

ANALISIS KERUSAKAN LINER PADA MUD PUMP IDECO T-800 TYPE TRIPLEX PUMP BERDASARKAN RELIABILITY, AVAILABILITY, DAN METODE FAULT TREE ANALYSIS DI PT. X

Jupri Aldi¹, Yohanes², Yuhelson³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

³Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : Jupri_aldi@ymail.com

ABSTRACT

Mud pump is one type of pump is widely used in industry, mud pump included in the positive type pump. Components of these machines often damage by suddenly one of them is the liner. The purpose of this study is to identify the critical component liner, evaluate the damage cause liner by the method of fault tree analysis (FTA), determine the basic design of the treatment and determine the optimum schedule component replacement liner, analyze the value of reliability, availability, mean time between failure (MTBF), mean time to repair (MTTR). The existence of the effort are intended to increase the reliability and availability that high to maximize the life of the equipment, as well as the maintenance of an effective. Conclusions obtained includes critical component is the liner 1, cause damage to the liner is scratch. The processing data using Minitab software 16 to determine distribution test, the value of MTTR, MTBF, reliability and availability. It is obtained the optimal schedule component liner replacements is done every 56 day with some advantages namely the frequency of replacement of the liner component decreased from an average of 11 times/year be 7 times/year and an increase in the value of reliability in the liner 2.

Keywords : Mud Pump, Liner, Reliability, Availability, FTA

1. Pendahuluan

PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengeboran minyak, dalam proses produksi PT. X mempunyai beberapa jenis mesin yang saling berkaitan salah satunya yaitu *Mud Pump Ideco T-800 Type Triplex Pump*. Komponen-komponen dari mesin ini sering mengalami kerusakan secara tiba-tiba salah satunya adalah *Liner*, kerusakan *liner* menyebabkan efisiensi volumetris pompa menjadi berkurang karena terjadi kebocoran *liquid* pada saat dipompakan. Dalam 1 tahun terjadi penggantian *liner* sebanyak 9-14 kali. Hal ini mengakibatkan

menurunnya *rate injeksi* dan biaya penggantian komponen menjadi tinggi.

Mud Pump Ideco T-800 Type Triplex Pump adalah pompa yang memiliki 3 piston, sistem kerja dari pompa ini hampir sama dengan motor bakar. Pompa ini digunakan untuk memindahkan secara langsung lumpur dari tank penampungan lumpur menuju sumur bor melalui *liner* (ruang hisap dan ruang tekan). Lumpur yang dipindahkan secara terus menerus dalam jumlah yang banyak, untuk memindahkan lumpur ini dibutuhkan tekanan yang sangat tinggi yaitu 2488 Psi untuk ukuran *liner* 6" dan 2800 Psi untuk

ukuran *liner* 5¹/₂". Banyaknya lumpur yang dialirkan tergantung besarnya tekanan, sehingga semakin besar tekanan maka semakin banyak lumpur yang dialirkan, penyebab utama turunnya tekanan karena *liner* mengalami kebocoran maka proses pengeboran harus dihentikan, lumpur tersebut digunakan untuk membantu dalam proses pengeboran minyak, apabila lumpur yang dialirkan sedikit maka pada proses pengeboran dapat menyebabkan kerusakan alat pengeboran dan runtuhnya dinding sumur bor.

Kinerja (performance) dari suatu mesin/peralatan tergantung pada *reliability* dan *availability* peralatan yang digunakan, lingkungan operasi, efisiensi pemeliharaan, proses operasi, keahlian operator, dan lain-lain. Jika *reliability* dan *availability* suatu sistem rendah, maka usaha untuk meningkatkannya kembali adalah dengan menurunkan laju kegagalan atau meningkatkan efektifitas perbaikan terhadap tiap-tiap komponen atau sistem. Ukuran *reliability* dan *availability* dapat dinyatakan sebagai seberapa besar kemungkinan suatu sistem tidak akan mengalami kegagalan dalam waktu tertentu, berapa lama suatu sistem akan beroperasi dalam waktu tertentu, dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi sistem dari kegagalan yang terjadi. Untuk mengoptimalkan *reliability* dan *availability* diperlukan juga suatu sistem penyediaan suku cadang yang terintegrasi dalam suatu sistem pemeliharaan preventif. Jika sistem pemeliharaan tidak terencana dengan baik, daya tahan mesin dan subsistemnya tidak optimal [1].

