

MAINTENANCE POMPA RECIPROCATING 211/212 PM-4 A/B MENGUNAKAN METODE RCM DI PT PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT II DUMAI

Trisna Mesra¹⁾, Melliana²⁾, Fitra³⁾, Rizki Amanda⁴⁾

^{1, 2, 3)}Dosen Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknologi Dumai

⁴⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknologi Dumai

trisnanesra74@gmail.com ; mellianna52@gmail.com

famukhtyfitra@gmail.com ; rizkyamanda2801@gmail.com

Abstrak

Pompa Reciprocating 211/212 PM-34 A/B berfungsi mengalirkan fluida berupa diesel oil yang dialirkan ke 211/212 PRT-3 di mana diesel tersebut berfungsi sebagai pelumas mechanical seal 211/212 PRT-3. Pompa ini sering mengalami kerusakan pada komponen packing silinder yang sering bocor yang mengakibatkan terganggunya sistem lubrikasi pada mechanical seal 211/212 PRT-3. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode RCM (Reliability Centered Maintenance) yang mana metode ini merupakan metode kualitatif yang memanfaatkan informasi dari setiap komponen-komponen peralatan yang berkenaan dengan kehandalan dan kelemahannya lalu menentukan tindakan perawatan yang harus dipilih. Hasil dari penelitian ini peneliti menemukan solusi bahwa tindakan perawatan Pompa Reciprocating 211/212 PM-34 A/B yang harus dilakukan diantaranya adalah Condition directed (63,64 % dari keseluruhan komponen), failure finding (13,64 % dari keseluruhan komponen), dan run to failure (22,72 % dari keseluruhan komponen). Berdasarkan penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa cara mengimplementasikan metode RCM yang telah distandarkan oleh Smith (1992) pada pompa reciprocating 211/212 PM-34 A/B yaitu melakukan pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, mendefinisikan batasan sistem, mendeskripsikan sistem dan functional diagram blok, penentuan fungsi sistem dan kegagalan fungsi, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Logic Tree Analysis (LTA), dan task selection.

Kata-Kata Kunci: Mechanical Seal, Pompa Reciprocating, Reliability Centered Maintenance

I. Pendahuluan

Perkembangan dunia otomotif saat ini, berdampak secara tidak langsung terhadap meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap BBM dan Non BBM. Hal ini berdampak juga kepada PT Pertamina (Persero) Refinery Unit II Dumai yang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan minyak dan gas bumi menjadi produk minyak yang berkualitas tinggi dengan berbagai macam produk BBM dan Non BBM. PT Pertamina (Persero) Refinery Unit II Dumai merupakan badan usaha yang dikelola oleh negara dan memiliki tanggung jawab untuk mencukupi kebutuhan masyarakat terhadap BBM dan Non BBM meliputi wilayah Nangroe Aceh Darussalam, Sumatera Utara, Kepulauan Riau, Riau, Jambi, dan Sumatera Barat. Untuk memenuhi kebutuhan itu diperlukan manusia, material, modal, metoda, mesin dan lingkungan (5M+E), sehingga diperlukan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi terhadap sistem perawatan handal untuk mengurangi downtime pada mesin/peralatan yang ada di unit HCU PT Pertamina (Persero) Refinery Unit II Dumai.

PT Pertamina (Persero) Refinery Unit II Dumai khususnya di unit HCU (Hydrocracker Complex) banyak terdapat berbagai mesin dan peralatan seperti pompa sentrifugal, pompa reciprocating, kompresor, finfan motor/turbin, heater, dan juga heat exchanger yang membutuhkan perawatan yang

maksimal. Pompa reciprocating 211/212 PM-34 A/B ini merupakan pompa yang bekerja pada tekanan tinggi berkisar 30 - 35 kg/cm². Pompa ini berfungsi mengalirkan fluida berupa diesel oil yang dialirkan ke 211/212 PRT-3 di mana diesel tersebut berfungsi sebagai pelumas mechanical seal 211/212 PRT-3. Namun dalam hal ini sering terjadi kerusakan pada komponen pompa tersebut seperti pada packing silinder yang nantinya akan berdampak terganggunya sistem lubrikasi pada mechanical seal 211/212 PRT-3. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengimplementasikan metode RCM dan juga untuk mengetahui sistem pemeliharaan pada pompa reciprocating 211/212 PM-34 A/B dengan menggunakan metoda RCM.

II. Landasan Teori

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu metode perawatan yang memanfaatkan informasi yang berkenaan dengan keandalan suatu fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif, efisien dan mudah untuk dilaksanakan. Melalui penggunaan RCM, dapat diperoleh informasi apa saja yang harus dilakukan untuk menjamin mesin/peralatan dapat terus beroperasi dengan baik. Selain itu juga ada yang mendefinisikan Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengembangkan dan memilih alternatif desain

pemeliharaan berdasarkan kriteria keselamatan operasional (Kurniawan, 2013).

