

## Penerapan *Preventive Maintenance* untuk Meningkatkan Efektivitas Peralatan pada Lini Produksi Refraktori

Raihan Rabbani\*, Chaznin R. Muhammad, Nita P.A. Hidayat

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*raihanrabbaniahk@gmail.com, chaznin@gmail.com, nitahidayat@gmail.com

**Abstract.** PT. Indonesia Pos Chemtech Chosun Ref is engaged in the refractory industry and supplies the refractory needs of PT Krakatau Posco, which is one of the largest steel mills in Indonesia. IPCR uses 3 types of mixer machines, namely K-Mixer, D / C Mixer, Wet / P Mixer. The refractory production stage starts from weighing and selecting raw materials, then continued with the process of mixing raw materials with the K-Mixer machine for high temperature refractories. Therefore, the focus of this study is only on the K-Mixer Machine, namely in the period 2019 until it was damaged 67 times with a downtime of 321.2 hours by implementing planned maintenance and autonomous maintenance from the Total Productive Maintenance pillar. These results have met the standards set by the Japan Institute of Plant Maintenance which is 85%. The proposed improvement using the planned maintenance pillar by means of inspection and repair when the machine is damaged, or called corrective maintenance. So in the future, it is necessary for the company to implement planned maintenance as an initial step in solving the problem.

**Keywords:** *Preventive maintenance, Effectiveness, Total productive maintenance.*

**Abstrak.** PT. Indonesia Pos Chemtech Chosun Ref bergerak di bidang industri refraktori dan menyuplai kebutuhan refraktori PT Krakatau Posco yang merupakan salah satu pabrik baja terbesar di Indonesia. IPCR menggunakan 3 jenis mesin *mixer*, yaitu *K-Mixer*, *D/C Mixer*, *Wet/P Mixer*. Tahap produksi refraktori dimulai dari penimbangan dan pemilihan bahan baku, kemudian dilanjutkan dengan proses pencampuran bahan baku dengan mesin *K-Mixer* untuk refraktori temperatur tinggi. Hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Japan Institute of Plant Maintenance yaitu 85%. Usulan perbaikan menggunakan pilar perawatan terencana dengan cara inspeksi dan perbaikan ketika mesin mengalami kerusakan, atau disebut dengan *corrective maintenance*.

**Kata Kunci:** *Preventive maintenance, Efektivitas, Total productive maintenance.*

## A. Pendahuluan

Industri manufaktur pada saat ini sudah jauh berkembang dikarenakan persaingan antar perusahaan sangat ketat. Perkembangan tersebut membuat banyak perusahaan untuk meningkatkan produktivitas produksi sehingga akan semakin banyak kebutuhan untuk pemeliharaan atau perawatan pada mesin yang digunakan dalam proses produksi yang dilakukan. Jika mesin yang digunakan tidak dilakukan perawatan atau pemeliharaan maka akan timbul masalah dalam proses produksi, seperti produksi yang terhambat, produk cacat, dan lainnya. Hal tersebut dapat menyebabkan perusahaan tidak mampu mencapai target produksi yang telah ditentukan. Untuk mengurangi hambatan pada proses produksi perlu dilakukan pemeliharaan pada mesin.

PT. Indonesia Pos Chemtech Chosun Ref (PT. IPCR) bergerak di industri refraktori serta memasok kebutuhan refraktori PT Krakatau Posco, yang merupakan salah satu pabrik baja terbesar di Indonesia. Berdasarkan hasil observasi awal, pada tahun 2019 sampai dengan 2021 sering kali terjadi kerusakan mesin, yang menyebabkan downtime. Frekuensi kerusakan pada mesin K-Mixer, D/C-Mixer, Wet / P-Mixer dan Pengemasan selama tahun 2019 sampai 2021 adalah. Frekuensi kerusakan mesin dan downtime selama tahun 2019 dan tahun 2021 ditunjukkan pada Tabel 1. berikut ini.

