

PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE DALAM EVALUASI KINERJA PERAWATAN ALAT BERAT EXCAVATOR MENGGUNAKAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

Miranti Putry¹, Toto Sudianto², dan Firyaliza Dwi Putri³

^{1,2,3} Universtas Serang Raya, Jalan Raya Cilegon 5 Taman Drangong, Serang, Banten

Email korespondensi: miranti@unsera.ac.id

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 26 Juni 2026

Direvisi:

Diterima:

Kata kunci:

Ekskavator, OEE, Perawatan, TPM

ABSTRAK

Dalam proyek konstruksi, produktivitas, kontinuitas operasional, dan biaya pemeliharaan sangat dipengaruhi oleh keandalan alat berat. Karena *excavator* termasuk mesin yang paling sering digunakan, manajemen pemeliharaan yang efisien sangat penting untuk mengurangi *downtime* dan meningkatkan efektivitas operasional. Penelitian ini menggunakan teknik *Total Productive Maintenance* (TPM) dan evaluasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk menilai kinerja pemeliharaan *excavator* dan mengembangkan solusi peningkatan pemeliharaan yang sesuai. Dengan menggunakan data operasional dan pemeliharaan yang dikumpulkan dari sebuah *excavator* yang dioperasikan oleh perusahaan penyewaan alat berat selama periode pengamatan empat bulan, sebuah studi kasus kuantitatif dilakukan. Tiga indikator utama digunakan untuk menilai kinerja pemeliharaan: *availability*, *performance*, dan *quality*. Indikator-indikator ini digabungkan untuk memperkirakan nilai OEE. Prioritas untuk peningkatan pemeliharaan kemudian ditentukan menggunakan analisis tersebut. Hasil penelitian, *equipment availability* meningkat dari 94,19% menjadi 97,32%, menunjukkan penurunan *downtime* karena aktivitas pemeliharaan. Meskipun demikian, Quality Ratio rata-rata sekitar 87%, sementara kinerja peralatan tetap relatif stabil sekitar 72%. Sehingga nilai OEE berada di bawah ambang batas operasional yang dapat diterima, berkisar antara 58,06% hingga 61,44%. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun OEE berhasil ditingkatkan melalui upaya perbaikan, efisiensi operasional dan kualitas proses masih perlu ditingkatkan secara signifikan. Untuk meningkatkan keandalan peralatan dan efisiensi operasional, strategi yang disarankan meliputi *autonomous maintenance*, *planned maintenance*, *quality maintenance*, dan *training operator*.

Keywords:

Excavator, Maintenance, OEE, TPM

pt, Bold, Italic) Keywords are written in English, 3–5 keywords or phrases, arranged alphabetically. Do not use terms that are too general or too long.

Penulis Korespondensi:

Penulis : Miranti Putry

Email : miranti@unsera.ac.id

In construction projects, productivity, operational continuity, and maintenance costs are significantly influenced by heavy equipment reliability. Since excavators are among the most frequently used machines, efficient maintenance management is crucial to reduce downtime and improve operational effectiveness. This study uses Total Productive Maintenance (TPM) techniques and Overall Equipment Effectiveness (OEE) evaluation to assess excavator maintenance performance and develop appropriate maintenance improvement solutions. Using operational and maintenance data collected from an excavator operated by a heavy equipment rental company over a four-month observation period, a quantitative case study was conducted. Three key indicators were used to assess maintenance performance: availability, performance, and quality. These indicators were combined to estimate the OEE value. Priorities for maintenance improvement were then determined using this analysis. The study found that equipment availability increased from 94.19% to 97.32%, indicating a decrease in downtime due to maintenance activities. However, the average quality ratio was approximately 87%, while equipment performance remained relatively stable at approximately 72%. Therefore, the OEE value was below the acceptable operational threshold, ranging from 58.06% to 61.44%. These results indicate that although OEE has been successfully improved through improvement efforts, operational efficiency and process quality still require significant improvement. To improve equipment reliability and operational efficiency, recommended strategies include autonomous maintenance, planned maintenance, quality maintenance, and operator training.

Copyright © 2026 Author(s). All rights reserved

1. Pendahuluan

Alat berat telah menjadi aset yang sangat diperlukan dalam pengembangan infrastruktur modern, khususnya dalam operasi konstruksi, pertambangan, dan pemindahan tanah. Di antara berbagai jenis alat berat, excavator memainkan peran penting dalam penggalian, penanganan material, persiapan lahan, dan kegiatan pemuatan (Putra & Dani, 2021). Kinerja operasional excavator secara langsung memengaruhi produktivitas proyek, jadwal konstruksi, dan biaya operasional. Akibatnya, menjaga

keandalan peralatan yang tinggi telah menjadi prioritas strategis bagi perusahaan yang beroperasi di bidang jasa alat berat (Chundhoo et al., 2025). Kegagalan mesin dan *breakdown* yang tidak terduga tidak hanya mengganggu kontinuitas operasional, tetapi juga meningkatkan biaya perawatan, mengurangi persediaan peralatan, dan pada akhirnya memengaruhi daya saing organisasi. Oleh karena

itu, menerapkan sistem manajemen perawatan yang efektif sangat penting untuk memastikan bahwa alat berat berkinerja konsisten dalam kondisi operasi yang menuntut.