PT. X melakukan perawatan *breakdown maintenance* yaitu perawatan setelah terjadinya kerusakan, perawatan ini belum dapat memberikan data akurat kapan suatu mesin atau komponen mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi dapat mengganggu jalannya proses produksi dan dapat terjadinya penghentian produksi (downtime), pengaruh lainnya adalah

target produksi tidak tercapai, biaya produksi menjadi naik dan biaya pemeliharaan menjadi naik. Kerusakan ini akan menurunkan angka produktivitas/kinerja perusahaan yang berakibatkan kerugian pada perusahaan.

Dari observasi awal yang dilakukan pada pihak *maintenance* PT. X diperoleh beberapa faktor penyebab kerusakan mesin yaitu:

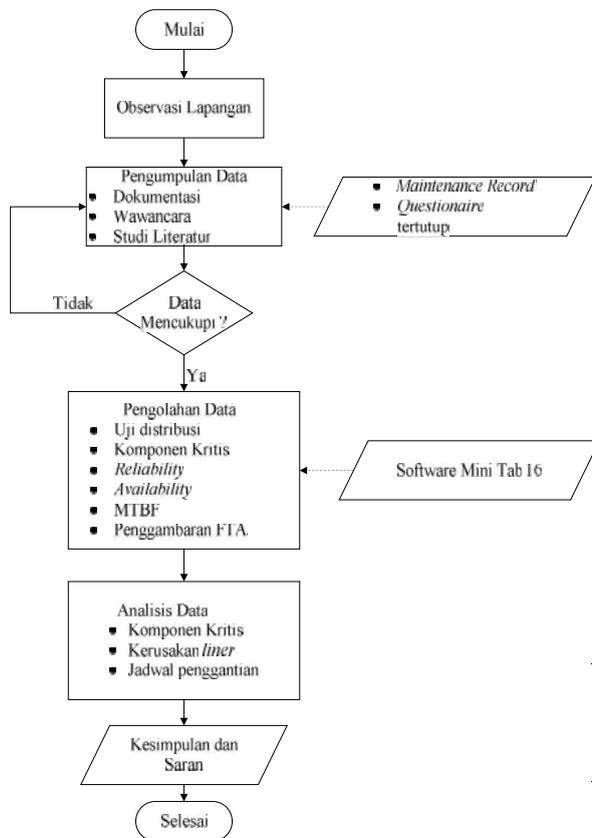
1. Belum adanya analisis statistik pada data histori kerusakan mesin;
2. Tidak adanya data-data penyebab kerusakan tiap komponen;
3. Tidak diketahui jadwal penggantian komponen-komponen mesin;
4. Tidak diketahuinya komponen-komponen kritis secara pasti;
5. Tidak diketahuinya prioritas perawatan komponen-komponen mesin.

Untuk mengatasi permasalahan di atas maka perlu dilakukan analisis terhadap komponen *liner* berdasarkan *reliability*, *availability*, dan metode *fault tree analysis*, sehingga didapat jadwal penggantian komponen *liner* dan mengetahui penyebab-penyebab kerusakan komponen *Liner* pada *Mud Pump Ideco T-800 Type Triplex Pump*.

