

Maintenance

PERANCANGAN PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN BOILER DAN *SCREW PRESS* DENGAN MENGHITUNG *MEAN TIME TO FAILURE* DAN *MEAN TIME TO REPAIR* DI PT. BUMI SAMA GANDA

Syarifuddin^{1*}, Mahendra Alfazri¹, Muzakir²

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, Indonesia

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Aceh Barat, Indonesia

*Corresponding Author: syarifuddin@unimal.ac.id

Web Journal : <https://journal.unimal.ac.id/miej>

DOI: <https://doi.org/10.53912/iej.v10i2.943>

Abstrak – Mesin *Boiler* dan *Screw Press* merupakan salah satu komponen utama pada proses pengolahan kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) di PT. bumi sama ganda. Namun, proses pengolahan tersebut tidak berjalan lancar dikarenakan mesin boiler dan *Screw Press* sering mengalami kerusakan terhadap beberapa komponennya. Hal ini diketahui dari data kerusakan Menurut data *Maintenance* dari bulan Agustus 2020 sampai bulan Juli 2021 terdapat 51 kerusakan pada stasiun boiler yang menyebabkan terjadinya *breakdown* selama 5400 menit dan terdapat 24 kerusakan pada mesin *screw press* yang menyebabkan *breakdown* selama 1.710 menit di Pabrik Kelapa Sawit PT. Bumi Sama Ganda. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlunya dilakukan preventive maintenance untuk dapat mencegah terjadinya kerusakan tak terduga yang menyebabkan downtime pada mesin. Berdasarkan pengolahan data, Ganda di dapatkan hasil bahwa komponen kritis pada mesin boiler terletak pada komponen gelas penduga, *Blowdown*, *Feed water pump*, *valve*, *distribusi fuel conveyor*, *SAF*, *scrapper*, *Air lock*, *As hopper*, *Neles*, Pipa air, motoran *SAF* sedangkan untuk mesin *screw press* komponen kritis terletak pada komponen silinder, *gearbox*, hidrolik, *v belt*, amper meter, motoran, kaca kontrol dimana komponen tersebut memberikan total *downtime* sebanyak 80%. Serta di dapat waktu *preventive maintenance* untuk komponen mesin boiler yaitu *Blowdown* 358 jam, gelas penduga 292 jam, *feed water pump* 614,2 jam, *valve* 1760 jam, *distribusi fuel conveyor* 268 jam, *SAF* 2044,5 jam, *Scrapper* 888 jam, *Air lock* 239 jam, *As hopper* 1738 jam *neles* 287,5 jam dan pipa air 358 jam sedangkan untuk komponen mesin *screw press* didapat silinder press 565 jam, *gearbox* 944 jam, hidrolik 715 jam dan *v belt* 553 jam.

Kata Kunci: *Preventive maintenance*, *boiler*, *screw press*, *downtime*

1 Pendahuluan

Dalam kegiatan *maintenance*, tindakan perawatan mesin sangatlah penting. Dikarenakan mesin sangat berperan penting dalam kelancaran proses produksi, beberapa perusahaan biasanya melakukan perawatan apabila fasilitas atau peralatan mengalami kerusakan, perawatan mesin yang baik dapat meningkatkan keandalan dan peformansi suatu mesin. Kendala utama dalam aktivitas perawatan mesin adalah menentukan penjadwalan perawatan mesin secara teratur.

Mesin diupayakan dapat beroperasi selama 14 jam sehari untuk dapat menunjang proses pengolahan tandan buah segar, akan tetapi jam olah pabrik

terkadang lebih singkat dari jam operasional dikarenakan terjadinya kerusakan pada mesin, hal ini disebabkan oleh mesin yang beroperasi secara terus menerus sehingga mengakibatkan menurunnya tingkat kehandalan peralatan serta bisa menyebabkan terjadinya *breakdown* dan *downtime* pada mesin-mesin. Untuk meminimalisir terjadinya *breakdown* pada suatu mesin maka perlu dilakukan penjadwalan perawatan yang baik guna mencegah terjadinya kerusakan mesin.

