



Perencanaan Pemeliharaan Mesin *Rotary Feeder* dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* di PT Semen Baturaja (Persero) TBK

Muhammad Rafli Pratama¹, Asep Apriana¹, dan Minto Rahayu¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

PT Semen Baturaja (Persero) Tbk adalah sebuah badan usaha milik negara Indonesia yang bergerak di bidang produksi semen. Perusahaan ini memiliki fasilitas penggilingan material dimana terdapat salah satu mesin *Rotary Feeder* yang berperan sebagai pengumpan material dengan cara membuka dan menutup katup pada plat berputar yang berputar hingga 90 derajat secara terus menerus selama mesin beroperasi. Permasalahan yang terjadi pada mesin ini yaitu seringnya terjadi kerusakan pada komponen-komponen, hal tersebut menyebabkan terhentinya proses penggilingan material hingga kerusakan selesai diperbaiki. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan tindakan pemeliharaan pada komponen yang mengalami kerusakan dengan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Hasil penerapan metodologi RCM ini menghasilkan pemilihan tindakan pemeliharaan untuk komponen mesin ini terdiri dari 4 komponen kategori *Condition Direction (CD)* dan 4 komponen kategori *Time Direction (TD)*. Oleh karena itu, agar sistem pemeliharaan dapat berfungsi dengan baik, diperlukan *Standart Operation Procedure (SOP)* bagi operator dan mekanik untuk memelihara semua komponen pada mesin *Rotary Feeder*.

Kata-kata kunci: Rotary Feeder, RCM, FMEA, LTA.

Abstract

PT Semen Baturaja (Persero) Tbk is an Indonesian state-owned company engaged in cement production. This company has a material milling facility where there is one Rotary Feeder machine which acts as a material feeder by opening and closing the valve on a rotating plate that rotates up to 90 degrees continuously while the machine is operating. The problem that occurs in this machine is that there is frequent damage to the components, this causes the material milling process to stop until the damage is repaired. The purpose of this study is to provide maintenance actions on damaged components using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method. The results of the application of this RCM methodology resulted in the selection of maintenance actions for this machine component consisting of 4 components in the Condition Direction (CD) category and 4 components in the Time Direction (TD) category. Therefore, in order for the maintenance system to function properly, a Standard Operation Procedure (SOP) is needed for operators and mechanics to maintain all components on the Rotary Feeder machine.

Keywords: Rotary Feeder, RCM, FMEA, LTA.

1. PENDAHULUAN

Industri semen berperan penting dalam proses pembangunan di berbagai bidang. PT Semen Baturaja (Persero) Tbk merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi semen. Salah satu proses penggilingan material di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk ini adalah *Cement Mill*, dimana salah satu mesin *Rotary Feeder* yang berfungsi sebagai pengumpan material untuk membuat katup dari terbuka

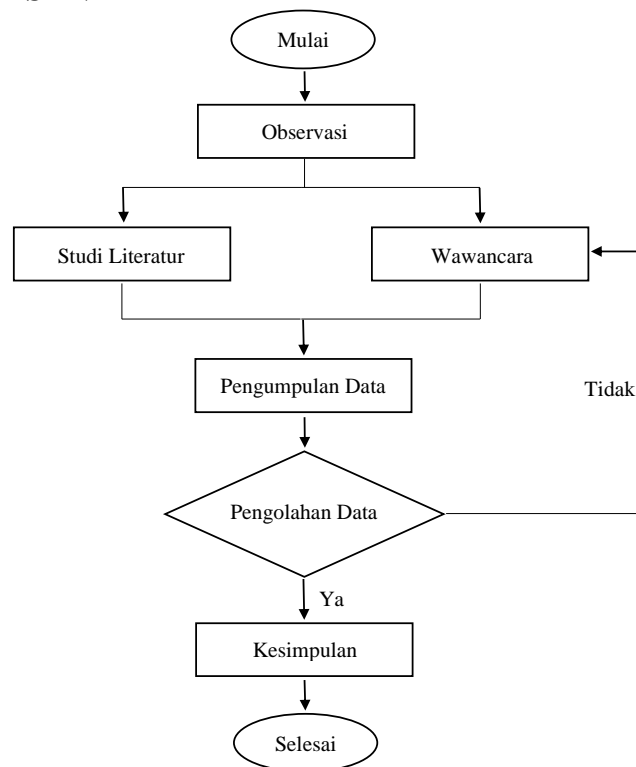
dan menutup dengan plat rotasi yang berputar sampai 90 derajat (UNIDO, 1994).

