

ANALISIS PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE MENGUNAKAN DISTRIBUSI WEIBULL PADA MESIN ROLLING MILL

Wawan Gunawan¹, Fadhlurahman Soleh²

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya II No. 73, Kel. Cipare, Kec. Serang, Kota Serang 42117*

w_gunawan57@ymail.com

ABSTRACT

The application of total productive maintenance is very important in supporting the success of a production machine or equipment in the company. One way to find out how effective the implementation of TPM on a machine or equipment in a company is to measure the value of reliability and the rate of a damage using a weibull distribution. Weibull distribution is a distribution that has an important role, especially on the issue of reliability and reliability analysis (maintability). This distribution is a multipurpose distribution that can take characteristics from other types of distributions, base on the value of the parameter from. Therefore, weibull is very useful especially because of its flexibility from very asymmetrical data to data that are close to normal (symmetrical) distribution. This research is focused on rolling mill machines located in the Hot Strip Mill (HSM) Division of PT. Krakatau Steel Persero uses weibull distribution trough the use of easyfit software applications to find out the parameters and reliability of the main rolling mill production equipment and what are the biggest obstacles to the production system. The value of reliability of rolling mill machine is 0.4308 or 43.08% croanch alpha scale with failure rate of 0.000163 failures per minute and MTTF 4.2 hours. The recommendations for applying the TPM pillar are used to improve the reliability of the rolling mill machine.

Keywords: *Total Productive Maintenance, Rolling Mill, Reliability, Weibull Distribution*

ABSTRAK

Penerapan total productive maintenance adalah hal yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan suatu mesin atau peralatan produksi di perusahaan. Salah satu cara untuk mengetahui seberapa efektif implemementasi TPM pada suatu mesin atau peralatan disebuah perusahaan adalah dengan mengukur nilai keandalan dan laju kerusakan menggunakan distribusi weibull. Distribusi weibull adalah distribusi yang memiliki peranan yang penting terutama pada persoalan keandalan (reliability) dan analisis rawatan (mantainability). Distribusi ini adalah distribusi serbaguna yang dapat mengambil karakteristik dari jenis lain dari distribusi, berdasarkan nilai dari bentuk parameter. Oleh karenanya, weibull menjadi sangat berguna terutama karena fleksibilitasnya mulai dari data yang sangat tidak simetris sampai data yang mendekati distribusi normal (simetris). Penelitian ini terfokuskan pada mesin rolling mill yang berada pada Divisi Hot Strip Mill (HSM) PT. Krakatau Steel Persero menggunakan distribusi weibull melalui penggunaan aplikasi software easy fit untuk mengetahui seberapa besar nilai parameter serta keandalan pada peralatan produksi utama rolling mill dan apa yang menjadi kendala terbesar pada sistem produksinya. Diperoleh nilai keandalan mesin

rolling mill sebesar 0.4308 atau 43.08% skala croanch alpha dengan laju kegagalan 0.000163 kegagalan per menit dan MTTF 4,2 Jam. Rekomendasi penerapan pilar TPM digunakan untuk meningkatkan keandalan mesin rolling mill.

Kata Kunci: *Total Productive Maintenance, Rolling Mill, Keandalan, Distribusi Weibull*

1. PENDAHULUAN

Pada dunia industri saat ini, peningkatan produktivitas sangatlah diutamakan dalam sistem produksi guna menunjang keberhasilan dari perusahaan tersebut. Salah satu contoh peningkatan produktivitas yaitu dengan mengevaluasi kinerja dari produksi pada perusahaan. Umumnya, masalah fasilitas menjadi penghambat bagi kestabilan produksi, yang mengakibatkan kurangnya produktivitas produksi hingga tidak tercapainya target produksi.