Pemeliharaan atau perawatan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memastikan suatu fasilitas secara fisik bisa secara terus menerus melakukan apa yang pengguna/pemakai inginkan. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah suatu kombinasi dari

berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima, sedangkan penjadwalan perawatan adalah sebagai proses pengumpulan dan pemilihan informasi serta pembuatan asumsi mengenai keadaan suatu alat kedepannya guna mengembangkan rencana kegiatan perawatan, reparasi, dan pekerjaan *overhaul*.

Dalam industri pengolahan minyak kelapa sawit *boiler* dan *Screw press* merupakan salah satu mesin yang sangat penting dalam berjalannya operasional pabrik. Menurut data *Maintenance* dari bulan Agustus 2020 sampai bulan Juli 2021 terdapat 51 kerusakan pada stasiun *boiler* yang menyebabkan terjadinya *breakdown* selama 5400 menit dan terdapat 24 kerusakan pada mesin *screw press* yang menyebabkan *breakdown* selama 1.710 menit di Pabrik Kelapa Sawit PT. Bumi Sama Ganda.

Tentunya hal tersebut akan berdampak pada terganggunya proses produksi dan target produksi yang dihasilkan menjadi tidak tercapai sehingga perlu dilakukan penjadwalan *preventive maintenance* untuk dapat mengurangi terjadinya *downtime* tersebut.

2 Tinjauan Pustaka

Perawatan (*maintenance*)

Maintenance atau pemeliharaan adalah suatu proses kumpulan berbagai tindakan atau kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menjaga atau memperbaiki suatu produk sampai pada kondisi yang bisa diterima atau dalam kondisi baik. Dalam pembahasan industri, *maintenance* juga dapat diartikan sebagai suatu tindakan pemeliharaan komponen atau mesin dan cara memperbaharui masa pakai ketika dianggap tidak layak pakai atau sudah rusak [1].

Preventif *maintenance*

Preventive maintenance adalah salah satu komponen penting dalam aktivitas perawatan (*maintenance*). *Preventive maintenance* adalah aktivitas perawatan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan atau kerusakan pada sebuah sistem atau komponen, dimana sebelumnya sudah dilakukan perencanaan dengan pengawasan yang sistematis, deteksi, dan koreksi, agar sistem atau komponen tersebut dapat mempertahankan kapabilitas fungsionalnya [2].

Distribusi kerusakan Eksponensial

Distribusi eksponensial menggambarkan suatu kerusakan dari mesin yang disebabkan oleh kerusakan pada salah satu komponen dari mesin atau peralatan yang menyebabkan mesin terhenti. Dalam hal ini kerusakan tidak dipengaruhi oleh unsur pemakaian peralatan. Dengan kata lain distribusi ini memiliki kelajuan yang konstan terhadap waktu. Distribusi

eksponensial akan tergantung pada nilai λ , yaitu laju kegagalan (konstan)[3].

Fungsi-fungsi dalam distribusi eksponensial adalah:

a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

b. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

c. Fungsi Keandalan

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

d. Waktu Rata-rata Sebelum Kerusakan

(MTTF/*Mean Time To Failure*)

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

Performance Maintenance

Menurut [4] *Performance maintenance* terdiri dari 3 bagian yaitu:

1. *eliability* adalah kemungkinan (probabilitas) dimana peralatan dapat beroperasi dibawah keadaan normal dengan baik. *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah rata - rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan pengoperasian mesin karena *breakdown*.
2. *Maintainability* adalah suatu usaha dan biaya untuk melakukan perawatan (pemeliharaan). Suatu pengukuran dari *maintainability* adalah *Mean Time To Repair*, tingginya MTTR mengindikasikan rendahnya *maintainability*. Dimana MTTR merupakan indikator kemampuan (*skill*) dari operator *maintenance* mesin dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan. Dimana *breakdown Time* adalah termasuk waktu menunggu untuk *repair*, waktu yang terbuang untuk melakukan *repair*, waktu yang terbuang untuk melakukan pengetesan dan mendapatkan peralatan yang siap untuk mulai beroperasi.
3. *Availability* adalah proporsi dari waktu peralatan/mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan dengan waktu yang ditargetkan seharusnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan atau dengan definisi lain bahwa *availability* adalah *ratio* untuk melihat *line stop* ditinjau dari aspek *breakdown* saja, kondisi ideal *Availability* yaitu di atas 90% [5]

