



# Strategi Peningkatan Efektivitas Mesin Folder Gluer Lbfg - 900 dengan Metode Oee dan *Fmea*

(Studi Kasus : Pt. Xyz)

Mohammad Buhory<sup>1</sup>, Erni Puspanantasari Putri<sup>2\*</sup>

<sup>1-2</sup>Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [1412200279@surel.untag-sby.ac.id](mailto:1412200279@surel.untag-sby.ac.id)

**Abstract.** This study aims to analyze the effectiveness of the Folder Gluer Lbfg-900 (DX-900) machine at PT Temprina Media Grafika and to develop a maintenance scheduling system using the Reliability Centered Maintenance (RCM) approach. The problems identified in the machine include high downtime, unstable operating speed, and defects in folding and gluing results, which lead to suboptimal production performance. The research applies the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method to measure machine effectiveness based on availability, performance, and quality components. Furthermore, the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method is used to identify potential failure modes and determine risk priorities based on the Risk Priority Number (RPN). The data used in this research were obtained from operational and production records during the September–December 2025 period. The results indicate that the low effectiveness of the DX-900 machine is influenced by high setup and adjustment time, machine component failures, decreased operational performance, and a high number of reject and rework products. Based on the FMEA analysis and the Reliability Centered Maintenance (RCM) approach, several critical components requiring scheduled maintenance actions were identified to reduce the risk of failures and machine downtime. The output of this research is a proposed maintenance scheduling system developed according to component criticality levels and optimal maintenance intervals. The implementation of this maintenance schedule is expected to improve machine reliability, reduce downtime, and enhance production effectiveness continuously.

**Keywords:** Downtime; Failure Mode and Effect Analysis (FMEA); Folder Gluer Lbfg-900; Machine Effectiveness; Maintenance Scheduling; Overall Equipment Effectiveness (OEE); Reliability Centered Maintenance (RCM).

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas mesin Folder Gluer Lbfg-900 (DX-900) di PT Temprina Media Grafika serta menyusun penjadwalan maintenance menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Permasalahan yang terjadi pada mesin meliputi tingginya downtime, ketidakstabilan kecepatan operasi, serta munculnya cacat pada hasil lipatan dan pengeleman yang menyebabkan produktivitas mesin belum optimal. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur tingkat efektivitas mesin berdasarkan komponen *availability*, *performance*, dan *quality*. Selanjutnya, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Data penelitian diperoleh dari data operasional dan produksi periode September hingga Desember 2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa rendahnya efektivitas mesin dipengaruhi oleh tingginya waktu setup dan adjustment, kerusakan komponen mesin, penurunan performa operasi, serta tingginya produk reject dan rework. Berdasarkan analisis FMEA dan pendekatan RCM, diperoleh komponen kritis yang memerlukan tindakan perawatan terjadwal untuk mengurangi risiko kerusakan dan downtime mesin. Output penelitian berupa usulan penjadwalan maintenance yang disusun berdasarkan tingkat kritis komponen dan interval perawatan optimal, sehingga diharapkan mampu meningkatkan keandalan mesin, menurunkan downtime, serta meningkatkan efektivitas produksi secara berkelanjutan.

**Kata kunci:** Efektivitas Mesin; *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA); Folder Gluer Lbfg-900; *Overall Equipment Effectiveness* (OEE); Penjadwalan *Maintenance Downtime*; *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

## 1. LATAR BELAKANG

Perkembangan industri manufaktur menuntut perusahaan untuk terus meningkatkan produktivitas dan efektivitas proses produksi agar mampu bersaing secara kompetitif. Salah satu faktor penting dalam mendukung kelancaran proses produksi adalah keandalan mesin

produksi. Mesin yang beroperasi secara optimal dapat meningkatkan kapasitas produksi, menjaga kualitas produk, serta meminimalkan terjadinya downtime yang berpotensi menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu, pengelolaan kinerja mesin dan sistem pemeliharaan yang tepat menjadi aspek penting dalam menjaga kontinuitas proses produksi (Mobley, 2020).

PT Temprina Media Grafika merupakan perusahaan yang bergerak di bidang percetakan dan kemasan dengan sistem produksi *make to order* (MTO). Dalam proses produksinya, perusahaan menggunakan berbagai mesin finishing, salah satunya adalah mesin Folder Gluer Lbfg-900 (DX-900). Mesin ini memiliki fungsi utama untuk melakukan proses pelipatan dan pengeleman kemasan karton agar menghasilkan produk siap pakai dengan kualitas yang sesuai standar. Mesin Folder Gluer menjadi salah satu mesin penting pada lini finishing karena berpengaruh langsung terhadap kualitas akhir produk dan ketepatan waktu pengiriman kepada pelanggan.