RCM berawal dari kegiatan sekelompok perusahaan pesawat terbang Amerika Serikat yang terdiri dari : *Boeing, United Airlines, dan Federal Aviation Authority*, yang membentuk kelompok kerja MSG 1 (*Maintenance Steering Group-1*). Kelompok ini bertugas untuk menentukan prosedur perawatan yang tepat untuk pesawat *Boeing 747 dan Lockheed*, sehingga dapat mengurangi *down time* (waktu menganggur) karena perawatan pesawat, mengurangi biaya perawatan, serta untuk meningkatkan keselamatan penerbangan (Kurniawan, 2013).

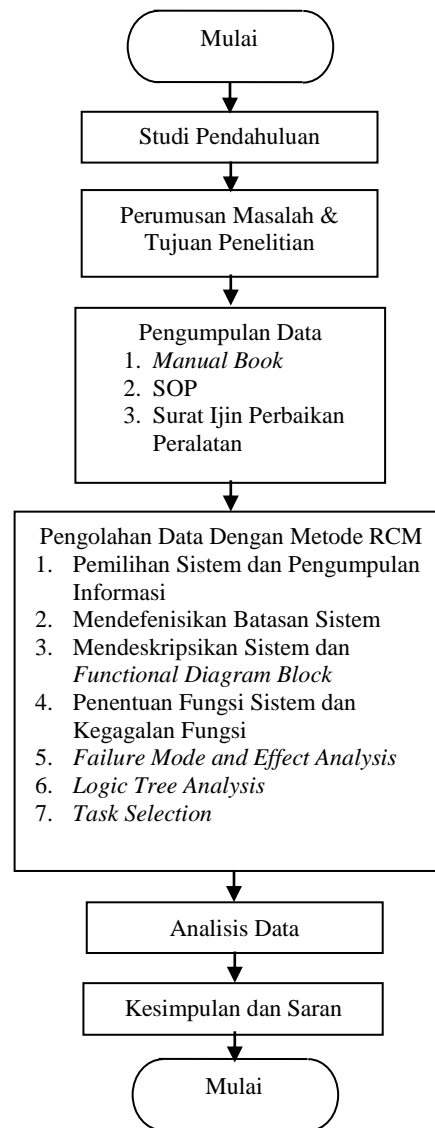
Pompa *Reciprocating* adalah pompa dimana energi mekanik dari penggerak pompa diubah menjadi energi aliran dengan menggunakan elemen bolak-balik (*reciprocating*) yang ada didalam silinder (Hicks, 1971 dalam Sarjito, 2014). Pompa ini merupakan pompa bolak-balik yang dirancang untuk menghasilkan kapasitas yang cukup besar. Umumnya menggunakan *head* yang rendah, dan digunakan pada perbedaan tinggi yang terlalu besar antara *suction* dan *discharge* (Hicks, 1971 dalam Sarjito, 2014).

III. Metode Penelitian

Populasi dan sampel pada penelitian ini adalah semua data kerusakan Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B pada unit *Hydrocracker Unibon* selama 9 bulan mulai dari bulan Januari 2017 hingga September 2017. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk pengambilan data antara lain:

1. Dokumentasi
Metode yang digunakan untuk pengambilan data bersifat dokumen, seperti *operation manual book*, buku SOP dan surat ijin kerja perbaikan peralatan di PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit II Dumai*.
2. Metode *literature* dan studi pustaka
Pengumpulan data yang dilakukan berupa studi *literature* dan studi pustaka dari buku-buku, jurnal penelitian, dan internet yang berhubungan dengan penerapan *maintenance*.

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Pemilihan sistem dalam penelitian ini yaitu sistem yang memiliki frekuensi *corrective maintenance* yang tinggi serta sering terjadi kerusakan dan waktu *downtime* yang tidak diinginkan.

Tabel 1. Spesifikasi Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B

No.	Item	Specification
1	<i>Driver</i>	Motor listrik
2	<i>Power</i>	5,5 HP
3	Kapasitas	3,5 m ³ /hour
4	<i>Press in/out</i>	7,29/34,4 Kg/cm ²
5	<i>Maximum RPM</i>	264
6	<i>Plunger linear speed</i>	0,352 m/sec
7	<i>Opening area of suction valve</i>	804 mm ²

