

PENERAPAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) PADA PERAWATAN MESIN *CONVEYOR UNLOADING* *PHOSPHATE ROCK* (Studi Kasus PT PETROKIMIA GRESIK)

Indra Ikhsan Praja¹, Said Salim Dahda², Dzakiyah Widyaningrum³

¹Mahasiswa Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

^{2,3}Dosen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik Jl. Sumatera No. 101
GKB-Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: djthara.indra@gmail.com

ABSTRAK

Proses bongkar material bahan baku pupuk merupakan proses yang penting dalam operasional PT Petrokimia Gresik. Dalam proses distribusi atau pengangkutan *raw material* dari pelabuhan menuju gudang pabrik atau ruang produksi, salah satu peralatan utama yang digunakan adalah *conveyor*. Selama ini, *conveyor* 02M603 yang digunakan dalam proses bongkar di pelabuhan PT Petrokimia masih sering mengalami kerusakan sehingga menimbulkan kerugian salah satunya dalam bentuk biaya *demurrage*. Solusi dari permasalahan ini ialah memberikan usulan rencana jadwal perawatan mesin dengan menggunakan metode *reliability centered maintenance*. Hasil penerapan metode *Reliability Centered maintenance* diperoleh empat komponen yang harus dirawat secara terjadwal (*time directed*) yaitu: *carrier roller*, *support carrier*, *impact roller* dan *rubber seal*. Komponen-komponen tersebut merupakan komponen yang paling sering mengalami kerusakan dan menyebabkan *downtime* pada *conveyor* 02M603. Berdasarkan hasil analisis diusulkan agar perawatan dilakukan bukan selama 100 jam atau setiap 1 kali bongkar karena salah satu komponen, yaitu *carrier roller* memiliki nilai MTTF dibawah 200 jam, sehingga apabila perawatan dilaksanakan tiap 200 jam dapat memperbesar kemungkinan terjadinya *downtime* akibat kerusakan *carrier roller*.

Kata kunci: Perawatan, *Reliability Centered maintenance*

1. PENDAHULUAN

Di PT Petrokimia Gresik, dalam proses distribusi atau pengangkutan *raw material* dari pelabuhan menuju gudang pabrik atau ruang produksi, salah satu peralatan utama yang digunakan adalah *conveyor*. *Conveyor* penting karena bahan baku yang dipindahkan dari pelabuhan ke pabrik tersebut umumnya merupakan *bulk material*, yaitu bahan material yang dalam pemindahannya tidak memerlukan *bag*, *barrel*, *bottle*, *drum* dan lain-lain. Adapun *bulk material* yang ditransfer di PT Petrokimia Gresik antara lain adalah *sulphur* (belerang) dan *phosphate rock* (pospat). Adanya kerusakan atau hambatan yang terjadi dapat memberikan dampak besar bagi kegiatan distribusi, salah satunya adalah timbulnya *demurrage*. Selama ini, karena

keterlambatan waktu bongkar bahan baku dari kapal, PT. Petrokimia Gresik seringkali masih harus mengeluarkan biaya *demurrage* tersebut, yang jumlahnya mencapai 20.000 USD per hari.

Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan diketahui bahwa jumlah biaya *demurrage* yang terbesar adalah pada kegiatan bongkar *phosphate rock* Mesir, yang jumlahnya hampir mencapai 50% dari total biaya *demurrage* yang harus dikeluarkan (*Weekly*

Report Departemen Pengelolaan Pelabuhan Petrokimia Gresik, 2017). Berdasarkan hasil studi awal diketahui pula bahwa penyebab paling dominan dari terjadinya *demurrage* tersebut adalah *internal equipment breakdown* pada jalur *conveyor* 02M603 yang mengalami *overload* (EVABB *Phosphate Rock* Mesir – Bagian Administrasi Pelabuhan Petrokimia Gresik, 2018).

Berdasarkan gambaran kondisi di atas, terlihat betapa pentingnya *conveyor* dalam proses distribusi/pengangkutan *bulk material* di PT Petrokimia Gresik. Oleh karenanya peralatan tersebut harus dirawat agar bekerja dengan baik, tidak rusak, dan optimal, sehingga perlu dilakukan perawatan secara *continuous*. Perawatan yang dilakukan di perusahaan selama ini lebih sering dilakukan setelah terjadi kerusakan. Sistem perawatan tersebut kurang optimal dalam memberikan data yang akurat tentang kapan suatu mesin atau komponen akan mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi pada mesin dan peralatan tersebut, selain memberikan kerugian bagi perusahaan dalam hal biaya *demurrage*, juga dapat mengganggu jalannya proses produksi karena keterlambatan transportasi bahan baku juga bahkan dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi.

Akibatnya target produksi tidak tercapai dan beban biaya produksi semakin tinggi.