**Tabel 1.** Kerusakan Mesin Tahun 2019 dan Tahun 2021

Nama Mesin	Frekuensi Kerusakan	Waktu Mesin Berhenti / Downtime (Jam)
Mesin K-Mixer	66	320,16
Mesin Wet / P Mixer	45	194,41
Mesin DC Mixer	44	196,08
Mesin Pengemasan	45	186,05
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>896,7</b>

Sumber: PT Indonesia Pos Chemtech Chosun Ref., 2021

Dari tabel 1.1 diatas beberapa mesin yang paling sering mengalami kerusakan dan downtime paling tinggi yaitu:

1. Pada mesin *K-Mixer*, yaitu kerusakan pada *Mixer* terjadi sebanyak 23 kali selama periode tahun 2019 sampai 2021, dengan *downtime* total sebanyak 66,77 jam
2. Pada mesin Wet atau *P-Mixer*, yaitu kerusakan pada *Mixer* terjadi sebanyak 14 kali selama periode tahun 2019 sampai 2021, dengan *downtime* total sebanyak 44,69 jam.
3. Pada mesin D/C Mixer, yaitu kerusakan pada *Mixer* terjadi 11 kali selama periode tahun 2019 sampai 2021, dengan *downtime* total sebanyak 35,97.
4. Pada mesin pengemasan,yaitu kerusakan pada blade yang *Abnormal* terjadi 9 kali selama periode tahun 2019 sampai dengan 2021 dengan *downtime* total sebanyak 30,62 jam.

Penelitian ini berfokus kepada pemeliharaan mesin *K-Mixer*, *Wet Mixer*, *DC Mixer* dan *Pengemasan*. Efektivitas mesin menggunakan metode *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan) dan *Total Productive Maintenance* (TPM). Penerapan kedua metode tersebut di PT IPCR (PT. Indonesia Pos *Chemtech Chosun Ref*) diharapkan dapat mengurangi *downtime* yang terjadi dan dapat meningkatkan efektivitas pada perusahaan. Metode TPM ditunjang dengan kegiatan perawatan, inspeksi dan pengecekan peralatan dan mesin, pembersihan peralatan dan mesin, dan memberikan pelumasan secara rutin. Usulan perbaikan yang diajukan memuat Pilar *Autonomous Maintenance* (Perawatan Otonomus) dan *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan). Sehingga berdasarkan uraian latar belakang masalah yang dimuat penulis memuat judul: “Penerapan *Preventive Maintenance* Untuk Meningkatkan Efektivitas Peralatan Pada Lini Produksi Refraktori (Studi Kasus Di PT. Indonesia Pos *Chemtech Chosun Ref*).”

Adapun perumusan masalah berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, yaitu sebagai berikut:

1. Berapa efektivitas mesin yang terdapat pada PT. Indonesia Pos Chemtech Chosun Ref (PT. IPCR) saat ini.
2. Apa saja faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas mesin *K-Mixer*?
3. Bagaimana usulan yang diberikan untuk meningkatkan efektivitas mesin *K-Mixer*?

## B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan) dan *Total Productive Maintenance* (TPM), Penelitian ini menggunakan data kuantitatif dengan menggunakan wawancara secara langsung kepada PT. Indonesia Pos Chemtech Chosun.

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan pada penelitian. Pengumpulan data mengacu kepada kerangka pemikiran yang telah diuraikan sebelumnya. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan wawancara secara langsung ke perusahaan. Data primer diperoleh melalui pengukuran dan wawancara secara langsung. Data tersebut berupa waktu jam kerja operator, data waktu operasi mesin (*run time*), data kerusakan pada mesin, jumlah produksi dan produk cacat. Data sekunder diperoleh dari unit *bagian* terkait pada perusahaan, Studi lapangan dilakukan dengan tujuan mengetahui kondisi terkini dan dapat mengetahui permasalahan-permasalahan yang terjadi di PT. Indonesia Pos Chemtech Chosun Ref (PT. IPCR) secara umum.

### Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan atau disebut juga perawatan adalah suatu aktivitas yang bertujuan untuk menjaga suatu fasilitas secara berkelanjutan. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas merupakan suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang dapat diterima (Baety et al., 2019).

*Preventive maintenance* adalah merupakan kegiatan perawatan dan pemeliharaan untuk mencegah timbulnya kerusakan – kerusakan yang tidak terduga atau secara mendadak yang menyebabkan fasilitas produk mengalami kerusakan pada waktu proses produksi secara terjadwal (Adiasa et al., 2021).

### Tujuan Perawatan

Perawatan umumnya bertujuan untuk fokus pada tindakan pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan. Tujuan *maintenance* yang utama meliputi (Septian et al., 2021), yaitu:

1. Kapasitas produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan produk tersebut dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang di luar kapasitas dan menjaga modal yang di investasikan dalam perusahaan untuk jangka waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan yang berkaitan dengan investasi.
4. Mencapai tingkat biaya *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menjamin keselamatan pengguna fasilitas.
6. Memaksimalkan semua peralatan sistem produksi (mengurangi *downtime*). Dan Memperpanjang umur masa pakai dari mesin dan peralatan

### *Total Productive Maintenance* (TPM)

*Total Productive Maintenance* (TPM) dimulai sebagai metode manajemen aset fisik yang berfokus pada pemeliharaan dan peningkatan mesin manufaktur untuk mengurangi biaya operasi perusahaan. Setelah penghargaan PM dibuat dan diberikan kepada *Nippon Denso* pada tahun 1971, JIPM (*Japanese Institute of Plant Maintenance*), memperluasnya untuk memasukkan 8 pilar TPM yang membutuhkan keterlibatan dari semua bidang manufaktur dalam konsep *Lean Manufacturing*. TPM dirancang untuk menyebarkan tanggung jawab untuk pemeliharaan dan kinerja mesin, meningkatkan keterlibatan karyawan dan kerja tim dalam

manajemen, teknik, pemeliharaan, dan operasi. TPM menurut beberapa ahli:

*Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan metode perawatan yang bertujuan untuk menciptakan efektivitas kerja guna menciptakan *zero defect* dan *zero accident* sehingga meminimalisir kerusakan yang tidak hanya pada mesin namun pada semua elemen yang terlibat. Menurut Nakajima (Baety et al., 2019)) definisi menyeluruh dari TPM terdiri dari beberapa elemen penting, yaitu:

1. TPM bertujuan memaksimalkan efektivitas peralatan dan mesin.
2. TPM melibatkan setiap orang, mulai dari top manajemen sampai karyawan di *shop floor*.
3. TPM adalah sebuah strategi yang berfokus pada perbaikan nyata dalam fungsi dan desain peralatan produksi.
4. TPM menerapkan sistem pemeliharaan peralatan dan mesin selama dipakai.
5. TPM diterapkan oleh banyak departemen dalam sebuah perusahaan.

### **Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah pendekatan untuk mengurangi dan mengatasi masalah yang terjadi pada mesin dan sistem. Metode untuk mengukur efektivitas atau kekuatan mesin, seberapa baik mesin dapat beroperasi, metode untuk mengukur sejauh mana mesin dapat beroperasi, dan metode untuk mengukur konsekuensi kerugian yang disebabkan oleh inefisiensi operasi mesin.

Saat menghitung OEE, dapat ditentukan dengan menghitung hasil dari tiga faktor, yaitu *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Quality Rate*. (Taba & Hakim, 2022). *Availability* merupakan nilai yang menunjukkan pemanfaatan jam mesin. *Availability rate* menunjukkan lamanya waktu yang diperlukan untuk menyiapkan dan menyesuaikan, dengan indikator waktu henti pada alat berat. Nilai *Performance Efficiency* mengacu pada mesin, *idle*, *stall*, dan seberapa sering mesin berjalan pada kecepatan rendah. *Quality Rate* adalah ukuran berapa kali penyesuaian atau pengerjaan ulang telah dilakukan untuk memastikan bahwa nilai OEE setiap komponen telah kehilangan 6 atau lebih kerugian.

