perhitungan UEC dapat diketahui biaya pada komponen cetakan sebesar Rp 1.746.090,94 per hari yang dilakukan pada hari ke-23. Biaya tersebut merupakan biaya minimum yang dilakukan berdasarkan perhitungan biaya harapan.



## 1. Pendahuluan

Ketidakstabilan perekonomian dan semakin tajamnya persaingan di dunia industri merupakan suatu keharusan bagi suatu perusahaan untuk lebih meningkatkan efisiensi kegiatan operasinya [1][2]. Perkembangan teknologi akhir-akhir ini berjalan dengan pesat. Hal ini dapat dirasakan diberbagai kegiatan dan bidang kehidupan, khususnya bidang industri manufaktur [3][4].

Perubahan teknologi yang dipergunakan dapat menimbulkan perubahan dari komponen input yang digunakan serta *output* yang dihasilkan [5][6]. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan produktifitas dan penggunaan teknologi tinggi yang berupa mesin dan fasilitas produksi maka kebutuhan fungsi perawatan akan semakin bertambah besar [7][8].

Dalam usaha untuk dapat terus menggunakan fasilitas produksi agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka direncanakanlah kegiatan perawatan yang dapat menunjang keandalan suatu mesin atau fasilitas produksi [9][10]. Keandalan mesin dan fasilitas produksi merupakan salah satu aspek yang dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi serta produk yang dihasilkan [11][12]. Keandalan ini dapat membantu untuk memperkirakan peluang suatu komponen mesin untuk dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang diinginkan dalam periode tertentu [13][14].

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penelitian ini mencoba untuk mengusulkan sistem perawatan pada mesin pembuat botol yang ada di PT IGLAS dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Metode RCM diharapkan dapat menetapkan *schedule maintenance* dan dapat mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang harus dilakukan pada mesin pembuat botol.

## 2. Metode Penelitian

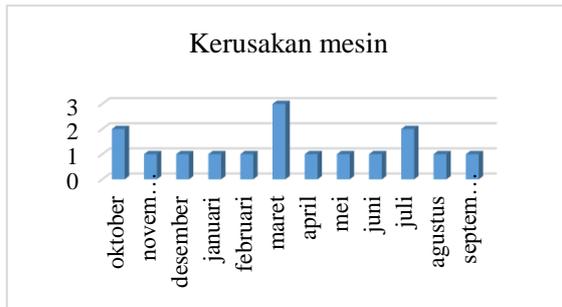
Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur serta studi lapangan dengan cara pengamatan langsung ke objek penelitian, dan data yang didapat melalui wawancara dengan orang yang memang fokus pada bidang perawatan mesin pembuat botol. Data yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah data

sekunder atau data *history* perusahaan yaitu data yang didapatkan dari database perusahaan yang sudah ada. Setelah memperoleh data selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode RCM mengenai mesin yang diteliti dengan mengambil data kerusakan dalam 1 tahun terakhir. Kedua batasan sistem mulai dari input, proses hingga output sehingga fungsi kerja dari masing-masing komponen dapat diketahui. Ketiga adalah deskripsi sistem dan diagram blok fungsional yang dikelompokkan berdasarkan fungsi masing-masing subsistem. Keempat, fungsi sistem dan kegagalan sistem berupa subsistem yang tidak dapat menjalankan fungsinya sebagaimana yang telah ditetapkan dari awal. Kelima, FMEA yang digunakan untuk menentukan nilai kegagalan yang paling tinggi untuk menentukan langkah penyelesaian yang dilakukan terlebih dahulu. Keenam, *logic tree analysis* (LTA) digunakan untuk mengelompokkan kegagalan dalam kategori tertentu agar dapat diketahui penanganan dari tiap-tiap kerusakan. Ketujuh, pemilihan tindakan yang berupa *time directed* atau pencegahan, *condition directed* atau perbaikan, *failure directed* atau menemukan kerusakan yang tersembunyi dan *run to failure* yang membiarkan komponen hingga mengalami kerusakan[15].

