

PERENCANAAN PEMELIHARAAN MESIN CENTRIFUGAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE PADA PERUSAHAAN GULA RAFINASI

Supriyadi Supriyadi¹, Resa Miftahul Jannah², Rizal Syarifuddin³

¹²Program Studi Teknik Industri, Universitas Serang Raya, Serang, Jalan Raya Serang-Cilegon KM 05, 42116

³Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Makassar, Makassar, Jalan Perintis Kemerdekaan KM 09, No. 29 Tamalanrea, 90245

E-mail: supriyadi@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu penunjang kelancaran produksi adalah kemampuan mesin dalam menjaga keandalannya. Keandalan mesin memerlukan perencanaan perawatan untuk mengidentifikasi kemungkinan kerusakan yang terjadi dan penjadwalan perawatan yang terencana. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa komponen kritis mesin centrifugal pada perusahaan gula dengan pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data komponen-komponen utama dan data kerusakan mesin *centrifugal*. Data dianalisa dengan tahapan RCM yaitu pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, definisi batasan sistem, deskripsi sistem dan *functional block diagram*, penentuan fungsi sistem dan kegagalan fungsional, *failure mode and effect analysis*, *logic tree analysis* dan *task selection*. Hasil pengolahan data menunjukkan kegagalan fungsi yang terjadi pada mesin *centrifugal* yaitu pada komponen *charge valve* yang terdiri dari *blide*, *damper*, EPDM, dan *akuator*. Berdasarkan nilai *Task Selection* dalam *Risk Priority Number* nilai tertinggi tersebut masuk dalam tingkat *adequate maintenance* pada karet dan *seal kit*. Perbaikan kebijakan perawatan berdasarkan RCM menghasilkan perubahan *task* yang signifikan yaitu 2 *Condition Directed* dan 4 *Failure Finding* dari sebelumnya 6 *Run to Failure*.

Kata kunci: Kerusakan, Mesin Centrifugal, Perawatan, Reliability Centered Maintenance

ABSTRACT

One of the supporting factors for smooth production is the engine's ability to maintain its reliability. Machine reliability requires maintenance planning to identify possible damage and planned maintenance scheduling. This study aims to analyze the critical components of centrifugal machines in sugar companies with the Reliability Centered Maintenance (RCM) approach. This study uses secondary data in the form of data on the main components and data on the damage of centrifugal machines. Data were analyzed with RCM stages, namely system selection and information gathering, system boundary definition, system description and functional block diagram, system function determination and functional failure, failure mode and effect analysis, logic tree analysis and selection task. The results of data processing indicate a malfunction that occurs in a centrifugal machine that is the charge valve component which consists of blide, damper, EPDM, and an aquatic. Based on the Task Selection value in the Risk Priority Number the highest value is included in the level of adequate maintenance on the rubber and seal kit. Improvement of maintenance policies based on RCM resulted in significant task changes, namely 2 Condition Directed and 4 Failure Finding from the previous 6 Run to Failure.

Keywords: *Damage, Centrifugal Machine, Maintenance, Reliability Centered Maintenance*

PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran proses produksi adalah keandalan peralatan. Perawatan peralatan yang baik berdampak pada penyelesaian proses produksi sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

Pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa nilai OEE pada mesin centrifugal sebesar 83,37%. Nilai ini dipengaruhi sistem pemeliharaan mesin yang masih dilakukan secara *corrective*. Mesin *centrifugal* 1 mengalami kerusakan di bagian *valve* sebanyak 12 kali dengan *downtime* 1255 menit pada September 2015 – Agustus 2016 (Jannah, *et. al.*, 2017). Penelitian ini mengembangkan identifikasi permasalahan yang ada di mesin *centrifugal* sehingga problem utama dapat diidentifikasi dan dilakukan langkah perawatan dan pencegahan.

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah metode perawatan yang berkenaan dengan keandalan suatu mesin atau peralatan untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif (Kurniawan, 2013). RCM dapat dimanfaatkan untuk meminimalkan kegagalan mesin secara tiba-tiba, memprioritaskan komponen kritis pada kegiatan pemeliharaan peralatan dan meningkatkan keandalan komponen.