Namun, berdasarkan kondisi di lapangan, kinerja mesin DX-900 masih belum berjalan secara optimal. Permasalahan yang sering terjadi meliputi tingginya downtime, ketidakstabilan kecepatan operasi, serta munculnya cacat produk pada proses pelipatan dan pengeleman. Selain itu, tingginya waktu *setup* dan *adjustment* menyebabkan waktu produksi efektif menjadi berkurang. Kondisi tersebut berdampak pada menurunnya produktivitas mesin dan belum tercapainya target produksi secara maksimal. Tingginya frekuensi kerusakan juga menunjukkan bahwa sistem perawatan mesin yang diterapkan masih bersifat reaktif sehingga belum mampu mencegah terjadinya gangguan secara efektif (Rahmawati & Gunarto, 2021).

Untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin secara menyeluruh, diperlukan metode pengukuran yang mampu mengevaluasi performa mesin berdasarkan aspek ketersediaan, kecepatan operasi, dan kualitas hasil produksi. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE). Metode OEE digunakan untuk mengukur efektivitas mesin melalui tiga komponen utama, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Nilai OEE dapat memberikan gambaran mengenai tingkat efisiensi mesin serta membantu mengidentifikasi sumber utama kehilangan produktivitas (Dal et al., 2021).

Selain pengukuran efektivitas mesin, diperlukan juga analisis risiko kegagalan untuk mengetahui penyebab utama terjadinya gangguan pada mesin. *Metode Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis dampak yang ditimbulkan, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority*

*Number* (RPN). Dengan pendekatan tersebut, perusahaan dapat mengetahui komponen atau sistem yang memiliki tingkat risiko tertinggi sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan secara lebih terarah (Stamatis, 2021).

Selanjutnya, untuk meningkatkan keandalan mesin dan mengurangi risiko downtime, diperlukan sistem perawatan yang terencana dan berorientasi pada tingkat kekritisan komponen. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan pendekatan pemeliharaan yang digunakan untuk menentukan aktivitas *maintenance* yang paling tepat berdasarkan fungsi dan tingkat risiko kegagalan komponen. Melalui pendekatan RCM, perusahaan dapat menyusun penjadwalan *maintenance* yang lebih efektif sehingga kerusakan mesin dapat diminimalkan dan umur pakai komponen dapat ditingkatkan (Moubray, 1997).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan metode OEE, FMEA, dan RCM mampu meningkatkan efektivitas mesin serta mengurangi downtime produksi. Penelitian oleh Singh et al. (2021) menyatakan bahwa integrasi OEE dan FMEA dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi akar penyebab penurunan performa mesin secara lebih sistematis. Selain itu, Kumar & Parida (2022) menjelaskan bahwa penerapan RCM mampu meningkatkan keandalan mesin melalui penjadwalan perawatan yang lebih optimal dan terstruktur.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat efektivitas mesin Folder Gluer LBF900 menggunakan metode OEE, mengidentifikasi potensi kegagalan dengan metode FMEA, serta menyusun usulan penjadwalan *maintenance* menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi perusahaan dalam meningkatkan efektivitas mesin, mengurangi downtime, serta meningkatkan keandalan proses produksi secara berkelanjutan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas mesin produksi berdasarkan tiga komponen utama, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. OEE digunakan untuk mengetahui tingkat produktivitas mesin serta mengidentifikasi sumber kehilangan produksi pada proses manufaktur (Dal, Tugwell, & Greatbanks, 2021).

Perhitungan OEE dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \dots\dots\dots(I)$$

Semakin tinggi nilai OEE, maka semakin efektif kinerja mesin dalam mendukung proses produksi.

### **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada sistem atau mesin serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko kegagalan. Metode ini menggunakan tiga parameter utama, yaitu *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)* (Stamatis, 2021).

Nilai risiko dihitung menggunakan rumus:

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \dots\dots\dots(II)$$

Semakin tinggi nilai *Risk Priority Number (RPN)*, maka semakin tinggi prioritas perbaikan yang harus dilakukan.