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Data kerusakan mesin pembuat botol didapatkan dari hasil rekapan perusahaan pada tahun 2018-2019. Pada seleksi sistem dan pengumpulan informasi ini data yang digunakan adalah data yang berasal dari hasil catatan perusahaan yang dilengkapi dengan wawancara kepada operator dan pemimpin area perusahaan tersebut. Berdasarkan hasil pengumpulan data, maka sistem yang dipilih adalah sistem yang memiliki kriteria total frekuensi kerusakan dan yang memerlukan perawatan terbesar yang ditunjukkan pada Gambar 1. berikut adalah data yang didapatkan.



Gambar 1. Jumlah kerusakan mesin

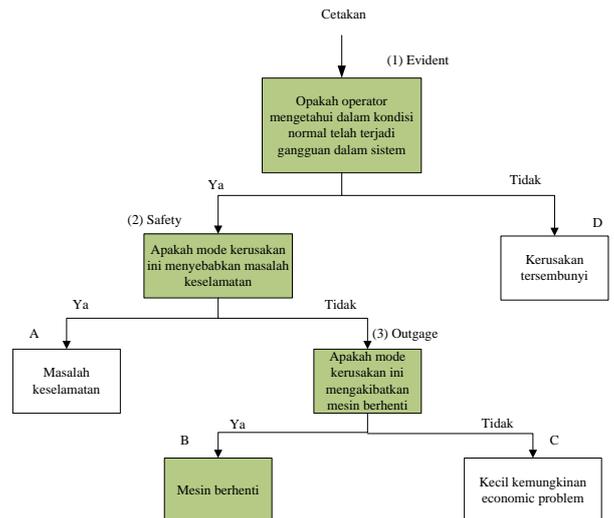
Setelah diketahui jumlah kerusakan mesin (*core*) tiap bulan, maka data ini selanjutnya akan dijadikan acuan untuk mengetahui komponen dalam mesin pembuat botol yang memiliki nilai kritis tertinggi sehingga dapat mempengaruhi fungsi dari mesin pembuat botol dan dapat memberikan rekomendasi jadwal perawatan

### 3.2 Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses yang kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode*. *Failure mode* dapat digolongkan dalam empat kategori yaitu:

1. Kategori A, jika *failure mode* mempunyai konsekuensi *safety* terhadap personel maupun lingkungan.
2. Kategori B, jika *failure mode* mempunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan.
3. Kategori C, jika *failure mode* tidak berdampak pada *safety* maupun operasional pabrik dan hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan.

Kategori D, jika *failure mode* tergolong sebagai *hidden failure* yang kemudian digolongkan lagi kedalam kategori, D/A, kategori D/B dan kategori D/C.



Gambar 2. Logic Tree Analysis (LTA) pada cetakan

Pada gambar 2, alur dari *logic tree analysis* pada cetakan menjelaskan tentang :

1. Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem? Maka dipilih Ya, karena apabila cetakan tidak berfungsi maka akan terjadi gangguan.
2. Apakah mode kerusakan menyebabkan masalah keselamatan? Maka dipilih Tidak, karena pada cetakan tidak terdapat kendala yang akan membahayakan operator.
3. Apakah mode kerusakan mengakibatkan mesin berhenti? Maka dipilih Ya, karena apabila cetakan terganggu akan terjadi salah teknis.

Kesimpulannya adalah cetakan masuk pada kategori B dimana terdapat pada nilai kekritisan *Outage* karena hal tersebut menimbulkan mesin terhenti.

### 3.3 Data Waktu Antar Kerusakan

Data komponen yang mengalami tingkat kritis yang tinggi didasarkan pada nilai FMEA yang telah didapat. Berikut adalah waktu kerusakan dan juga data waktu antar kerusakan yang terjadi pada komponen cetakan. waktu antar kerusakan pada komponen cetakan.