2. Metode

Pada penelitian ini, studi kasus analisis kerusakan berdasarkan *maintenance* (perawatan) diterapkan pada komponen *Liner Mud Pump Ideco T-800 Type Triplex Pump*. Studi ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kerusakan komponen *liner* menggunakan *software* Minitab 16, sehingga didapat penyebab kerusakan dan jadwal penggantian yang optimal. Data diperoleh berdasarkan data perawatan *Mud Pump Ideco T-800 Type Triplex Pump* dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2013, serta dilakukan wawancara untuk mengetahui penyebab kerusakan komponen *liner*.

Tahap pengerjaan tugas akhir yang akan dilakukan dapat digambarkan dalam *flowchart* pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Reliability

Untuk menghitung nilai *reliability* digunakan persamaan 2.1.

2.1

Availability

Untuk menghitung nilai *availability* digunakan persamaan 2.2.

2.2

Mean Time Between Failure (MTBF)

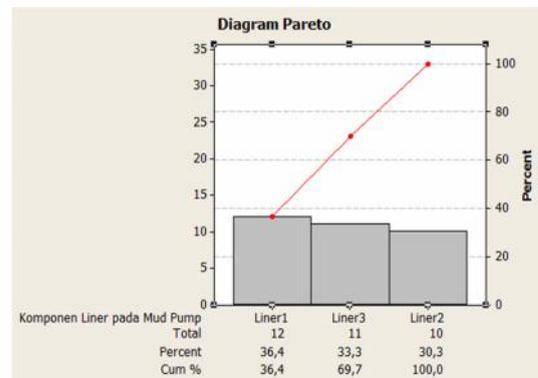
Untuk menghitung nilai *mean time between failure* digunakan persamaan 2.3.

2.3

3. Hasil

3.1 Komponen Kritis *Mud Pump Ideco T-800*

Untuk mengetahui komponen kritis dari *mud pump* dilakukan dengan digunakan diagram Pareto berdasarkan data *downtime* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Diagram Pareto Kerusakan Komponen *Liner* pada *Mud Pump Ideco T-800*.

Tabel 1 Frekuensi kerusakan *Liner* pada tahun 2011-2013

Nama Komponen	No.	Frekuensi Kerusakan			Jumlah
		2011	2012	2013	
<i>Liner</i>	1	4	3	5	12
	2	3	4	3	10
	3	3	4	4	11
Jumlah		10	11	12	33

3.2 Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Kerusakan Komponen *Liner* Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Data hasil wawancara yang dilakukan dengan pihak perusahaan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 *Event*

No	<i>Event</i>
1	<i>Rubber piston</i> rusak
2	Temperatur tinggi
3	Saluran pendingin macet
4	Saluran pendingin rusak
5	Komposisi campuran lumpur
6	Kekentalan lumpur
7	Bercampur dengan material lain
8	Pemasangan liner

Tabel 2 *Event*

No	<i>Event</i>
9	Saringan rusak
10	Reaksi bahan kimia terhadap <i>rubber piston</i>
11	<i>Mud tank</i> kotor
12	Alat
13	Kontak mati
14	Pipa putus
15	Pipa tersumbat
16	Pipa bengkok
17	Pipa terjepit
18	SOP

3.3 Menentukan Dasar-Dasar Perancangan Perawatan Komponen *Liner* pada *Mud Pump Ideco T-800*

- Uji distribusi
Pengujian ini menggunakan *software* Minitab 16, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3.

Distribution	Correlation Coefficient
Weibull	0,973
Lognormal	0,951
Exponential	*
Loglogistic	0,950

Gambar 3 Uji distribusi

- Nilai *Reliability*, MTBF, MTTR dan *Availability*.