Sumber: Arsip PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit II Dumai*

Tabel 2. Data Kerusakan Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B

<i>Date</i>	<i>Serial Pump</i>	<i>Failed</i>
13 Januari 2017	211 PM-34 B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
17 Januari 2017	212 PM-34 B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
21 Februari 2017	212 PM-34 A/B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
28 Februari 2017	212 PM-34 A	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
28 Maret 2017	212 PM-34 B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
28 Maret 2017	211 PM-34 B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
28 April 2017	212 PM-34 A/B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
8 Mei 2017	211 PM-34 A	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
29 Mei 2017	212 PM-34 B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
2 Juni 2017	211 PM-34 A/B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor <i>Cleaning outside, Re-greasing motor, Change lube oil system</i>
	212 PM-34 A/B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor <i>Cleaning outside, Re-greasing motor, Change lube oil system</i>
4 Juli 2017	211 PM-34 A	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
19 Juli 2017	212 PM-34 B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
15 Agustus 2017	212 PM-34 A	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor
1 September 2017	211 PM-34 B	<i>Packing Cylinder</i> Pompa Bocor

Sumber: Arsip PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit II Dumai*

4.2. Mendefinisikan Batasan Sistem

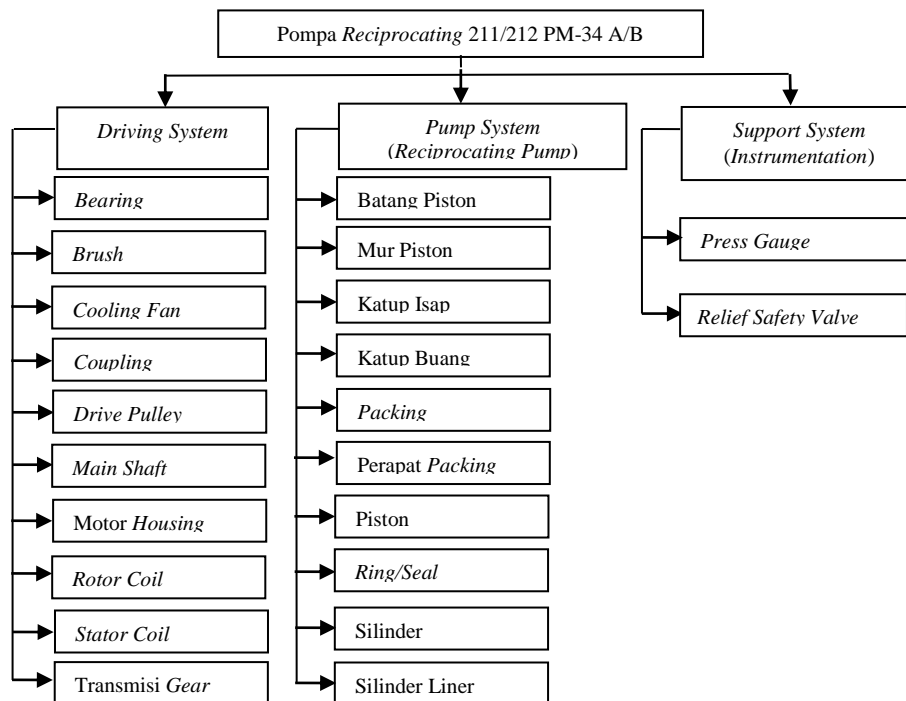
Sistem peralatan *rotating* yang ada di unit 211/212 *Hydrocracker Unibon* PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit II Dumai* terdiri dari *Sentrifugal Pump, Compressor, Finfan, Dan Reciprocating Pump*. Adapun batasan sistem dalam penelitian ini yaitu peneliti hanya memilih *Reciprocating Pump* sebagai sistem dengan serial 211/212 PM-34 A/B karena definisi batasan sistem dilakukan untuk mengetahui apa yang termasuk dan tidak termasuk ke dalam sistem yang diamati.

4.3. Mendeskripsikan Sistem dan *Functional Diagram Block*

Tahapan untuk mendeskripsikan sistem ini bertujuan agar mengetahui secara spesifik dari

sistem yang telah dipilih. Fungsi dari Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B ini adalah mentransfer *fluida* berupa *diesel oil* yang digunakan sebagai pelumas pada *mechanical seal* 211/212 PRT-3. Dikarenakan pentingnya Pompa *Reciprocating* ini demi kelancaran operasi 211/212 PRT-3 maka diusahakan agar Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B tidak sering mengalami kegagalan.

Setelah mendeskripsikan sistem dalam penelitian ini selanjutnya membuat fungsional diagram blok dan hirarki fungsional sistem. Fungsional diagram blok ini bertujuan untuk mempermudah dalam mengidentifikasi komponen suatu sistem. Berikut gambar fungsional diagram blok dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fungsional Diagram Blok Peralatan Pompa *Reciprocating* PM-34 A/B

4.4. Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Penentuan fungsi sistem dan kegagalan fungsi ini merupakan kegiatan untuk mendeskripsikan masing-masing sistem, sub sistem dan komponen peralatan serta mengidentifikasi semua fungsi dan

interface dengan sistem atau sistem yang lain dan mengidentifikasi semua kegagalan fungsional. Analisis ini dimulai dengan mendeskripsikan fungsi alat/mesin, sebagai berikut:

