

ANALISIS PEMELIHARAAN CGR  
(COMPACT GAS RAMP)  
MENGUNAKAN METODE  
RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE (RCM) DI PLTMG  
BALAI PUNGUT – DURI

by

Indra Gusandi Panjaitan, Junaidi,

Fadly A. Kurniawan

# ANALISIS PEMELIHARAAN CGR (COMPACT GAS RAMP) MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PLTMG BALAI PUNGUT – DURI

**Indra Gusandi Panjaitan, Junaidi, Fadly A. Kurniawan**

Jurusan Teknik Mesin Universitas Harapan Medan  
Jalan HM. Joni, No.70C, Kota Medan 20216, Indonesia  
[indragusandi@gmail.com](mailto:indragusandi@gmail.com); [junaidi.stth@gmail.com](mailto:junaidi.stth@gmail.com)

## Abstrak

Pusat Listrik Balai Pungut merupakan pembangkit listrik thermal terbesar di Provinsi Riau berkapasitas  $\pm 170$  MW. Sebagian besar daya listrik yang dihasilkan dari mesin PLTMG Wartsila 18V50DF sejumlah 7 engine dengan kapasitas total beban 110 MW. Terjadinya unit engine stop/trip disuatu pembangkitan merupakan hal yang dihindari karena hilangnya sumber energi listrik yang dibutuhkan untuk kebutuhan masyarakat dan mengakibatkan banyak pemadaman di berbagai tempat. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (maintenance task) yang tepat yang harus dilakukan pada komponen Main gas admission valve. Pemeliharaan (Maintenance) merupakan kegiatan yang sangat penting agar peralatan dan mesin selalu dalam kondisi baik dan siap pakai. Perawatan adalah kegiatan memonitoring dan memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, manangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (uptime) dan meminimalisir selang waktu berhenti (downtime) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan. Hasil penilaian resiko menunjukkan bahwa komponen kritis yang mendapatkan prioritas utama dengan tingkat kepentingan resiko yang tinggi untuk di perhatikan adalah Main gas admission valve sering rusak, filter gas admission valve pecah. Pihak perusahaan diharapkan mendata atau mengakses secara lengkap dan seluruh kerusakan yang terjadi pada komponen Compact Gas Ramp sehingga dapat dibuatkan program tentang keandalan, jadwal perawatan, penggantian komponen, dan persediaan dengan tepat.

**Kata-Kata Kunci :** RCM, Compact Gas Ramp (CGR), Downtime, Pemeliharaan

## I. Pendahuluan

Pusat Listrik Balai Pungut merupakan pembangkit listrik thermal terbesar di Provinsi Riau berkapasitas  $\pm 170$  MW. Sebagian besar daya listrik yang dihasilkan dari mesin PLTMG Wartsila 18V50DF sejumlah 7 engine dengan kapasitas total beban 110 MW. Keandalan mesin pembangkit sangat di perlukan demi pelayanan kebutuhan energi listrik kepada masyarakat di daerah Sumatera Bagian Tengah khususnya Provinsi Riau.

Terjadinya unit engine stop/trip disuatu pembangkitan merupakan hal yang dihindari karena hilangnya sumber energi listrik yang dibutuhkan untuk kebutuhan masyarakat dan mengakibatkan banyak pemadaman di berbagai tempat. Salah satu penyebab engine unit stop/trip yang disebabkan oleh kerusakan Main Gas Admission Valve. Main Gas Admission Valve merupakan komponen yang mengatur jumlah masukan gas bahan bakar untuk pembakaran di silinder bersama pilot fuel dan udara.