Tabel 3 *Reliability* Komponen *Liner* Pada *Mud Pump Ideco T-800*

Waktu	<i>Reliability</i>		
	<i>Liner 1</i>	<i>Liner 2</i>	<i>Liner 3</i>
10	0,9921	0,9978	0,9956
20	0,9664	0,9886	0,9789
30	0,9232	0,9702	0,9481
40	0,8640	0,9417	0,9027
42	0,8505	0,9348	0,8920
44	0,8365	0,9274	0,8807
46	0,8220	0,9196	0,8690
48	0,8071	0,9114	0,8567
50	0,7918	0,9028	0,8440
52	0,7761	0,8938	0,8308

Tabel 3 *Reliability* Komponen *Liner* Pada *Mud Pump Ideco T-800*

Waktu	<i>Reliability</i>		
	<i>Liner 1</i>	<i>Liner 2</i>	<i>Liner 3</i>
58	0,7271	0,8644	0,7886
60	0,7102	0,8539	0,7738
62	0,6931	0,8429	0,7587
64	0,6758	0,8317	0,7432
66	0,6584	0,8201	0,7275
68	0,6409	0,8082	0,7114
70	0,6232	0,7959	0,6952
80	0,5349	0,7306	0,6114
86	0,4828	0,6887	0,5601
89	0,4573	0,6671	0,5345
90	0,4489	0,6599	0,5260
100	0,3682	0,5859	0,4423
103	0,3454	0,5635	0,4180
110	0,2951	0,5112	0,3634
120	0,2312	0,4378	0,2914
130	0,1769	0,3680	0,2281
140	0,1322	0,3033	0,1741
150	0,0964	0,2450	0,1295
160	0,0687	0,1938	0,0939
170	0,0478	0,1501	0,0663
180	0,0324	0,1138	0,0455
190	0,0215	0,0844	
200	0,0139	0,0612	
210	0,0088		
220	0,0054		
230	0,0032		
240	0,0019		
250	0,0011		
260	0,0006		
270	0,0003		
280	0,0002		

Tabel 4 *Mean Time Between Failure* (MTBF) Komponen *Liner* Pada *Mud Pump Ideco T-800*

Waktu	<i>Mean Time Between Failure</i> (MTBF)		
	<i>Liner 1</i>	<i>Liner 2</i>	<i>Liner 3</i>
10	592,59	1903,16	992,96
20	269,76	271,41	406,10
30	165,13	403,61	235,43
40	112,70	262,92	155,76
42	105,15	243,92	144,69
44	98,27	226,88	134,70
46	91,98	211,53	125,63

Tabel 4 *Mean Time Between Failure (MTBF) Komponen Liner Pada Mud Pump Ideco T-800 (Lanjutan)*

Waktu	<i>Mean Time Between Failure (MTBF)</i>		
	<i>Liner 1</i>	<i>Liner 2</i>	<i>Liner 3</i>
	48	86,19	197,64
50	80,85	185,00	109,79
52	75,91	173,46	102,84
54	71,32	162,89	96,44
56	67,06	153,16	90,52
58	63,08	144,19	85,03
60	59,36	135,90	79,93
62	55,89	128,20	75,18
64	52,63	121,04	70,74
66	49,57	114,37	66,60
68	46,69	108,14	62,72
70	43,99	102,31	59,08
80	32,60	78,04	43,88
90	24,04	59,87	32,52
100	17,57	45,94	23,93
110	12,68	35,12	17,43
120	9,03	26,66	12,52
130	6,33	20,05	8,85
140	4,36	14,91	6,15
150	2,95	10,95	4,19
160	1,96	7,92	2,80
170	1,27	5,64	1,83
180	0,81	3,95	1,17
190	0,51	2,72	
200	0,31	1,83	
210	0,19		
220	0,11		
230	0,06		
240	0,03		
250	0,02		
260	0,01		

Tabel 5 Nilai MTTR Komponen Mud Pump T-800

Komponen Liner pada Mud Pump	MTTR (Hari)
<i>Liner 1</i>	2
<i>Liner 2</i>	2
<i>Liner 3</i>	2