1. *Driving System*

Tabel 4. Penentuan Fungsi pada *Driving System*

Subsistem	Fungsi	Komponen
Motor Drive	Merupakan sumber tenaga penggerak dari daya listrik ke mekanik untuk menggerakkan pompa <i>reciprocating</i> .	a. Motor <i>Housing</i> , berfungsi untuk melindungi pemakai dari putaran <i>rotor</i> yang sangat tinggi. b. <i>Main shaft</i> , berfungsi sebagai tempat menempelnya beberapa komponen seperti <i>rotor</i> dan <i>drive pulley</i> . c. <i>Bearing</i> , berfungsi sebagai bantalan antara permukaan poros dengan motor <i>housing</i> . d. <i>Rotor coil</i> , sebagai penghasil banyaknya jumlah putaran. e. <i>Stator coil</i> , berfungsi membangkitkan medan magnet pada sekitar <i>rotor</i> . f. <i>Brush</i> , berfungsi sebagai menyuplai arus dan masa untuk <i>rotor coil</i> . g. <i>Drive Pulley</i> , berfungsi untuk mentransfer putaran motor menuju komponen lain. h. <i>Cooling Fan</i> , berfungsi sebagai pendingin komponen yang ada di motor. i. <i>Coupling</i> , berfungsi penghubung antara dua shaft j. Tansmisi <i>gear</i> , berfungsi memindahkan dan mengubah tenaga dari motor ke pompa.

Sumber: Penelitian, 2017

2. *Pump System*

Tabel 5. Penentuan Fungsi pada *Pump System*

Subsistem	Fungsi	Komponen
<i>Reciprocating Pump</i>	Merupakan pompa dimana energi mekanik dari penggerak pompa diubah menjadi energi aliran dengan menggunakan elemen bolak-balik (<i>reciprocating</i>) yang ada didalam silinder.	a. Piston/ <i>plunger</i> berfungsi untuk menghisap <i>fluida</i> kedalam dan menekannya kembali keluar dari silinder. b. Batang piston berfungsi sebagai penerus tenaga gerak dari mesin ke piston. c. Mur piston berfungsi untuk mengikat piston pada batang piston. d. <i>Ring/seal</i> berfungsi untuk mencegah kebocoran <i>fluida</i> dari dalam silinder. e. Silinder berfungsi sebagai tempat pergerakan piston dan penampungan sementara <i>fluida</i> . f. Silinder liner berfungsi sebagai pelapis silinder yang bagian dalamnya harus mempunyai permukaan yang halus guna memperlancar gerak piston. g. <i>Packing</i> berfungsi sebagai pencegah kebocoran <i>fluida</i> dari dalam silinder. h. Perapat <i>packing</i> berfungsi sebagai penekan supaya <i>packing</i> tetap pada posisinya sewaktu batang piston bergerak. i. Katup isap berfungsi untuk mengatur pemasukan dan penutupan <i>fluida</i> pada saat piston langkah isap bergerak. j. Katup buang berfungsi untuk mencegah kembalinya <i>fluida</i> dari ruang <i>outlet</i> ke dalam ruang silinder pada saat piston langkah tekan.

3. Support System

Tabel 6. Penentuan Fungsi pada Support System

Subsistem	Fungsi	Komponen
<i>Intrumentation</i>	Merupakan suatu alat indikator yang digunakan sebagai alat pendukung untuk pompa.	a. <i>Press gauge</i> , berfungsi sebagai penunjukkan tekanan yang dihasilkan dari sebuah peralatan seperti pompa. b. <i>Relief safety valve</i> , berfungsi sebagai alat <i>safety</i> apabila terjadi tekanan yang berlebih maka <i>press safety valve</i> akan membuka untuk membuang tekanan yang berlebihan tersebut.

Apabila fungsional dari sistem, subsistem, dan komponen sudah dibuat, maka dilanjutkan dengan membuat urutan kegagalan fungsional. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kegagalan Fungsional Pompa *Reciprocating 211/212 PM-34 A/B*