Pengoperasian mesin Rotary Feeder secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan pada tiap komponen, hal tersebut menyebabkan terhentinya proses penggilingan material hingga kerusakan selesai diperbaiki atau diganti dengan komponen baru. Sistem *maintenance* tersebut sangat mempengaruhi tingkat produktivitas mesin. Atas dasar alasan tersebut, diperlukan sebuah pendekatan pemeliharaan yang lebih baik agar lebih sistematis dan efisien dalam mengurangi kerusakan komponen pada mesin. Dalam periode pengamatan yang berlangsung selama 3 bulan, terdapat kerusakan pada komponen-komponen mesin *rotary feeder*. Berdasarkan data kerusakan Divisi *Mechanical Maintenance Cement Mill 5 & 6* telah terjadi 48 kerusakan pada komponen *Rotary Feeder* dari rentang tanggal 1 Februari 2022 sampai 30 April 2022.

Kerusakan-kerusakan yang terjadi pada komponen *rotary feeder* sangat mempengaruhi tingkat produktivitas mesin. Atas dasar alasan tersebut, diperlukan sebuah pendekatan pemeliharaan yang lebih baik agar lebih sistematis dan efisien dalam mengurangi kerusakan pada komponen mesin dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*.

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan proses sistematis yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan setiap fasilitas dapat terus menjalankan fungsinya dalam operasionalnya (Dhillon 2002).

2. METODE PENULISAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar 1 terdapat langkah-langkah dalam melakukan penelitian pada mesin *rotary feeder*, yaitu:

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan berupa pengumpulan data dari hasil observasi, studi literatur, dan wawancara kepada mekanik spesialis. Data yang dibutuhkan dalam analisa menggunakan proses *Reliability Centered Maintenance (RCM)* berupa data kerusakan mesin *rotary feeder*.

2. Pengolahan Data

Setelah melakukan semua rangkaian pengumpulan data, hasil tersebut dibandingkan dengan

tujuan awal penelitian ini, apakah telah menyelesaikan masalah yang terjadi atau tidak. Jika tidak, penelitian diulang kembali ke tahap pengumpulan data dan sampai sesuai dengan tujuan. Pada tahap ini penyusun menggunakan beberapa metode *Reliability Centered Maintenance* yaitu, *Functional Block Diagram*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Logic Tree Analysis (LTA)*, dan Pemilihan Tindakan.

3. Kesimpulan

Setelah melakukan pengolahan data, kemudian peneliti mendapatkan kesimpulan dari hasil pengolahan data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komponen Kritis

Komponen kritis merupakan komponen yang mengalami frekuensi kerusakan terbesar dengan total *downtime* terbesar. Untuk menentukan komponen kritis ini, langkah pertama yang dilakukan adalah mengukur lamanya waktu *downtime* dari tiap-tiap komponen. Sehingga akan diketahui komponen-komponen yang mengalami *downtime* terbesar.