Selain kerugian dari sisi materiil seperti yang disebutkan di atas, kerusakan *conveyor* juga berpotensi menimbulkan masalah pada kesehatan para karyawan, karena menyebabkan area menjadi sangat berdebu. Hal ini menimbulkan *unsafe condition* karena *cleaning* tumpahan material bahan baku. Gangguan-gangguan terhadap mesin *conveyor* tersebut seringkali disebabkan karena waktu kapan terjadinya kegagalan tidak bisa diramalkan. Hal ini berkaitan dengan jenis perawatan mesin, belum adanya perencanaan jadwal perawatan berdasarkan analisis kegagalan mesin, dan tidak terencananya suku cadang penunjang sistem perawatan. Untuk mengatasi beberapa permasalahan tersebut, perlu dilakukan suatu analisis terhadap perawatan mesin dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

PT Petrokimia Gresik selama ini belum pernah menerapkan metode tersebut dalam perawatan mesin di perusahaan. Oleh karenanya penelitian ini mencoba untuk mengusulkan sistem perawatan mesin dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Metode RCM diharapkan dapat menetapkan *schedule maintenance* dan dapat mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat yang harus dilakukan pada setiap komponen mesin.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah: (1) untuk mengetahui komponen yang sering mengalami kerusakan pada *conveyor* 02M603; (2) untuk mengetahui rata-rata waktu kerusakan dan rata-rata waktu perbaikan dari komponen kritis pada *conveyor* 02M603 sebagai dasar pembuatan keputusan model perawatan yang tepat; dan (3) untuk mengetahui tingkat keandalan dari komponen kritis pada *conveyor* 02M603.

2. METODOLOGI

Tahapan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Tahap Identifikasi dan Pendahuluan

Tahap ini merupakan tahap persiapan atas penelitian yang akan dilakukan. Tahapan ini terdiri dari: (a) Tahapan Studi Lapangan; (b) Tahapan Studi Literatur; (c) Perumusan Masalah; (d) Tujuan Penelitian

2. Tahap Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri dari: (a) data primer, yaitu jenis dan cara kerja

conveyor 02M603, untuk memahami cara kerja komponen mesin, agar memudahkan menganalisa penyebab kerusakan pada *conveyor* 02M603; (b) data sekunder, yaitu data mengenai: data frekuensi dan waktu *downtime* dari kerusakan *conveyor* 02M603, data kerusakan komponen pada *conveyor* 02M603 dan data waktu perbaikan korektif komponen

Pengumpulan data dilakukan dengan cara: (a) observasi; (b) membaca buku-buku laporan administrasi serta catatan-catatan pihak perusahaan yang berhubungan dengan data yang diperlukan; (c) wawancara; (d) studi kepustakaan

3. Tahap Pengolahan Data

a. Penentuan Komponen Prioritas, sesuai langkah-langkah dari metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM): (1) Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi; (2) Pendefinisian Batasan Sistem; (3) Penjelasan Sistem dan Blok Diagram Fungsi; (4) Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi; (5) Analisis *Mode Kegagalan dan Efek Kegagalan* (FMEA); (6) Analisis Cabang Logika (LTA); (7) Pemilihan Tindakan;

b. Pengujian Pola Distribusi dan *Reliability* Konsep keandalan terdiri atas empat bagian, yaitu *Probability Density Function* (PDF), *Cumulative Distribution Function* (CDF), *Reliability Function*, dan *Hazard Function*.

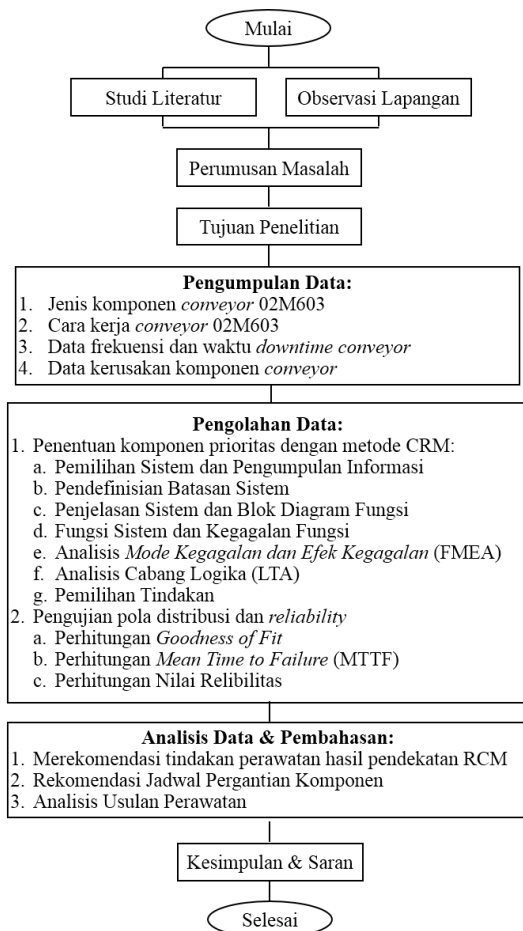
4. Tahap Analisis

Tahapan analisis data ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: (a) Merekomendasi tindakan perawatan hasil pendekatan RCM; (b) Rekomendasi Jadwal Pergantian Komponen; dan (c) Analisis Usulan Perawatan

5. Tahap Kesimpulan dan saran

Pada tahap kesimpulan dan saran, akan diberikan usulan perawatan komponen pada mesin *conveyor* 02M603 dan 02M605

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1 Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Kerusakan