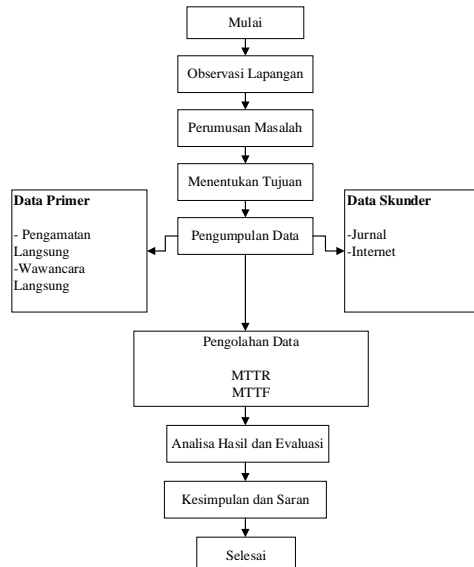
$$Availability = \frac{Run Time}{Planned production time} \times 100\%$$

Mean Time To Repair MTTR

Mean Time To Repair adalah waktu yang diperlukan untuk memulihkan suatu sistem dari sebuah kegagalan. Dalam hal ini juga termasuk waktu yang dibutuhkan dalam mendiagnosa masalah, waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan teknisi, dan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki sistem (*hardware*)[6].

3. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan metode yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. sebagai berikut:

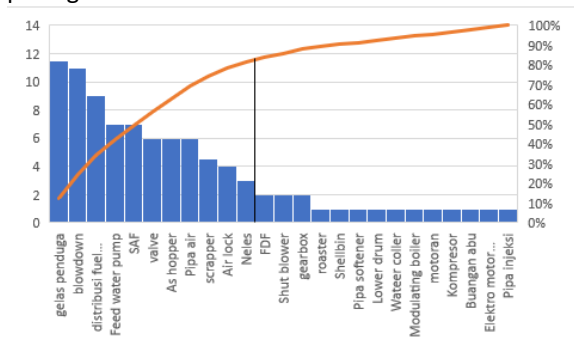


Gambar 1. Flowchart Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Komponen Kritis Mesin Boiler

Tahap pertama dalam pengolahan data yaitu penentuan komponen kritis, komponen kritis adalah komponen mesin yang mengalami frekuensi kerusakan terbesar dengan total *downtime* terbesar dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram kerusakan komponen mesin boiler

Berdasarkan diagram pareto diatas di ketahui komponen kritis pada mesin boiler terletak pada komponen gelas penduga, *Blowdown*, *Feed water pump*, *valve*, *distribusi fuel conveyor*, *SAF*, *scrapper*, *Air lock*, *As*

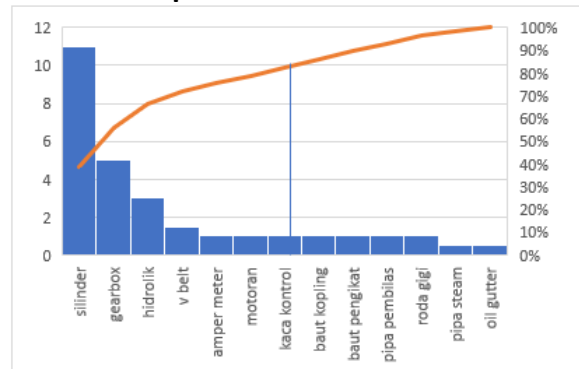
hopper, *Neles*, *Pipa air*, *Motoran SAF* dimana komponen tersebut memberikan total *downtime* sebanyak 80% dapat dilihat pada gambar 3.

