

Analisis dan Pengurangan *Downtime* Mesin *Kiln* Melalui Implementasi *Alarm Sensor Limit Switch* Studi Kasus Industri Keramik

Wahyu Indra Saputra^{*1,2}, Linda Wijayanti¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Sudirman 51, Jakarta 12930

²Program Studi Program Teknik Elektro, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Sudirman 51, Jakarta 12930

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i>	<i>High downtime is a critical issue affecting production efficiency, operational reliability, and maintenance costs. Operational data from January to March 2025 showed an average downtime of 143 minutes per month, indicating the need for improvement. This study aims to reduce downtime in kiln machines in the ceramic industry through the implementation of a limit switch-based alarm system, using a qualitative-descriptive approach combined with the PDCA (Plan-Do-Check-Act) method and root cause analysis using pareto and ishikawa diagrams. The analysis identified that the primary cause of downtime was the absence of an early warning system for abnormal conditions in the cooling box section, addressed by installing a limit switch sensor to provide real-time alerts to operators. The results show a significant reduction in downtime from 143 to 21 minutes per month within eight months of implementation, demonstrating that simple engineering modifications can enhance system responsiveness, reduce production losses, and improve operational efficiency.</i>
Received 18 May 2026	
Accepted 15 June 2026	
<i>Keywords:</i> <i>Downtime, Kiln, Maintenance, Ceramic</i>	

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i>	Tingginya <i>downtime</i> merupakan permasalahan kritis yang berdampak pada efisiensi produksi, keandalan operasional, serta peningkatan biaya pemeliharaan. Data operasional periode Januari–Maret 2025 menunjukkan rata-rata <i>downtime</i> mencapai 143 menit per bulan, sehingga diperlukan upaya perbaikan yang sistematis. Penelitian ini bertujuan menurunkan <i>downtime</i> mesin <i>kiln</i> pada industri keramik melalui penerapan sistem alarm berbasis <i>limit switch</i> , menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang dipadukan dengan siklus PDCA (<i>Plan-Do-Check-Act</i>) serta analisis akar penyebab menggunakan diagram pareto dan ishikawa. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab utama <i>downtime</i> adalah tidak adanya sistem peringatan dini terhadap kondisi abnormal pada bagian <i>cooling box</i> , yang diatasi melalui pemasangan sensor <i>limit switch</i> untuk memberikan peringatan secara <i>real-time</i> kepada operator. Hasil implementasi menunjukkan penurunan <i>downtime</i> signifikan dari 143 menit menjadi 21 menit per bulan dalam waktu delapan bulan, membuktikan bahwa modifikasi teknik sederhana dapat meningkatkan respons sistem, mengurangi kerugian produksi, serta meningkatkan efisiensi operasional.
Diserahkan: 18 Mei 2026	
Diterima: 15 Juni 2026	
Kata Kunci: Downtime, Kiln, Maintenance, Keramik	