Tabel 1 Data Jenis dan Frekuensi Kerusakan Komponen Conveyor 02M603 Tahun 2018

Nama Komponen	Jenis Kerusakan	Tindakan Yang Dilakukan	Frekuensi	Downtime (hours)
Carrier Roller	Roller rusak	Ganti	7	16,08
Support Carrier	Support patah	Ganti	4	11,75
Rubber Seal	Rubber seal aus	Ganti	4	8,25
Belt	Putus	Splicing	4	12,50
Impact Roller	Roller rusak	Ganti	3	8,75
Total			22	57,33

Tabel 2 Data Hasil Perhitungan TTF dan TTR Carrier Roller

No	Tanggal Kerusakan	Tanggal Perbaikan	Waktu Kerusakan	Waktu Perbaikan		TTR (jam)	TTF (jam)
				Mulai	Selesai		
1	09/01/2018	09/01/2018	08.30	08.40	10.10	1,50	0,00
2	12/03/2018	12/03/2018	10.25	10.40	13.15	1,58	183,08
3	17/07/2018	17/07/2018	07.45	08.10	09.55	1,75	212,75
4	13/08/2018	13/08/2018	09.00	09.25	10.55	1,50	189,08
5	28/08/2018	28/08/2018	13.40	14.00	15.55	1,92	72,02
6	25/10/2018	25/10/2018	10.30	10.45	14.10	2,42	127,58
7	09/11/2018	09/11/2018	07.25	08.15	10.40	2,42	109,00

Tabel 3 Data Hasil Perhitungan TTF dan TTR Support Carrier

No	Tanggal Kerusakan	Tanggal Perbaikan	Waktu Kerusakan	Waktu Perbaikan		TTR (jam)	TTF (jam)
				Mulai	Selesai		
1	09/01/2018	09/01/2018	07.45	08.10	09.55	1,75	0,00
2	17/07/2018	17/07/2018	08.00	08.15	11.25	3,17	316,25
3	10/11/2018	10/11/2018	08.15	08.45	11.10	2,42	262,67
4	21/12/2018	21/12/2018	11.20	13.00	16.35	2,58	156,83

Tabel 4 Data Hasil Perhitungan TTF dan TTR Rubber Seal

No	Tanggal Kerusakan	Tanggal Perbaikan	Waktu Kerusakan	Waktu Perbaikan		TTR (jam)	TTF (jam)
				Mulai	Selesai		
1	09/02/2018	09/02/2018	08.35	09.00	10.35	1,58	0,00
2	05/06/2018	05/06/2018	14.00	14.30	16.00	1,50	312,75
3	06/11/2018	06/11/2018	09.45	10.00	11.40	1,67	351,50
4	06/12/2018	06/12/2018	10.00	10.15	13.20	2,08	173,33

Tabel 5 Data Hasil Perhitungan TTF dan TTR Conveyor Belt

No	Tanggal Kerusakan	Tanggal Perbaikan	Waktu Kerusakan	Waktu Perbaikan		TTR (jam)	TTF (jam)
				Mulai	Selesai		
1	10/04/2018	10/04/2018	13.10	13.30	15.55	2,42	0,00
2	13/08/2018	13/08/2018	08.00	08.30	11.45	3,25	923,92
3	23/10/2018	23/10/2018	07.15	08.00	10.50	2,83	396,08
4	06/12/2018	06/12/2018	09.00	09.25	11.25	2,00	255,67

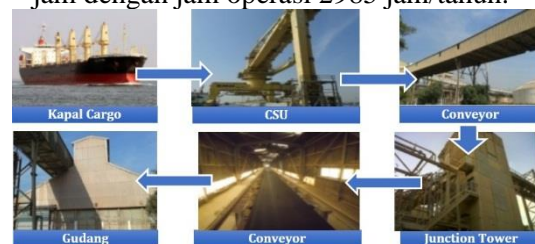
Tabel 6 Data Hasil Perhitungan TTF dan TTR Impact Roller

No	Tanggal Kerusakan	Tanggal Perbaikan	Waktu Kerusakan	Waktu Perbaikan		TTR (jam)	TTF (jam)
				Mulai	Selesai		
1	22/04/2018	22/04/2018	08.20	08.30	11.15	2,75	0,00
2	17/07/2018	17/07/2018	13.25	13.10	14.50	1,67	599,67
3	21/11/2018	21/11/2018	07.35	07.45	11.30	3,75	718,17

B. Reliability Centered Maintenance (RCM)

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Berdasarkan wawancara dan data dokumentasi perusahaan dari Bagian Prasarana dan Utilitas Departemen Pengelolaan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik, kegagalan pada komponen paling banyak terjadi pada salah satu mesin yaitu mesin conveyor 02M603 sehingga pengumpulan informasi dilakukan pada mesin conveyor 02M603. Proses analisis RCM sebaiknya dilakukan pada tingkat sistem bukan pada tingkat komponen. Namun proses analisis dilakukan pada sistem permesinan mesin conveyor 02M603 karena memiliki downtime paling tinggi yaitu 57,33 jam dengan jam operasi 2985 jam/tahun.