**Tabel 1.** Data waktu antar kerusakan

Cetakan (Hari)
35
9
23
12
63
60
34
61

Waktu antar kerusakan tersebut digunakan untuk mengetahui distribusi pola pada tiap komponen yang tujuannya mengetahui nilai MTTF (*Mean Time To Failure*). Distribusi statistik data sendiri memiliki tujuan agar jenis data dan nilai yang ada pada data tersebut diketahui. Perhitungan distribusi data menggunakan software Easy Fit 5.6 agar diketahui nilai statistiknya.

Berikut adalah pengolahan distribusi data MTTF pada komponen cetakan dengan software Easy Fit 5.6 pada komponen cetakan.

**Tabel 2.** Nilai Distribusi Pola Data MTTF

Distribusi	Kolmogorov Smirnov	
	Statistic	Rank
Uniform	0,17468	1
Weibull	0,18637	2
Lognormal	0,21188	3
Erlang (3P)	0,21388	4
Exponential (2P)	0,21389	5
Exponential	0,22481	6
Lognormal (3P)	0,23823	7
Weibull (3P)	0,25983	8
Erlang	0,35754	9

Distribusi data yang dipilih adalah *ranking 1* distribusi pola *Uniform* pada komponen cetakan, distribusi *Uniform statistic* dan *rank* yang digunakan adalah Kolmogorov Smirnov. Dikarenakan distribusi *weibull* berada *ranking 2* dan lebih rasional untuk digunakan maka menggunakan distribusi *weibull*.

### 3.4 Data Waktu Perbaikan

Data waktu perbaikan adalah data yang tercatat dalam data perusahaan sehingga dapat diketahui rata-rata perbaikan komponen yang mengalami kegagalan. Berikut adalah data perbaikan yang telah diperoleh :

**Tabel 3.** Data waktu perbaikan

N	Komponen	Masalah	Waktu perbaikan
1			3,5
2			3,2
3			3,1
4		cetakan	3,8
5	Cetakan	mengalami aus dan tidak presisi	3,6
6			4,1
7			3,2
8			3,4
9			3,9

Waktu perbaikan tersebut digunakan untuk mengetahui distribusi pola pada komponen cetakan sehingga nantinya nilai MTTR (*mean time to reaire*) dapat diketahui. Distribusi statistik data sendiri memiliki tujuan agar jenis data dan nilai yang ada pada data tersebut diketahui. Berikut adalah pengolahan distribusi data MTTR pada komponen cetakan dengan software Easy Fit 5.6 pada komponen cetakan:

**Tabel 4.** Rekap nilai distribusi pola data MTTR

Distribusi	Kolmogorov Smirnov	
	Statistic	Rank
Uniform	0,13889	1
Erlang	0,16421	2
Exponential (2P)	0,16625	3
Erlang (3P)	0,16931	4
Weibull	0,17062	5
Lognormal	0,18288	6
Lognormal (3P)	0,18297	7
Weibull (3P)	0,25235	8
Exponential	0,58412	9

Distribusi data yang dipilih adalah *ranking 1* distribusi pola *uniform* pada komponen cetakan, distribusi *uniform statistic* dan *rank* yang digunakan adalah Kolmogorov Smirnov. Berdasarkan nilai *rank* (peringkat) terbesar dan nilai *statistic* terkecil diantara distribusi data yang lainnya



### 3.5 Nilai MTTF (Mean Time To Failure) dan MTTR (Mean Time To Repaire)

Nilai MTTF dan MTTR yang telah didapat dengan menggunakan *software Easy Fit 5.6* yang nanti digunakan untuk menghitung nilai interval perawatan pada komponen kritis. Berikut adalah rekap data MTTF dan MTTR yang telah diketahui:

**Tabel 5.** Rekap data MTTF dan MTTR

Komponen	MTTF	MTTR
Cetakan	37,125	3,533

Pada perhitungan MTTF yang didapatkan adalah nilai antar kerusakan pada komponen, sedangkan nilai MTTR adalah nilai yang memiliki arti panjang atau lama perbaikan dari komponen-komponen tersebut. Distribusi pola data pada MTTR memiliki distribusi yang berbeda dengan MTTF.