No.	Deskripsi Kegagalan Sistem	Deskripsi Kegagalan Subsistem	Deskripsi Kegagalan Komponen
		Subsistem Motor Drive	
1.	Pompa tidak dapat beroperasi	Motor tidak dapat berputar	Motor <i>housing</i> , retak, korosi, pecah
2.	Pompa tidak dapat beroperasi	Motor tidak dapat berputar	<i>Main shaft</i> , aus, korosi, dan erosi
3.	Pompa tidak dapat beroperasi	Motor tidak dapat berputar	<i>Bearing</i> , putaran tidak <i>center</i> dan suara motor kasar
4.	Pompa tidak dapat beroperasi	Motor tidak dapat berputar	<i>Rotor coil</i> , korosi dan korsleting
5.	Pompa tidak dapat beroperasi	Motor tidak dapat berputar	<i>Stator coil</i> , korosi dan korsleting
6.	Pompa tidak dapat beroperasi	Motor tidak dapat berputar	<i>Brush</i> , suplai arus terputus
7.	Pompa tidak dapat beroperasi	Motor tidak dapat berputar	<i>Drive pulley</i> , putaran tidak center
8.	Pompa tidak dapat beroperasi	Motor berpotensi terbakar	<i>Cooling fan</i> , motor menjadi panas
9.	Pompa tidak dapat beroperasi	<i>Shaft</i> tidak dapat berputar	<i>Coupling</i> , <i>coupling</i> terlepas
10.	Pompa tidak dapat beroperasi	Transmisi <i>gear</i> tidak dapat berputar	Transmisi <i>gear</i> aus dan patah
11.	Pompa tidak dapat beroperasi	<i>Flow fluida</i> menurun dan pompa <i>downtime</i>	Piston/ <i>plunger</i> , retak dan pecah
12.	Pompa tidak dapat beroperasi	Pompa tidak dapat berputar	Batang piston, patah/ <i>crack</i>
13.	Pompa tidak dapat beroperasi	Pompa tidak dapat berputar	Mur piston, piston tanggal dari dudukannya
14.	Pompa tidak dapat beroperasi	Pompa berpotensi terbakar	<i>Ring/seal</i> , terjadi bocoran <i>fluida</i>
15.	Pompa tidak dapat beroperasi	Pompa berpotensi terbakar	Silinder, terjadi bocoran <i>fluida</i>
16.	Pompa tidak dapat beroperasi	Pompa berpotensi terbakar	Silinder liner, terjadi bocoran <i>fluida</i>
17.	Pompa tidak dapat beroperasi	Pompa berpotensi terbakar	<i>Packing</i> , terjadi bocoran <i>fluida</i>
18.	Pompa tidak dapat beroperasi	Pompa berpotensi terbakar	Perapat <i>packing</i> , terjadi bocoran <i>fluida</i>
19.	Pompa tidak dapat beroperasi	Gagal mentransfer <i>fluida</i>	Katup isap, <i>fluida</i> tidak dapat ditarik
20.	Pompa tidak dapat beroperasi	Gagal mentransfer <i>fluida</i>	Katup buang, <i>fluida</i> tidak dapat dikeluarkan
21.	Tekanan pompa tidak dapat diketahui	Tekanan pompa tidak dapat diketahui	<i>Press Gauge</i> , tidak dapat mengetahui tekanan pompa
22.	Pompa tidak dapat beroperasi	Tekanan pompa yang berlebih tidak dapat dibuang	<i>Relief safety valve</i> , posisi <i>valve</i> gagal membuka

4.5. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) yaitu analisa mode kegagalan dan dampak. Untuk menganalisa kegagalan yang lebih menekankan pada analisa kualitatif dan mengidentifikasi dampak mode kegagalan dari sebuah komponen terhadap sistem, subsistem maupun terhadap komponen itu

sendiri. Berikut cara mendeteksi mode kegagalan dapat dilihat pada form analisa *mode* kegagalan dan dampaknya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pompa Reciprocating 211/212 PM-34 A/B

No.	Nama Item	Kegagalan yang Mungkin Terjadi (<i>Failure Mode</i>)	Dampak dari Kegagalan yang Terjadi	Tindakan Pencegahan agar Kegagalan Tidak Terjadi
1.	Motor <i>Housing</i>	Retak, korosi, dan pecah	Pompa tidak dapat beroperasi	<i>Painting, cleaning</i> dan diganti
2.	<i>Main Shaft</i>	Aus, korosi, dan erosi	Pompa tidak dapat beroperasi	<i>Main shaft</i> diganti
3.	<i>Bearing</i>	Retak, aus, dan pecah	<i>High vibration, noise</i> , aus, dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Bearing</i> diganti
4.	<i>Rotor Coil</i>	Korosi dan korsleting	Motor tidak dapat berputar dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Cleaning</i> dan diganti
5.	<i>Stator Coil</i>	Korosi dan korsleting	Motor tidak dapat berputar dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Cleaning</i> dan diganti
6.	<i>Brush</i>	Korosi dan korsleting	Motor tidak dapat berputar dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Cleaning</i> dan diganti
7.	<i>Drive Pulley</i>	Korosi dan aus	Putaran motor tidak <i>center</i> dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Drive pulley</i> diganti
8.	<i>Cooling Fan</i>	Sompel dan pecah	Motor menjadi panas dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Cleaning</i> dan diganti
9.	<i>Coupling</i>	Baut Coupling	<i>High vibration, noise</i> , dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Realignment</i> dan diganti
10.	Transmisi <i>Gear</i>	Aus dan patah	Pompa tidak dapat beroperasi	Transmisi <i>Gear</i> diganti
11.	Piston	Retak dan pecah	<i>Flow fluida</i> menurun dan pompa tidak dapat beroperasi	Piston diganti
12.	Batang Piston	Retak dan pecah	Pompa tidak dapat beroperasi	Batang piston diganti
13.	Mur Piston	Lepas dan patah	Pompa tidak dapat beroperasi	Mur piston diganti
14.	Silinder	Aus, patah, dan korosi	Bocor dan <i>losses</i> pada aliran dan pompa <i>stop</i>	Silinder diganti
15.	Silinder Liner	Aus, retak, dan korosi	Bocor dan <i>losses</i> pada aliran dan pompa tidak dapat beroperasi	Silinder liner dibubut
16.	<i>Ring /Seal</i>	Erosi, dan korosi	Bocor dan <i>losses</i> pada aliran dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Ring/seal</i> diganti
17.	<i>Packing</i>	Erosi, dan korosi	Bocor dan <i>losses</i> pada aliran dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Packing</i> diganti
18.	Perapat <i>Packing</i>	Erosi, dan korosi	Bocor dan <i>losses</i> pada aliran dan pompa tidak dapat beroperasi	Perapat <i>packing</i> diganti
19.	Katup Isap	Korosi, patah dan erosi	<i>Fluida</i> yang masuk tidak terkontrol dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Cleaning</i> dan diganti
20.	Katup Buang	Korosi, patah dan erosi	<i>Fluida backflow</i> ke silinder dan pompa tidak dapat beroperasi	<i>Cleaning</i> dan diganti
21.	<i>Press Gauge</i>	Kotor dan pecah	Tekanan pompa tidak dapat diketahui	<i>Cleaning</i> dan diganti
22.	<i>Relief safety valve</i>	Korosi dan <i>passing</i> (bocor)	Gagal membuang <i>press</i> yang berlebih	<i>Cleaning, re-sett</i> , dan ganti