Mengatasi masalah tersebut diperlukan langkah yang tepat dalam melakukan perawatan (*maintenance*) mesin dan peralatan, salah satunya dengan melakukan penerapan TPM (*Total Productive Maintenance*). Evaluasi penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dilakukan dengan mencari nilai kinerja dari mesin atau fasilitas tersebut. Salah satu parameter pengukuran kinerja dan keandalan yang banyak digunakan oleh perusahaan ataupun dalam ilmu TPM adalah distribusi *Weibull* karena distribusi ini memiliki peranan yang penting terutama pada persoalan keandalan (*reliability*) dan analisis rawatan (*maintainability*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Total Productive Maintenance*

Total Productive Maintenance (TPM) adalah suatu metode yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan peralatan, dan memantapkan sistem perawatan preventif yang dirancang untuk keseluruhan peralatan dengan mengimplementasikan suatu aturan dan memberikan motivasi kepada seluruh bagian yang berada dalam suatu perusahaan tersebut (Kurniawan, 2013). Menurut Vijayakumar dan Gajendran (2014) 8 (delapan) Pilar TPM diantaranya adalah :

- a. *Autonomous Maintenance /Jishu Hozen* (Perawatan Otonomus)
Autonomous Maintenance atau *Jishu Hozen* memberikan tanggung jawab perawatan rutin kepada operator seperti pembersihan mesin, pemberian lubrikasi/minyak dan inspeksi mesin
- b. *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana)
Pilar *Planned Maintenance* menjadwalkan tugas perawatan berdasarkan tingkat rasio kerusakan yang pernah terjadi dan/atau tingkat kerusakan yang diprediksikan.
- c. *Quality Maintenance* (Perawatan Kualitas)
Pilar *Quality Maintenance* membahas tentang masalah kualitas dengan memastikan peralatan atau mesin produksi dapat mendeteksi dan mencegah kesalahan selama produksi berlangsung.
- d. *Focused Improvement / Kobetsu Kaizen* (Perbaikan yang Terfokus)
Membentuk kelompok kerja untuk secara proaktif mengidentifikasi mesin/peralatan kerja yang bermasalah dan memberikan solusi atau usulan-usulan perbaikan.
- e. *Early Equipment Management*
Early Equipment Management merupakan pilar TPM yang menggunakan kumpulan pengalaman dari kegiatan perbaikan dan perawatan sebelumnya untuk memastikan mesin baru dapat mencapai kinerja yang optimal.

- f. *Training dan Education* (Pelatihan dan Pendidikan)
Pilar *Training dan Education* ini diperlukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan saat menerapkan TPM (*Total Productive Maintenance*).
- g. *Safety, Health and Environment* (Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan)
Para Pekerja harus dapat bekerja dan mampu menjalankan fungsinya dalam lingkungan yang aman dan sehat.
- h. *TPM in Administration* (TPM dalam Administrasi)
Pilar selanjutnya dalam TPM adalah menyebarkan konsep TPM kedalam fungsi administrasi.

2.2 Distribusi Weibull

Dalam teori probabilitas dan statistik, distribusi *Weibull* adalah salah satu distribusi kontinu yang pertama kali diperkenalkan oleh fisikawan Swedia bernama Waloddi Weibull pada tahun 1939. Distribusi *Weibull* merupakan salah satu model data statistik yang memiliki jangkauan luas dari aplikasi dalam uji hidup dan teori reliabilitas dengan kelebihan utamanya adalah menyajikan keakuratan kegagalan meskipun dengan sampel yang sangat kecil.

Distribusi *Weibull* merupakan salah satu dari distribusi yang paling banyak digunakan di bidang rekayasa keandalan. Hal ini dikarenakan distribusi tersebut memiliki kemampuan untuk memodelkan data-data yang berbeda dan banyak. Dengan kedua konstanta a dan b , maka parameter distribusi *weibull* dapat ditentukan (Yanif dan Iman, 2007).