Adapun data frekuensi kerusakan dan data lama waktu perbaikan kerusakan pada komponen kritis mesin *Boiler* dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Data Waktu Perbaikan komponen kritis Mesin Boiler Agustus 2020 - Juli 2021

Komponen	Time To Repair (Menit)							
	Mesin Boiler							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Blowdown</i>	120	120	60	60	60	60	120	120
Gelas penduga	180	150	180	180				
<i>Feed water pump</i>	60	60	120	60	120			
<i>scrapper</i>	60	180	30					
<i>Valve</i>	60	240						
<i>Air lock</i>	120	160						
<i>SAF</i>	60	180						
<i>Neles</i>	60	120						
<i>distribusi fuel conveyor</i>	180	180						
<i>Pipa air</i>	180	180						
<i>As hopper</i>	240							

Penentuan Komponen Kritis Mesin Boiler



Gambar 3. Diagram kerusakankomponenmesin Screw Press

Berdasarkan diagram pareto diatas di ketahui komponen kritis pada mesin boiler terletak pada komponen silinder, *gearbox*, hidrolik, *v belt*, amper meter, motoran, kaca kontrol dimana komponen tersebut memberikan total *downtime* sebanyak 80% dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Waktu Perbaikan komponen kritis Mesin Screw Press Agustus 2020 - Juli 2021

Komponen	Time To Repair (Menit)				
	Mesin Screw Press				
	1	2	3	4	5
Silinder press	120	180	60	240	60
<i>gearbox</i>	60	30	60	60	90

Hidrolik	60	60
V belt	30	60
Ampere meter	60	
Motoran	60	
Kaca kontrol	60	

33		18/05/2021	1	-	-
34	Neles	28/06/2021	2	574	575
35		18/05/2021	3	-	-
36	Pipa air	10/07/2021	3	742	745

Perhitungan TTF dan TTR Mesin Boiler

Data yang digunakan dalam perhitungan *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR) untuk komponen blowdown diambil selama Agustus 2020 - Juli 2021. Waktu kerja *Boiler* adalah 14 jam/ hari.

Contoh Perhitungan selang waktu antar kerusakan atau TTF komponen blowdown pada bulan Agustus 2020 - Juli 2021 sebagai berikut:

1. Time To Repair Blowdown

Kerusakan 1 = 120 menit (2 jam)

Jam Kerja

16 November 2020 s/d 10 Februari 2021 = 92 x 14 = 1.288 jam

2. Time To Failure Blowdown

TTFrb = TTRrb + jam Kerja

TTFrb = 2 + 1.288 = 1.290 jam

Hasil dari perhitungan *Time To Failure* dan *Time To Repair* komponen *Blowdown* dan Gelas penduga untuk mesin *boiler* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Time To Failure (TTF) dan Time To Repair (TTR) Komponen kritis Mesin boiler

No.	Komponen	Tanggal	TTRrb (Time To Repair) (jam)	Jam Kerja	TTFrb (Time To Failure) (Jam)
1	Blowdown	16/11/2020	2	-	-
2		10/02/2021	2	1.288	1.290
3		24/02/2021	1	196	198
4		10/03/2021	1	224	225
5		27/03/2021	1	238	239
6		13/04/2021	1	224	225
7		21/05/2021	2	532	533
8		02/06/2021	2	154	156
9	Gelas Penduga	04/03/2021	3	-	-
10		13/04/2021	2,5	546	549
11		28/04/2021	3	210	212,5
12		27/05/2021	3	406	409
13		27/10/2020	1	-	-
14	Feed water pump	25/01/2021	1	1.260	1.261
15		05/02/2021	2	154	155
16		30/03/2021	1	756	758
17		02/06/2021	2	896	897
18		08/08/2020	1	-	-
19	Valve	07/03/2021	1	2.954	2.955
20		20/08/2021	4	2.324	2.325
21	Distribusi fuel conveyor	19/06/2021	3	-	-
22		16/07/2021	3	378	381
23		16/08/2021	3	420	423
24	SAF	08/10/2020	1	-	-
25		27/07/2021	2	4.088	4.089
26		01/02/2021	1	-	-
27	scrapper	17/06/2021	3	1.904	1.905
28		10/08/2021	0,5	756	759
29	Air Lock	18/04/2021	2	-	-
30		22/05/2021	1	476	478
31	As hopper	26/07/2020	4	2	-
32		26/04/2021	4	4	3810