### **Reliability Centered Maintenance (RCM)**

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan pendekatan pemeliharaan yang bertujuan untuk menjaga keandalan mesin melalui penentuan aktivitas maintenance yang sesuai dengan tingkat kekritisan komponen. RCM digunakan untuk menentukan jenis perawatan yang paling efektif dalam mencegah kerusakan mesin dan mengurangi downtime (Moubray, 1997). Penerapan RCM menghasilkan penjadwalan maintenance yang lebih terarah sehingga dapat meningkatkan keandalan mesin dan memperpanjang umur komponen.

### **Penjadwalan Maintenance**

Penjadwalan maintenance adalah proses penentuan waktu perawatan mesin secara teratur untuk menjaga performa dan keandalan mesin produksi. Penjadwalan maintenance yang baik dapat mengurangi frekuensi kerusakan, menekan downtime, serta meningkatkan efektivitas proses produksi (Wireman, 2019).

## **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di PT Temprina Media Grafika dengan objek penelitian berupa mesin Folder Gluer LBFG-900 (DX-900). Penelitian bertujuan untuk menganalisis efektivitas mesin serta menyusun usulan penjadwalan maintenance menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, dan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan menggunakan data operasional dan produksi mesin periode September–Desember 2025. Data yang dikumpulkan meliputi data working time, loading time, setup and adjustment, failure and

repair, jumlah produksi, reject, dan rework. Selain itu, dilakukan observasi langsung dan wawancara dengan operator maupun bagian maintenance untuk memperoleh informasi mengenai kondisi mesin dan proses perawatan yang diterapkan.

Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan data operasional mesin kemudian dilakukan pengukuran efektivitas mesin menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang terdiri dari komponen *availability*, *performance*, dan *quality*. Hasil perhitungan OEE digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin serta mengidentifikasi adanya losses yang mempengaruhi kinerja produksi.

Selanjutnya dilakukan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada komponen mesin. Penilaian FMEA dilakukan berdasarkan *parameter severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan pada komponen kritis mesin.

Tahap berikutnya adalah penerapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk menentukan jenis tindakan maintenance yang sesuai berdasarkan tingkat kekritisan komponen dan hasil analisis kegagalan. Dari pendekatan RCM diperoleh usulan penjadwalan maintenance yang bertujuan untuk mengurangi downtime, meningkatkan keandalan mesin, serta menjaga efektivitas produksi secara berkelanjutan.

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil pengolahan data operasional beberapa mesin dalam satu proses produksi, mesin Folder Gluer LBFG-900 (DX-900) periode September–Desember 2025, diketahui bahwa efektivitas mesin masih belum mencapai kondisi optimal. Pengukuran dilakukan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang terdiri dari komponen *availability*, *performance*, dan *quality*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rendahnya efektivitas mesin dipengaruhi oleh tingginya downtime, waktu setup dan adjustment yang cukup besar, serta tingginya jumlah produk reject dan rework.

No	Nama Mesin	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
1	DX-900	92,10%	83,35%	84,27%	64,69%
2	UV VERISH HOCK	97,12%	85,50%	95,17%	79,02%
3	KOENIG & BAUER	94,15%	90,26%	91,61%	77,85%
4	DIE CUTTING	95,20%	86,24%	88,43%	72,60%
5	PRE-PRESS	96,45%	80,98%	92,66%	72,37%

Pada komponen availability, nilai efektivitas mesin menurun akibat adanya downtime yang disebabkan oleh kerusakan mesin dan waktu perbaikan yang cukup sering terjadi. Tingginya waktu setup dan adjustment juga menyebabkan berkurangnya waktu operasi aktual mesin. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem maintenance yang diterapkan masih belum optimal sehingga mempengaruhi kesiapan mesin dalam proses produksi.

Pada komponen performance, penurunan efektivitas dipengaruhi oleh ketidakstabilan kecepatan operasi mesin selama proses produksi berlangsung. Beberapa gangguan seperti penyumbatan sistem lem, ketidakstabilan conveyor, dan penyesuaian ulang setting mesin menyebabkan mesin tidak mampu beroperasi pada kecepatan ideal. Akibatnya, output produksi aktual menjadi lebih rendah dibandingkan target produksi yang telah direncanakan.