Fungsi *pdf* dari parameter distribusi *Weibull* dinyatakan dengan :

$$f(t) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t - \gamma}{\beta} \right)^{\alpha-1} \exp \left[- \left(\frac{t - \gamma}{\beta} \right) \right]^{\alpha}$$

Dimana :

β = Parameter skala, $\beta > 0$

α = Parameter bentuk, $\alpha > 0$

γ = Parameter Lokasi (*location parameter*)

t = Waktu rata-rata kerusakan (*unplanned downtime*)

2.3 Keandalan

Pemeliharaan tidak dapat dipisahkan terhadap keandalan. Oleh sebab itu adalah sangat essensial bagi orang-orang pemeliharaan mengetahui tentang keandalan dan hubungannya dengan masalah pemeliharaan. Pengetahuan tentang mana komponen/sistem yang hampir seluruhnya andal, mana yang kurang andal akan sangat membantu tugas pemeliharaan.

Dalam menentukan nilai dari keandalan yang diperoleh dalam perhitungan, maka nilai tersebut diskalakan (tingkat keandalan). Dalam pemberian skala dapat menggunakan acuan *Croanbach Alpha Reliability*. *Croanbach Alpha Reliability* merupakan suatu standar untuk menentukan baik atau buruk sesuai koefisien dari nilai suatu keandalan. Skala keandalan *Croanbach Alpha* dapat dilihat pada tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Skala Keandalan *Croanchbach Alpha*

No	Nilai <i>Croanch Alpha</i>	Tingkat Keandalan
1	0.00 – 0.20	Tidak Aandal
2	>0.20 – 0.40	Kurang Andal
3	>0.40 – 0.60	Cukup Andal
4	>0.60 – 0.80	Andal
5	>0.80 – 1.00	Sangat Andal

Jika distribusi waktu antar kegagalan suatu komponen, sub-sistem, atau sistem mengikuti distribusi *Weibull*, maka fungsi keandalan dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Andika *et al.*, 2016) :

$$R(t) = e^{-\left[\left(\frac{t-\gamma}{\beta}\right)\right]^\alpha}$$

Laju kegagalan dinyatakan dengan persamaan berikut ini (Muhsin dan Syarafi, 2018) :

$$\lambda = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Dimana :

(t) = fungsi padat peluang kegagalan selama jangka waktu proses (*pdf*)

R(t) = Keandalan

Dalam distribusi *Weibull* untuk mengukur rata-rata waktu selama kerusakan terjadi atau *Mean Time To Failure* (MTTF) adalah sebagai berikut :

$$MTTF = \alpha \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Dimana :

β = Parameter skala, $\beta > 0$

α = Parameter bentuk, $\alpha > 0$

Nilai $\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$ didapat dari tabel fungsi *Gamma*.

2.4 Program *EasyFit*

EasyFit memungkinkan untuk dengan mudah dan cepat memilih distribusi probabilitas yang paling sesuai dengan data, mengurangi waktu analisis anda dengan 70-95 % dari metode manual. *EasyFit* meliputi pengelolaan data, analisis dan menjamin kualitas tinggi kemampuan pelaporannya. Fitur utama dari *EasyFit* adalah kemampuan untuk secara otomatis sesuai dengan lebih dari 40 distribusi untuk data sampel dan memilih model terbaik (pengguna tingkat lanjut dapat menerapkan fitur pas manual).

The goodness of fit test (*Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Chi Squared*) dan berbagai grafik yang membantu membandingkan distribusi dan dapat memastikan telah memilih model yang paling valid. *EasyFit* untuk melakukan analisis data dan simulasi, membuat model *worksheet* maju dan mengembangkan aplikasi VBA berurusan dengan

ketidakpastian untuk kebutuhan khusus. Program ini didukung distribusi *Bernoulli*, *Beta*, *Binomial*, *Chi-Squared*, *Erlang*, *Eksponensial*, *Gamma*, *Logaritma*, *Lognormal*, *Normal*, *Weibull* dan lain-lain (Mehrannia dan Pakgohar, 2014).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada peralatan produksi utama *rolling mill* yang terdiri dari satu *line* produksi dengan mesin yang terintegrasi pada Divisi *Hot Strip Mill* (HSM) PT. Krakatau Steel Persero Tbk. selama satu tahun dimulai dari bulan Januari s/d Desember 2018 dengan memperoleh data produksi pada Divisi *Hot Strip Mill* (HSM), data kerja dan data terjadinya masalah pada peralatan produksi utama dari satu *line* produksi yang menjadikan data-data tersebut sebagai bahan dalam melakukan penelitian. Metode pengolahan data yang digunakan dalam metode penelitian ini adalah :