Dari data kerusakan tahun 2020 terjadi kerusakan komponen main gas admission valve sebanyak 10 kali, sehingga perlunya pemeliharaan yang intensif pada bagian Compact Gas Ramp (CGR) dan Main gas admission valve yang sebelumnya menerapkan pemeliharaan corrective maintenance, yaitu melakukan perbaikan ketika terdapat kerusakan. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka peneliti mencoba menerapkan perawatan mesin dengan menggunakan metode

Reliability Centered Maintenance (RCM) agar diharapkan dapat menetapkan schedule maintenance dan dapat mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (maintenance task) yang tepat yang harus dilakukan pada komponen Main gas admission valve.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (maintenance task) yang tepat yang harus dilakukan pada komponen Main gas admission valve.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut : Memberikan pengalaman bagi penulis dalam menerapkan dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah dengan cara mengevaluasi system pemeliharaan pada perusahaan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Mengetahui tindakan pemeliharaan yang tepat pada system yang terpilih. Memberikan masukan bagi perusahaan untuk jadwal perawatan dan penerapan standard operating procedure (SOP).

## II. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan jenis perawatan yang sesuai dalam konteks operasi dan konsekuensi kegagalannya untuk masing-masing aset. Karena tiap-tiap

peralatan membutuhkan jenis perawatan yang berbeda sesuai dengan konteks operasinya. RCM dapat diidentifikasi sebagai metode pemeliharaan yang menggabungkan cara – cara pemeliharaan reactive, predictive, preventive, dan proactive, dengan strategi untuk memaksimalkan fungsinya peralatan dengan biaya yang minimal.

RCM mempunyai beberapa definisi adalah sebagai berikut :

1. *Reliability Centered Maintenance* adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dikerjakan untuk menjamin setiap aset fisik tetap bekerja sesuai yang diinginkan atau suatu proses untuk menentukan perawatan yang efektif.
2. *Reliability Centered Maintenance* adalah suatu pendekatan pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *preventive maintenance* (pm) dan *corrective maintenance* (cm) untuk memaksimalkan umur (*life time*) dan fungsi aset / sistem / *equipment* dengan biaya minimal (*minimal cost*) (Siddiqui & Ben-Daya, 2009)

Prinsip - Prinsip RCM :

1. RCM memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu sitem/alat agar beroperasi tetapi memelihara agar fungsi sistem / alat tersebut sesuai dengan harapan.
2. RCM lebih fokus kepada fungsi system daripada suatu komponen tunggal, yaitu apakah sistem masih dapat menjalankan fungsi utama jika suatu komponen mengalami kegagalan.
3. RCM berbasiskan pada kehandalan yaitu kemampuan suatu sistem/equipment untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan.
4. RCM bertujuan menjaga agar kehandalan fungsi sistem tetap sesuai dengan kemampuan yang didesain untuk sistem tersebut.
5. RCM mengutamakan keselamatan (*safety*) baru kemudian untuk masalah ekonomi.
6. RCM mendefinisikan kegagalan (*failure*) sebagai kondisi yang tidak memuaskan (*unsatisfactory*) atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sesuai performance standard yang ditetapkan.
7. RCM harus memberikan hasil-hasil yang nyata / jelas, Tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan (*failure*) atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akaibat kegagalan. (Siddiqui & Ben-Daya, 2009).

## 2.2 Mengukur Kehandalan

Kehandalan merupakan probabilitas dari peralatan atau proses yang berfungsi sesuai peruntukannya tanpa mengalami kegagalan, ketika dioperasikan pada kondisi yang semestinya untuk interval waktu tertentu (Smith & Thickitt, 2009). Biaya tinggi memotivasi para engineer untuk mencari solusi terhadap masalah kehandalan untuk

mengurangi biaya pengeluaran, meningkatkan kehandalan, memuaskan pelanggan dengan pengiriman tepat waktu dengan cara meningkatkan ketersediaan peralatan, dan dengan mengurangi biaya dan masalah yang timbul dari produk-produk yang gagal dengan mudah. Perhitungan umum kehandalan didasarkan pada pertimbangan terhadap modus dari kegagalan awal, yang dapat disebut sebagai angka kegagalan dini (menurunnya tingkat kegagalan yang akan datang seiring dengan berjalannya waktu) atau memakai modus usang (yaitu meningkatnya kegagalan seiring dengan waktu). Parameter utama yang menggambarkan kehandalan adalah:

- a. *Mean Time To / Between Failure* (MTBF) yakni rata-rata jarak waktu antar setiap kegagalan.
- b. *Mean Time To Repair* (MTTR) yakni rata-rata jarak waktu yang digunakan untuk melakukan perbaikan.
- c. *Mean Life To Component* yakni angka rata-rata usia komponen.
- d. *Failure Rate* yakni angka rata-rata kegagalan peralatan pada satu satuan waktu.
- e. *Maximum Number Of Failure* yakni angka maksimum kegagalan peralatan pada jarak waktu tertentu.