Tabel 1. Data *Downtime* Komponen

NO	Nama Komponen	Kerusakan (Kali)		<i>Downtime</i> (Jam)	
		F	%	T	%
1	<i>Housing</i>	29	60.41	116	52.01
2	<i>Bearing</i>	5	10.41	25	11.21
3	<i>Shaft</i>	2	4.16	12	5.38
4	<i>Cellular Wheel</i>	1	2.08	10	4.48
5	<i>Gearbox</i>	3	6.25	12	5.38
6	<i>Drive Motor</i>	4	8.33	16	7.17
7	<i>Speed Sensor</i>	2	4.16	8	3.58
8	<i>Blade</i>	2	4.16	24	10.76
Jumlah		48	100	223	100

Penjelasan dari tabel diatas yaitu kerusakan komponen-komponen *rotary feeder* berdasarkan frekuensi dengan jumlah kerusakan 48 kali selama 3 bulan, sedangkan kerusakan komponen-komponen yang mengalami *downtime* yaitu sebesar 223 jam selama 3 bulan mesin tersebut beroperasi. Hal ini terjadi karena kurangnya pengecekan dan pemeliharaan terhadap komponen secara teratur agar dapat mengurangi kerusakan..

B. Analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Peninjauan FMEA dilakukan terhadap komponen mesin *rotary feeder*. Dari FMEA, diperoleh nilai *Risk Priority Number (RPN)*. Nilai RPN dipengaruhi oleh tingkat *severity* (efek yang ditimbulkan dari kerusakan mesin), tingkat *occurrence* (frekuensi terjadinya kegagalan), dan tingkat *detection* (kemampuan untuk mendeteksi kegagalan).

Tabel 2. Diagram FMEA

Komponen	Jenis Kegagalan	O	S	D	RPN	Solusi
<i>Housing</i>	<i>Housing casing</i> Bolong	7	4	8	224	Penampalan dan pembuatan kantong pada area yang bolong
<i>Bearing</i>	<i>Bearing</i> pecah	5	6	7	120	Penggantian komponen <i>bearing</i>

<i>Drive motor</i>	Tidak ada power dari <i>drive motor</i>	4	7	5	140	Periksa <i>power supply Service</i> atau penggantian <i>drive motor</i>
<i>Gearbox</i>	<i>temperature</i> tinggi dan kebocoran oli	3	6	4	72	<i>Service</i> dan pengecekan kondisi pelumas
<i>Shaft</i>	<i>Shaft</i> aus	2	6	4	48	<i>Repair</i> atau penggantian pada komponen <i>shaft</i>
<i>Cellular Wheel</i>	<i>cellular wheel</i> macet	2	8	8	128	Pembersihan material pada area <i>cellular wheel</i>
<i>Blade</i>	Sisi <i>blade</i> rusak	4	9	6	216	<i>Repair</i> atau penggantian pada sisi <i>blade</i> yang rusak
<i>Speed Sensor</i>	Tidak dapat membaca kecepatan pada mesin	3	4	3	36	Penggantian komponen

Dari perhitungan diperoleh nilai RPN terbesar adalah komponen *Housing* dengan nilai 224. Semakin tinggi nilai RPN komponen maka tingkat kekritisan komponen juga semakin tinggi sehingga divisi *mechanical maintenance* harus lebih berfokus terhadap pemeliharaan dan persediaan komponen mesin yang memiliki nilai RPN yang paling tinggi, kemudian diikuti nilai RPN yang lebih rendah.

C. Logic Tree Analysis (LTA)

Logic Tree Analysis (LTA) mengandung informasi nomor, nama kegagalan fungsi, komponen yang mengalami kegagalan, fungsi komponen dan mode kerusakan komponen dan analisis kekritisan. Analisis kekritisan menempatkan setiap kerusakan komponen menjadi 4 kategori yaitu:

1. Kategori A (*Safety problem*)
2. Kategori B (*Outage problem*)
3. Kategori C (*Economic problem*)
4. Kategori D (*Hidden failure*)

Analisis ini memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Empat hal yang penting dalam analisis kekritisan yaitu sebagai berikut:

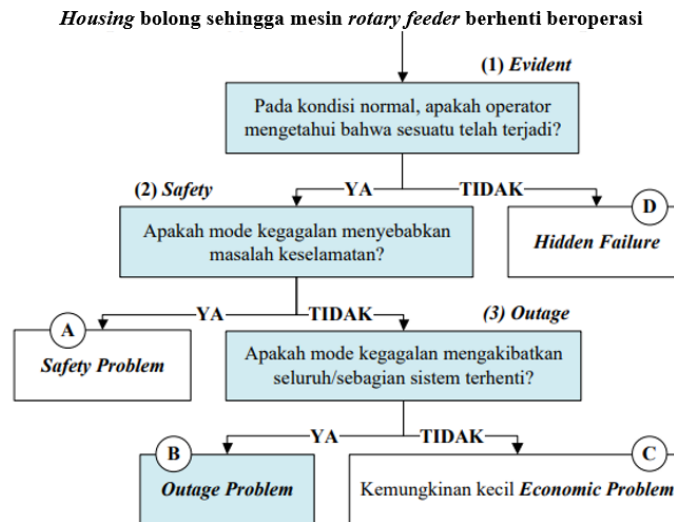
1. *Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
2. *Safety*, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
3. *Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti?
4. *Category*, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan

Contoh Pengisian Tabel LTA sebagai berikut:

Housing bolong sehingga mesin *rotary feeder* harus berhenti beroperasi untuk melakukan perbaikan.

1. Komponen yang mungkin menimbulkan kerusakan adalah *housing*.
2. Fungsi *housing* adalah sebagai rumah *rotary* yang di dalamnya berisi *shaft* dan *blade*.
3. Mode kerusakan adalah *housing* bolong.
4. Analisis Kekritisan (Mode Kerusakan):
 - a. *Evident* : Ya
 - b. *Safety* : Tidak
 - c. *Outage* : Ya
 - d. *Category* : B (*Outage Problem*)

LTA (*Logic Tree Analysis*) untuk komponen yang menyebabkan kegagalan fungsi sistem mesin *rotary feeder* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Penyusunan LTA

Berikut ini merupakan rekapan *Logic Tree Analysis* pada mesin *rotary feeder* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rekapan Identifikasi LTA

No.	Komponen	Failure Mode	Evident	Safety	Outage	Category
1.	Housing	Housing bolong	Y	T	Y	B
2.	Drive Motor	Tidak ada power	T	T	Y	B
3.	Shaft	Shaft aus	T	T	Y	B
4.	Cellular Wheel	Cellular Wheel macet	T	T	Y	D
5.	Bearing	Bearing kehilangan penjajaran dan pecah	T	T	Y	B
6.	Gearbox	Temperatur tinggi	Y	T	Y	B
7.	Blade	Blade rusak	T	T	Y	D
8.	Speed sensor	Tidak dapat membaca kecepatan mesin	T	T	Y	C

Berdasarkan hasil analisis *Logic Tree Analysis* (LTA), maka dapat diperoleh kategori kegagalan masing-masing komponen mesin. Pengkategorian komponen dilakukan atas pertimbangan :

1. Kategori A (*safety problem*) yaitu komponen mesin yang dapat mengakibatkan gangguan keselamatan pada mekanik dan lingkungan sekitar. Berdasarkan hasil penelitian, tidak terdapat komponen mesin yang termasuk dalam kategori ini.
2. Kategori B (*outage problem*) yaitu komponen yang dapat mengakibatkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem. Komponen yang termasuk dalam kategori ini adalah:
 - a. *Housing*
 - b. *Bearing*
 - c. *Drive Motor*
 - d. *Shaft*
 - e. *Gearbox*
 - f. *Blade*
3. Kategori C (*economic problem*) yaitu komponen yang tidak menyebabkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem tetapi menyebabkan kerugian pada perusahaan karena fungsi komponen berkurang. Berdasarkan hasil penelitian, *Speed Sensor* adalah komponen yang termasuk dalam kategori ini.
4. Kategori D (*hidden failure*) yaitu komponen yang kegagalan fungsinya tidak disadari dan sulit dideteksi oleh operator karena tersembunyi dari penglihatan operator. Komponen yang termasuk dalam kategori ini adalah:
 - a. *Blade*

b. *Cellular Wheel*

Hasil rekapitulasi jumlah komponen untuk masing-masing kategori dan persentasenya yang menyebabkan *downtime* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Kategori Komponen