### 3.6 Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya didasarkan pada biaya pergantian *sparepart*, biaya kerugian produksi dan juga biaya teknisi (operator). Perhitungan biaya sendiri terbagi menjadi dua, yakni perhitungan biaya *preventive* ( $C_p$ ) dan perhitungan biaya *failure* ( $C_f$ ). Biaya-biaya tersebut digunakan untuk memperoleh nilai biaya harapan yang diinginkan nantinya. Berdasarkan pendapat dari Facio, dkk (2014), biaya  $C_p$  dan  $C_f$  meliputi biaya penggantian komponen, kerugian produksi, tenaga kerja, nilai MTTR tiap komponen dan koefisien  $k_{ubm-lp}$  (nilai berkisar 0 dan 1) serta koefisien  $k_{fbm}$  adalah 1,2. Berikut adalah biaya yang dihitung :

#### 1. Perhitungan Biaya *Preventive* ( $C_p$ )

Biaya yang digunakan pada perhitungan *preventive cost* adalah biaya tenaga kerja dan penggantian *sparepart* pada komponen yang difokuskan untuk mengetahui nilai biaya harapan. Biaya-biayatersebut dijumlahkan untuk mengetahui biaya total dari aktivitas perawatan yang dilakukan. Perhitungannya adalah sebagai berikut

Perhitungan biaya perawatan pada komponen cetakan dapat diketahui sebagai berikut

$$C_p = \text{biaya penggantian komponen} + \text{MTTR} \times (k_{ubm-lp} \times \text{biaya kerugian produksi} + \text{biaya tenaga kerja})$$

$$\begin{aligned} C_p &= \text{Rp } 2.000.000,- + 3,5333 \times (0 \times \\ &3.150.000 + \\ &\text{Rp } 459.375,-) \\ &= \text{Rp } 3.623.109,69,- \end{aligned}$$

Biaya tenaga kerja sebesar Rp 7.000.000,-/bulan dengan 20 hari kerja aktif dan 8 jam kerja perhari. Sehingga biaya tenaga kerja perawatan per jam adalah Rp 37.500,-/jam. Biaya ini merupakan biaya tenaga teknisi perawatan mesin. Jumlah teknisi yang dibutuhkan adalah 3 orang, sehingga biaya tenaga kerja adalah Rp 112.500,-/jam. Sedangkan pengerjaan penggantian komponen dalam waktu 3,5 jam, maka biaya tenaga kerja Rp 393.750,-.

Biaya penggantian *sparepart* merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli komponen baru dikarenakan komponen lama tidak berfungsi dengan baik. Dikarenakan biaya penggantian komponen dapat diganti dengan biaya perawatan maka biaya yang didapat sebesar Rp 2.000.000,-..

Nilai MTTR pada komponen cetakan adalah distribusi uniform dengan nilai 3,5333. Dan nilai  $k_{ubm-lp}$  sudah ditentukan dengan nilai 0.

#### 2. Perhitungan Biaya Kegagalan ( $C_f$ )

Biaya yang digunakan pada perhitungan *failure cost* adalah biaya tenaga kerja, penggantian *sparepart* pada komponen yang difokuskan dan biaya kerugian produksi yang ditimbulkan akibat kerusakan komponen tersebut. Biaya-biaya tersebut dijumlahkan untuk mengetahui biaya total dari aktivitas perawatan yang dilakukan.