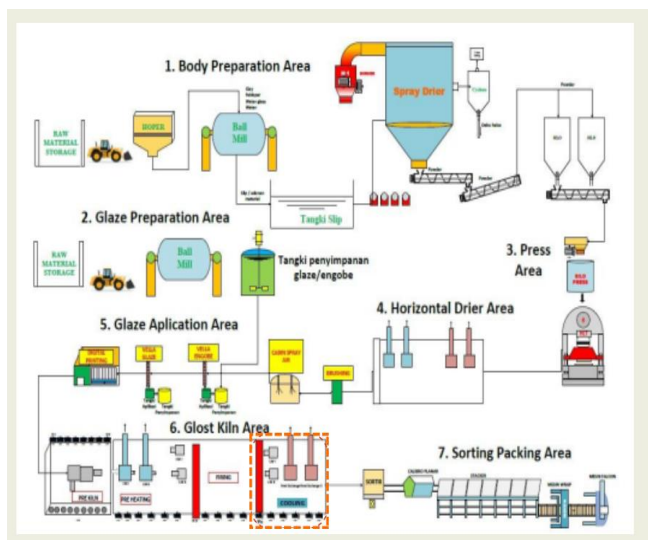
*Corresponding author. Wahyu Indra Saputra
Email address: indrasaputra.wahyu@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Downtime mesin merupakan faktor penting yang mempengaruhi efisiensi produksi, khususnya pada industri keramik yang bergantung pada keandalan mesin produksi (Umam & Widiasih, 2024). *Downtime* yang tinggi dapat menyebabkan kerugian produksi, peningkatan biaya operasional, serta penurunan kinerja sistem secara keseluruhan. Dalam industri keramik, mesin *kiln* merupakan peralatan utama yang beroperasi secara kontinu sehingga gangguan pada mesin ini akan berdampak langsung terhadap proses produksi. Berdasarkan data operasional periode Januari hingga Maret 2025 *downtime* mesin *kiln* mencapai rata-rata 143 menit per bulan sehingga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran hasil produksi pada industri keramik. Tingginya *downtime* tersebut dapat menyebabkan terganggunya aliran produksi, keterlambatan pencapaian target produksi, serta meningkatnya potensi kerugian operasional akibat berhentinya proses pembakaran keramik. Selain itu, strategi *maintenance* yang efektif berperan penting dalam meminimalkan gangguan produksi dan meningkatkan keandalan mesin agar dapat beroperasi secara optimal (Nasrulloh & Marlapa, 2026). Oleh karena itu, diperlukan sistem deteksi dini untuk meningkatkan respons operator terhadap kondisi *abnormal* pada mesin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab *downtime* dan mengimplementasikan sistem *alarm* berbasis *limit switch* untuk meningkatkan efisiensi operasional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi sistem *alarm* mampu membantu operator dalam mendeteksi gangguan lebih cepat sehingga terjadi penurunan *downtime* mesin setelah sistem diterapkan.

2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian dilakukan di industri manufaktur keramik pada mesin *kiln* bagian *cooling box*. Metode PDCA digunakan sebagai pendekatan perbaikan berkelanjutan dalam mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan *downtime* mesin (Renaldi & Sumitra, 2026). Secara umum, proses produksi keramik meliputi persiapan bahan baku (*body preparation*), pengeringan menggunakan *spray drier*, pembentukan pada *press area*, pengeringan, aplikasi *glaze*, pembakaran pada *glost kiln*, hingga proses sortir dan pengemasan. Penelitian difokuskan pada area *glost kiln* sub bagian yang dinamakan *cooling box* yang berfungsi menurunkan suhu produk secara bertahap setelah proses pembakaran agar kualitas produk tetap terjaga dan terhindar dari cacat yang dapat dilihat pada *Gambar 1*.



Gambar 1.
Diagram Alur Proses Produksi.

2.1 Pengumpulan Data

Data *downtime* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari *history card maintenance* mesin periode Januari–Maret 2025. Data tersebut berupa total waktu berhenti mesin (*downtime*) pada setiap area produksi yang dicatat oleh departemen *maintenance*. Selanjutnya, data diolah dengan menghitung nilai rata-rata *downtime*, *cumulative*, dan *cumulative percentage* menggunakan analisis pareto untuk mengidentifikasi area yang memberikan kontribusi *downtime* terbesar sehingga dapat ditentukan prioritas perbaikan mesin.

Tabel 1.

Data *downtime* dikumpulkan dari *history card maintenance* periode Januari–Maret 2025.

No	Area	Bulan (menit)			Rata-rata (menit)	Cumulative	Cumulative %
		Jan	Feb	Mar			
1	Glost Kiln	194	188	47	143	143	39.40
2	Glaze Application 1	90	115	98	101	244	67.21
3	Glaze Application 3	56	109	80	82	326	89.80
4	Glaze Application 2	72	5	32	36	362	99.72
5	Horizontal Dryer	1	2	0	1	363	100
Total					363		

Perhitungan nilai rata-rata *downtime*, *cumulative*, dan *cumulative percentage* pada Tabel 1 dilakukan menggunakan persamaan (1) sampai (3). Persamaan rata-rata digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata waktu *downtime* selama periode pengamatan. Selanjutnya, persamaan *cumulative* digunakan untuk menghitung penjumlahan bertahap nilai *downtime* yang telah diurutkan dari terbesar ke terkecil. Adapun persamaan *cumulative percentage* digunakan untuk mengetahui persentase kontribusi kumulatif *downtime* terhadap total *downtime* keseluruhan sebagai dasar dalam analisis Pareto.