Penelitian yang dilakukan AUFAR *et. al.*, (2014) mengenai penerapan RCM pada mesin *conveyor* di area produksi *Trims Chassis* belum membahas secara detail komponen kritis yang menjadi objek penelitian. Demikian juga penelitian yang dilakukan MUHAMMAD *et. al.*, (2013); PALIT & SUTANTO (2012); DENUR *et. al.*, (2017) yang masih membahas penerapan RCM pada salah satu mesin, bukan pada komponen mesin yang menjadi penyebab masalah. Penelitian ini mencoba menganalisis salah satu komponen mesin *centrifugal* yang sering menyebabkan *downtime*. Selain itu dilakukan analisa perbaikan berdasarkan *task selection* dari tingkat RPN.

TINJAUAN PUSTAKA

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah metode integrasi *preventive maintenance*, *predictive maintenance* (PdM), *real-time monitoring* (RTM), *run-to-failure* (RTF) and *proactive maintenance* untuk meningkatkan kemampuan komponen atau mesin, berfungsi sesuai dengan yang direncanakan (Afefy, 2010). Metode ini

memilih kegiatan preventif yang tepat untuk pemeliharaan komponen pada saat yang tepat sehingga dapat menghemat biaya pemeliharaan. RCM fokus pada pengurangan biaya pemeliharaan melalui pemeliharaan komponen kritis dari suatu peralatan (Yssaad *et. al.*, 2014). RCM mempunyai tujuh tahapan yaitu, pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, definisi batasan sistem, deskripsi sistem dan *functional block diagram*, penentuan fungsi sistem dan kegagalan fungsional, *failure mode and effect analysis* (FMEA), *logic tree analysis* (LTA) dan *task selection* (Moubray, 1997).

Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi suatu peralatan berdasarkan sistem yang mempunyai kontribusi terbesar terhadap kegagalan, biaya *corrective maintenance* dan *preventive maintenance* yang tinggi serta sistem yang berdampak yang besar terhadap lingkungan dan *safety* (Azis *et. al.*, 2010). Analisa RCM dilakukan berdasarkan *Piping & Instrumentation Diagram* (P&ID) suatu peralatan. Batasan sistem digunakan dalam RCM mengenai parameter apa yang di input dalam sistem (Deshpande & Modak, 2002). Pemilihan kriteria ini bertujuan untuk mengetahui secara jelas fungsi sistem, sehingga menjamin proses analisis sistem menjadi lebih akurat.

Deskripsi sistem dan *functional block diagram* bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan blok fungsi sistem, seperti cara kerja sistem, data historis sistem, dan lain-lain (Aritonang & Setiawan, 2015). Proses identifikasi sistem terdiri dari, deskripsi sistem, *functional block diagram*, *IN / OUT interface* dan *system work breakdown system* (Azis *et. al.*, 2010). Fungsional merupakan kemampuan peralatan melaksanakan fungsinya sesuai dengan yang telah direncanakan dalam mendukung suatu proses. Adapun kegagalan fungsional adalah ketidakmampuan peralatan memenuhi fungsinya sesuai dengan kinerja yang telah ditetapkan (Aritonang & Setiawan, 2015).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu proses sistematis untuk menganalisa mode kegagalan potensial suatu sistem, penyebab terjadinya mode kegagalan dan efeknya terhadap kinerja sistem (Zeng *et. al.*, 2015). Salah satu manfaat FMEA adalah sebagai alat analisis yang terstruktur dan biasanya mencakup beragam kelompok orang dari latar belakang dan pengalaman yang

berbeda. Hal ini berpotensi menggabungkan beberapa sudut pandang yang berbeda ke analisis yang lebih kuat (Banghart *et. al.*, 2018). Analisis dilakukan dengan menganalisis mode kegagalan, atau risiko teknis yang mungkin terjadi, bersama dengan konsekuensi terkait (atau tingkat keparahan).

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (1)$$

Nilai RPN menunjukkan tingkatan kegagalan suatu sistem berdasarkan kriteria *task selection*. Nilai ini menjadi dasar pengambilan keputusan dalam meminimalkan kegagalan yang terjadi.