Gambar 2 Proses Unloading Phosphate Rock di Pelabuhan Petrokimia Gresik

2. Pendefinisian batasan sistem

Definisi batasan sistem pada metode Reliability Centered Maintenance biasanya dibuat dalam bentuk formulir deskriptif dari sistem itu sendiri seperti yang diperlihatkan pada Formulir RCM-System Analysis.

Tabel 7 Definisi Batasan Sistem Conveyor 02M603

OUT	Eject	Material sebelumnya melalui CSU, conveyor 02M602 dan junction tower
IN	Injection	Material kemudian dibawa menuju gudang F1
OUT	Eject	Conveyor 02M603 memiliki lintasan kombinasi inklinasi dan horizontal
OUT	Eject	Panjang lintasan conveyor 02M603 adalah sepanjang 1 kilometer dari junction tower hingga gudang
OUT	Eject	Material yang ditransport kapasitasnya lebih dari 2000 ton/jam

3. Deskripsi sistem dan blok fungsi

Ada beberapa item yang dikembangkan pada tahap ini yaitu:

a. Deskripsi sistem (*system description*)

1) Unit Utama:

Belt, yang berfungsi sebagai alas dari material yang diangkut.

2) Unit Pendukung:

a) *Carrier roller* berfungsi sebagai pengantar *belt* beserta material yang ditransfer serta menahan *belt* agar tidak mengalami lendutan yang dapat menimbulkan kebocoran pada celah.

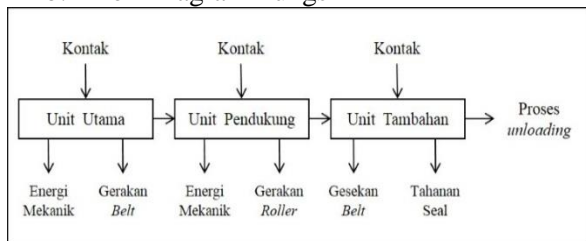
b) *Support carrier* merupakan tumpuan pemasangan *carrier roller*

c) *Impact roller* berfungsi sebagai penahan jatuhnya material dan melindungi *belt* dari benturan material terhadap *carrier roller*

3) Unit Tambahan:

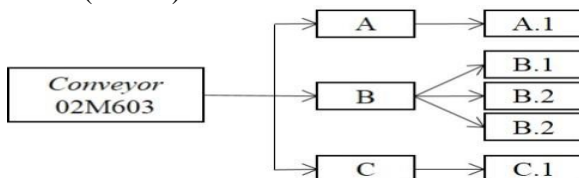
Rubber seal, yang berfungsi sebagai alas dari material yang diangkut.

b. Blok Diagram Fungsi



Gambar 3 Blok Diagram Fungsi Mesin Conveyor 02M603

c. System Work Breakdown Structure (SWBS)



Gambar 4 System Work Breakdown Structure (SWBS)

Uraian pengkodean SWBS:

Tabel 8 SWBS Conveyor 02M603

Kode	Unit	Kode	Nama Komponen
A	Unit Utama	A.1	<i>Belt</i>
B	Unit Pendukung	B.1	<i>Carrier Roller</i>
		B.2	<i>Support Carrier</i>
		B.3	<i>Impact Roller</i>
C	Unit Tambahan	C.1	<i>Rubber Seal</i>

d. Data historis *equipment*

Tabel 9 Data Historis Peralatan

No.	Part	Failure Mode	Failure Cause
1	<i>Belt</i>	<i>Belt</i> putus	1. Gesekan dengan <i>scraper</i> yang terlalu menekan pada <i>splicing</i> 2. Kesalahan pada <i>overload</i> 3. <i>Overload</i>
2	<i>Carrier Roller</i>	<i>Roller</i> rusak	1. Pemasangan tidak <i>alignment</i> 2. <i>Rubber lining</i> aus 3. <i>Bearing</i> rusak
3	<i>Support Carrier</i>	<i>Support</i> patah	1. Pemasangan tidak <i>alignment</i> 2. <i>Screw</i> patah 3. Korosi
4	<i>Impact Roller</i>	<i>Roller</i> rusak	1. Pemasangan tidak <i>alignment</i> 2. <i>Rubber lining</i> aus 3. <i>Bearing</i> rusak
5	<i>Rubber Seal</i>	<i>Seal</i> aus	1. <i>Belt</i> miring sehingga menggerus <i>seal</i> di satu titik 2. Pemasangan terlalu rapat sehingga gesekan dengan <i>belt</i> makin besar

4. Pendeskripsian fungsi sistem dan kegagalan fungsi

Pengkodean fungsi dan kegagalan fungsi dilakukan dengan keterangan sebagai berikut:

- a. Huruf melambangkan nama unit operasi dari mesin conveyor 02M603.
- b. Angka pertama melambangkan nama komponen utama dari mesin conveyor 02M603
- c. Angka kedua melambangkan kegagalan fungsi.