Persamaan rata-rata *downtime*:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan *cumulative*:

$$C_i = C_{i-1} + x_i \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan *cumulative percentage*:

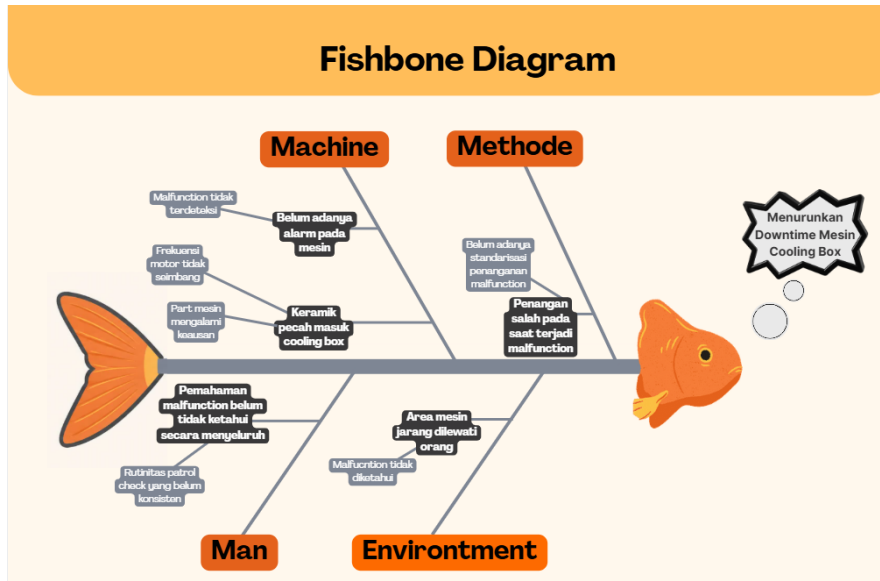
$$CP_i = \frac{C_i}{\sum x} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- $\bar{x}$ = Rata-rata *downtime*
- x_i = Nilai *downtime*
- n = Jumlah periode pengamatan
- C_i = *Cumulative Downtime*
- CP_i = *Cumulative percentage*
- $\sum x$ = Total *downtime* keseluruhan

2.2 Indikasi Masalah Menggunakan Diagram Tulang Ikan

Analisis penyebab *downtime* pada mesin *cooling box* dilakukan menggunakan diagram tulang ikan (ishikawa) untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap terjadinya gangguan, diperlihatkan pada Gambar 2.

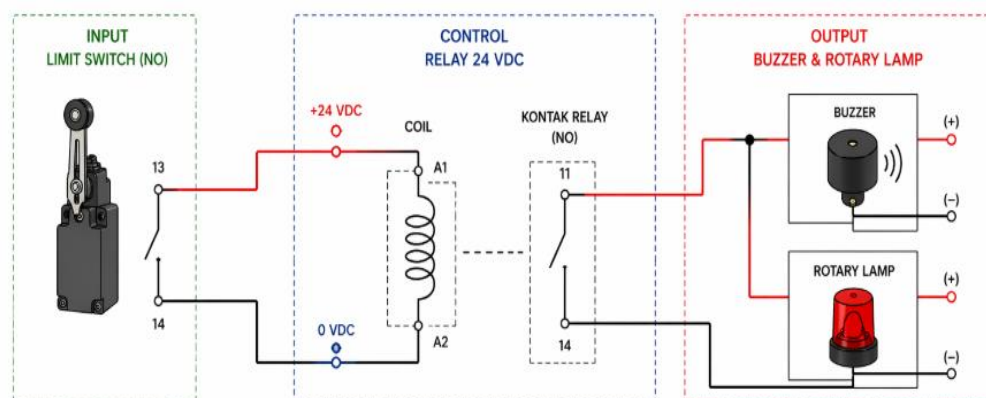


Gambar 2.

Identifikasi masalah menggunakan diagram tulang ikan.