Perhitungan Mean Time To Failure Pada Komponen Mesin Boiler

Contoh menghitung *Mean Time To Failure* blowdown pada mesin *boiler*

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

Maka nilai λ dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\lambda = r/T$$

$$\lambda = 8/2.866$$

$$\lambda = 0,002801$$

Sehingga $MTTF = 1/0,002791 = 358,29$ jam

Hasil dari perhitungan *Mean Time To Failure* untuk mesin *boiler* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Perhitungan Mean Time To Failure Mesin Boiler

No.	Komponen	MTTF (Mean Time To Failure) (jam)
1	Blowdown	358
2	Gelas Penduga	292
3	Feed water pump	614,2
4	Valve	1760
5	distribusi fuel conveyor	268
6	SAF	2044,5
7	Scrapper	888
8	Air lock	239
9	As hopper	1738
10	Neles	287,5
11	Pipa air	358

Perhitungan Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Boiler

Contoh perhitungan penentuan Interval waktu penggantian pencegahan komponen *Blowdown*

$$\lambda = 0,002791 \text{ MTTF} = 358,29 \text{ jam}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

$$F(t) = 0,63211$$

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(t) = 0,367884$$

$$M(t) = \frac{MTTF}{F(t)}$$

$$M(t) = \frac{358,29}{0,63211}$$

$$M(t) = 566,8159$$

$$D(t) = \frac{Tf (R(t)) + Tf (F(t))}{(t + Tf) \times R(t) + (M(t) + Tf) (F(t))}$$

$$D(t) = \frac{1,5 (0,367884) + 1,5 (0,63211)}{(358 + 1,5) \times (0,367884) + (566,8159 + 1,5)(0,63211)} = 0,0030621779$$

T pergantian komponen = 358 jam

Adapun penentuan Interval waktu penggantian pencegahan komponen mesin boiler dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Penentuan Interval waktu penggantian Boiler

Komponen	Interval Waktu Pergantian (jam)	R(T)	F(T)	M(T)	D(T)
Blowdown	358	0,367884	0,63211	566,8159	0,003062178
Gelas Penduga	292	0,36755	0,632441	463,14	0,006940924
Feed Water Pump	614,2	0,367909	0,63209	971,69707	0,001091837
Valve	1760	0,367932	0,632067	2.784,51	0,000552121
Distribusi Fuel Conveyor	268	0,367879	0,63212	423,97	0,00811706
Saf	2044,5	0,367884	0,6321204	3.234,35	0,000536108
Scrapper	888	0,367881	0,6321205	1.404,80	0,001233374
Air Lock	239	0,367879	0,6321205	378,09	0,004567277
As Hopper	1738	0,367879	0,6321205	2.749,48	0,001260306
Neles	287,5	0,367879	0,6321205	454,82	0,003801496

Perhitungan TTF Dan TTR Mesin Screw Press

Hasil dari perhitungan *Time To Failure* dan *Time To Repair* untuk mesin *screw press* dapat dilihat pada tabel 6, 7, 8 dan tabel 9.

Tabel 6. Perhitungan *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR) Silinder Press

No.	Tanggal	TTRrb (Time To Repair) (jam)	Jam Kerja	TTFRb (Time To Failure) (Jam)
1	28/11/2020	2	-	-
2	25/12/2020	3	378	380
3	12/04/2021	1	1.512	1.515
4	07/05/2021	4	350	351
5	18/06/2021	1	575	579

Tabel 7. Perhitungan *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR) Gearbox

No.	Tanggal	TTRrb (Time To Repair) (jam)	Jam Kerja	TTFRb (Time To Failure) (Jam)
1	01/08/2020	1	-	-
2	20/10/2020	0,5	1.106	1.107
3	11/01/2021	1	1.162	1.162,5
4	10/07/2021	1	2.380	2.381
5	15/07/2021	1,5	70	71

Tabel 8. Perhitungan *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR) Hidrolik