### **Penentuan Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)**

Dalam penerapan TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan selama proses produksi. Terdapat beberapa kendala selama proses produksi, seperti fasilitas mengalami kerugian. Hal ini menyebabkan kesalahan dan masalah operasional, tetapi kendala tersebut dapat dicegah dengan mengukur kerugian pada fasilitas tersebut. Dalam rangka meningkatkan efektivitas fasilitas harus diukur dan dikurangi besarnya kerugian yang dikenal dengan enam kerugian besar (*six big losses*). Menurut Nakajima (Anthony, 2019) *Six big losses* di kelompokkan menjadi 6 besar yaitu:

1. *Breakdown losses* atau *equipment failure*, kerugian ini dikarenakan peralatan yang mengalami kerusakan, tidak dapat digunakan dan memerlukan perbaikan atau penggantian. Kerugian ini diukur dengan seberapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kerusakan sampai perbaikan selesai.
2. *Set Up And Adjustment Time/Losses*, kerugian ini disebabkan oleh perubahan kondisi operasi, seperti memulai produksi atau memulai *shift* kerja yang berbeda, perubahan produk dan perubahan kondisi operasi
3. *Idling And Minor Stoppages Losses*, kerugian yang disebabkan oleh terhentinya peralatan dikarenakan masalah yang bersifat sementara, seperti jalannya mesin terputus-putus (*halting*), terjadinya kemacetan (*jamming*) dan mesin yang tidak melakukan aktivitas (*idling*).

### **Distribusi Kerusakan**

Distribusi kerusakan merupakan informasi mengenai umur pakai suatu mesin atau peralatan. Data kerusakan setiap mesin perlu diidentifikasi jenis distribusinya. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam melakukan perhitungan dan penjadwalan interval pemeliharaan mesin. Terdapat empat distribusi yang digunakan pada penelitian ini, yaitu distribusi normal, lognormal, eksponensial, dan weibull. Nilai *index of fit* dari keempat distribusi tersebut akan

dibandingkan. Nilai *index of fit* yang paling mendekati 1 merupakan distribusi kerusakan terpilih.

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Data Kerja Mesin K Mixer

PT. Indonesia Pos *Chemtech* Chosun Ref (PT. IPCR) melakukan kegiatan produksi dimulai dari hari Senin sampai Jumat, dengan jam kerja mulai pukul 08.00-17.00 untuk senin sampai Kamis atau setara dengan 8 jam kerja, sedangkan untuk hari Jumat jam kerja mulai pukul 08.00 – 17.30. Selain itu terdapat jumlah hari kerja setiap bulan yang berbeda-beda, dikarenakan hari libur yang tidak sama. Data waktu kerja digunakan untuk menentukan waktu rencana (*loading time*) mesin akan beroperasi. Adapun data data jumlah hari kerja tahun 2018, 2019 dan 2020 pada mesin *K-Mixer* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.** Data Waktu Kerja Mesin

Tahun	Bulan	Jumlah hari	Tahun	Bulan	Jumlah hari	Tahun	Bulan	Jumlah hari
2019	Januari	23	2020	Januari	23	2021	Januari	21
	Februari	20		Februari	20		Februari	20
	Maret	21		Maret	22		Maret	23
	April	22		April	22		April	22
	Mei	23		Mei	21		Mei	21
	Juni	20		Juni	22		Juni	22
	Juli	23		Juli	23		Juli	22
	Agustus	22		Agustus	21		Agustus	22
	September	21		September	22		September	22
	Oktober	23		Oktober	22		Oktober	21
	November	21		November	21		November	22
	Desember	22		Desember	23		Desember	23