Berikut merupakan Biaya Perbaikan ( $C_f$ ) pada cetakan:

$$C_f = \text{biaya penggantian komponen} + \text{MTTR} \times k_{fbm} \times (\text{biaya tenaga kerja} + \text{biaya kerugian produksi})$$

$$C_f = \text{Rp } 20.000.000,- + 3,5333 \times 1,2 \times (\text{Rp } 3.150.000,- + \text{Rp } 459.375).$$

$$C_f = \text{Rp } 35.303.605,-$$

Biaya tenaga kerja sebesar Rp 7.000.000,-/bulan dengan 20 hari kerja aktif dan 8 jam kerja perhari. Sehingga biaya tenaga kerja perawatan per jam adalah Rp 43.750,-/jam. Biaya ini merupakan biaya tenaga teknisi perawatan mesin. Jumlah teknisi yang dibutuhkan adalah 7 orang,

sehingga biaya tenaga kerja adalah Rp 131.250,-/jam. Sedangkan pengerjaan penggantian komponen dalam waktu 3,5 jam, maka biaya tenaga kerja Rp 459.375,-. Biaya penggantian *sparepart* merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli komponen baru dikarenakan komponen lama tidak berfungsi dengan baik. Biaya penggantian dengan mengganti komponen cetakan secara keseluruhan dengan harga Rp 20.000.000,-. Nilai MTTR pada komponen cetakan adalah distribusi uniform dengan nilai 3,5333. Dan nilai  $k_{bm}$  sudah ditentukan dengan nilai 1,2.

**3.7 Optimasi Biaya Harapan**

Perhitungan biaya harapan digunakan untuk mengetahui waktu optimal dan biaya terkecil sesuai harapan untuk memelihara atau mengganti suatu komponen yang mengalami kegagalan.

Komponen cetakan memiliki distribusi pola *uniform* sebagaimana telah dijelaskan pada perhitungan distribusi pola dengan menggunakan *software* Easy Fit 5.6. Langkah awal penentuan biaya harapan adalah dengan mencari fungsi kepadatan probabilitas [f(tp)] pada distribusi *uniform* dengan menggunakan *software* *Mathcad* 14. Berikut adalah rumus dari f(t) :

$$f(t) = \frac{1}{b-a} \dots \dots \dots (1)$$

$$\rightarrow = \frac{1}{4,13333333333333-2,93333333333333} \cdot$$

Fungsi kegagalan pada komponen cetakan adalah sebagai berikut:

$$F(tp) = \int_0^{tp} f(tp) dt \dots \dots \dots (2)$$

$$\rightarrow = 0,971253269 \cdot e^{2,96356775030757 \cdot (\ln(tp)-3,6836)^2}$$

Fungsi kehandalannya adalah:

$$R(tp) = 1 - F(tp) \dots \dots \dots (3)$$

$$\rightarrow = 0,971253269 \cdot e^{2,96356775030757 \cdot (\ln(tp)-3,6836)^2} + 1$$

Fungsi distribusi rata-rata yang terpotong

$$M(tp) = \frac{\int_0^{tp} t \cdot f(tp) dt}{1-R(tp)} \rightarrow$$

$$0,49999999999999 \cdot tp \dots \dots \dots (4)$$

Maka nilai biaya harapan yang diperoleh adalah :

Dengan diketahui nilai Cp = Rp 3.623.109,69,- dan nilai Cf = Rp 35.303.605,-

$$UEC(tp) = \frac{Cp \cdot R(tp) + Cf \cdot (1-R(tp))}{tp \cdot R(tp) + M(tp) \cdot (1-R(tp))} \dots \dots (5)$$

Langkah terakhir adalah dengan mencari nilai tp dengan bantuan *software* *Microsoft excel*. Maka, dapat diketahui perawatan komponen *cetakan* pada hari ke-23 dengan biaya sebesar Rp 1.746.090,94 per hari.

