

# Analysis of Preventive Maintenance System Using the MTBF and MTTR Method

Adjie Ayyub Rajendra Akash\*, Hafid Syaifullah

Industrial Engineering Department, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya

\*Corresponding author: 22032010166@student.upnjatim.ac.id

Received: June 4, 2026

Approved: June 15, 2026

## Abstract

The reliability of production machinery plays a crucial role in ensuring the continuity of manufacturing processes, as machine disturbances or failures can lead to downtime, reduced productivity, and increased operational costs for the company. This applied study was conducted at PT XYZ, a ceramic manufacturing company established in 1971 and recognized as one of the largest ceramic producers in Indonesia, with a focus on the Engineering Department, particularly the machine maintenance system on Line 3, which includes the press machine, glazing line, and kiln. The evaluation was carried out on the implementation of Preventive Maintenance using the Mean Time Between Failures (MTBF) and Mean Time To Repair (MTTR) approaches, based on machine downtime data for the September 2025 period. The objective was to identify the level of machine reliability, calculate the average time between failures, and determine the average repair duration in order to support the smooth operation of the production process.

**Keywords:** *preventive maintenance, meat time between failures, mean time to repair*

## Abstrak

Keandalan mesin produksi memegang peranan yang sangat penting dalam menjamin keberlangsungan proses produksi pada industri manufaktur, karena gangguan atau kerusakan mesin dapat menyebabkan downtime, menurunkan produktivitas, serta meningkatkan biaya operasional perusahaan. Kajian terapan ini dilaksanakan di PT XYZ, sebuah perusahaan manufaktur keramik yang berdiri sejak tahun 1971 dan dikenal sebagai salah satu produsen keramik terbesar di Indonesia, dengan fokus pada engineering department, khususnya sistem perawatan mesin pada line 3 yang meliputi mesin press, glazing line, dan kiln. Evaluasi dilakukan terhadap penerapan *Preventive Maintenance* menggunakan pendekatan Mean Time Between Failures (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) berdasarkan data downtime mesin periode September 2025, dengan tujuan untuk mengidentifikasi tingkat keandalan mesin, menghitung rata-rata waktu antar kegagalan, serta menentukan rata-rata durasi perbaikan mesin sebagai upaya mendukung kelancaran proses produksi.

**Kata Kunci:** *perawatan pencegahan, waktu rata-rata antar kegagalan, waktu rata-rata untuk perbaikan*

## 1. Pendahuluan

Keandalan peralatan produksi memiliki peranan penting dalam menjamin keberlanjutan serta optimalisasi kinerja proses manufaktur, terutama pada industri yang menerapkan pola produksi secara kontinu. Tingginya tingkat downtime mengindikasikan perlunya peninjauan sistem pemeliharaan yang tidak sekadar bersifat rutin, melainkan didasarkan pada analisis kuantitatif yang presisi dan terukur. Kajian ini disusun atas dasar kebutuhan untuk mengevaluasi efektivitas Preventive Maintenance melalui pendekatan analitis dengan memanfaatkan parameter Mean Time Between Failures (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) yang diolah dari data operasional perusahaan. Sehingga temuan yang dihasilkan merepresentasikan kondisi aktual di lapangan. Sementara itu, Pembaharuan terlihat pada penggabungan analisis MTBF dan MTTR dengan pengukuran operational availability sebagai indikator kinerja pemeliharaan yang menyeluruh. Dengan pengembangan berupa kerangka evaluasi perawatan berbasis data numerik yang dapat digunakan sebagai landasan dalam perumusan kebijakan strategis guna meningkatkan efektivitas pengelolaan mesin di sektor industri manufaktur [11].