- a. Data yang telah dikumpulkan diolah untuk mendapatkan persentase tingkat keandalannya. Adapun cara pengolahannya dengan cara memasukkan waktu total *downtime* setiap bulan dalam waktu 1 tahun menggunakan aplikasi *EasyFit 5.6 Profesional* untuk mendapatkan nilai dari parameter bentuk, parameter skala dan parameter lokasi dari distribusi *Weibull* sehingga dapat dihitung nilai *probability density function* (pdf), keandalan, laju kegagalan serta nilai MTTF dari mesin *rolling mill* tersebut.
- b. Melakukan analisa terhadap faktor penyebab rendahnya atau tingginya nilai keandalan, laju kegagalan serta nilai MTTF dari mesin *rolling mill*.
- c. Memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan nilai keandalan melalui 3 pilar dari *total productive maintenance*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Tingkat Keandalan *Rolling Mill* Menggunakan Distribusi *Weibull*

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan selama rentan waktu Januari hingga Desember 2018, untuk mengetahui pola distribusi mana yang cocok untuk digunakan dalam mengukur tingkat keandalan peralatan produksi utama *Rolling Mill* maka digunakanlah metode *Kolmogorov Smirnov* menggunakan *Software Easy Fit 5.6* dengan memasukkan data *unplanned downtime* dari bulan Januari – Desember 2018 yang dapat dilihat pada tabel 2, sehingga diperoleh hasil *rank* yang dapat dilihat pada gambar 1 dan nilai dari pamater distribusi yang dapat dilihat pada gambar 2, sebagai berikut :

Tabel 2. *Unplanned Downtime Rolling Mill*

Bulan	<i>Unloading Time (minutes)</i>	<i>Shortage (minutes)</i>	<i>Unforseen (minutes)</i>	<i>Start Up time (minutes)</i>	<i>Breakdown Time (minutes)</i>	<i>Total Unplanned (minutes)</i>
Januari	212	212	0	723	9898	11045
Februari	242	205	37	803	8769	10056
Maret	279	270	9	734	6888	8180
April	2354	568	365	1421	10896	15604
Mei	2936	968	582	1386	7189	13061
Juni	2660	764	582	1314	9124	14444
Juli	1782	581	7	1194	7177	10741

Lanjutan Tabel 2. Unplanned Downtime Rolling Mill

Bulan	Unloading Time (minutes)	Shortage (minutes)	Unforseen (minutes)	Start Up time (minutes)	Breakdown Time (minutes)	Total Unplanned (minutes)
Agustus	1595	549	142	904	8167	11357
September	1334	449	107	778	4940	7608
Oktober	1670	520	229	921	7424	10764
November	2258	533	155	1570	7741	12257
Desember	6715	5498	9	1208	5138	18568

Goodness of Fit - Summary

#	Distribution	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi Squared	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank
1	Chi-Squared	0.58092	8	134.55	8	7.1111	7
2	Chi-Squared (2P)	0.66659	9	749.5	9	N/A	
3	Exponential	0.38503	7	3.0778	7	0.11575	5
4	Exponential (2P)	0.15124	6	2.1515	6	N/A	
5	Lognormal	0.1051	2	0.17292	1	0.2536	6
6	Lognormal (3P)	0.11083	3	0.18433	2	0.00112	1
7	Normal	0.13567	5	0.23352	3	0.1065	4
8	Weibull	0.06855	1	0.43555	5	0.03655	3
9	Weibull (3P)	0.13061	4	0.34695	4	0.00857	2