#### Data Jumlah Produksi dan Produk Cacat

Data jumlah produksi merupakan data hasil produksi perusahaan PT. IPCR di tahun 2019, 2020 dan 2021. Sedangkan jumlah produk cacat merupakan data jumlah produk cacat akibat proses produksi, kecacatan seperti akibat suhu, tekanan termal, kejutan termal, dll. Produk batu bata tahan api (*refractory*) dari mesin *k-mixer* yang mengalami kecacatan akan dipisahkan sebelum dikirim ke proses berikutnya. Data produk cacat menjadi salah satu hal yang penting bagi perusahaan dalam melakukan tindakan perbaikan. Pengumpulan data ini dilakukan untuk menentukan nilai *Overall Equipment Effectiveness* yaitu parameter *Quality Rate*. Data produksi dan produk cacat didapatkan melalui dapat ditampilkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Data Produksi Refraktori dan Produk Cacat

Tahun	Bulan	Jumlah Produksi (Ton)	Jumlah Produk Cacat (Ton)	Defect (%)
2019	Januari	1120	110	9,80%
	Februari	1200	107	8,90%
	Maret	1190	120	10,10%
	April	1195	135	11,30%
	Mei	1165	115	9,90%
	Juni	1135	102	9,00%
	Juli	1100	125	11,40%
	Agustus	1140	119	10,40%
	September	1200	120	10,00%
	Oktober	1210	113	9,30%
	November	1190	111	9,30%
	Desember	1210	103	8,50%
2020	Januari	1190	109	9,20%
	Februari	1180	107	9,10%
	Maret	1200	119	9,90%
	April	1183	123	10,40%
	Mei	1187	115	9,70%
	Juni	1190	105	8,80%
	Juli	1189	125	10,50%
	Agustus	1199	117	9,80%
	September	1188	110	9,30%
	Oktober	1196	115	9,60%
	November	1198	115	9,60%
	Desember	1198	106	8,80%
2021	Januari	1180	104	8,80%
	Februari	1182	103	8,70%
	Maret	1197	107	8,90%
	April	1187	108	9,10%
	Mei	1190	119	10,00%
	Juni	1185	110	9,30%
	Juli	1185	121	10,20%
	Agustus	1197	110	9,20%
	September	1197	111	9,30%
	Oktober	1198	117	9,80%
	November	1199	118	9,80%
	Desember	1200	103	8,60%

### Pengelompokan Kategori Losses

Kategori losses terbagi menjadi enam, yaitu *Breakdown*, *Setup and Adjustment*, *Idling and Minor Stoppages*, *Defects*, *Reduce Seed* dan *Reduce yield*. *Breakdown* yaitu kerusakan mesin secara tiba-tiba yang menyebabkan kerugian pada perusahaan. Merujuk pada Tabel 4.2 jenis kerusakan yang menyebabkan *Breakdown*. *Setup and adjustment* yaitu semua waktu setup termasuk waktu penyesuaian dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan penggantian satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya. Merujuk pada Tabel 4.2 jenis kerusakan yang termasuk *Setup and adjustment* yaitu *Setting* baut longgar dan *Ganti van belt*. *Idling and minor Stoppages* yaitu kerugian yang disebabkan oleh kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin. Merujuk pada Tabel 4.2 jenis kerusakan yang termasuk *Idling and minor Stoppages* yaitu *Error* pada sistem kelistrikan, Kekurangan oli pada mesin. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa pada mesin *k-mixer* hanya terdapat tiga kerugian dari enam kerugian (*six big losses*) yaitu *Breakdown*, *Idling and Minor Stoppages*, dan *Setup and adjustment*. Adapun kategori untuk jenis losses pada mesin *k-mixer* dapat dilihat pada Tabel 4. dibawah ini