Tabel 6 *Availability* Komponen Liner Pada Mud Pump Ideco T-800

Waktu	<i>Availability</i>		
	<i>Liner 1</i>	<i>Liner 2</i>	<i>Liner 3</i>
10	0,9966	0,9990	0,9980
20	0,9926	0,9972	0,9951
30	0,9880	0,9951	0,9916
40	0,9826	0,9925	0,9873
42	0,9813	0,9919	0,9864
44	0,9801	0,9913	0,9854
46	0,9787	0,9906	0,9843
48	0,9773	0,9900	0,9832
50	0,9759	0,9893	0,9821
52	0,9743	0,9886	0,9809
54	0,9727	0,9879	0,9797
56	0,9710	0,9871	0,9784
58	0,9693	0,9863	0,9770
60	0,9674	0,9855	0,9756
62	0,9654	0,9846	0,9741
64	0,9634	0,9837	0,9725
66	0,9612	0,9828	0,9708
68	0,9589	0,9818	0,9691
70	0,9565	0,9808	0,9673
80	0,9422	0,9750	0,9564
90	0,9232	0,9677	0,9421
100	0,8978	0,9583	0,9229

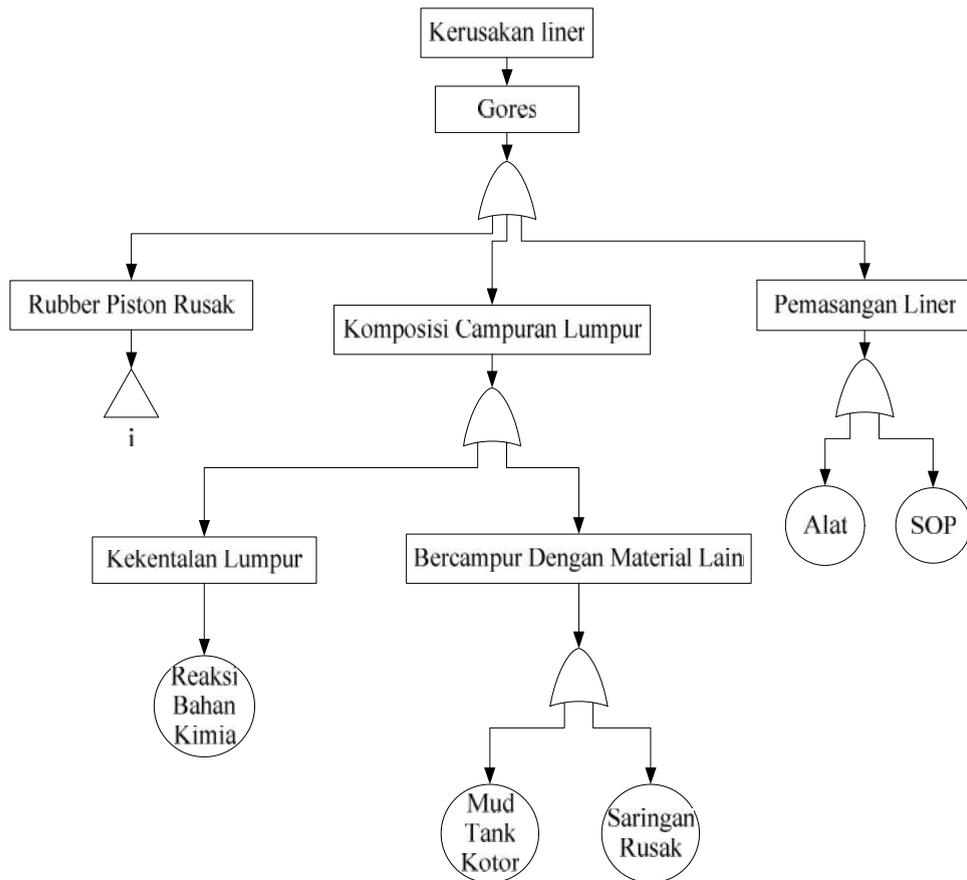
4. Pembahasan

4.1 Komponen kritis

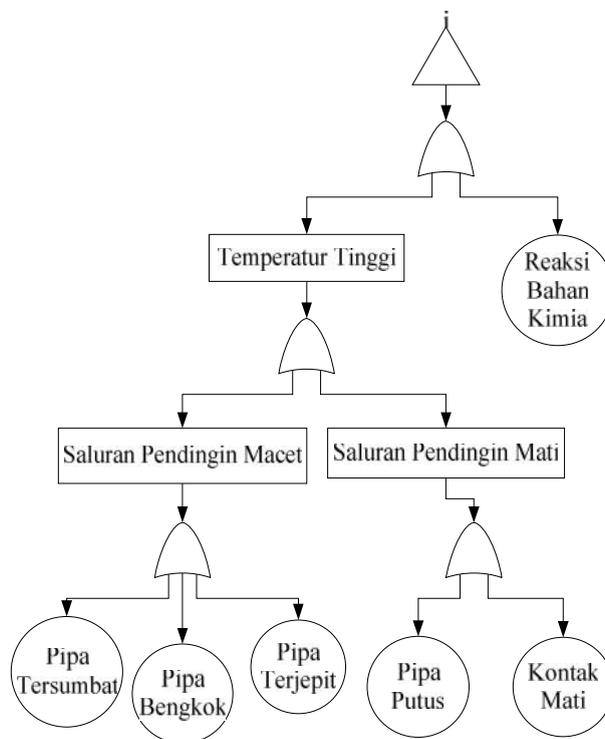
Berdasarkan gambar 2 diketahui komponen paling kritis adalah *liner 1* dengan frekuensi kerusakan 12 kali, maka dalam menjalankan sistem perawatan prioritas perawatan dilakukan pada *liner 1*.

4.2 Penggambaran *Fault Tree Analysis* (FTA)

Berdasarkan data dari tabel 2 maka dilakukan penggambaran FTA untuk mengetahui penyebab kerusakan *liner* dapat pada gambar 3.



Gambar 3 *Fault Tree analysis Liner*



Gambar 3 *Fault Tree Analysis Liner (Lanjutan)*

Berdasarkan FTA dan wawancara yang dilakukan secara langsung menggunakan *questionnaire* tertutup didapat penyebab kerusakan *liner* yaitu:

- 1) *Rubber piston* rusak, terjadi akibat reaksi bahan kimia yang berasal dari lumpur yang telah tercampur dengan benda dari hasil pengeboran;
- 2) Temperatur tinggi, hal ini jarang terjadi sehingga saluran pendingin tidak rusak/macet;
- 3) Reaksi bahan kimia, terjadi akibat lumpur bercampur dengan benda hasil pengeboran yang mengakibatkan reaksi yang menyebabkan kerusakan pada komponen;
- 4) Komposisi campuran lumpur, terjadi akibat bercampur dengan benda hasil pengeboran yang menyebabkan perubahan komposisi lumpur;
- 5) Saringan rusak, terjadi akibat pengaruh temperatur lumpur dan material lain hasil pengeboran yang tidak dapat diprediksi jenis dan bentuknya;
- 6) *Mud tank* kotor, terjadi akibat material lain mengendapan pada tangki lumpur;
- 7) Pemasangan *liner*, dilakukan sesuai dengan SOP yang ada dan peralatan yang digunakan sangat memadai.

4.3 Menentukan Dasar-Dasar Perancangan Perawatan Komponen *Liner* pada *Mud Pump Ideco T-800*

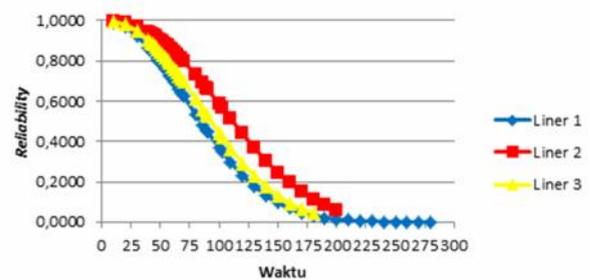
- Uji distribusi
Berdasarkan gambar 2 diketahui koefisien korelasi distribusi yang cocok digunakan dengan data kerusakan *liner* adalah distribusi *Weibull*. Setelah diketahui distribusi yang digunakan maka dicari nilai parameter skala dan parameter bentuk menggunakan *software* Minitab 16, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Parameter η dan β Untuk Komponen *Liner*