## III. Metode Penelitian

### 3.1 Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk penyusunan skripsi ini, metode yang digunakan yaitu:

1. Observasi (Pengamatan Langsung), Penulis melakukan pengamatan langsung ke tempat objek pembahasan yang ingin diperoleh yaitu melalui bagian-bagian terpenting dalam pengambilan data yang diperlukan.
2. Interview (Wawancara), Penulis melakukan dengan cara bertanya secara langsung pada pegawai – pegawai ditempat penulis melakukan penelitian.
3. Dokumentasi, Penulis mencari data mengenai hal-hal berupa: catatan, buku, foto, dan dokumen.

### 3.2 Metode Analisis Data

Analisis terhadap hasil pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Analisis Total Minimum Downtime (TMD) untuk menentukan jadwal perawatan.
2. Analisis usulan kegiatan perawatan untuk menentukan sistem perawatan berdasarkan hasil pengolahan penelitian menggantikan sistem perawatan aktual.

## IV. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Pada pengolahan data ini akan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan (Moubray, 1997). Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan tertinggi pada setiap failure atau kegagalan yang terjadi pada komponen *main gas admission valve*, maka dilakukan analisis dengan menggunakan metode FMEA. Penilaian *severity*, *occurance*, dan *detection*. Rumus perhitungan *risk priority number* (RPN) yaitu sebagai berikut.

$$RPN = S \times O \times D$$

- a. *Severity*  
Merupakan penilaian yang berhubungan dengan seberapa besar kemungkinan terjadinya dampak yang timbul akibat adanya kegagalan atau kecacatan yang terjadi, nilai *severity* di hasilkan melalui kuisioner yang sudah di lakukan terhadap seluruh karyawan bagian pemeliharaan.
- b. *Occurance*  
Seberapa sering kemungkinan penyebab kegagalan terjadi. Nilai *occurrence* ini di berikan untuk setiap penyebab kegagalan. Terdiri dari rating 1-10, makin sering penyebab kegagalan terjadi, makin tinggi nilai rating yang di berikan.
- c. Seberapa jauh penyebab kegagalan dapat di deteksi. Terdiri dari rating dari 1-10, semakin sulit mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi makin tinggi nilai rating yang di berikan.

#### 4.2 RCM Decision Worksheet

- a. *Failure Consequence* adalah konsekuensi kegagalan fungsi suatu item dalam produksi atau operasional.
- b. *Proactive Task* merupakan tindakan yang dilakukan sebelum terjadi kegagalan. Komponen – komponen kritis akan diberikan tindakan *Schedule On Condition Task* (SOCT). Tindakan *schedule on condition task* berarti komponen akan dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan sehingga bisa diambil suatu tindakan yang bisa mencegah atau menghindari terjadinya *function failure* atau kegagalan.
- b. *Proposed Task* adalah menentukan tindakan perawatan yang akan dilakukan agar *functional failure* tidak dapat terjadi lagi atau meminimalisasi terjadinya hal tersebut. Tindakan yang diberikan yaitu *schedule restoration task* (pemulihan kondisi komponen), *schedule discard task* (penggantian item/komponen yang gagal), dan *default action* dengan kategori *failure finding* (pengecekan komponen secara periodik).

#### 4.3 Pengolahan Data

Pengumpulan data–data total downtime kerusakan main gas admission valve di PLTMG Balai Pungut dikumpulkan dalam jangka waktu 3 tahun yaitu pada 2019 sampai dengan tahun 2021.