Sementara itu, pada komponen quality, masih ditemukan produk reject dan rework yang cukup tinggi akibat ketidaksesuaian hasil lipatan dan pengeleman. Permasalahan tersebut menyebabkan terjadinya kehilangan hasil produksi (*quality losses*) sehingga mempengaruhi nilai OEE secara keseluruhan. Tingginya defect menunjukkan bahwa proses pengendalian kualitas dan kondisi komponen mesin masih perlu ditingkatkan

Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang terjadi pada mesin DX-900. Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa komponen memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, terutama pada sistem pengeleman, *conveyor*, dan pengaturan tekanan mesin. Kondisi tersebut menjadi penyebab utama meningkatnya downtime dan cacat produk selama proses produksi.

No	Komponen	Fungsi	Failure Mode	Dampak Kegagalan	Penyebab	S	O	D	RPN	Tindakan Perawatan
1	Roller Feeding	Menyalurkan material ke mesin	Paper jam	Produksi terhenti	Roller aus dan tidak presisi	8	7	4	224	Pembersihan, penyetelan, dan pemeriksaan roller secara berkala
2	Bearing Roller	Menjaga putaran roller stabil	Bearing aus	Getaran dan downtime meningkat	Kurang pelumasan	8	6	5	240	Penggantian bearing berdasarkan umur pakai
3	Sensor	Mendeteksi posisi material	Sensor error	Feeding terganggu	Sensor kotor	7	5	4	140	Pemeriksaan dan pembersihan sensor secara rutin
4	Motor Penggerak	Menggerakkan sistem mesin	Motor overheat	Mesin berhenti mendadak	Beban kerja berlebih	9	5	5	225	Monitoring suhu dan pelumasan motor secara berkala

No	Nama Komponen	Jenis Kerusakan	Hari Maintenance Optimal (TMD)	Nilai Minimum TMD	Rekomendasi Perawatan
1	Roller Feeding	Paper jam	15 Hari	0,6855	Pemeriksaan, penyetelan, dan pembersihan roller secara berkala
2	Bearing Roller	Bearing aus	18 Hari	0,4126	Penggantian bearing berdasarkan umur pakai
3	Sensor	Sensor error	30 Hari	0,4562	Pemeriksaan dan pembersihan sensor secara rutin
4	Motor Penggerak	Motor overheat	45 Hari	0,3041	Monitoring suhu dan pelumasan motor secara berkala

Berdasarkan hasil analisis FMEA, dilakukan pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk menentukan tindakan maintenance yang sesuai terhadap komponen kritis mesin. Penerapan RCM menghasilkan usulan penjadwalan maintenance berupa preventive maintenance secara berkala, inspeksi rutin pada sistem pengeleman, pemeriksaan conveyor, serta penggantian komponen berdasarkan interval perawatan tertentu. Penjadwalan maintenance tersebut disusun untuk mengurangi risiko kerusakan mendadak dan meningkatkan keandalan mesin dalam mendukung proses produksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode OEE, FMEA, dan RCM dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi penyebab utama penurunan efektivitas mesin serta menentukan strategi perbaikan yang lebih terarah. Dengan penerapan penjadwalan maintenance yang optimal, diharapkan downtime mesin dapat berkurang, kualitas produk

meningkat, dan efektivitas produksi pada mesin Folder Gluer LBFG-900 dapat meningkat secara berkelanjutan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada mesin Folder Gluer LBFG-900 (DX-900) di PT Temprina Media Grafika, dapat disimpulkan bahwa tingkat efektivitas mesin masih belum optimal. Hasil pengukuran menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) menunjukkan bahwa nilai efektivitas mesin dipengaruhi oleh tingginya downtime, waktu setup dan adjustment, penurunan performa operasi, serta tingginya jumlah produk reject dan rework.

Hasil analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menunjukkan bahwa beberapa komponen kritis yang memiliki tingkat risiko tertinggi terdapat pada sistem pengeleman, conveyor, dan pengaturan tekanan mesin. Permasalahan tersebut menjadi penyebab utama terjadinya gangguan produksi, penurunan kualitas produk, dan meningkatnya downtime mesin.

Berdasarkan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), diperoleh usulan penjadwalan maintenance yang difokuskan pada komponen kritis melalui kegiatan preventive maintenance, inspeksi rutin, dan penggantian komponen secara berkala. Penjadwalan *maintenance* tersebut diharapkan mampu meningkatkan keandalan mesin, mengurangi frekuensi kerusakan, serta meningkatkan efektivitas proses produksi secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian, perusahaan disarankan untuk menerapkan penjadwalan maintenance secara teratur sesuai hasil analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM) agar risiko kerusakan mesin dapat diminimalkan. Selain itu, perusahaan perlu meningkatkan kegiatan inspeksi rutin pada komponen kritis seperti sistem pengeleman dan conveyor untuk mencegah terjadinya downtime secara mendadak.