Tabel 10 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Kode Fungsi Sistem	Kode Kegagalan Fungsi	Uraian
A.1		Berfungsi sebagai alas material yang diangkut
	A.1.1	Mengalami kerusakan akibat adanya gesekan dengan <i>scraper</i> yang terlalu menekan, kesalahan pada <i>splicing</i> dan <i>overload</i>
B.1		Berfungsi sebagai pengantar <i>belt</i> beserta material yang ditransfer serta menahan <i>belt</i> agar tidak mengalami lendutan yang dapat menimbulkan kebocoran pada celah
	B.1.1	Mengalami kerusakan akibat pemasangan tidak <i>alignment</i> , <i>rubber lining</i> yang aus dan <i>bearing</i> yang rusak
B.2		Berfungsi sebagai tumpuan pemasangan <i>carrier roller</i>
	B.2.1	Mengalami kerusakan akibat pemasangan tidak <i>alignment</i> , <i>screw</i> patah dan korosi
B.3		Berfungsi sebagai penahan jatuhnya material dan melindungi <i>belt</i> dari benturan material terhadap <i>carrier roller</i>
	B.3.1	Mengalami kerusakan akibat pemasangan tidak <i>alignment</i> , <i>rubber lining</i> yang aus dan <i>bearing</i> yang rusak
C.1		Berfungsi sebagai penyekat agar material tidak keluar dari <i>belt</i> pada saat proses transfer
	C.1.1	Mengalami kerusakan karena posisi <i>belt</i> miring sehingga menggerus <i>seal</i> di satu titik dan karena pemasangan terlalu rapat sehingga gesekan dengan <i>belt</i> menjadi semakin besar

5. Penyusunan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

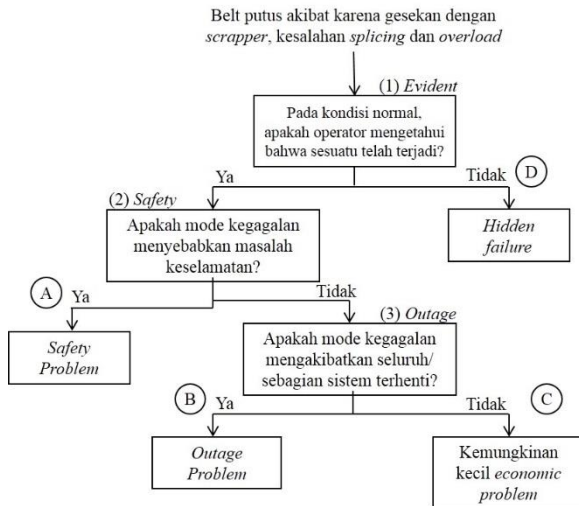
Tabel 11 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

No	Part	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	Severiti	Occurance	Detection	RPN
1	Belt	Putus	- Gesekan dengan scraper - Kesalahan splicing - Overload	Mesin gagal beroperasi	9	6	4	216
2	Carrier Roller	Rusak	- Pemrosesan tidak tepat - Rubber lining aus - Bearing rusak	Proses transfer tidak sempurna	7	6	4	168
3	Support Carrier	Rusak	- Pemrosesan tidak tepat - Serev patah - Korosi	Proses transfer tidak sempurna	8	6	3	144
4	Impact Roller	Rusak	- Pemrosesan tidak tepat - Rubber lining aus - Bearing rusak	Menimbulkan kebocoran material di area impact	7	6	3	126
5	Rubber Seal	Aus	- Posisi belt miring - Pemasangan terlalu rapat	Menimbulkan kebocoran material di sisi conveyor	7	5	2	70

Pada hasil FMEA peralatan yang memiliki RPN tertinggi akan diprioritaskan dalam kegiatan perawatan. Urutan komponen yang memiliki RPN tertinggi sampai yang terendah adalah belt conveyor, carrier roller, support carrier, impact roller, dan rubber seal.

Penyusunan Logic Tree Analysis (LTA)

LTA (Logic Tree Analysis) untuk komponen yang menyebabkan kegagalan fungsi sistem pengangkutan material phosphate rock adalah sebagai berikut:



Gambar 4 Penyusunan LTA

Rekapitulasi Logic Tree Analysis pada mesin conveyor 02M603:

Tabel 12 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

No.	Part	Failure Mode	Evident	Safety	Outage	Category
1	Belt	Putus	Y	T	Y	B
2	Carrier Roller	Rusak	Y	T	Y	B
3	Support Carrier	Rusak	Y	T	Y	B
4	Impact Roller	Rusak	Y	T	T	C
5	Rubber Seal	Aus	Y	T	T	C

6. Pemilihan Tindakan

Tabel 13 Pemilihan Tindakan Perawatan Mesin Conveyor 02M603

No.	Part	Failure Mode	Selection Guide						Selection Task
			1	2	3	4	5	6	
1	Belt	Putus	Y	Y	T	T	-	Y	C.D.
2	Carrier Roller	Rusak	Y	Y	T	T	-	Y	T.D.
3	Support Carrier	Rusak	Y	Y	T	T	-	Y	T.D.
4	Impact Roller	Rusak	Y	Y	T	T	-	Y	T.D.
5	Rubber Seal	Aus	Y	T	T	T	-	Y	T.D.