Kategori	Persentase (%)
A	0
B	62.5%
C	12.5%
D	25%
Total	100%

Berdasarkan Tabel 4. dapat dilihat bahwa kegagalan komponen pada mesin *rotary feeder* yang termasuk dalam kategori B (*outage problem*) sebesar 62.5%. Kategori D (*hidden failure*) sebesar 25% . dan kategori C (*economic problem*) hanya sebesar 12.5%. Sedangkan untuk kategori A (*safety problem*) tidak ada komponen yang masuk dalam kategori ini.

D. Pemilihan Tindakan

Pemilihan Tindakan didasarkan dengan menjawab pertanyaan penuntun (*selection guide*) yang disesuaikan pada *road map* pemilihan tindakan. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Tugas yang dipilih dalam kegiatan *preventive maintenance* harus memenuhi syarat berikut:

1. Aplikatif, tugas tersebut akan dapat mencegah kegagalan, mendeteksi kegagalan atau menemukan kegagalan tersembunyi.
2. Efektif, tugas tersebut harus merupakan pilihan dengan biaya yang paling efektif diantara kandidat lainnya.

Contoh pengisian tabel pemilihan tindakan sebagai berikut:

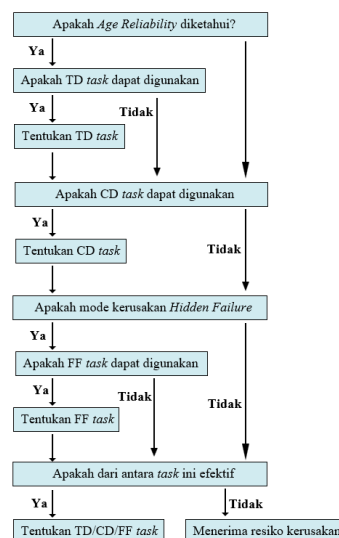
Housing bolong sehingga mesin *rotary feeder* berhenti beroperasi.

1. Komponen yang menimbulkan kerusakan adalah *housing*
2. Fungsi *housing* adalah sebagai rumah *rotary* yang di dalamnya berisi *shaft* dan *blade*.
3. Mode kerusakan adalah *housing* bolong.

Selection Guide (Pertanyaan Penuntun) terhadap mode kerusakan adalah:

1. Apakah *age reliability* diketahui? Ya
2. Apakah tindakan *Time Directed* bisa digunakan? Ya
3. Apakah tindakan *Condition Directed* dapat digunakan? Tidak
4. Apakah termasuk dalam mode kerusakan *Hidden Failure*? Tidak
5. Apakah tindakan *Failure Finding* dapat digunakan? Tidak
6. Apakah tindakan yang dipilih efektif? Ya
7. *Selection Task* : CD (*Condition Directed*)

Penyusunan pemilihan tindakan untuk komponen mesin *rotary feeder* pada gambar 4.



Gambar 4. Road Map Pemilihan Tindakan

Berikut ini merupakan rekapan tindakan pemeliharaan berdasarkan *road map* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemilihan Tindakan Pemeliharaan

Komponen	Failure Mode	Selection Guide						Selection Task
		1	2	3	4	5	6	
Housing	Housing bolong	Y	T	Y	T	Y	Y	TD
Drive Motor	Tidak ada power	Y	Y	Y	Y	-	Y	TD
Shaft	Shaft aus	Y	T	Y	Y	-	Y	CD
Cellular Wheel	Cellular Wheel tersumbat	Y	T	Y	Y	-	Y	TD
Blade	Blade macet	Y	T	Y	Y	Y	Y	CD
Gearbox	Temperatur tinggi	Y	Y	Y	T	-	Y	TD
Bearing	Bearing kehilangan penjajaran	Y	Y	Y	T	-	Y	CD
Speed sensor	Speed sensor	Y	T	Y	T	-	Y	CD

Pemilihan tindakan pencegahan berdasarkan hasil analisis terhadap FMEA dan LTA adalah sebagai berikut.