Logic Tree Analysis (LTA) adalah pendekatan kualitatif untuk mengetahui pengaruh setiap mode kegagalan yang terjadi. (Petrović *et. al.*, 2014). Ada beberapa hal yang harus diketahui dalam analisis kekritisitas yaitu sebagai berikut (Hidayah & Ahmadi, 2017):

1. *Evident* yaitu dalam kondisi normal, apakah operator mengetahui terjadinya 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 pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 *Category*, sebagai berikut:
 - a. *Category A* (mode kegagalan berpengaruh terhadap keselamatan)
 - b. *Category B* (mode kegagalan berpengaruh terhadap produksi)
 - c. *Category C* (mode kegagalan berpengaruh terhadap non produksi)
 - d. *Category D* (mode kegagalan yang tersembunyi)

Task selection digunakan sebagai dasar penentuan pemilihan *task* yang sesuai dengan mode kegagalan yang terjadi. Mode kegagalan berhubungan langsung dengan *Time Directed* (TD), *Condition Directed* (CD), dan *Failure finding* (FF).

1. *Time Directed* (TD) adalah tindakan yang berfokus pada kegiatan pembersihan secara berkala.

2. *Condition Directed* (CD) adalah tindakan yang berorientasi pada identifikasi potensi kerusakan peralatan sebagai dasar keputusan untuk melakukan perbaikan atau pergantian komponen.
3. *Failure Finding* (FF) adalah tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada sebuah perusahaan gula rafinasi di daerah Cilegon, Banten. Objek penelitian adalah mesin *centrifugal* pada area produksi. Data-data yang dikumpulkan berupa data komponen-komponen utama pada mesin *centrifugal* dan data kerusakan mesin *centrifugal*.

Tahapan pengolahan data menggunakan langkah-langkah RCM yang terdiri dari:

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi
2. Definisi Batasan Sistem
3. Deskripsi Sistem dan *Functional Block Diagram*
4. Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
6. *Logic Tree Analysis* (LTA)
7. *Task Selection*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perusahaan memiliki klasifikasi komponen menurut tingkat kepentingan proses produksi yaitu komponen tingkat 1 (Komponen ini berhubungan dengan operasi produksi dan tidak mempunyai cadangan, bila rusak, operasi produksi langsung terganggu), komponen tingkat 2 (peralatan yang berhubungan langsung dengan operasi produksi dan mempunyai cadangan. Bila komponen rusak, operasi produksi tidak segera terganggu), komponen tingkat 3 (komponen yang tidak berhubungan langsung dengan operasi produksi. Bila komponen ini rusak, operasi produksi tidak segera terganggu) dan komponen tingkat 4 (komponen yang tidak berhubungan langsung dengan operasi produksi. Pengolahan dan analisa data-data yang diperoleh menggunakan langkah-langkah *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Stasiun *Refinerry sugar* merupakan proses produksi untuk memisahkan antara gula dengan *molasses* yang dilakukan dengan mesin *Centrifugal*. Cara kerja mesin *centrifugal* yaitu material turun dari tangki, *valve* membuka, dengan begitu material masuk ke dalam *fidng* untuk proses pencucian. Setelah itu material masuk kedalam *basket* untuk proses pencucian menggunakan *hot water* dengan kecepatan 500 rpm, kemudian dilanjutkan pencucian ke dua dengan kecepatan 700 rpm, setelah pencucian selesai kecepatan naik hingga 1100 rpm dalam proses pengeringan. Kecepatan menurun hingga 50 rpm lalu material dipindahkan ke *conveyor* untuk melakukan tahapan proses produksi selanjutnya.

Berdasarkan dari data *downtime* yang terjadi, *charge valve* no 2 (komponen yang memiliki kode CF127) merupakan komponen yang paling sering mengalami kerusakan pada mesin *conveyor*. Komponen ini mempunyai fungsi sebagai pembuka dan penutup material pada bagian atas yang akan masuk ke dalam *basket*. Informasi mengenai sistem yang ada pada komponen *charge valve* no 2 beserta fungsi tiap-tiap sistem ditunjukkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Informasi Sistem Komponen *Charge Valve* no 2

Kode Komponen	Nama Komponen	Fungsi Komponen
CF127.1	<i>Shaft</i>	Menggerakkan <i>blade</i> agar dapat membuka dan menutup ketika material masuk. Pembuka dan penutup material
CF127.2	<i>Blide</i>	atau Penahan material agar tidak keluar. Pelapis bagian luar <i>blade</i> yang
CF127.3	EPDM	berbahan karet, agar tidak adanya ruang

untuk material keluar.