**4. Kesimpulan dan Saran**

Berikut merupakan kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan dapat ditarik kesimpulan bahwa Komponen yang mengalami kegagalan berdasarkan nilai RPN adalah komponen cetakan dengan nilai 160. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan pemilihan tindakan yang akan dilakukan pada komponen kritis tersebut. Pemilihan tindakan yang dilakukan adalah dengan cara *conditional directed* dikarenakan komponen tersebut akan berfungsi jika dilakukan penggantian komponen atau perbaikan.
2. Biaya perbaikan dan perawatan yang didapat dalam perhitungan UEC dapat diketahui biaya pada komponen cetakan sebesar Rp 1.746.090,94 per hari yang dilakukan pada hari ke-23. Biaya tersebut merupakan biaya minimum yang dilakukan berdasarkan perhitungan biaya harapan.

Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan pada departemen produksi khususnya pada departemen perawatan cetakan botol.

**5. Daftar Pustaka**

[1] Ansori, N dan Mustajib, M.I. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Edisi Pertama, Graha Ilmu. Yogyakarta.

[2] Asisco, H., Kifayah, A., dan Yandra, R.P. 2012. *Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered maintenance (RCM) Di PT. Perkebunan Nusantara Vii (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab.Muara Enim. Jurnal Teknik Industri*. Vol VIII , No 2. Oktober 2012:1-21.

[3] Widyaningsih, S.R. 2011. *Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Pada Mesin*

- Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin Dengan Metode Reliability Centerd Maintenance (RCM). Skripsi.* Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Industri. Universitas Indonesia.
- [4] Yssaad, B., Khiat, M., Chaker, A. 2014. *Reliability Centered Maintenance Optimization For Power Distribution Systems*. Electrical Power and Energy Systems 55.
- [5] Palit & Cristian, H., 2012. Perancangan RCM untuk Mengurangi Downtime Mesin pada PerusahaanManufaktur Aluminium. Surabaya, Petra Cristian University.
- [6] Sudrajat, A., 2011. Pedoman Praktis: Manajemen Perawatan Mesin Industri. Bandung: Refika Aditama.
- [7] Kurniawan & Fajar, 2013. Manajemen Perawatan Industri; Teknik dan Aplikasi. Jakarta: Graha Ilmu.
- [8] Melchor-Hernández, C. L., Rivas-Dávalos, F., Maximov, S., Coria, V. H., & Guardado, J. L. (2015). *A model for optimizing maintenance policy for power equipment*. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 68, 304–312. doi:10.1016/j.ijepes.2014.12.066
- [9] Palit & Cristian, H., 2012. Perancangan RCM untuk Mengurangi Downtime Mesin pada PerusahaanManufaktur Aluminium. Surabaya, Petra Cristian University
- [10] Peters, R. W. (2015). *Defining Maintenance Strategies for Critical Equipment With Reliability-Centered Maintenance (RCM). Reliable Maintenance Planning, Estimating, and Scheduling, 145–155*. doi:10.1016/b978-0-12-397042-8.00009-7
- [11] Sudrajat, A., 2011. Pedoman Praktis: Manajemen Perawatan Mesin Industri. Bandung: Refika Aditama
- [12] Widyaningsih, S.R. 2011. *Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Pada Mesin Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin Dengan Metode Reliability Centerd Maintenance (RCM). Skripsi.* Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Industri. Universitas Indonesia.
- [13] Yavuz, O., Doğan, E., Carus, E., & Görgülü, A. (2019). *Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry*. *Procedia Computer Science*, 158, 227–234. doi:10.1016/j.procs.2019.09.046
- [14] Yssaad, B., & Abene, A. (2015). *Rational Reliability Centered Maintenance Optimization for power distribution systems*. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 73, 350–360. doi:10.1016/j.ijepes.2015.05.015
- [15] Zakikhani, K., Nasiri, F., & Zayed, T. (2020). *Availability-based reliability-centered maintenance planning for gas transmission pipelines*. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 104105. doi:10.1016/j.ijpvp.2020.104105

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