Gambar 1. Goodness of Fit Summary Unplanned Downtime

Fitting Results

#	Distribution	Parameters
1	Chi-Squared	$\nu=11785$
2	Chi-Squared (2P)	$\nu=6614 \quad \gamma=6070.2$
3	Exponential	$\lambda=8.4851E-5$
4	Exponential (2P)	$\lambda=2.3045E-4 \quad \gamma=7446$
5	Lognormal	$\sigma=0.26165 \quad \mu=9.3404$
6	Lognormal (3P)	$\sigma=0.33009 \quad \mu=9.1061 \quad \gamma=2278.6$
7	Normal	$\sigma=3256.5 \quad \mu=11785.0$
8	Weibull	$\alpha=4.2108 \quad \beta=12266.0$
9	Weibull (3P)	$\alpha=1.3638 \quad \beta=5006.5 \quad \gamma=7164.2$

Gambar 2. Fitting Results Unplanned Downtime

Berdasarkan gambar 1, peralatan produksi utama *Rolling Mill* dengan metode *Kolgomorov Smirnov* adalah berdistribusi *Weibull* karena pada *Kolgomorov Smirnov* distribusi *Weibull* menempati urutan pertama dengan statistik 0.06855. Semakin kecil nilai statistik yang diperoleh pada *Kolgomorov Smirnov* maka distribusi itu akan menempati peringkat paling pertama dan distribusi itulah yang paling cocok digunakan. Sedangkan pada gambar 2, distribusi *Weibull* mempunyai dua nilai parameter yaitu parameter bentuk $\alpha = 4.2108$, parameter skala $\beta = 12266.0$, dengan rata-rata waktu kegagalan (t) = 11.785 menit. Karena laju kegagalan terdistribusi *Weibull*, maka nilai fungsi padat peluang kegagalan selama jangka waktu proses *Rolling Mill* menggunakan persamaan rumus :

$$\begin{aligned}
 f(t) &= \left(\frac{4.2108}{12266.0}\right) \left(\frac{11785}{12266.0}\right)^{4.2108-1} \exp \left[- \left(\frac{11785}{12266.0}\right) \right]^{4.2108} \\
 &= 0.000343 \times 0.9607^{3.2108} \times \exp -0.84465 \\
 &= 0.000343 \times 0.87921 \times 0.42970 \\
 &= 0.00007018
 \end{aligned}$$

Fungsi keandalan peralatan produksi utama *Rolling Mill* menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{- \left[\left(\frac{t - \gamma}{\beta}\right) \right]^\alpha} \\
 R(t) &= e^{- \left[\left(\frac{11785 - 0}{12266.0}\right) \right]^{4.2108}} \\
 &= e^{-0.84206} \\
 &= 0.43082 \text{ atau } 43.082 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Skala Keandalan *Croanchbach Alpha*, peralatan produksi utama *Rolling Mill* berada dalam kategori cukup andal dengan skala nilai antara 0.40 – 0.60 atau antara 40 % – 60 %.

Selanjutnya menghitung laju kegagalan. Adapun rumus yang digunakan untuk mengukur laju kegagalan peralatan produksi utama *rolling mill* adalah menggunakan persamaan rumus :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{0.00007018}{0.43082} = 0.000163$$

Jadi, laju kegagalan peralatan produksi utama *Rolling Mill* adalah 0.000163 kegagalan per menit dan membutuhkan waktu 6.134,96 menit untuk satu kali kegagalan mesin. Artinya *Mean Time Between Failure* (MTBF) atau rata-rata waktu operasi mesin hingga mengalami kegagalan adalah 6.134,96 menit atau 102 jam waktu operasi mesin.