**Tabel 4.** Kategori Jenis Losses Mesin K-Mixer

No	Kerusakan	Kategori
1	<i>Roller Conveyor Abnormal</i>	<i>Breakdown</i>
2	<i>Mechanical seal bocor</i>	<i>Breakdown</i>
3	<i>Mixer Abnormal</i>	<i>Breakdown</i>
4	<i>Ganti Belt Conveyor</i>	<i>Breakdown</i>
5	<i>Ganti belt guard</i>	<i>Setup and Adjustment</i>
6	<i>Ganti baut selek</i>	<i>Setup and Adjustment</i>
7	<i>Sistem elektrik error</i>	<i>Idling and minor stoppages</i>
8	<i>Kekurangan oli pada mesin</i>	<i>Idling and minor stoppages</i>
9	<i>Elektrikal Motor Abnormal</i>	<i>Breakdown</i>
10	<i>Bearing Abnormal</i>	<i>Breakdown</i>
11	<i>Bin material kotor</i>	<i>Idling and minor stoppages</i>

#### Penentuan Nilai Overall Equipment Effectiveness

Pengukuran sebelum menentukan nilai *Overall Equipment Effectiveness*, yaitu dengan mengukur nilai *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Quality Rate*.

#### Availability

Perhitungan *Availability* merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan mesin untuk menjalankan atau bekerja untuk melakukan produksi. Data yang digunakan untuk menghitung *Availability* yaitu nilai *breakdown losses*, *Setup and Adjustment losses* dan *Loading Time*. *Loading Time* merupakan waktu yang dimiliki perusahaan untuk melakukan produksi perhari. Penentuan nilai *Loading Time* dengan cara mengalikan antara jumlah hari kerja perbulan dengan jumlah jam kerja operasional. Grafik tingkat *Availability* mesin k Mixer dibandingkan dengan standar *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* yaitu 90% dapat ditampilkan dan dilihat pada Gambar 1. berikut ini.

**Gambar 5.** Hubungan Standar JIPM terhadap *Availability*

Berdasarkan Gambar 4.1 masih ada beberapa bulan yang berada dibawah nilai JIPM itu menunjukkan bahwa nilai tersebut harus ada perbaikan, sedangkan yang melebihi nilai JIPM sudah baik dan perlu di pertahankan. Perbandingan ini dilakukan karena perhitungan OEE standarisasi nilainya menggunakan JIPM.

### Pemilihan Losses Terbesar

Berdasarkan hasil perhitungan *six big losses*, Hasil rekapitulasi perhitungan *six big losses* terbesar dapat dilihat pada Tabel 5. *Breakdown loss* memiliki persentase yang paling besar yaitu 5,92%. *Breakdown loss* dipengaruhi oleh *downtime* dan *loading time* dari mesin k-mixer.

**Tabel 5.** Rekapitulasi Perhitungan *Six Big Losses*

Jenis Losses	Total Presentase Losses (%)
<i>Breakdown Losses</i>	5,12%
<i>Idling and Minor Stoppages Loss</i>	0,29%
<i>Setup and Adjustment Loss</i>	0,30%
<i>Defect Loss</i>	0,021%
Rata-rata	1,43%

### Uji Kecocokan Distribusi (*Goodness of Fit Test*) Untuk TTF dan TTR

Perhitungan *goodness of fit* test bertujuan untuk mengetahui distribusi data TTF dan TTR yang akan berpengaruh terhadap perhitungan parameter MTTF dan MTTR. Perhitungan *goodness of fit* test bertujuan untuk mengetahui distribusi data TTF dan TTR yang akan berpengaruh terhadap perhitungan parameter MTTF dan MTTR.

#### *Goodness of Fit Test* Untuk TTF Komponen Mixer

Hasil perhitungan TTF komponen *mixer* menunjukkan bahwa distribusi normal memiliki *Index of fit* terbesar.