No.	Tanggal	TTRrb (Time To Repair) (jam)	Jam Kerja	TTFRb (Time To Failure) (Jam)
1	13/08/2020	1	-	-
2	29/10/2020	1	1.078	1.079
3	13/01/2021	1	1.064	1.065

Tabel 9. Perhitungan *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR) V-belt

No.	Tanggal	TTRrb (Time To Repair) (jam)	Jam Kerja	TTFRb (Time To Failure) (Jam)
1	28/01/2021	0,5	-	-
2	19/07/2021	0,5	1.106	1.106,5

Perhitungan Mean Time To Failure Mesin Screw press

Berdasarkan hasil dari perhitungan *Mean Time To Failure* untuk mesin *screw press* dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan *Mean Time To Failure* Mesin Screw Press

No.	Komponen	MTTF (Mean Time To Failure) (jam)
1	Silinder Press	565,2911
2	Gearbox	944,28
3	Hidrolik	715
4	V-belt	553

Perhitungan Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen screw press

Adapun penentuan Interval waktu penggantian pencegahan komponen mesin *screw press* adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Perhitungan Penentuan Interval waktu penggantian Screw press

Komponen	Interval waktu pergantian	R(t)	F(t)	M(t)	D(t)
Silinder press	523	0,367881	0,63211	827,4034	0,003065684
Gearbox	944	0,367882	0,632117	1.489,83	0,000775557
hidrolik	715	0,36787937	0,63212	1130,587019	0,001022147
v-belt	553	0,36787967	0,6321203	875,2289714	0,000660258

Analisis Hasil

Setelah melakukan pengolahan data terhadap data kegagalan pada mesin di Pabrik Kelapa Sawit PT. Bumi Sama Ganda di dapatkan hasil bahwa komponen kritis pada mesin boiler terletak pada komponen gelas penduga, *Blowdown*, *Feed water pump*, *valve*, *distribusi fuel conveyor*, *SAF*, *scrapper*, *Air lock*, *As hopper*, *Neles*, *Pipa air*, motoran *SAF* sedangkan untuk mesin *screw press* komponen kritis terletak pada komponen silinder, *gearbox*, hidrolik, *v belt*, amper meter, motoran, kaca control dimana komponen tersebut memberikan total *downtime* sebanyak 80%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Total Frekuensi kerusakan komponen kritis pada mesin *boiler* sebanyak 32 kerusakan sedangkan untuk mesin *screw press* terdapat 17 kerusakan.
2. Berdasarkan hasil perhitungan MTTF dan MTTR maka penerapan *preventif maintenance* pada stasiun *boiler* sebaiknya di lakukan pergantian komponen *Blowdown* 357 jam sekali, gelas penduga 292 jam sekali, *Feed water pump* 614,2 jam sekali, *valve* 1760 jam sekali, *Distribusi fuel conveyor* 269 jam sekali, *SAF* 2044,5 jam sekali, *Scraper* 888 jam sekali, *air lock* 239 jam sekali, *As hopper* 1738 jam sekali, *neles* 287,5 jam sekali dan pipa air 358 jam sekali, serta untuk mesin *screw press* sebaiknya di lakukan pergantian komponen silinder press 523 jam sekali, *gearbox* 944 jam sekali, hidrolik 715 jam sekali dan komponen *V belt* 553 jam sekali.

Daftar Pustaka

- [1] Ansori, Nachnul dan Mustajib, M imron (2013). Sistem Perawatan Terpadu (*Integrated Maintenance System*). Yogyakarta: GRAHA ILMU
- [2] Nakajima, Siichi.(1988). "Introduction to Total Produktive Maintenance (TPM)": Cambidge. Massachussets.
- [3] Harinaldi. 2005. Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, Erlangga, Jakarta
- [4] Kostas. 1981. Operation Manajemen. edition. New York: Mc Graw Hill International Book Company
- [5] Nakajima, Siichi.(1988). "Introduction to Total Produktive Maintenance (TPM)": Cambidge. Massachussets.
- [6] Torrel, Wendy & Victor Avelar.2010. Mean Time Between Failure : Explanation and Standards. Washington : APC-Schneider.