Sumber: Penelitian, 2017

4.6 Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis (LTA)* merupakan proses yang kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing kegagalan. Tujuan LTA adalah untuk mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya.

Ada tiga hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan analisis kekritisitas peralatan yaitu sebagai berikut:

1. *Evident*, yaitu bertujuan menentukan pertanyaan apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem.
2. *Safety*, yaitu bertujuan menentukan pertanyaan apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan.
3. *Outage*, yaitu bertujuan menentukan pertanyaan apakah mode kerusakan ini mengakibatkan mesin berhenti.

Berdasarkan *logic tree analysis* tersebut *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.
4. Kategori D, jika *failure mode* tergolong sebagai *hidden failure* yang kemudian digolongkan lagi ke dalam kategori D/A, kategori D/B, dan kategori D/C.

Dari pembahasan diatas dapat diperoleh berupa penyusunan *logic tree analysis* dengan menentukan kategori komponen seperti pada Tabel 9. Penyusunan kategori komponen LTA ini diperoleh dari hasil *interview* terhadap teknisi *maintenance*, Berikut perhitungan penentuan persentase komponen dari setiap kategori:

1. Persentase komponen dari Kategori A atau D/A $\frac{1}{22} \times 100 = 4,55 \%$
2. Persentase komponen dari Kategori B atau D/B $\frac{20}{22} \times 100 = 90,91 \%$
3. Persentase komponen dari Kategori C atau D/C $\frac{1}{22} \times 100 = 4,55 \%$

Tabel 9. Kategori Komponen Pompa Reciprocating 211/212 PM-34 A/B

No.	Kategori	Komponen Utama	Persentase
1	A atau D/A	1	4,55 %
2	B atau D/B	20	90,91 %
3	C atau D/C	1	4,55 %
Total		22	100 %

Sumber: Penelitian, 2017

Berdasarkan Tabel 9 di atas dapat dilihat bahwa terdapat 1 komponen (4,55%) yang termasuk dalam kategori A atau *safety problem* yaitu terdapat pada komponen *relief safety valve* yang mana kegagalan ini dapat membahayakan keselamatan operator.

Selanjutnya terdapat 20 komponen (90,91%) yang termasuk dalam kategori B atau *outage problem* yang mana jika terjadi pada komponen tersebut menyebabkan kegagalan fungsi operasi serta berhentinya pompa beroperasi. Adapun komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Driving system*

Adapun komponen dari *driving system* tersebut adalah:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| a. <i>Bearing</i> | f. <i>Main shaft</i> |
| b. <i>Brush</i> | g. <i>Motor housing</i> |
| c. <i>Cooling fan</i> | h. <i>Rotor coil</i> |
| d. <i>Coupling</i> | i. <i>Stator coil</i> |

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| e. <i>Drive pulley</i> | j. <i>Transmisi gear</i> |
|------------------------|--------------------------|

2. *Pump system*

Adapun komponen dari *pump system* tersebut adalah:

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| a. Batang piston | f. Silinder |
| b. Katup isap | g. Silinder liner |
| c. Katup buang | h. <i>Packing</i> |
| d. Mur piston | i. Perapat <i>packing</i> |
| e. <i>Ring/seal</i> | j. Piston |

Terdapat 1 komponen (4,55%) yang termasuk dalam kategori C yaitu pada komponen *press gauge* yang mana apabila terjadi kegagalan pada komponen tersebut tidak berdampak pada *safety* maupun fungsi operasi komponen pompa. Dari pengelompokkan kategori komponen diatas dapat juga disimpulkan bahwa pentingnya menjaga 19 komponen dari Pompa *Reciprocating 211/212 PM-34 A/B* tersebut dari kerusakan yang dapat mengganggu kelancaran operasi pabrik yang mana akan berdampak pada kerugian perusahaan.