Maka dilakukan perhitungan menggunakan *Kolmogrov Smirnov* sebagai berikut:

Distribusi Lognormal Menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test*

H<sub>0</sub>: Data berdistribusi Normal

H<sub>1</sub>: Data tidak berdistribusi Normal Taraf nyata  $\alpha = 0,05$

Wilayah kritis: tolak H<sub>0</sub> bila  $D_n > D_{kritis}$

Dengan menggunakan tabel *Kolmogorov-Smirnov Test*:

Untuk  $n = 23$ ,  $\alpha = 0,05$ , maka  $D_{kritis} = 0,184$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - t)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{11046528}{23-1}} = \sqrt{\frac{11046528}{22}} = \sqrt{502114,9} = 708,6$$

$$Z_i = \left| \frac{t_i - t}{s} \right| = \frac{-464,97}{708,6} = -0,656$$

$$\phi(Z_i) = \phi(-0,66) = 0,254 \text{ (menggunakan tabel standar normal probabilities)}$$

$$t = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n} = \frac{23868,7}{23} = 1037,77$$

Contoh perhitungan,  $i=1$

$$D_1 = \left[ \phi(Z_i) - \frac{i-1}{n} \right] = 0,254 - 0 = 0,254$$

$$D_2 = \left[ \frac{i}{n} - \phi(Z_i) \right] = 0,043 - 0,254 = -0,21$$

$$D_n = \max \{D_1, D_2\} = 1,519$$

Karena  $D_n (1,519) > D_{kritis} 0,05 (0,107)$ , maka dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal.

**Mean Time to Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR) Komponen Motor**

Berdasarkan perhitungan maka distribusi terpilih untuk data TTF dan TTR komponen motor adalah distribusi Weibull. Maka parameter yang digunakan adalah parameter bentuk ( $\beta$ ) dan parameter skala ( $\theta$ ). Berikut merupakan perhitungan parameter  $\beta$  dan  $\theta$ .

**Tabel 6.** Rekapitulasi Perhitungan MTTF dan MTTR

Komponen	Parameter MTTF	MTTF (jam)	Parameter MTTR	MTTR (jam)
Mixer	$\beta = 1,695$	1136,5	$\beta = 3,89$	2,638
	$\theta = 1274,105$		$\theta = 2,912$	
Roller	$\beta = 1,94$	9562,8	$\beta = 13,4$	4,15
	$\theta = 9798$		$\theta = 4,305$	
Motor	$\beta = 3,83$	2342,7	$\beta = 1,55$	11,16
	$\theta = 2591,5$		$\theta = 12,43$	

**Prediksi Downtime Setelah Penerapan Planned Maintenance**

Melalui penerapan *planned maintenance*, maka diperoleh interval waktu pemeliharaan untuk mesin K-Mixer. Pada saat perusahaan belum menerapkan *planned maintenance*, keandalan komponen mixer seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.7 adalah 43,8% dan ketidakandalan 56,2%. Keandalan komponen roller seperti yang diperlihatkan pada Tabel 6. adalah 39% dan ketidakandalan 61%. Keandalan komponen motor seperti yang diperlihatkan pada Tabel 7. adalah 50,7% dan ketidakandalan 49,3%. Setelah mengetahui keandalan dan ketidakandalan masing-masing komponen, maka dapat dihitung prediksi *downtime* setelah menerapkan *planned maintenance*. *Downtime* dipengaruhi oleh persentase ketidakandalan. Semakin tinggi persentase ketidakandalan maka *downtime* akan semakin meningkat. Hal ini dapat disimpulkan bahwa ketidakandalan berbanding lurus dengan *downtime*. Data yang digunakan untuk memprediksi *downtime* adalah data *downtime* masing-masing komponen selama 3 tahun. *Downtime* komponen mixer sebesar 72,61 jam, komponen roller sebesar 62,72 jam dan komponen motor sebesar 106,99 jam. Rekapitulasi perbandingan *downtime* antara kondisi sebelum dengan setelah penerapan *planned maintenance* ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 7.** Rekapitulasi Perbandingan Downtime Sebelum dan Setelah PM

Nama Komponen	Downtime (Jam)		
	Saat ini	Perbaikan	Selisih
Mixer	72,61	12,96	59,65
Roller	62,72	10,28	52,44
Motor	106,99	21,7	85,29