**Tabel 1. Total kerusakan line gas mesin wartsila**

o.	Line gas mesin wartsila	Total downtime kerusakan (jam)
.	Line gas	1543

(sumber : Data PLTMG Balai Pungut)

Komponen kritis ini dilakukan untuk dapat mengetahui komponen mana yang memiliki data downtime terbesar yang nantinya akan digunakan untuk pengolahan data.

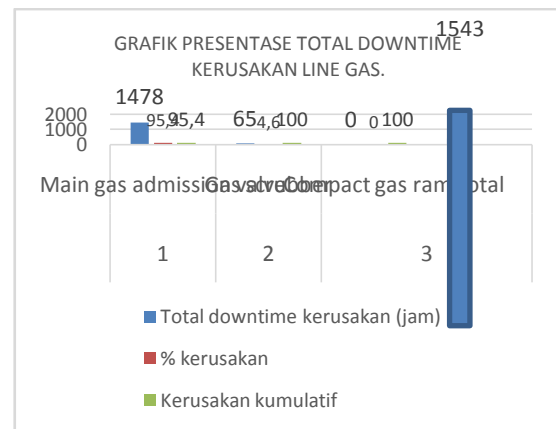
**Tabel 2. Downtime kerusakan komponen line gas**

o.	Komponen	Total downtime kerusakan (jam)
.	Main gas admission valve	1478
.	Gas scrubber	65
.	Total	1543

(sumber : Data PLTMG Balai Pungut)

**Tabel 3. Persentase total downtime kerusakan line gas**

o.	Komponen	Total downtime kerusakan (jam)	% kerusakan	Kerusakan kumulatif
.	Main gas admission valve	1478	95,4	95,4
.	Gas scrubber Compact	65	4,6	100
.	gas ramp	0	0,0	100
.	Total	1543		



**Gambar 1. Grafik total Downtime**

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari bagian atau sistem yang ada, *main gas admission valve* mempunyai frekuensi kerusakan terbesar yaitu, 95,4 atau 95,4% dan lama downtime terbesar 1478 jam. Oleh sebab itu komponen kritis *main gas admission valve* dipilih untuk di analisis.

**4.4 Data Kerusakan**

Data waktu kerusakan diambil dari waktu *time to repair* (TTR) dan *time to failure* (TTF), imana pada tabel data TTR diambil dari waktu lamanya perbaikan hingga selesai perbaikan dan mesin dapat berfungsi kembali.

Sedangkan pada data *time to failure* (TTF) diambil dari waktu kerusakan awal yang telah diperbaiki hingga terjadi kerusakan berikutnya.

**Tabel 4. Data Time To Failure (TTF)**

No.	Tanggal	Downtime (jam)
1.	08-03-2019	0
2.	13-08-2019	274
3.	22-06-2020	278
4.	17-11-2020	199
5.	09-01-2021	342
6.	01-06-2021	385

**4.5 Pengujian Goodnes Of Fit Test Distribusi Lognormal Pada data Time To Failure (TTF) Main Gas Admission Valve**

*Goodness of fit* tes ini dilakukan berdasarkan nilai *index of fit* terbesar di mana distribusi yang terpilih adalah distribusi lognormal dan dimaksudkan untuk mengetahui apakah data yang telah membentuk suatu distribusi tertentu. Kemudian membandingkan Hipotesa nol (H0) dan Hipotesa alternatif (H1) di mana H0 menyatakan data mengikuti distribusi terpilih dan H1 data tidak mengikuti distribusi pilihan. Berikut merupakan hipotesis dari distribusi lognormal:

Karena distribusi lognormal memiliki *index of fit* terbesar, maka pengujian dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* dengan selang kepercayaan 95% sehingga  $\alpha = 0,05$ . Berikut contoh perhitungan dari distribusi lognormal seperti pada tabel.