CF127.4

Akuator

Menggerakkan *valve* agar dapat membuka dan menutup material yang akan masuk ke dalam *basket*

Definisi Batasan Sistem

Definisi batasan sistem adalah suatu batasan sistem yang telah ditetapkan dan digunakan untuk mengetahui masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dari suatu sistem. Hasil dari pembahasan ini adalah batasan sistem masukan (*input*) yaitu distrik (DC) yang merupakan arus listrik yang diterima oleh *valve* dan *limit switch* merupakan sensor pemberi sinyal ke *relay*, sedangkan batasan sistem keluaran (*output*) yaitu *relay* merupakan sinyal untuk mempercepat RPM.

Tabel 2 Batasan Sistem Komponen *Valve*

Batasan Sistem	Tipe	Interface Location
Listrik (DC)	IN	Sumber arus listrik yang diterima <i>valve</i>
<i>Limit switch</i>	IN	Sensor memberi sinyal ke <i>relay</i>
<i>Relay</i>	OUT	Sinyal untuk mempercepat RPM

Deskripsi Sistem dan *Functional Block Diagram*

Pada tahap ini dilakukan pendeskripsian sistem untuk mengidentifikasi komponen kritis peralatan yang mempunyai berpengaruh terhadap kinerja peralatan. Informasi yang ada digunakan sebagai dasar pembuatan *functional block diagram* untuk mengidentifikasi sistem dengan rinci

Pembuatan hirarki fungsi sistem peralatan dengan penentuan hirarki fungsional pada mesin *centrifugal* dilakukan dengan mengelompokan tiap-tiap fungsi sistem dan sub sistem sampai pada level komponen sehingga secara logika akan terkait kedalam suatu sistem hirarki.

Hasil analisa diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap pihak-pihak

yang terkait dengan mesin *conveyor*. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa sistem *valve* pada mesin *conveyor* memiliki subsistem *shaft* yang

memiliki komponen 2 baut and nut M14×50 SUS, EPDM, *blade* memiliki komponen baut M16×35MM, dan *akuator* memiliki komponen *seal kit*, *damper*, dan *limit switch* (Tabel 2).

Tabel 2. Hirarki Fungsional Sistem

ID sistem	Sistem	ID subsistem	Subsistem	ID komponen	Komponen
CF127	<i>Charge Valve</i> no 2	CF127.1	<i>Shaft</i>	CF127.11	2 baut and nut M14 x 50 SUS
		CF127.2	EPDM	-	-
		CF127.3	<i>Blide</i>	CF127.31	Baud M16 ×35MM
		CF127.4	Akuator	CF127.41	<i>Seal kit</i>
				CF127.42	<i>Damper</i>
				CF127.43	<i>Limit switch</i>

Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Analisis kegagalan fungsi adalah kegiatan untuk mendeskripsikan masing-masing sistem sub sistem, dan komponen, atau peralatan serta mengidentifikasi semua fungsi dan *interface* dengan sistem atau sub sistem yang lain dan mengidentifikasi semua kegagalan fungsional. Analisis kegagalan fungsional berhubungan dengan kegagalan yang terjadi, komponen dan hubungan antar komponen peralatan.

Berdasarkan analisa fungsi sistem yang ada diperoleh jenis kegagalan fungsional yang terjadi pada sistem *charge valve* terdapat pada komponen *shaft*, *blade*, EPDM dan *akuator* (Tabel 3). *Shaft* berfungsi sebagai penggerak *blade* agar dapat membuka dan menutup ketika material keluar dari tanki menuju *basket centrifugal* untuk melakukan pencucian material. Dalam menjalankan fungsi sistem, *shaft* memiliki komponen 2 baut and nut M14×50 SUS yang berfungsi sebagai *Taperlock* yaitu baut pengunci antara *blade* dengan *shaft*.

Blide berfungsi sebagai pembuka dan penutup material atau penahan material agar tidak keluar. *Blide* memiliki komponen 4 baut M16×35MM yang berfungsi untuk pengait antara *akuator* dengan *valve*. EPDM yang

berbahan karet berfungsi sebagai pelapis bagian luar *blade*, agar tidak ada ruang untuk keluarnya material. EPDM merupakan komponen tunggal dalam fungsi sistem *charge valve*.