1. *Condition Directed* (CD) yaitu tindakan yang diambil dengan tujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat, serta memonitoring sejumlah data yang ada. Apabila ada pendeteksian ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen. Komponen yang termasuk dalam pemilihan tindakan ini adalah:
 - a. *Shaft*
 - b. *Bearing*
 - c. *Speed Sensor*
 - d. *Blade*
2. *Time Directed* (TD) yaitu tindakan yang diambil yang lebih berfokus pada aktivitas pergantian yang dilakukan secara berkala. Komponen yang termasuk dalam pemilihan tindakan ini adalah:
 - a. *Drive Motor*
 - b. *Gearbox*
 - c. *Cellular Wheel*
 - d. *Housing*
3. *Finding Failure* (FF) yaitu tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala. Berdasarkan hasil penelitian tidak terdapat komponen mesin *rotary feeder* yang termasuk dalam tindakan ini.

Pada tabel berikut dapat dilihat rekapitulasi pemilihan tindakan yang dihasilkan berdasarkan metode (RCM) untuk komponen mesin *rotary feeder*.

Tabel 6. Rekapitulasi Pemeliharaan

Kategori	Jumlah Komponen	Persentase (%)
Condition Directed	4	50%
Time Directed	4	50%
Finding Failure	0	0
Total	8	100%

Berdasarkan analisis metode RCM maka rekomendasi *preventive maintenance* untuk komponen yang termasuk dalam kategori berdasarkan kondisi *Time Directed* (TD) dibagi ke dalam tiga bagian pemeliharaan

yaitu pemeliharaan harian, mingguan dan bulanan. Dan kategori *Condition Directed* (CD) dapat dilakukan setiap hari pada saat mesin sedang beroperasi. mekanik memperhatikan apakah ada sesuatu yang berbeda dari mesin dan komponen-komponen tersebut dapat dilihat dari pergerakan dan suara mesin.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang dilakukan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil dari peninjauan menggunakan FMEA terdapat komponen paling kritis adalah komponen *housing*, komponen *blade*, komponen *drive motor*, dan komponen *cellular wheel*.

Kategori mode kegagalan berdasarkan hasil *Logic Tree Analysis* (LTA) menunjukkan bahwa 62.5% komponen *rotary feeder* masuk dalam Kategori B (*outage problem*). Kategori D (*hidden failure*) sebesar 25% . dan kategori C (*economic problem*) hanya sebesar 12.5%.

Berdasarkan analisa FMEA dan LTA rekomendasi tindakan yang dihasilkan melalui pendekatan RCM yakni: TD (*Time Directed*) dan CD (*Condition Directed*). Untuk tindakan pemeliharaan telah disusun *Inspection dan Maintenance* pada *Operation Manual Book Rotary Valve Design ADG Series 21 Umwelttechnik seit 1912* dan *Inspection & Service* yang ada di perusahaan. Sehingga tindakan pemeliharaan menjadi lebih sistematis dan efisien dalam mengurangi *breakdown maintenance* pada mesin *rotay feeder*.

REFERENSI

1. Afefy, Islam H. 2010. Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study. *Scientific Research Engineering*, 2010,2, 863- 873.
2. Andra Judhika Tondang. 2016. Perencanaan Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan FMEA Pada PTPN II Kwala Madu.
3. Dhillon, B.S. 2006. *Maintanability, Maintenance, and Realibility for Engineers*. New York : Taylor and Francis Group, LLC.
4. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 1994, "Output of a Seminar on Energy Conservation in Cement Industry". Japan.
5. *Operation Manual Rotary Valve Design ADG Series 21 Umwelttechnik seit 1912*.
6. R.T. Anderson. 2012. *Reliability-Centered Maintenance: Management and Engineering Methods*.
7. Jesus R. Sifonte, James V. Reyes-Picknell. 2017. *Reliability Centered Maintenance – Reengineered*.