Aktivitas produksi pada industri manufaktur keramik sangat bergantung pada keandalan mesin yang beroperasi secara kontinu, karena intensitas penggunaan yang tinggi pada mesin press, glazing line, dan kiln berpotensi meningkatkan gangguan, downtime, serta biaya operasional. Secara situasional, kondisi di PT XYZ menunjukkan bahwa pemanfaatan data downtime pada line 3 belum optimal sebagai dasar evaluasi sistem perawatan, sehingga tingkat keandalan mesin dan efektivitas perawatan belum terukur secara kuantitatif dan berpotensi menimbulkan kegagalan berulang. Sebagai solusi, kajian ini menerapkan analisis

Preventive Maintenance menggunakan parameter Mean Time Between Failures (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) berdasarkan data aktual periode September 2025 untuk mengidentifikasi tingkat keandalan, menghitung rata-rata waktu antar kegagalan dan durasi perbaikan, serta mengevaluasi operational availability. Kebaruan kajian ini terletak pada pemanfaatan data operasional aktual secara terintegrasi pada satu lini produksi sebagai dasar pengambilan keputusan perawatan berbasis data dalam konteks industri manufaktur keramik.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Preventive Maintenance

*Preventive Maintenance* merupakan salah satu unsur utama dalam aktivitas perawatan mesin. Konsep ini merujuk pada serangkaian tindakan pemeliharaan yang dilaksanakan sebelum terjadinya kegagalan atau kerusakan pada suatu sistem maupun komponennya. Pelaksanaannya didahului oleh perencanaan yang terstruktur dan didukung oleh pengawasan yang sistematis, kegiatan deteksi dini, serta tindakan korektif yang diperlukan, sehingga sistem atau komponen tersebut dapat mempertahankan kemampuan fungsionalnya secara optimal [1]. Pemeliharaan (*Preventive Maintenance*) didefinisikan sebagai kegiatan inspeksi yang dilaksanakan secara berkala untuk mengidentifikasi kondisi yang berpotensi menyebabkan terhentinya proses produksi atau menurunnya kinerja fungsi mesin. Kegiatan ini dipadukan dengan tindakan pemeliharaan yang bertujuan untuk menghilangkan atau mengendalikan kondisi tersebut, sehingga mesin dapat dikembalikan ke kondisi operasional yang normal.

Dengan kata lain, *Preventive Maintenance* mencakup upaya pendeteksian dan penanganan dini terhadap kondisi abnormal pada mesin sebelum menimbulkan dampak negatif atau kerugian. Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan preventif merupakan rangkaian aktivitas perawatan yang direncanakan dan dijadwalkan untuk dilakukan sebelum atau mendekati titik kegagalan, dengan tujuan utama mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan pada sistem maupun peralatan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan ketersediaan, memperpanjang umur operasional, dan mengoptimalkan kinerja sistem atau peralatan [2]. *Preventive Maintenance* adalah proses pemeliharaan yang dilakukan secara teratur dan terjadwal untuk menghindari kerusakan alat berat sebelum waktunya. Kegiatan pengaturan rencana perawatan dilakukan sebagai bentuk untuk mengurangi kerusakan yang secara tiba-tiba. Jadwal perawatan unit dilakukan dengan perbaikan tepat waktu sesuai jadwalnya. Penjadwalan ini penting dikarenakan untuk mengatur manusia, metode, *machine* dan material [3].

### 2.2 Mean Time Between Failure

MTBF (*Mean Time Between Failures*) didefinisikan sebagai nilai rata-rata durasi waktu operasi suatu alat berat atau mesin di antara dua kejadian kegagalan atau kerusakan. Indikator ini diterapkan pada peralatan yang bersifat dapat diperbaiki setelah mengalami kerusakan. Melalui penerapan MTBF, perusahaan memperoleh gambaran mengenai tingkat ketersediaan dan ketahanan operasional alat berat maupun komponen yang digunakan. Informasi tersebut selanjutnya dimanfaatkan untuk menentukan frekuensi inspeksi serta penjadwalan penggantian komponen sebagai bagian dari strategi perawatan *preventive*. *Preventive Maintenance* sendiri merupakan aktivitas pemeliharaan yang dilaksanakan pada interval waktu tertentu yang telah ditetapkan berdasarkan perencanaan [4]. MTBF merupakan parameter yang menyatakan rata-rata selang waktu antar terjadinya kegagalan, atau dengan kata lain menunjukkan rata-rata lama waktu komponen, subsistem, maupun sistem dapat beroperasi tanpa mengalami gangguan. Nilai MTBF diperoleh melalui perbandingan antara total durasi waktu operasi dengan jumlah kegagalan yang terjadi selama periode pengamatan tersebut.