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

a. Time Directed (T.D) yaitu tindakan yang diambil yang lebih berfokus pada aktivitas pergantian yang dilakukan secara berkala. Komponen yang termasuk dalam pemilihan tindakan ini adalah:

- 1) Carrier Roller
- 2) Support Carrier
- 3) Impact Roller
- 4) Rubber Seal

b. Condition Directed (C.D), tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara visual inspection, memeriksa alat, serta memonitoring sejumlah data yang ada. Komponen yang termasuk dalam pemilihan tindakan ini adalah Conveyor Belt.

C. Pengujian Pola Distribusi dan Reliability

Berdasarkan hasil analisis RCM pada komponen mesin conveyor 02M603, maka komponen yang akan diuji pola distribusinya dan kemudian ditentukan nilai reliability-nya adalah komponen yang tindakan perawatannya bersifat waktu/Time Directed (TD). Komponen tersebut adalah carrier roller, support carrier, impact roller dan rubber seal. Namun karena data TTF dari impact roller hanya 2, maka tidak dapat dilakukan perhitungan distribusi serta MTTF. Dengan demikian perhitungan lebih lanjut hanya dilakukan pada carrier roller, support carrier dan rubber seal.

1. Komponen Carrier Roller

Tabel 14 Hasil Perhitungan Goodness of Fit Carrier Roller

Distribusi	TTF		TTR	
	Anderson-Darling	Correlation Coefficient	Anderson-Darling	Correlation Coefficient
Weibull	2,060	0,984	2,420	0,902
Normal	2,069	0,976	2,041	0,927
Lognormal	2,132	0,962	1,970	0,939
Exponential	3,565	*	4,631	*

Tabel 15 Hasil Perhitungan MTTF Carrier Roller Distribusi Weibull

MTTF	Std. Error	95% Normal CI		β	θ
		Lower	Upper		
150,113	25,1166	108,143	208,373	2,6129	168,982

Karena distribusi yang terpilih adalah Weibull, maka hasil MTTF carrier roller adalah 150,113 jam dan pada CI 95% maka umur pemakaian carrier roller adalah antara 108,143 hingga 208,373 jam.

Tabel 16 Hasil Perhitungan MTTR Carrier Roller Distribusi Lognormal

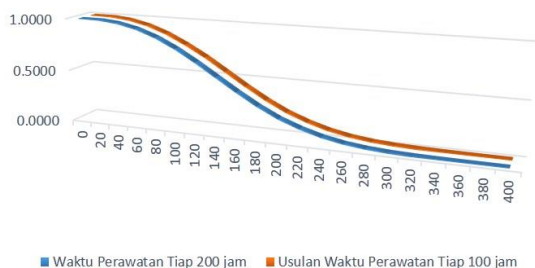
Mean	Std. Error	95% Normal CI	
		Lower	Upper
1,87832	0,15795	1,59291	2,21488

Karena distribusi yang terpilih adalah Lognormal, maka hasil MTTR carrier roller

adalah 1,89 jam dan pada CI 95% maka waktu perbaikan *carrier roller* adalah antara 1,593 hingga 2,215 jam.

Selanjutnya berdasarkan hasil simulasi perhitungan reliabilitas *carrier roller* dapat dijelaskan bahwa:

- a. Dengan jadwal perawatan awal yaitu tiap 200 jam (T_a), dapat diketahui tingkat keandalan yaitu 18,13% saat dilakukan perawatan.
- b. Dengan usulan perawatan tiap 100 jam sekali (T^*), maka tingkat keandalan 73,79% saat dilakukan perawatan.



Gambar 5 Peningkatan Reliabilitas *Carrier Roller*

2. Komponen *Support Carrier*

Tabel 17 Hasil Perhitungan *Goodness of Fit Support Carrier*

Distribusi	TTF		TTR	
	Anderson-Darling	Correlation Coefficient	Anderson-Darling	Correlation Coefficient
Weibull	3,474	0,983	2,795	0,986
Normal	3,479	0,983	2,799	0,986
Lognormal	3,511	0,965	2,826	0,976
Exponential	4,035	*	3,991	*

Tabel 18 Hasil Perhitungan MTTF *Support Carrier* Distribusi Weibull

MTTF	Std. Error	95% Normal CI		β	θ
		Lower	Upper		
247,965	61,094	152,992	401,893	2,70283	278,827

Karena distribusi yang terpilih adalah Weibull, maka hasil MTTF *support carrier* adalah 247,97 jam dan pada CI 95% maka umur pemakaian *support carrier* adalah antara 152,99 hingga 401,89 jam.

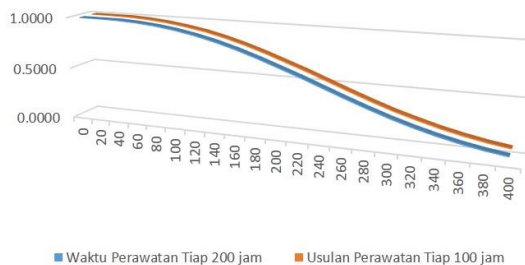
Tabel 19 Hasil Perhitungan MTTR *Support Carrier* Distribusi Weibull

Mean	Std. Error	95% Normal CI	
		Lower	Upper
2,47162	0,33065	1,90155	3,21259

Karena distribusi yang terpilih adalah Weibull, maka hasil MTTR *support carrier* adalah 2,47 jam dan pada CI 95% maka waktu perbaikan *support carrier* adalah antara 1,902 hingga 3,213 jam.