2.3 Menetapkan Solusi Permasalahan

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab, solusi yang diterapkan adalah penambahan sistem alarm berbasis sensor *limit switch* yang berfungsi sebagai *early warning system* untuk meningkatkan respons operator terhadap kondisi *abnormal*. Sistem kerja dimulai ketika *limit switch* mendeteksi kondisi *abnormal* pada mesin *kiln* bagian *cooling box*. Saat sensor aktif, kontak *limit switch* akan mengalirkan tegangan 24 VDC ke *coil relay* sehingga *relay* bekerja dan mengubah posisi kontak NO (*normally open*) menjadi tertutup NC (*normally close*). Kondisi tersebut mengaktifkan *buzzer* dan *rotary lamp* sebagai *alarm* peringatan kepada operator. Sistem ini berfungsi sebagai *early warning system* untuk mempercepat respon operator dalam menangani gangguan dan meminimalkan potensi *downtime* mesin.



Gambar 3.

Komponen elektrik untuk penambahan sensor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

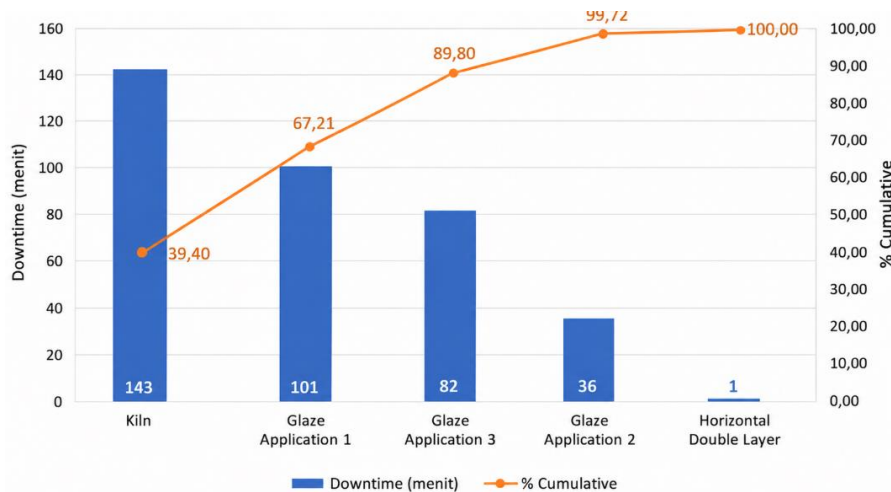
3.1 Analisa *Downtime*

Dari hasil data yang diperoleh, diketahui bahwa *downtime* dominan terjadi pada area *kiln*, khususnya pada bagian *cooling box*. Hal ini menunjukkan bahwa *cooling box* merupakan titik kritis yang memiliki kontribusi terbesar terhadap terjadinya gangguan proses produksi, karena permasalahan yang terjadi umumnya disebabkan oleh gangguan mesin yang tidak terdeteksi secara cepat.

Selain itu, analisis dilakukan untuk menentukan faktor dominan penyebab *downtime* berdasarkan data operasional (Suryapradana & Halim, 2024). Hasil analisis ini menunjukkan bahwa keterlambatan dalam mendeteksi kondisi *abnormal* menjadi salah satu penyebab utama meningkatnya durasi *downtime* pada mesin *kiln*.

Jika dikaitkan dengan konsep *Total Productive Maintenance* (TPM), kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan yang berjalan belum sepenuhnya optimal, khususnya pada aspek *autonomous maintenance* dan *early detection*. Dalam TPM, deteksi dini terhadap potensi gangguan merupakan faktor penting untuk mencegah terjadinya kerusakan yang lebih besar serta meminimalkan *Downtime* mesin (Aziz, V. A., & Momon, A. 2023).

Dengan demikian, diperlukan suatu sistem yang mampu mendukung deteksi dini terhadap kondisi *abnormal* pada mesin, sehingga dapat meningkatkan keandalan peralatan dan efektivitas proses produksi secara keseluruhan.



Gambar 4.

Diagram pareto *downtime* mesin sebelum penambahan alarm

Diagram pareto pada Gambar 4 menunjukkan bahwa area *kiln* memiliki kontribusi *downtime* terbesar dibandingkan area lainnya dengan nilai rata-rata *downtime* sebesar 143 menit atau sebesar 39,40% dari total *downtime*. Selanjutnya, area *glaze application 3* memberikan kontribusi kumulatif hingga 89,80%. Berdasarkan prinsip pareto, sebagian besar permasalahan *downtime* berasal dari beberapa area dominan, sehingga area *kiln* diprioritaskan sebagai fokus perbaikan melalui penambahan sistem alarm berbasis *limit switch* untuk mendukung deteksi dini kondisi *abnormal* pada mesin.