Dimana:

H0 : Data waktu TTF *Main Gas Admission Valve* berdistribusi lognormal

H1 : Data waktu TTF *Main Gas Admission Valve* tidak berdistribusi lognormal

$\alpha : 0,05$

Berikut merupakan contoh perhitungan parameter  $i=1$  distribusi lognormal :

- $X_i = \ln(t_i)$   
 $= \ln(199)$   
 $= 5,293$
- $f = \sum_i^n = 1 \frac{\ln t_i}{n}$   
 $= \frac{28,319}{5}$   
 $= 5,663$
- $s = \sqrt{\frac{\sum_i^n = 1 (\ln t_i - f)^2}{n-1}}$   
 $= \sqrt{\frac{0,618}{4}}$   
 $= 0,393$

- Probabilitas Kumulatif

$$= \Phi\left(\frac{\ln t_i - f}{s}\right) = \Phi(-0,22)$$

$$= 0,0606 \text{ (nilai diperoleh dari tabel sebaran kumulatif distribusi } z)$$

- $D1 = \left(\Phi\left(\frac{\ln t_i - f}{s}\right) - \frac{i-1}{n}\right) \cdot D2$   
 $= \left(\frac{i}{n} - \Phi\left(\frac{\ln t_i - f}{s}\right)\right)$   
 $= (0,0606 - 0)$   
 $= (0,375 - 0,060)$   
 $= 0,060$   
 $= 0,225$

Setelah dilakukan perhitungan maka nilai terbesar yang diambil, dari tabel dapat dilihat nilai Uji statistic D1 dan D2 nilai yang terbesarnya adalah 0,184 dan  $D_{0,05,6} = 0,454$ , nilai ini diperoleh dari table nilai kritis untuk Uji Normalitas *Kolmogorov Smirnov* (table ada pada lampiran).

Sehingga:

Dhitung < Dtabel

$0,184 < 0,430$ , maka dapat disimpulkan H0 diterima dan H1 ditolak, maka data waktu *Time To Failure* (TTF) pada *main gas admission valve* berdistribusi lognormal.

**4.6 Perhitungan Mean Time To Failure (MTTF) Main Gas Admission Valve**

Setelah dilakukan *goodness of fit* untuk mengetahui apakah data telah sesuai dengan distribusi terpilih, selanjutnya adalah melakukan *mean time to failure* atau rata-rata waktu perbaikan berdasarkan rumus dari distribusi sesuai dengan parameter yang ada. Karena distribusi yang terpilih adalah Lognormal, maka parameter yang digunakan adalah tmed dan s.

$$tmed = ef$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n = 1 (\ln t_i - f)^2}{n-1}}$$

$$= e^{5,663}$$

$$= \sqrt{\frac{0,618}{4}}$$

$$= 288,011$$

$$= 0,393$$

Di mana:

$e = \exp = 2,718282$

$f =$  rata-rata data waktu kerusakan

$s =$  standar deviasi

tmed = nilai tengah dari distribusi

sehingga nilai dari MTTF nya adalah:

$MTTF = tmed \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$

$MTTF = 288,011 \times 2,718282^{\frac{0,393^2}{2}} = 311.1 \text{ jam}$

Jadi nilai rata-rata *time to failure* dari komponen *Main gas admission valve* adalah 311.1 jam

#### 4.7 Perhitungan nilai Mean Time To Repair (MTTR) pada komponen Main Gas Admission Valve

Distribusi yang terbentuk adalah Normal, maka parameter yang digunakan adalah  $\mu$  dan  $\sigma$  dimana nilai.  $\mu = t_{med}$  dan  $\sigma = s$

$$s = 0,3057$$

$$t_{med} = 1,4093$$

Rumus yang digunakan yaitu :

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$$

$$MTTR = 1,4093 \cdot e^{\frac{0,3057^2}{2}}$$

$$MTTR = 1,4767 \text{ jam}$$

#### 4.8 Keandalan nilai Mean Time To Failure komponen Main Gas Admission Valve sebelum Preventive Maintenance

Dalam probabilitas suatu komponen atau sistem, keandalan merupakan salah satu bagian penting dalam keberlangsungan masa pakai mesin dan fungsi dari mesin tersebut untuk mencapai waktu yang diinginkan dalam suatu kondisi tertentu. Setelah nilai dari *mean timeto failure* (MTTF) diketahui sebesar 311,1 jam, maka nilai keandalan sistem tersebut dapat dihitung menggunakan rumus:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)$$