**D. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai efektivitas mesin *k-mixer* selama tahun 2019 sampai dengan 2021 yang dihitung dan diukur dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) didapatkan nilai 85%. Hasil tersebut sudah memenuhi standar yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yaitu sebesar 85%. Namun nilai ini masih di ambang batas standar, perlu ditingkatkan kembali. Efektivitas mesin *k-mixer* dipengaruhi empat losses berdasarkan klasifikasi *six big losses* yaitu *breakdown loss*,

*idling and minor loss, setup and adjustment loss dan defect loss*. Nilai loss terbesar adalah breakdown loss dengan nilai 5,02 %.

2. Faktor penyebab daripada downtime mesin *k-mixer* ini relatif tinggi dikarenakan adanya faktor yang ada pada diagram *fishbone* yaitu mesin, manusia, metode dan lingkungan. Faktor material pada mesin *k-mixer* sudah baik (tidak ada korosi, kualitas material pun sudah sesuai dengan yang akan dipakai penempatannya). Hanya saja dikarenakan kurangnya *preventive maintenance* dan *autonomous maintenance* pada mesin *k-mixer* sehingga part-part atau komponen tidak diberikan penanganan *preventive* yang cukup dan terjadwal yang menyebabkan *corrective maintenance* pun terjadi. Faktor lingkungan yaitu mobilisasi operator dengan tim mekanik yang masih manual, perlu adanya kendaraan operasional seperti pick up yang digunakan supaya mobilisasi lebih cepat dan dapat membawa alat – alat yang digunakan untuk melakukan perbaikan dan pergantian part. Komponen yang memiliki kerusakan tertinggi yaitu pada komponen mixer sebanyak 24 kali.

### Daftar Pustaka

- [1] Adiasa, I., Fachri, Y., Suarantalla, R., & Mashabai, I. (2021). Analisis Preventive Maintenance pada Unit Haul Truck Tipe Cat 777e dengan Menggunakan Siklus Plan, Do, Check, Action (PDCA) Di PT. Lawang Sampar Dodo. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(1), 29. <https://doi.org/10.20961/performa.20.1.44826>
- [2] Anshor Muhamad Sujadi, & Nita P.A Hidayat. (2023). Perencanaan Jadwal Produksi Induk pada Produksi Sweater dengan Pendekatan Time Fences. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 99–106. <https://doi.org/10.29313/jrti.v3i2.2799>
- [3] Anthony, M. B. (2019). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cold Leveller PT. KPS. *JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(1), 94. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v2i2.333>
- [4] Avrilio, N. F., Endang Prasetyaningsih, & Nita P. A. Hidayat. (2021). Penerapan Planned Maintenance untuk Mereduksi Downtime Mesin MOJ-3 di Departemen Finishing PT. XYZ. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 1(1), 68–76. <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i1.232>
- [5] Baety, R., Budiasih, E., & Atmaji, F. T. D. (2019). Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Dalam Bottleneck Auto-part Machining Line Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *EProceedings ...*, 6(2), 6496–6505.
- [6] Elshadi, F., & Muhammad, C. R. (2022). Penerapan Metode Lean Six Sigma untuk Mereduksi Waste pada Produksi Sepatu Sandal. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 17–26. <https://doi.org/10.29313/jrti.v2i1.664>
- [7] Septian, J. A., Mandagie, K. L., & Bhirawa, W. T. (2021). Analisis Sistem Pemeliharaan pada Mesin Mounter Chip Menggunakan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. Dharma Anugerah Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 32–47.
- [8] Taba, M. I., & Hakim, H. (2022). Pengaruh Sistem Pemeliharaan Total Productive Maintenance ( TPM ) dan Lean Manufacturing ( LM ) Terhadap Overall Equipment Effectiveness ( OEE ) ( Studi Kasus di PT . Semen Tonasa ) *Abstrak*. 5(LM), 393–405.