3.2 Penambahan alarm di area *Cooling box*

Sebagai tindak lanjut dari hasil analisis akar penyebab, dilakukan penambahan sistem *alarm* pada area *cooling box*. Sistem ini menggunakan *limit switch* sebagai sensor utama

untuk mendeteksi kondisi *abnormal* pada mesin. Ketika terjadi gangguan, *limit switch* akan mengirimkan sinyal ke *relay* yang kemudian mengaktifkan *buzzer* dan *rotary lamp* sebagai sistem peringatan dini seperti pada Gambar 5. Implementasi sistem ini bertujuan untuk meningkatkan kecepatan respon operator terhadap gangguan sehingga dapat mengurangi *downtime* secara signifikan (Bousdekis *et al.*, 2020).



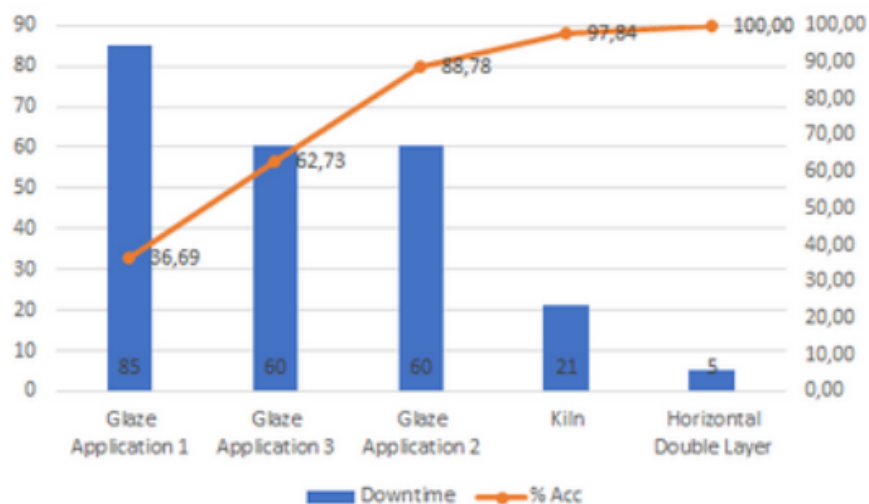
Gambar 5.

Pemasangan *rotary lamp* dan *buzzer*

3.3 Hasil dan Pembahasan Penambahan Alarm Pada Mesin Kiln

Setelah implementasi penambahan sistem *alarm* pada area *cooling box*, kemudian dilakukan evaluasi terhadap kinerja mesin *kiln* dengan membandingkan data *downtime* sebelum dan sesudah perbaikan. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas solusi yang telah diterapkan dalam mengurangi frekuensi dan durasi *downtime* (Bousdekis *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil pengolahan data, terjadi penurunan *downtime* yang signifikan pada area *kiln*, khususnya pada bagian *cooling box*. Sebelum dilakukan perbaikan, *downtime* rata-rata mencapai 143 menit per bulan, sedangkan setelah implementasi sistem *alarm* mengalami penurunan hingga sekitar 21 menit per bulan seperti terlampir pada Gambar 6. Hal ini menunjukkan bahwa sistem *alarm* yang ditambahkan mampu meningkatkan kecepatan deteksi terhadap kondisi *abnormal* serta mempercepat respons operator dalam melakukan penanganan gangguan (Nguyen *et al.*, 2021).



Gambar 6.

Diagram pareto *downtime* mesin sebelum penambahan *alarm*

Selain itu, jika ditinjau dari distribusi penyebab *downtime*, terjadi perubahan yang cukup signifikan setelah perbaikan dilakukan. Area *cooling box* yang sebelumnya menjadi penyumbang *downtime* terbesar mengalami penurunan kontribusi secara drastis, bahkan pada beberapa periode tidak lagi menjadi penyebab dominan *downtime*. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem *alarm* yang diterapkan mampu mengeliminasi keterlambatan deteksi yang sebelumnya menjadi salah satu faktor utama terjadinya *downtime*.

Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada diagram pareto yang ditampilkan pada Gambar 4 dan Gambar 6. Diagram tersebut menunjukkan pergeseran prioritas penyebab *downtime* serta penurunan total *downtime* secara keseluruhan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan sistem alarm berbasis *limit switch* pada area *cooling box* merupakan solusi yang efektif dalam menurunkan *downtime* mesin *kiln*, meningkatkan keandalan sistem, serta mendukung kelancaran proses produksi (Krupitzer *et al.*, 2020).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi sistem *alarm* berbasis *limit switch* pada area *cooling box* terbukti efektif dalam menurunkan *downtime* mesin *kiln*. *Downtime* berhasil diturunkan dari 143 menit per bulan menjadi 21 menit per bulan setelah dilakukan perbaikan. Selain itu, sistem *alarm* mampu meningkatkan kecepatan deteksi kondisi abnormal sehingga respons operator menjadi lebih cepat. Hal ini berdampak pada peningkatan keandalan mesin dan efisiensi operasional proses produksi (Carvalho *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2021).

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem *alarm* berbasis *limit switch* yang diterapkan pada area *cooling box* terbukti mampu membantu mengurangi potensi *downtime* akibat kondisi *abnormal*. Oleh karena itu, sistem ini dapat dikembangkan dan diimplementasikan pada area maupun mesin lain yang memiliki tingkat *downtime* tinggi agar manfaatnya dapat dirasakan secara lebih luas dalam meningkatkan keandalan dan kestabilan proses produksi. Selain itu, diperlukan pelatihan berkelanjutan bagi operator dan teknisi untuk memastikan sistem *alarm* dapat dimanfaatkan secara optimal sehingga respons terhadap kondisi abnormal dapat dilakukan secara cepat dan tepat.

Sebagai pengembangan lebih lanjut, perusahaan disarankan untuk mengadopsi pendekatan *predictive maintenance* dengan memanfaatkan data historis *downtime* yang telah tersedia. Melalui analisis data tersebut potensi gangguan atau kerusakan dapat diprediksi sebelum terjadi sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih dini. Dengan demikian, efektivitas kegiatan pemeliharaan dapat meningkat, risiko penghentian produksi dapat diminimalkan, serta kinerja dan keandalan mesin dapat terus terjaga.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya atas dukungannya selama penyusunan artikel ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Aziz, V. A., & Momon, A. (2023). Peningkatan efektivitas mesin menggunakan konsep Total Productive Maintenance (TPM). *Jurnal Sistem Industri*, 8(1), 1–10.

2. Bousdekis, A., Magoutas, B., Apostolou, D., & Mentzas, G. (2020). Review, analysis and applications of predictive maintenance methods. *Computers in Industry*, 119, 103–112.
3. Carvalho, T. P., Soares, F. A. A. M. N., Vita, R. (2020). A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106024.
4. Krupitzer, C., Wagenhals, T., Jamshidi, P. (2020). A survey on predictive maintenance for Industry 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 17, 100–123.
5. Nasrulloh, M., & Marlapa, E. (2026). Strategies to improve machine maintenance effectiveness to minimize downtime in ceramic manufacturing. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 5(2), 511–528.
6. Nguyen, K. T. P., Mediaher, K., & Derbel, N. (2021). A multi-level predictive maintenance framework using sensor data. *Reliability Engineering & System Safety*, 210, 107–115.
7. Renaldi, N. M., & Sumitra, N. R. (2026). Penggunaan metode PDCA dalam perbaikan downtime mesin untuk peningkatan kinerja produksi. *Jurnal Terapan Teknik Industri*, 4(1), 25–33.
8. Suryapradana, A., & Halim, A. (2024). Analisis perbaikan downtime mesin menggunakan pendekatan DMAIC dalam industri manufaktur. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 88–97.
9. Umam, S., & Widiasih, W. (2024). Penjadwalan perawatan mesin pada industri keramik menggunakan metode RCM. *Jurnal Tekstil dan Manajemen Industri*, 7(1), 47–58.
10. Zhang, W., Yang, D., & Wang, H. (2021). Data-driven methods for predictive maintenance of industrial equipment: A survey. *IEEE Systems Journal*, 15(1), 221–231.