4.7. Task Selection (Pemilihan Tindakan)

Langkah selanjutnya adalah *task selection* yang mana merupakan langkah terakhir dari implementasi metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Langkah ini juga merupakan langkah untuk menentukan strategi perawatan pada suatu peralatan yang harus dipilih. Berikut sistem pemeliharaan dan tindakan yang dihasilkan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* sebagai perencanaan tindakan terhadap masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 10. Hasil perhitungan persentase pemilihan tindakan dapat dilihat sebagai berikut:

1. Perhitungan Persentase dari Kategori *Condition Directed* $\frac{14}{22} \times 100 = 63,64 \%$
2. Perhitungan Persentase dari Kategori *Failure Finding* $\frac{3}{22} \times 100 = 13,64 \%$
3. Perhitungan Persentase dari Kategori *Run to Failure* $\frac{5}{22} \times 100 = 22,72 \%$

Tabel 10. Pemilihan Tindakan Perawatan Pompa Reciprocating 211/212 PM-34 A/B

No.	Kategori Task Selection	Komponen	Persentase
1	<i>Condition directed</i>	14	63,64 %
2	<i>Failure finding</i>	3	13,64 %
3	<i>Run to failure</i>	5	22,72 %
Total		22	100 %

Sumber: Penelitian, 2017

Penentuan pemilihan tindakan perawatan dari setiap komponen Pompa *Reciprocating 211/212 PM-34 A/B* ini diperoleh dari hasil kesimpulan *interview* terhadap teknisi *maintenance* yang ada dilapangan.

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa terdapat 14 komponen dari 22 komponen (63,64 % dari keseluruhan komponen) yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *condition directed*. *Condition directed* adalah perawatan komponen yang dilakukan dengan mendeteksi kerusakan, apabila dalam pemeriksaan ditemukan gejala-gejala kerusakan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen. Komponen-komponen yang termasuk dalam kategori *condition directed* adalah:

1. *Driving system*

Komponen dari *driving system* yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *condition directed* adalah sebagai berikut:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| a. <i>Bearing</i> | e. <i>Motor housing</i> |
| b. <i>Cooling fan</i> | f. <i>Main shaft</i> |
| c. <i>Coupling</i> | g. <i>Transmisi gear</i> |
| d. <i>Drive pulley</i> | |

2. *Pump system*

Komponen dari *pump system* yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *condition directed* adalah sebagai berikut:

- a. Katup isap
- b. Katup buang
- c. *Packing*
- d. Perapat *packing*
- e. *Ring/seal*

3. *Support system*

Komponen dari *support system* yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *condition directed* adalah sebagai berikut:

- a. *Press gauge*
- b. *Relief safety valve*

Sebanyak 3 komponen dari 22 komponen (13,64 % dari keseluruhan komponen) yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *failure finding* yang berarti perawatannya bertujuan untuk menemukan kerusakan peralatan tersembunyi dengan pemeriksaan berkala dan menggunakan peralatan yang khusus. Komponen-komponen yang termasuk dalam kategori ini adalah sebagai berikut:

1. *Driving system*

Adapun komponen dari *driving system* yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *failure finding* adalah sebagai berikut:

- a. *Brush*
- b. *Rotor coil*
- c. *Stator coil*

Sebanyak 5 komponen dari 22 komponen (22,72 % dari keseluruhan komponen) yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *run to failure*. *Run to failure* adalah suatu tindakan yang menggunakan peralatan tersebut sampai rusak, hal ini dikarenakan belum ada tindakan yang ekonomis dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan. Komponen-komponen yang termasuk dalam kategori ini adalah sebagai berikut:

1. *Pump system*

Adapun komponen dari *pump system* yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *run to failure* adalah sebagai berikut:

- a. Batang piston

- b. Mur piston
- c. Piston
- d. Silinder
- e. Silinder liner

Berdasarkan hasil data perbaikan yang telah diperoleh selama penelitian ini berlangsung didapatkan bahwa komponen yang sering mengalami kegagalan dan kerusakan termasuk didalam kategori *condition directed* yaitu terdapat di *pump system* pada komponen *ring/seal*, *packing*, dan perapat *packing*.