Tabel 3. Sistem dan Fungsi Komponen *Charge Valve* no. 2

Sistem	Fungsi
2 baut and nut M14×50 SUS	<i>Taperlock</i> yaitu baut pengunci antara <i>blade</i> dengan <i>shaft</i>
4 baut M16×35MM	Pengait antara <i>akuator</i> dengan <i>valve</i>
<i>Seal Kit</i>	Penahan tekanan udara yang mengikat damper di dalam <i>akuator</i> untuk mengarahkan penyemprotan agar <i>valve</i> dapat membuka dan menutup.
<i>Damper</i>	Penggerak dari <i>akuator</i> untuk memutar <i>shaft</i> yang menyambung dengan <i>valve</i> .

Limit Swicth Pengontrol *valve* atau sinyal *on/of valve* untuk mengetahui *valve* telah membuka atau menutup.

Akuator berfungsi sebagai penggerak *valve* agar dapat membuka dan menutup material yang akan masuk ke dalam basket. *Akuator* memiliki 3 buah komponen yaitu *Seal Kit* yang berfungsi sebagai penahan tekanan udara yang mengikat *damper* di dalam *akuator* untuk mengarahkan penyemprotan agar *valve* dapat membuka dan menutup. *Damper* berfungsi sebagai penggerak *akuator* untuk memutar *shaft* yang menyambung dengan *valve*, dan *limit switch* yang berfungsi sebagai pengontrol atau sinyal *on/of* untuk mengetahui *valve* telah membuka atau menutup.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu proses evaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen, dan menganalisis pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut. Hasil analisis digunakan untuk mengetahui komponen-komponen peralatan yang mendapat prioritas perbaikan sehingga dapat dilakukan perawatan yang sesuai dengan tingkat risiko yang mungkin terjadi.

Tabel 4. Nilai RPN FMEA

Efek Potensi Kegagalan	RPN
<i>Blide</i> tidak mau membuka atau menutup	126
<i>Limit switch</i> terbakar	168
<i>Damper</i> terjadi korositi	192
<i>Shaft</i> tumpul di bagian sudut-sudut <i>shaft</i>	240
EPDM (karet) menipis dan melonggar	336
Seal kit menipis dan melonggar	336

Perhitungan FMEA dilakukan dengan melakukan wawancara kepada pihak-pihak yang terkait dengan mesin *conveyor*. Berdasarkan hasil penyusunan FMEA untuk komponen *charge valve* no. 2 (tabel 4) didapat komponen *blide* tidak mau membuka atau

menutup dengan nilai sebesar 126, *limit switch* terbakar dengan nilai sebesar 168, *damper* terjadi korositi dengan nilai sebesar 192, *shaft* tumpul di bagian sudut-sudut *shaft* dengan nilai 240, EPDM (karet menipis dan melonggar dengan nilai sebesar 336, dan *seal kit* menipis dan melonggar dengan nilai sebesar 336. Nilai tersebut mengidentifikasi urutan tingkat kekritisan dari suatu komponen. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa EPDM dan *seal kit* yang menipis dan melonggar memiliki nilai tertinggi. Ini menandakan terdapat mode kegagalan yang harus diperbaiki berdasarkan *Task selection* tingkat RPN (tabel 5).

Tabel 5. *Task Selection* Berdasarkan Risk Priority Number

RPN	Clasific ation	Task Selection
<100	N	No maintenance (RTF)
100-200	L	Low maintenance (or RTF)
200-400	M	Adequate maintenance
400-600	MH	Aggressive maintenance
600-800	H	Aggressive maintenance (+maybe redesign)
800-1000	E	Aggressive maintenance + redesign

Berdasarkan nilai *Task Selection* dalam Risk Priority Number nilai tertinggi tersebut masuk dalam tingkat *Adequate maintenance* (tindakan yang memadai). Usulan perbaikan didasarkan nilai RPN yang paling tinggi yaitu EPDM dan *Seal Kit* (336). Langkah-langkah perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan membuat jadwal pemeriksaan dan perawatan yang terencana dengan supervisor ke atas sebagai penanggungjawab, sehingga pelaksanaan jadwal lebih terkontrol. Langkah lain yang dapat dilakukan adalah mencari *sparepart* yang lebih baik kualitasnya sehingga *lifetime* komponen lebih lama, peningkatan kemampuan *maintenance* dalam menganalisa potensi kegagalan dan memaksimalkan peran operator dalam menerapkan *autonomous maintenance*.