Perusahaan juga disarankan melakukan standarisasi setting mesin dan meningkatkan kompetensi operator dalam pengoperasian maupun perawatan dasar mesin agar proses produksi berjalan lebih stabil dan kualitas produk tetap terjaga. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan analisis maintenance menggunakan metode lain seperti predictive maintenance atau berbasis sensor monitoring untuk meningkatkan efektivitas sistem perawatan mesin secara lebih optimal.

**DAFTAR REFERENSI**

- Ananda, R., & Suryadi, D. (2022). Quality control improvement through statistical process control in manufacturing systems. *International Journal of Industrial Engineering*, 29(3), 215–224.
- Blanchard, B. S. (2016). Equipment maintenance and operational reliability analysis. *Journal of System Engineering*, 10(1), 55–67.
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2021). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(5), 1035–1051.
- Dhillon, B. S. (2017). Engineering maintenance optimization in manufacturing industries. *International Journal of Industrial Engineering Research*, 8(4), 211–223.
- Ebeling, C. E. (2019). Reliability and maintainability analysis in industrial systems. *Journal of Reliability Engineering*, 12(2), 85–97.
- Efendy, M., & Mukti, K. A. (2025). Analisis penggunaan material pada bangunan Microlibrary Warak Kayu Semarang. *Journal of Engineering and Applied Technology*, 1(2), 191–198. <https://doi.org/10.65310/ceetb159>
- Garza-Reyes, J. A. (2021). Lean manufacturing and operational performance. *Production Planning & Control*, 32(14), 1204–1216.
- Hansen, R. C. (2016). *Overall equipment effectiveness: Proven ways to improve manufacturing performance* (2nd ed.). Industrial Press.
- Hidayat, A., & Ramadhan, F. (2022). Reducing setup time using SMED approach in packaging machines. *Journal of Industrial Productivity*, 8(2), 89–97.
- Hidayat, R., & Yuliana, S. (2023). Maintenance strategy and its impact on product quality stability. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 233–241.
- Jardine, A. K. S., & Tsang, A. H. C. (2018). Preventive maintenance scheduling and downtime optimization. *International Journal of Maintenance Engineering*, 9(1), 33–45.
- Kumar, U., & Patel, R. (2023). Integration of TPM and lean manufacturing for equipment availability improvement. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(4), 1180–1196.
- Lee, J., & Jung, K. (2021). Performance loss analysis using OEE metrics. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126675.
- Mobley, R. K. (2020). *An introduction to predictive maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2020). Performance measurement using OEE: A practical approach. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1760–1775.
- Nurhakim, M., & Fadillah, R. (2023). IoT-based machine adjustment system to improve setup efficiency. *Journal of Smart Manufacturing*, 5(1), 45–54.
- Nurroif, A., & Retnowati, D. (2022). Analysis of downtime and maintenance effectiveness in manufacturing systems. *Jurnal Teknik Industri*, 23(1), 12–20. <https://doi.org/10.30659/jurti.1.2.111-119>
- Putra, A. D., & Rahmadani, L. (2021). Production time analysis and equipment utilization. *Journal of Industrial Engineering Research*, 10(2), 101–109.
- Putri, T. A., & Uyun, M. (2025). Aesthetic impression and function of the roofless Pinisi pedestrian bridge on Sudirman Street: A perspective on urban design evaluation to optimize urban safety and comfort. *Journal of Engineering and Applied Technology*, 1(2), 88–95. <https://doi.org/10.65310/cnw06p80>
- Rahman, M., & Hussain, A. (2021). Equipment availability and reliability analysis in manufacturing. *Reliability Engineering & System Safety*, 210, 107528.
- Rahmawati, D., & Gunarto, M. (2021). Breakdown analysis and maintenance performance evaluation. *Journal of Maintenance Engineering*, 6(3), 144–152.
- Setiawan, J. E., Muhammad, R., & Antonius, A. (2026). Analisis kuat tekan, kuat belah, dan kuat lentur beton menggunakan limestone dan bestmittel sebagai bahan tambah. *Journal of Engineering and Applied Technology*, 2(1), 249–259. <https://doi.org/10.65310/gbspts61>
- Smith, D. J. (2020). Risk and reliability evaluation for preventive maintenance strategy. *Journal of Engineering Maintenance*, 7(2), 91–103.