Dalam konteks sistem yang memiliki fungsi kerapatan kegagalan (*failure density function*), MTBF didefinisikan sebagai nilai harapan (ekspektasi) dari waktu operasi komponen sebelum mengalami kegagalan [5]. Perhitungan yang dilakukan terhadap nilai *Mean Time Between Failures* (MTBF) adalah untuk mengetahui seberapa lama durasi waktu rangkaian mesin mengalami kerusakan kembali setelah dilakukan perbaikan, karena jika mesin produksi mengalami kurangnya perawatan sehingga akan terjadi kerusakan terus menerus dan akan menghambat proses produksi untuk menghasilkan produk oleh suatu perusahaan, sehingga dapat menetapkan jadwal perawatan terhadap suatu mesin produksi maka dibutuhkan nilai perhitungan *Mean Time Between Failures* (MTBF)[6].

### 2.3 Mean Time To Repair

*Mean Time To Repair* (MTTR) merupakan nilai tengah dari waktu yang diperoleh untuk melakukan perbaikan terhadap suatu mesin. Tingginya nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) yang diperoleh

mengidentifikasi rendahnya kemudahan pemeliharaan. *Mean Time To Repair* dapat diperhitungkan dengan membagi total waktu henti dengan banyaknya kerusakan atau kegagalan pada kurun waktu tersebut.

Perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) dilakukan untuk mengukur rata-rata durasi waktu yang dibutuhkan dalam melakukan perbaikan pada mesin produksi yang mengalami kerusakan. Nilai MTTR yang relatif tinggi dapat berdampak langsung pada menurunnya tingkat produktivitas proses produksi. Oleh sebab itu, setiap perusahaan perlu berupaya menekan nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) serendah mungkin agar produktivitas dapat ditingkatkan secara optimal [6]. MTTR didefinisikan sebagai nilai rata-rata waktu yang diperlukan untuk melaksanakan proses perbaikan pada suatu mesin. Perhitungan MTTR mencakup rentang waktu sejak terjadinya kerusakan hingga mesin tersebut kembali beroperasi dalam kondisi normal. [7].

## 2.4 Perawatan

Perawatan didefinisikan sebagai rangkaian aktivitas yang dilaksanakan secara berkelanjutan dengan tujuan menjaga peralatan agar senantiasa berada dalam kondisi layak dan berfungsi secara optimal. Selama ini, sistem pemeliharaan yang diterapkan di perusahaan masih berfokus pada *breakdown maintenance*, yaitu perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada mesin. Aktivitas pemeliharaan tersebut belum didukung oleh daftar atau perencanaan maintenance yang tersusun secara sistematis dan terstruktur, sehingga pelaksanaannya semata-mata bergantung pada terjadinya kerusakan. Kondisi ini berdampak pada seringnya gangguan terhadap kelancaran proses produksi, yang pada akhirnya menyebabkan tingkat *downtime* mesin pada lini produksi menjadi tinggi. Selain itu, dampak negatif lain yang ditimbulkan meliputi penurunan kualitas hasil produksi serta menurunnya tingkat produktivitas tenaga kerja[8].

## 2.5 Availability

Tingkat *availability* yang tinggi memiliki keterkaitan erat dengan keberhasilan operasional pada berbagai sektor industri. Hasil temuan menunjukkan peningkatan nilai *availability* sebesar lebih 10% mampu mendorong kenaikan total akhir produksi hingga 8%, dikarenakan mesin dapat dimanfaatkan dengan frekuensi yang lebih tinggi dalam kegiatan produksi[9]

Tingkat *availability* yang tinggi juga memiliki peranan signifikan dalam pengelolaan sumber daya manusia. Kondisi tersebut memungkinkan perencanaan tenaga kerja dilakukan secara lebih optimal, karena operator mesin tidak perlu mengalami waktu tunggu yang panjang akibat kegiatan pemeliharaan maupun perbaikan *peralatan*[9]. *Reliability, Availability, dan Maintainability* (RAM) merupakan metode perhitungan yang digunakan untuk merepresentasikan maupun memprediksi tingkat keandalan, ketersediaan, serta kemampuan perawatan suatu mesin. Dengan demikian, RAM menjadi salah satu komponen yang penting dalam mengevaluasi efisiensi dan kinerja kegiatan pemeliharaan mesin. Selain itu, analisis RAM dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam penyusunan perencanaan jadwal pemeliharaan serta sebagai upaya untuk meningkatkan tingkat ketersediaan sistem. Dalam kerangka RAM, salah satu indikator kinerja utama yang digunakan adalah *availability*, yang menggambarkan proporsi waktu ketika sistem beroperasi secara penuh.