Logic Tree Analysis (LTA)

LTA merupakan alat pengukuran kualitatif yang bertujuan mengelompokkan

mode kegagalan ke dalam beberapa kategori sebagai dasar penentuan penanganan mode kegagalan yang terjadi. Pada proses LTA umumnya menggunakan tiga pertanyaan yang terstruktur (*evident*, *safety* dan *category*) untuk mendapatkan kategori mode kegagalan yang terjadi termasuk kategori A (mode kegagalan berpengaruh terhadap keselamatan), B (mode kegagalan berpengaruh terhadap produksi), C (mode kegagalan berpengaruh terhadap non produksi), atau D (mode kegagalan yang tersembunyi).

Tindakan pemeliharaan yang baru didasarkan atas kerusakan peralatan tersebut, lalu kesesuaian dengan *task selection* yang didasarkan pada nilai RPN yang didapat sebelumnya. Salah satu metode untuk menentukan tindakan pemeliharaan yang sesuai dengan kegagalan yang terjadi adalah dengan membuat *logic tree analysis* dengan mengikuti *decision diagram*. *Decision diagram* membantu dalam memilih tindakan pemeliharaan (proaktif) yang tersedia dengan menanyakan kepada peninjau bagaimana akibat-akibat kehilangan fungsi.

Pada tabel 6, *Evident* diberikan tanda “YA” karena operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem. Kolom *Safety* diberikan tanda “YA” jika kerusakan ini menyebabkan masalah pada keselamatan dan sebaliknya jika “TIDAK”. Kolom *Outage* diberikan tanda “YA” jika kerusakan ini mengakibatkan mesin berhenti dan sebaliknya jika “TIDAK”. Kolom *Category* dibagi menjadi empat yaitu A (mode kegagalan berpengaruh terhadap keselamatan), B (mode kegagalan berpengaruh terhadap produksi), C (mode kegagalan berpengaruh terhadap non produksi), D (mode kegagalan yang tersembunyi).

Proses yang dilakukan pada tahap *Logic Tree Analysis* dengan pendekatan RCM adalah memberikan kategori komponen berdasarkan mode kerusakan yang ada. Kategori yang diperoleh dengan RCM yaitu kategori A dan C dengan persentase sebesar 0% sedangkan B dan D dengan persentase sebesar 33% dan 67%.

Tabel 6. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Kegagalan <i>Valve</i>	Efek Dari Potensi Kegagalan	Potensi Penyebab	<i>Critically Analysis</i>			
			<i>E</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>Category</i>
<i>Valve</i> tidak mau membuka dan menutup	<i>Shaft</i> tumpul di bagian sudut-sudut shaft	Terkena gesekan gula	YA	TIDAK	YA	B
	EPDM(karet) menipis dan melonggar	Terkena gesekan gula	YA	TIDAK	YA	D
	<i>Blide</i> tidak mau membuka atau menutup	Terkena gesekan gula	YA	TIDAK	YA	D
	<i>Seal kit</i> menipis dan melonggar	Kurangnya pelumas	YA	TIDAK	YA	D

<i>Damper</i> terjadi korosit	Tercampurnya udara dengan air	YA	TIDAK	YA	D
<i>Limit switch</i> terbakar	Kelebihan arus listrik	YA	TIDAK	YA	B

Task Selection

Task selection digunakan sebagai penentuan kebijakan perawatan yang efektif diterapkan dalam meminimalkan kemungkinan kegagalan yang terjadi dan pemilihan *task* yang efisien dalam segi biaya perawatan. Pemilihan kebijakan perawatan berhubungan dengan mode kegagalan yang terjadi berhubungan langsung dengan *Time Directed* (TD), *Condition Directed* (CD), atau *Failure finding* (FF).

Berdasarkan hasil pemilihan tindakan untuk komponen-komponen yang mengalami kegagalan mesin *centrifugal*, maka dapat diperoleh rekomendasi tindakan yang dihasilkan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah, didapat nilai persentase 33% dalam 2 komponen dengan tindakan *Condition Directed*, dan nilai persentase 67% dalam 4 komponen dengan tindakan *Failure Finding* (tabel 7).