Distribusi <i>Weibull</i>	<i>Liner 1</i>	<i>Liner 2</i>	<i>Liner 3</i>
Parameter skala(η)	100,04	130,016	109,407
Parameter bentuk(β)	2,09757	2,38611	2,26557

- Analisis *Reliability*

Menghitung nilai *Reliability* komponen *Liner* bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan *liner* untuk beroperasi dalam keadaan tidak rusak dalam waktu tertentu dapat dilihat pada gambar 4.

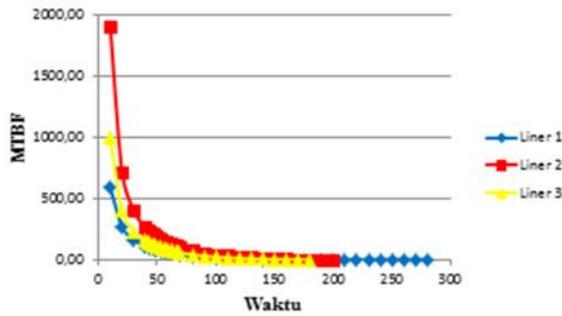


Gambar 4 Grafik *Reliability*

Pada tabel 3 dapat terlihat bahwa nilai *reliability* terbesar adalah 0,9978 (99,78%) pada *liner 2* dan nilai *reliability* yang terkecil adalah 0,9921 (99,21%) pada *liner 1*. Jika dioperasikan untuk jangka waktu 50 hari maka nilai *reliability* pada *liner 2* sebesar 90,28%, *liner 3* sebesar 84,40% dan *liner 1* sebesar 79,18%. Dan jika *liner 2* dioperasikan selama 10 hari maka kemungkinan tidak rusaknya adalah 99,78% dan jika dioperasikan selama 50 hari maka kemungkinan tidak rusaknya adalah 90,28%.

- Analisis *Mean Time Between Failure* (MTBF)

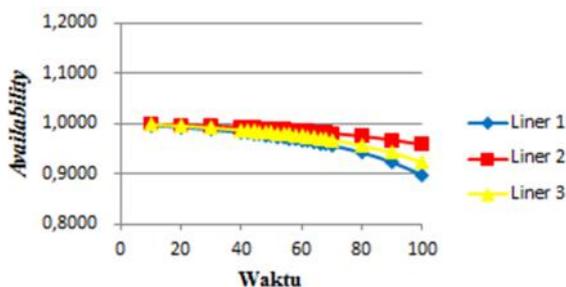
Menghitung nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) komponen *Liner* bertujuan untuk mengetahui suatu komponen untuk bekerja tanpa mengalami kegagalan dalam periode tertentu dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Grafik Mean Time Between Failure (MTBF)

Pada tabel 4 terlihat bahwa nilai MTBF terbesar adalah 1903,16 hari pada *liner* 2 dan nilai MTBF yang terkecil adalah 592,95 hari pada *liner* 1. Jika dioperasikan untuk jangka waktu 50 hari maka nilai MTBF pada *liner* 2 sebesar 185 hari, *liner* 3 sebesar 109,79 dan *liner* 1 sebesar 80,85 hari. Dan Jika *liner* 2 dioperasikan dalam jangka waktu 10 hari kemungkinan kerusakan terjadi pada hari ke 1903,16 dan jika dioperasikan dalam jangka waktu 80 hari kemungkinan kerusakan terjadi pada hari ke 78.