4.2 Perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF)

Setelah menghitung nilai MTBF, selanjutnya adalah menghitung rata-rata lamanya waktu perbaikan atau *repair* dari mesin *Rolling Mill*. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *Mean Time To Failure* (MTTF) peralatan produksi utama *Rolling Mill* adalah menggunakan persamaan rumus :

$$\begin{aligned}
 MTTF &= \alpha \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \\
 MTTF &= 4,2108 \Gamma \left(1 + \frac{1}{12266} \right) \\
 MTTF &= 4,2108 \Gamma (1 + 0,0000815) \\
 MTTF &= 4,2108 \Gamma (1,00)
 \end{aligned}$$

$$MTTF = 4,2108 \times 1,00000$$

$$MTTF = 4,2108 \text{ Jam}$$

Setelah dilakukan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF), maka didapatkan hasil perhitungan waktu rata-rata selama kerusakan terjadi adalah 4,2108 jam. Hasil ini merupakan rata-rata lamanya waktu yang diperlukan dalam setiap kegiatan reparasi atau perbaikan terhadap mesin *Rolling Mill* setelah *Mean Time Between Failure* (MTBF) tercapai pada 6.134,96 menit atau 102 jam waktu operasi mesin.

4.3 Analisis Perhitungan Tingkat Keandalan (*Reliability*) *Rolling Mill*

4.3.1 Analisis Nilai Keandalan Berdasarkan Data *Downtime*

Berdasarkan data *downtime* yang telah dikalkulasikan dan diolah menggunakan *software EasyFit*, diperoleh data dengan distribusi *Weibull* dengan parameter skala $\beta = 12266.0$, parameter bentuk $\alpha = 4.2108$, parameter lokasi $\gamma = 0$, dengan rata-rata *downtime* (t) = 11785 menit, maka diperoleh nilai keandalan sebesar 0.43082 atau 43.08%.

Berdasarkan skala *Croanbach Alpha Reliability* pada tabel 1, dapat disimpulkan bahwa keandalan *Rolling Mill* berdasarkan data *downtime* adalah cukup andal karena nilai reliabilitas 0.43082 tersebut berada pada nilai 0.40 – 0.60, yang menunjukkan kategori cukup andal.

4.3.2 Analisis Laju Kegagalan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka diperoleh nilai laju kegagalan peralatan produksi utama *Rolling Mill* adalah sebesar 0.000163 kegagalan per menit dan membutuhkan waktu 6.134,96 menit untuk satu kali kegagalan mesin. Artinya *Mean Time Between Failure* (MTBF) atau rata-rata waktu operasi mesin hingga mengalami kegagalan adalah 6.134,96 menit atau 102 jam waktu operasi mesin.

4.3.3 Analisis Nilai Rata-Rata Waktu Kerusakan (MTTF)

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan pengolahan data dan rumus distribusi *Weibull*, hasil perhitungan waktu rata-rata selama kerusakan terjadi adalah 4,2105 jam. Hasil ini merupakan rata-rata lamanya waktu yang diperlukan dalam setiap kegiatan reparasi atau perbaikan terhadap mesin *Rolling Mill* setelah *Mean Time Between Failure* (MTBF) tercapai pada 6.134,96 menit atau 102 jam waktu operasi mesin.

4.4 Usulan Perbaikan Berdasarkan Pilar *Total Productive Maintenance* (TPM)

Berikut ini merupakan 3 pilar rekomendasi perbaikan pilar *Total Productive Maintenance* untuk meningkatkan nilai keandalan diuraikan sebagai berikut :

a. *Focused Improvement*

Melakukan Gugus Kendali Mutu (GKM) dan *Sugestion System* (SS) yang akan menghasilkan ide-ide dan *improvement* untuk menanggulangi masalah-masalah yang ada di lingkungan mesin *Rolling Mill* agar nilai *downtime* menjadi turun sehingga dapat meningkatkan nilai keandalan mesin *Rolling Mill* tersebut.