Tabel 7. Perbandingan kebijakan perawatan

No	Komponen	Mode Kegagalan	Task Kebijakan Sebelumnya	Task Kebijakan (RCM)	Effectiveness Informasi
1.	Shaft	Tumpul dibagian sudut-sudut shaft	CM/RTF	<i>Condition Directed</i>	Meminimalkan potensi kerusakan yang terjadi dengan cara membuat perencanaan waktu kegagalan suatu fungsi peralatan.
2.	Limit switch	Terbakar	CM/RTF		
3.	Blide	Tidak mau membuka atau menutup	CM/RTF	<i>Failure Finding</i>	Pencegahan mode kegagalan dengan cara memeriksa secara berkala suatu fungsi tersembunyi dari peralatan.
4.	Epdm (karet)	Menipis dan melonggar	CM/RTF		
5.	Seal kit	Menipis dan melonggar	CM/RTF		
6.	Damper	Terjadi korosit	CM/RTF		

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan bahwa komponen kritis yang ada pada mesin *centrifugal* adalah *charge valve* no 2 yang mempunyai komponen *shaft*, *blide*, EPDM dan akuator. EPDM dan *seal kit* pada akuator merupakan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *task selection* dalam *risk priority number*. Nilai tertinggi tersebut masuk

dalam tingkat *adequate maintenance* (336). Perbaikan kebijakan perawatan berdasarkan RCM mendapatkan adanya perubahan *task* yang signifikan yaitu 2 *Condition Directed*, dan 4 *Failure Finding* dari sebelumnya 6 *Run to Failure*. Penelitian ini dapat diteruskan dengan perancangan jadwal perawatan terencana sehingga potensi kegagalan dapat diidentifikasi sedini mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Afey, I. H. 2010. Reliability-Centered Maintenance Methodology and Maintenance (RCM) untuk Menentukan Strategi Perawatan Fasilitas Produksi Kain. *Jurnal Telematika*, 7(2), 75–80.
- Aufar, A. N., Leksananto, K., & Prasetyo, H. 2014. Usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi Trim Chassis dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Studi Kasus: PT. Nissan Motor Indonesia). *Reka Integra*, 2(4), 25–36.
- Azis, M. T., Suprawhardana, M. S., & Purwanto, T. P. 2010. Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna Ga. Siwabessy. In *Jurnal Forum Nuklir* (Vol. 4, pp. 81–98).
- Banghart, M., Babski-Reeves, K., Bian, L., & Strawderman, L. 2018. Subjectivity in Failure Mode Effects Analysis (FMEA) Severity Classification within a Reliability Centered Maintenance (RCM) Context. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, 5(1), 1–28.
- Denur, D., Hakim, L., Hasan, I., & Rahmad, S. 2017. Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Mesin Ripple Mill. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 4(1), 27–34.
- Deshpande, V. S., & Modak, J. P. 2002. Application of RCM to a Medium Scale Industry. *Reliability Engineering & System Safety*, 77(1), 31–43.
- Hidayah, N. Y., & Ahmadi, N. 2017. Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16(2), 167–176.
- Jannah, R. M., Supriyadi, S., & Nalhadi, A. 2017. Analisis Efektivitas pada Mesin Application: a Case Study. *Engineering*, 2(11), 863–873.
- Aritonang, Y. M. K., & Setiawan, A. 2015. Penerapan Metode Reliability Centered Centrifugal dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). In *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan| SENASSET* (pp. 170–175).
- Kurniawan, F. 2013. *Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Moubray, J. 1997. *Reliability-Centered Maintenance*. Industrial Press Inc.
- Muhammad, S., Muhammad, M., & Muhammad, R. S. 2013. Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT. Z. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 2(1), 9–13.
- Palit, H. C., & Sutanto, W. 2012. Perancangan RCM untuk Mengurangi Downtime Mesin pada Perusahaan Manufaktur Aluminium. In *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV* (p. A-38-1-A-38-7). Surabaya: Program Studi MMT-ITS.
- Petrović, Z., Car, Z., Radičević, B., Šikulec, L., & Grković, V. 2014. Implementation of the RCM Methodology on the Example of City Waterworks. In *International Conference "Heavy Machinery-HM"* (pp. 1–10).
- Yssaad, B., Khiat, M., & Chaker, A. 2014. Reliability centered maintenance optimization for power distribution systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 55, 108–115.
- Zeng, S. X., Tam, C. M., & Tam, V. W. Y. 2015. Integrating Safety, Environmental and Quality Risks for Project Management using a FMEA Method. *Engineering Economics*, 66(1), 44–52.