Selanjutnya berdasarkan hasil simulasi perhitungan reliabilitas *support carrier* dapat dijelaskan bahwa:

- a. Dengan jadwal perawatan awal yaitu tiap 200 jam (T_a), dapat diketahui tingkat keandalan yaitu 51,72% saat dilakukan perawatan.
- b. Dengan usulan perawatan tiap 100 jam sekali (T^*), maka tingkat keandalan 90,47% saat dilakukan perawatan.



Gambar 6 Peningkatan Reliabilitas *Support Carrier*

3. Komponen *Rubber Seal*

Tabel 20 Hasil Perhitungan *Goodness of Fit Rubber Seal*

Distribusi	TTF		TTR	
	Anderson-Darling	Correlation Coefficient	Anderson-Darling	Correlation Coefficient
Weibull	3,526	0,959	3,197	0,892
Normal	3,537	0,951	2,918	0,919
Lognormal	3,571	0,933	2,884	0,933
Exponential	4,065	*	4,235	*

Tabel 21 Hasil Perhitungan MTTF *Rubber Seal* Distribusi Weibull

MTTF	Std. Error	95% Normal CI		β	θ
		Lower	Upper		
282,143	73,0992	169,799	468,817	2,65649	317,442

Karena distribusi yang terpilih adalah Weibull, maka hasil MTTF *rubber seal* adalah 282,14 jam dan pada CI 95% maka umur pemakaian *rubber seal* adalah antara 169,80 hingga 468,82 jam.

Tabel 22 Hasil Perhitungan MTTR *Rubber Seal* Distribusi Lognormal

Mean	Std. Error	95% Normal CI	
		Lower	Upper
1,71608	0,13815	1,46559	2,00938

Karena distribusi yang terpilih adalah Lognormal, maka hasil MTTR *rubber seal* adalah 1,72 jam dan pada CI 95% maka waktu perbaikan *rubber seal* adalah antara 1,466 hingga 2,009 jam.

Selanjutnya berdasarkan hasil simulasi perhitungan reliabilitas *rubber seal* dapat dijelaskan bahwa:

- a. Dengan jadwal perawatan awal yaitu tiap 200 jam (T_a), dapat diketahui tingkat keandalan yaitu 68,87% saat dilakukan perawatan.

- b. Dengan usulan perawatan tiap 100 jam sekali (T^*), maka tingkat keandalan 92,89% saat dilakukan perawatan



Gambar 7 Peningkatan Reliabilitas *rubber seal*

4. ANALISIS

1. Analisis Jenis Kerusakan

Selama tahun 2018, *conveyor* 02M603 mengalami kerusakan sebanyak 22 kali dengan *downtime* selama 56,58 jam (3395 menit). Kerusakan pada *conveyor* 02M603 tidak selalu terjadi pada setiap bulan, dengan frekuensi yang bervariasi pula. Frekuensi kerusakan *conveyor* 02M603 terbanyak terjadi pada bulan November 2018, yaitu sebanyak 4 kali dengan *downtime* selama 12,17 jam (730 menit). Adapun jenis kerusakan yang terjadi antara lain:

- Belt* putus akibat adanya gesekan dengan *scraper* yang terlalu menekan, kesalahan pada *splicing* dan *overload*
- Carrier roller* rusak akibat pemasangan tidak *alignment*, *rubber lining* yang aus dan *bearing* yang rusak
- Support carrier* rusak akibat pemasangan tidak *alignment*, *screw* patah dan korosi
- Impact roller* rusak akibat pemasangan tidak *alignment*, *rubber lining* yang aus dan *bearing* yang rusak
- Rubber seal* aus karena posisi *belt* miring sehingga menggerus *seal* di satu titik dan karena pemasangan terlalu rapat sehingga gesekan dengan *belt* menjadi semakin besar

2. Analisis Komponen Kritis Mesin

Komponen kritis *conveyor* 02M603 sesuai dengan data yang diperoleh adalah *belt*, *carrier roller*, *support carrier*, *impact roller* dan *rubber seal*. Berdasarkan pemilihan tindakan yang dilakukan pada *reliability centered maintenance*, komponen yang akan dihitung *reliability* adalah komponen termasuk pada kategori *time directed*. Dengan demikian pengujian

reliability hanya dilakukan pada komponen *carrier roller*, *support carrier*, *impact roller* dan *rubber seal*. Dari perhitungan reliabilitas untuk ketiga komponen *conveyor* 02M603 tersebut diperoleh hasil sebagai berikut:

- Carrier Roller* = 48,00%
- Support Carrier* = 48,27%
- Rubber seal* = 48,14%

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa tingkat keandalan tiga komponen dengan kerusakan terbanyak dari *conveyor* 02M603 tersebut masih sangat rendah, yaitu di bawah 50%. Kondisi ini tentu akan sangat merugikan bagi perusahaan karena kerusakan yang terjadi akan dapat menghentikan proses bongkar *phosphate rock* yang dilakukan dan menimbulkan biaya *demurrage* yang cukup besar.