b. *Planned Maintenance*

- 1) Membuat data historis kerusakan beserta *downtime* pada mesin-mesin *Rolling Mill* sehingga dapat menjadi bahan analisa penyebab kegagalan mesin.
- 2) Rutin melaksanakan *sistem preventive maintenance*, inspeksi, perbaikan kecil, dan pelumasan secara berkala.

c. *Quality Maintenance*

- 1) Melakukan SOP perawatan secara benar, tidak tergesa-gesa dalam melakukan perbaikan serta memastikan hasil *maintenance* sempurna sehingga mesin dapat beroperasi secara maksimal.
- 2) Implementasikan kegiatan *autonomous maintenance*.
- 3) Melakukan *training* kepada teknisi perawatan mesin agar lebih mengerti dalam menangani kerusakan mesin sehingga dapat meningkatkan kualitas *maintenance* menjadi lebih baik

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perhitungan serta analisa nilai *reliability* mesin *Rolling Mill* menggunakan distribusi *Weibull*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Peralatan produksi utama *Rolling Mill* memiliki nilai keandalan 0.43082 atau 43.08% yang artinya berdasarkan skala *Croanch Alpha Reliability* nilai tersebut berada pada ambang $>0.40 - 0.60$ yang menunjukkan kategori mesin cukup andal.
2. Rata-rata waktu selama dilakukan perbaikan mesin atau *Mean Time To Failure* (MTTF) adalah 4,2 Jam.
3. Hasil perhitungan laju kegagalan peralatan produksi utama *Rolling Mill* adalah 0.000163 kegagalan permenit dengan rata-rata waktu operasi mesin hingga mengalami satu kegagalan atau *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah 6.134,96 menit atau 102 jam waktu operasi mesin.

DAFTAR PUSTAKA

Andika, F. dkk. 2016. *Analisis Interval Perawatan Komponen Kritis Mesin Trimming untuk Meminimumkan Biaya Perawatan*. Prosiding SENTIA 2016. Malang: Politeknik Negeri Malang.

Darmawan, Armin, Amrin Rapi, dan Syafrillah Ali. 2016. *Analisis Perawatan untuk Mendeteksi Risiko Kegagalan Komponen pada Excavator 390D*. JITI. Vol.15 (1).

Kurniawan, Fajar. 2013. *Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Mehrannia, H. dan Pakgohar, A. 2014. *Using Easy Fit Software For Goodness-Of-Fit Test and Data Generation*. International Journal Of Mathematical Archive.

Muhsin, A. dan Syarafi, I. 2018. *Analisis Keandalan dan Laju Kerusakan pada Mesin Continues Frying (Studi Kasus : PT. XYZ)*. Jurnal Optimasi Sistem Industri (OPSI).

Nakajima, S. 1988. *Introduction to TPM Total Productive Maintenance*. Productivity Press, Inc. Cambridge.

Otaya, Lian G. 2016. *Distribusi Probabilitas Weibull dan Aplikasinya*. Jurnal Manajemen Pendidikan Islam. Gorontalo: Institut Agama Islam Sultan Anai.

Rahayu, Yusnita. 2018. *Analisa Keandalan Jaringan Wireless Point to Point BMKG Stasiun Meteorologi Pekanbaru menggunakan Metode Distribusi Weibull*. Jurnal Teknik Elektro. Universitas Riau.

Vijayakumar, S. R. dan Gajendran, S. 2014. *Improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Injection Moulding Process Industry*. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE).

Wahyuningsih, Erni. 2018. *Analisis Perawatan Pembangkit Unit III PLTU Banten 3 Lontar menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance*. Laporan Tugas Akhir Prodi Teknik Industri. Universitas Banten Jaya. Kota Serang.

Yanif, D. K. dan Iman, T. D. 2007. *An Investigation Into The Application of Maintenance Management Concept Based on Reliability Centered Maintenance of TNI-AL Fleet (Case Study Of Corvette / Parchim Class)*.