## 2.6 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui kegiatan observasi atau pengamatan langsung di PT XYZ dengan data yang dibutuhkan yaitu:

- a. Mesin Press
- b. Glazing Line
- c. Mesin Kiln

Data pengamatan langsung di lapangan seperti **Tabel 1** di bawah:

**Tabel 1.** Data Pengamatan Langsung di Lapangan

Bulan	Mesin	Av. Time	Frek	Downtime (Jam)
September	PRESS	720	65	37,8
	GLAZ. LINE	720	66	40,8
	KILN	720	18	13,5
Total		2160	149	92.1

Data yang disajikan pada **Tabel 1** merupakan data *downtime* mesin *press*, *glazing line*, dan kiln pada bulan September 2025 dengan total *downtime* 92,1 jam, dengan rincian: Mesin *Press* 37,8 jam; *Glazing Line* 40,8 jam; Kiln 18 jam dan total frekuensi kegagalan sebanyak 149 kali kejadian.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Data Waktu Operasional

Waktu operasional dihitung berdasarkan selisih antara total waktu berjalan (*Running Hour*) dengan waktu yang digunakan untuk perawatan terencana (*Planned Maintenance*). Dari perhitungan yang dilakukan, total operasional diperoleh Mesin *Press* sebesar 682 jam; *Glazing Line* sebesar 679 jam; Kiln sebesar 706 jam, waktu tersebut diperoleh dari pengurangan jam operasional mesin dengan *downtime* masing-masing mesin. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan *Mean Time Between Failures* (MTBF) untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan *Preventive Maintenance* yang optimal. Perhitungan sebagai berikut:

- $Running\ Hour = 30 \times 24$   
 $= 720\ jam$
- $Downtime = 37,8\ jam$
- Waktu Operasional =  $Running\ Hour - Downtime$   
 $= 720 - 37,8$   
 $= 682,2\ jam$

#### Menghitung MTBF

Berikut merupakan perhitungan *Mean Time Between Failures*:

$$MTBF\ PRESS = \frac{\text{Total Waktu Kerja}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{682,2}{65} = 10,495$$

**Tabel 2.** Perhitungan MTBF

Mesin	Av. Time	Frek	Downtime (Jam)	MTBF
PRESS	720	65	37,8	10,495
GLAZ. LINE	720	66	40,8	10,449
KILN	720	18	13,5	10,869
	2160	149	92.1	

Berdasarkan data perhitungan *Mean Time Between Failures* (MTBF), didapatkan nilai MTBF Mesin *Press* sebesar 10,495; *Glazing Line* sebesar 10,449; Kiln sebesar 10,869.

#### Menghitung MTTR

Berikut merupakan perhitungan *Mean Time To Repair*:

$$MTTR\ PRESS = \frac{\text{Downtime}}{\text{Number of Failures}} = \frac{37,8}{65} = 0,5817$$

**Tabel 3.** Perhitungan MTTR

Mesin	Av. Time	Frek	Downtime (Jam)	MTTR
PRESS	720	65	37,8	0,5817
GLAZ. LINE	720	66	40,8	0,6176
KILN	720	18	13,5	0,75
	2160	149	92.1	