Kategori tindakan perawatan ini bertujuan untuk memudahkan dalam penentuan tindakan perawatan yang paling tepat untuk setiap *mode* kegagalan/kerusakan dari masing-masing komponen mesin. Pada akhirnya kategorisasi tindakan ini dapat membantu perusahaan dalam meminimumkan *downtime*, meningkatkan ketersediaan dari setiap mesin, meningkatkan umur penggunaan mesin, meningkatkan kualitas produksi, serta menjamin mesin dapat digunakan sesuai dengan fungsinya.

V. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan dari hasil pembahasan dan analisa. Kesimpulan tersebut adalah:

1. Implementasi metode *Realibility Centered Maintenance* (RCM) yang digunakan oleh peneliti untuk perawatan Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B adalah dengan melakukan Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, Mendefinisikan batasan sistem, Mendeskripsikan sistem dan *functional diagram block*, Penentuan fungsi sistem dan kegagalan fungsi, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Logic Tree Analysis* (LTA), dan yang terakhir Menentukan pemilihan tindakan (*Task selection*). Berdasarkan implementasi metode RCM yang dianalisa peneliti sudah sesuai dengan standar menurut Smith (1992) dalam Asisco, dkk (2012).
2. Sistem pemeliharaan atau perawatan yang diperoleh dari penelitian ini pada Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B adalah dengan melakukan tindakan diantaranya *Condition Directed* (CD) yaitu tindakan yang diambil bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat dan memonitoring sejumlah data yang ada. Tindakan kategori ini mencapai 63,64% berdasarkan pengelompokkan komponen, *Failure Finding* (FF) yaitu tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala dan bantuan alat yang khusus. Tindakan kategori ini mencapai 13,64% berdasarkan pengelompokkan komponen dan yang terakhir adalah *Run to Failure* (RTF) yaitu ini bersifat korektif karena gejala *mode* kegagalan tidak dapat

diidentifikasi secara visual dan untuk mengetahuinya harus melakukan *overhaul* peralatan. Tindakan kategori ini mencapai 22,72% berdasarkan pengelompokan komponen.

5.2. Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan sebagai masukan bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari penelitian yang diperoleh, peneliti menyarankan agar metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini dapat diterapkan sebagai sistem perawatan pada Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B di unit *Hydrocracker Unibon* PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit II Dumai*. Dengan adanya penerapan *maintenance* dengan metode RCM perusahaan dapat mengetahui jenis tindakan perawatan apa yang harus diambil sehingga peralatan tersebut dapat beroperasi dengan optimal dan tidak mengganggu sistem operasi yang ada di unit *Hydrocracker Unibon*.
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada Pompa *Reciprocating* 211/212 PM-34 A/B, diharapkan untuk penelitian selanjutnya para calon-calon peneliti dapat melakukan penelitian pada peralatan yang lain yang terdapat di PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit II Dumai*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asisco, H., Amar, K., dan Perdana, R., Y., 2012, *Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim, Vol. VIII, No. 2, Oktober 2012: 78-98
- [2] Azis, M, T., Suprawhardana, M, S., dan Purwanto, T, P., 2009, *Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance* (RCM) Berbasis WEB pada Sistem Pendingin Primer di Reaktor Serbaguna GA. *Siwabessy*, ISSN 1978-0176
- [3] Hakim, L., dan Fahrizal., 2012, *Penerapan RCM Pada Sistem Distribusi Air di PDAM Pasir Putih Pematangan Barangan Kabupaten Rokan Hulu*, Universitas Pasir Pangaraian
- [4] Kurniawan, F., 2013, *Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri*, Graha Ilmu Jakarta
- [5] Nurato., Kholil, M., dan Joko, S., 2009, *Perencanaan Perawatan Mesin Okuma HJ 28 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance* Pada Bagian *Service Engineer*, Jurnal PASTI Volume IX No 2, 177 – 181
- [6] Palit, H, C., dan Sutanto, W., 2012, *Perencanaan RCM untuk Mengurangi Downtime Mesin Pada Perusahaan Manufaktur Aluminium*, ISBN : 978-602-97491-4-4
- [7] Sari, D, P., dan Ridho, M, F., 2016, *Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance* (RCM) II Pada Mesin *Blowing I* di *Plant I* PT. Pisma Putra Textile, Vol. XI, No.2, Mei 2016
- [8] Sarjito., 2014, *Pompa Reciprocating Piston: Karya Tulis, Teknik Mesin*, Universitas Brawijaya, Indonesia
- [9] Wicaksono, A., dan Sibagariang, T., 2014, *Panduan Unit Hydrocracker Unibon*, PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit II Dumai*, Riau
- [10] *Komponen Motor Listrik dan Masing-masing fungsinya*, <http://www.autoexpose.org/2017/05/komponen-motor-listrik.html?m=1> diakses pada tanggal 21 September 2017, pada pukul 21.00 Wib