Dimana:  $s$  = nilai standar deviasi MTTF

$t$  = nilai MTTF

$t_{med}$  = nilai tengah dari distribusi

$\Phi$  = table kumulatif normal Z

Penentuan keandalan atau *reliability* dilakukan dengan melihat data jam kerja mesin selama 385 jam pada setiap waktu ( $t$ ) untuk melihat penurunan keandalan komponen sebelum dilakukannya *preventive maintenance* (perawatan secara berkala).

Contoh perhitungannya:

Jika,

$$R(t) = \text{keandalan ketika waktu } (t)$$

$$MTTF = t = 311,1$$

$$t_{med} = 288,011$$

$$s = 0,393$$

maka,

$$\begin{aligned} R(311,1) &= 1 - \Phi\left(\frac{1}{0,393} \ln \frac{311,1}{288,011}\right) \\ &= 1 - 0,1960 \text{ (tabel kumulatif normal Z)} \\ &= 0,803 \text{ atau } 80,3\% \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan terhadap nilai keandalan dengan komponen bekerja selama 385 jam tanpa dilakukan *preventive maintenance*, nilai dari *mean time to failure* = 311,1 jam dan *reliability*  $R(t)$  sistemnya adalah sebesar 0,803 atau 80,3%.

## V. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Kegiatan pemeliharaan dilakukan untuk menjaga supaya peralatan atau fasilitas selalu dalam kondisi siap untuk dipakai sesuai kebutuhan.

Konsepnya semua aktivitas pemeliharaan perlu dilakukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas asset agar selalu berfungsi dengan baik seperti kondisi sebelumnya. Adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Hasil penilaian resiko menunjukkan bahwa komponen kritis yang mendapatkan prioritas utama dengan tingkat kepentingan resiko yang tinggi untuk di perhatikan adalah Main gas admission valve sering rusak, filter gas admission valve pecah.
2. Perawatan yang dianjurkan adalah Reactive/preventive maintenance dan inspection maintenance. Yang perawatannya meliputi pemeliharaan dan pembersihan filter Compact Gas Ramp (CGR) dan pengecekan inspeksi pada main gas admission valve secara visual.

### 5.2 Saran

Ada beberapa saran yang diberikan kepada perusahaan adalah:

1. Pihak perusahaan diharapkan mendata atau mengakses secara lengkap dan seluruh kerusakan yang terjadi pada komponen Compact Gas Ramp sehingga dapat dibuatkan program tentang keandalan, jadwal perawatan, penggantian komponen, dan persediaan dengan tepat.
2. Untuk komponen yang mengalami breakdown maintenance, diharapkan dilakukan tindakan perawatan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang dapat mempengaruhi berhentinya proses produksi.

### Daftar Pustaka

- [1] Difana, M., 2008, *Analisis Reliability Centered Maintenance dan Reliability Centered Spares (RCS) Pada Unit Rawmill Pabrik Indarung IV PT. Semen Padang, Skripsi*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas, Padang.
- [2] Hamid, 2012, *Sistem Perencanaan Perawatan Mesin dan Sistem Persediaan Suku Cadang dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance II dan Reliability Centered Spares* pada PT. X. Malang : Teknik Mesin Brawijaya.
- [3] Naryono, Ir., L.B., 2013, *Analisis Efisiensi Turbin Gas Terhadap Beban Operasi Pltgu Muara Tawar Blok 1*. Sintek.
- [4] Rausand, M. (1998). Reliability centered maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*. [https://doi.org/10.1016/S0951-8320\(98\)83005-6](https://doi.org/10.1016/S0951-8320(98)83005-6)
- [5] Siddiqui, A. W., & Ben-Daya, M. (2009). Reliability centered maintenance. *In Handbook of Maintenance and Engineering*. [https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0\\_16](https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0_16)