- Analisis *Mean Time To Repair* (MTTR) Nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) diperoleh berdasarkan data perawatan dari perusahaan yang dapat dilihat pada tabel 5. Berdasarkan tabel 5 nilai MTTR dari masing-masing komponen *Liner* pada *Mud Pump* sama yaitu 2 hari.
- Analisis *Availability* Menghitung nilai *Availability* komponen *Liner* bertujuan untuk mengetahui ketersediaan komponen berfungsi dalam periode tertentu dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Grafik Availability

Pada tabel 4.6 dapat terlihat bahwa nilai *availability* terbesar adalah 0,9990 (99,90%) pada *liner* 2 dan nilai *availability* yang terkecil adalah 0,9966 (99,66%) pada *liner* 1. Jika dioperasikan untuk jangka waktu 50 hari maka nilai *availability* pada *liner* 2 sebesar 98,93%, *liner* 3 sebesar 98,21% dan *liner* 1 sebesar 97,59%. Dan Jika *liner* 2 dioperasikan selama 10 hari maka kemungkinan berfungsinya adalah hari hari dan jika dioperasikan selama 50 hari maka kemungkinan berfungsinya adalah hari hari.

4.4 Penentuan Jadwal Penggantian Optimal Komponen *Liner* Pada *Mud Pump Ideco T-800*.

Jadwal penggantian optimal komponen *Liner* bertujuan agar penggantian komponen dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan dengan komponen lainnya, sehingga dapat meminimalisasi frekuensi *downtime*, biaya perawatan, mengefisienkan waktu dan meningkatkan kinerja pompa. Jika mengambil kebijakan nilai *reliability* berkisar 80% untuk setiap *liner* maka *liner* 1 waktu pengantiannya 48 hari, *liner* 2 waktu pengantiannya 68 hari dan *liner* 3 waktu pengantiannya 56 hari. Jadwal ini mengakibatkan terjadinya 3 kali *downtime* sehingga kerugian produksi tinggi. Maka diambil interval waktu penggantian ketiga *liner* tersebut 56 hari. dengan demikian maka frekuensi penggantian komponen *liner* menurun dari rata-rata 11 kali/tahun menjadi 7 kali/tahun dan Terjadi peningkatan nilai *reliability* pada *liner* 2.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan kerusakan *Liner* tersebut, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Komponen *Mud Pump Ideco* T-800 yang paling kritis adalah *Liner 1*;
- 2) Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan komponen *Liner* pada *Mud Pump Ideco* T-800 adalah saringan rusak, *mud pump* kotor dan reaksi bahan kimia;
- 3) Dasar-dasar perancangan perawatan didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a) Nilai *Reliability* terbesar terdapat pada *liner 2*, *liner 3* dan *liner 1*;
 - b) Nilai *Availability* terbesar terdapat pada *liner 2*, *liner 3* dan *liner 1*;
 - c) Nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) terbesar terdapat pada *liner 2*, *liner 3* dan *liner 1*;
 - d) Nilai *Mean Time To Repaire* (MTTR) sama untuk semua *liner*.
- 4) Jadwal pengantian optimal komponen *liner* adalah 56 hari dengan beberapa keuntungan yaitu:
 - a) Frekuensi penggantian komponen *liner* menurun dari rata-rata 11 kali/tahun menjadi 7 kali/tahun;
 - b) Terjadi peningkatan nilai *reliability* pada *liner 2*.

Daftar pustaka

- [1] Barabady, Javad. 2005. Improvement of System Availability Using Reliability and Maintainability Analysis. Thesis: Division of Operation and Maintenance Engineering, Lulea University of Technology. Sweden.
- [2] Ebellling, Charles E. An Introduction to Reability and Maintability Enggenering, The McGraw-Hill Companies, inc. Singapore, 1997
- [3] Yuhelson, Bustami, S, Sukaria, S, dan Ikhwansyah, I. 2010. Analisis *Reliability* dan *Availability* Mesin Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara 3. Jurnal Dinamis 6(2) : 0216-7492.