3. Analisis Usulan Perawatan

Perawatan komponen selama ini dilakukan dalam waktu 200 jam atau 2 kali waktu bongkar. Dengan jadwal perawatan ini, khususnya untuk *carrier roller*, yang *MTTF*-nya sebesar 150,113, maka bisa jadi komponen tersebut sudah mengalami kerusakan yang mengakibatkan *downtime*. Oleh karenanya diusulkan untuk melakukan penjadwalan perawatan setiap 100 jam agar keandalan dari komponen dapat ditingkatkan. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil simulasi yang menunjukkan bahwa:

- Carrier roller*
 - Dengan jadwal perawatan awal yaitu tiap 200 jam, dapat diketahui tingkat keandalan yaitu 18,13% saat dilakukan perawatan.
 - Dengan usulan perawatan tiap 100 jam sekali, maka tingkat keandalan 73,79% saat dilakukan perawatan.
- Support carrier*
 - Dengan jadwal perawatan awal yaitu tiap 200 jam, dapat diketahui tingkat keandalan yaitu 51,72% saat dilakukan perawatan.
 - Dengan usulan perawatan tiap 100 jam sekali, maka tingkat keandalan 90,47% saat dilakukan perawatan.
- Rubber Seal*
 - Dengan jadwal perawatan awal yaitu tiap 200 jam, dapat diketahui tingkat keandalan yaitu 68,87% saat dilakukan perawatan.

- 2) Dengan usulan perawatan tiap 100 jam sekali, maka tingkat keandalan 92,89% saat dilakukan perawatan

Berdasarkan hasil tersebut, jadwal perawatan komponen yang selama ini dilakukan dalam waktu 200 jam atau 2 kali waktu bongkar masih berjalan cukup baik untuk komponen *support carrier* dan *rubber seal*. Namun karena perawatan yang biasa dilakukan juga dilakukan secara menyeluruh pada semua komponen, maka usulan perawatan yang disarankan adalah dilakukan tiap 100 jam atau setiap 1 kali bongkar *phosphate rock*, sehingga akan dapat meminimalkan terjadinya *downtime* pada *conveyor 02M603*.

5.KESIMPULAN

1. Komponen kritis yang menjadi prioritas pada *conveyor 02M603* di PT. Petrokimia Gresik adalah *carrier roller*, *support carrier* dan *rubber seal*, yang sering mengalami kerusakan pada tahun 2018. Oleh karenanya, demi kelancaran proses bongkar *phosphate rock* di pelabuhan PT Petrokimia Gresik, serta meminimalkan biaya *demurrage* yang timbul, maka ketiga komponen tersebut memerlukan penggantian dalam periode waktu tertentu.
2. Rata-rata waktu kerusakan untuk komponen *carrier roller* adalah 150,11 jam, komponen *support carrier* adalah 247,97 jam dan komponen *rubber seal* adalah 282,14 jam. Rata-rata waktu perbaikan untuk komponen *carrier roller* adalah 1,88 jam, komponen *support carrier* adalah 2,47 jam dan komponen *rubber seal* adalah 1,72 jam.
3. Persentase keandalan dari komponen *carrier roller* adalah 48%, komponen *support carrier* adalah 48,27% dan komponen *rubber seal* adalah 48,14%. Tingkat keandalan tiga komponen dengan kerusakan terbanyak dari *conveyor 02M603* tersebut masih sangat rendah, yaitu di bawah 50%. Dengan usulan perawatan tiap 100 jam sekali, maka tingkat keandalan saat dilakukan perawatan komponen *carrier roller* meningkat menjadi 73,79%, komponen *support carrier*

meningkat menjadi 90,47% dan komponen *rubber seal* meningkat menjadi 92,89%.

6.DAFTAR PUSTAKA

- Algifari. 2010. *Analisis Regresi, Teori, Kasus dan Solusi*. Edisi Kedua. Yogyakarta: BPFE
- Anggraini, W. dan Risvaldi. (2016). *Preventive Maintenance* Pada Komponen Kritis Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance. *Seminar Nasional IENACO*. Hal. 292-300
- Ansori, N dan M.I. Mustajib. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Asisco, H.; K. Amar dan Y.R. Perdana. (2012). Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim. *Kaunia*. Vol. VIII, No. 2. Hal. 78-98.
- Biolini, A. (2003) *Reliability Engineering*. Tuscany, Italy: Springer.
- Ebeling, C.E., (1997), *An Introduction To Reliability and Maintainability Engineer*. Singapore: Mc. Graw-Hill Book Co.
- Gaspersz, V. (2002). *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hartini, S. dan Sriyanto. (2006). Pemetaan Perawatan Untuk Meminimasi Breakdown Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance. *Transistor*, Vol.8, No. 2. Hal. 11-19
- Jardine, A.K.S. (1973), *Maintenance, Replacement and Reliability*, Department of Engineering Production Universitas of Birmingham.
- Kurniawan, F. (2013) *Manajemen Perawatan Industri*.: Yogyakarta: Graha Ilmu
- Manzini, R. (2010) *Maintenance for Industrial System*. London: Springer.
- Moubray, J. 1997. *Reliability Centered Maintenance*. New York: Industrial Press Inc