Berdasarkan data perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR), didapatkan nilai MTTR Mesin *Press* sebesar 0,5817; *Glazing Line* sebesar 0,6176; Kiln sebesar 0,75.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data *downtime* mesin *press*, *glazing line*, dan kiln pada line 3 periode September 2025, diperoleh total *downtime* sebesar 92,1 jam dengan frekuensi kegagalan sebanyak 149 kejadian. Perhitungan menunjukkan nilai *Mean Time Between Failures* (MTBF) masing-masing sebesar 10,495 jam (*press*), 10,449 jam (*glazing line*), dan 10,869 jam (*kiln*), yang menggambarkan rata-rata selang

waktu operasi mesin sebelum mengalami kegagalan. Sementara itu, nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) sebesar 0,5817 jam (press), 0,6176 jam (glazing line), dan 0,75 jam (kiln) menunjukkan rata-rata durasi perbaikan yang relatif singkat. Berdasarkan parameter tersebut, diperoleh nilai *operational availability* sebesar 94,75% pada mesin press, 94,42% pada glazing line, dan 93,55% pada kiln, yang mengindikasikan bahwa tingkat ketersediaan mesin berada di atas 90% dan sistem *Preventive Maintenance* yang diterapkan telah berjalan cukup efektif dalam mendukung kelancaran proses produksi. Dengan demikian, penerapan analisis MTBF dan MTTR terbukti mampu memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat keandalan dan ketersediaan mesin sebagai dasar evaluasi dan pengambilan keputusan dalam peningkatan efektivitas sistem perawatan di PT XYZ.

## 5. Referensi

- [1] Syarifuddin, Syarifuddin, Mahendra Alfazri, and Muzakir Muzakir. "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." *Industrial Engineering Journal* 11.2 (2022).
- [2] F. Fahri, B. Harahap, and S. Suliawati, "Analisis Efektivitas Preventive Maintenance dengan Metode Periodic Inspection untuk Meningkatkan Kinerja pada Unit WA800-3," *Blend Sains Jurnal Teknik*, vol. 3, no. 3, pp. 246–267, May 2025, doi: 10.56211/blendsains.v3i3.799.
- [3] J. P. Keinsinyuran, D. Anjas Udin, and M. A. Kartawidjaja, "Penerapan Preventive Maintenance Alat Berat di PT Madhani Talatah Nusantara Jobsite Tanjung Enim," 2025.
- [4] S. Yasir and A. Saputra, "Analisa Reliability Dan Availability Mesin Screw Press Kelapa Sawit (Studi Kasus di PT. Ujong Neubok Dalam)," 2022. [Online]. Available: <http://ejournal.unis.ac.id/index.php/UNISTEK>
- [5] Rusdi, Muh, Muhammad Arsyad Suyuti, and Suryono Suryono. "Analisis Penentuan Interval Waktu Perawatan Finish Mill Berdasarkan Downtime Pada PT. Semen Tonasa." *Jurnal Teknik Mesin Sinergi* 15.1 (2017): 1-17.
- [6] Habibi, Muhammad Husein, Sutrisno Sutrisno, and Ahmad Jibril. "Analisis Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF) Dan Mean Time To Repair (MTTR) Mesin Cold Storage." *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah* 4.4 (2025): 1410-1421.
- [7] Sunardi, Oki, and Isdaryanto Iskandar. "Analisis efektivitas mesin dengan total productive maintenance (studi kasus pada proses mixing)." *Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan* 4.2 (2022): 98-106.
- [8] Ar-Royyan, Dhany, and M. Nushron Ali Mukhtar. "Perencanaan Preventive Maintenance Line Produksi Dengan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Di PT Raya." *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri* 11.1 (2023): 011-020.
- [9] Purba, Adi Syahputra, et al. "Studi Pengaruh Nilai Availability Mesin Stamping Terhadap Jumlah Hasil Produksi." *Jurnal Integrasi* 16.2 (2024): 98-103.
- [10] Putra, Raditya Chavvah Hesa, and Joumil Aidil Saifudin. "Analisis Performance Mesin Hammer Mill Menggunakan Metode Reliability Availability Maintainability (RAM) Di PT. XYZ." *JUMINTEN* 2.4 (2021): 133-144.
- [11] Khoir, Rizal Abdul. *Analisis Preventive Maintenance Pada Forklift Dan Reach Truck Dengan Metode Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) Dan Mean Time To Repair (MTTR) Di PT. DSV Solutions Indonesia*. Diss. Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara, 2024.