Manajemen perawatan telah berkembang dari perawatan korektif konvensional menjadi strategi proaktif dan terpadu yang mendorong efisiensi peralatan dan perbaikan berkelanjutan. Dengan kata lain, praktik perawatan modern mendorong organisasi untuk mengidentifikasi potensi kegagalan sebelum memengaruhi kinerja operasional. Tindakan pencegahan, inspeksi sistematis, dan keterlibatan operator telah menjadi komponen penting dalam mengurangi kerusakan peralatan dan meningkatkan pemanfaatan aset. Pendekatan pemeliharaan terintegrasi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap efisiensi operasional, kelangsungan produksi, dan biaya jangka panjang di industri alat berat, di mana mesin beroperasi dalam kondisi kerja yang keras dan intens (Respati & Mukhtar, 2023).

PT XYZ, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang penyewaan alat berat, menggunakan excavator secara ekstensif untuk mendukung berbagai proyek konstruksi. Operasi yang terus-menerus di bawah kondisi lapangan yang beragam membuat *excavator* rentan terhadap kerusakan mekanis, degradasi komponen, dan gangguan operasional yang tidak terduga. Masalah-masalah ini sering kali mengakibatkan peningkatan waktu yang tiada henti, penurunan kapasitas produksi, keterlambatan penyelesaian proyek, dan pengeluaran pemeliharaan yang lebih tinggi. Lebih lanjut, penjadwalan pemeliharaan yang tidak teratur dan pemeriksaan peralatan yang tidak memadai dapat mempercepat kerusakan peralatan, sehingga menghambat kinerja operasional dan produktivitas organisasi. Perusahaan perlu berupaya untuk terus melakukan pengembangan inovasi yang mendukung produktivitas yang salah satu alat yang dapat digunakan adalah *Total Productive Maintenance* (TPM)

TPM adalah suatu pendekatan yang bertujuan untuk meminimalkan dan mengurangi kerusakan yang terjadi pada mesin secara inovatif selama proses pemeliharaan dengan mengoptimalkan efektivitas setiap operasi serta melakukan operasi secara mandiri oleh operator (Wolska et al., 2023). Dua aktivitas digunakan untuk mengoptimalkan efektivitas perangkat menggunakan TPM. Aktivitas pertama adalah meningkatkan produktivitas secara komprehensif berdasarkan total waktu aktif. Aktivitas lainnya adalah kualitatif, yang melibatkan penentuan kuantitas produk cacat, dan peningkatan kualitas produk. *Overall Equipment Effectiveness*, atau OEE, adalah salah satu metode untuk meningkatkan produktivitas proses manufaktur dalam TPM. Pengukuran dengan menggunakan OEE terdiri dari tiga faktor utama yang saling berkaitan: *Availability*, *Performance* dan *Quality* (Siswanto et al., 2023). Indikator-indikator ini memberikan analisis komprehensif tentang pemanfaatan peralatan dengan mengidentifikasi sumber utama produktivitas operasional (Afefy, 2013).

2. Metode

Objek Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja pemeliharaan alat berat menggunakan kerangka TPM. Penelitian ini dilakukan di PT XYZ, perusahaan penyewaan alat berat yang berlokasi di Ciwandan, Kota Cilegon, Indonesia. Perusahaan ini menyediakan *excavator* untuk berbagai proyek konstruksi dan penggalian tanah, di mana keandalan peralatan sangat penting untuk menjaga produktivitas proyek dan kontinuitas operasional. Di antara alat berat yang tersedia, satu excavator dipilih sebagai objek analisis karena mewakili salah satu mesin yang paling banyak digunakan dalam kegiatan operasional perusahaan.

Penelitian ini menggunakan data operasional dan pemeliharaan yang dikumpulkan dari *excavator* yang diteliti selama empat bulan dari Januari hingga Maret. Periode pengamatan yang ditentukan dianggap cukup untuk mewakili karakteristik operasional peralatan dalam kondisi yang berbeda, serta untuk meningkatkan variabilitas dalam aktivitas pemeliharaan, pemanfaatan peralatan, dan kinerja operasional. Data primer dan sekunder diintegrasikan untuk memastikan kelengkapan dan keandalan analisis.

Data operasional yang digunakan dalam analisis terdiri dari Data Breakdown, Waktu Pemeliharaan, Waktu Set Up dan Waktu Pemakaian *Excavator*. Variabel operasional ini merupakan data utama yang diperlukan untuk strategi pemeliharaan. Data tersebut dapat dilihat pada table 1

Tabel 1. Data *Breakdown*, Pemeliharaan, Waktu Set Up Dan Waktu Pemakaian *Excavator*

Periode	Total waktu <i>Breakdown</i>	Total waktu Pemeliharaan	Total waktu Set Up	Total <i>available</i>
Januari	7,3	23,5	7	270
Februari	7,1	24	7	275
Maret	4,3	22,3	7	272
April	3,5	22	3,2	272

Sumber: Data Perusahaan

Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance (TPM) adalah proses perawatan yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas dengan menciptakan proses yang mudah dikelola dan mengurangi kesalahan (Iskandar & Ramdan Padmakusumah, 2025). Tujuan TPM adalah menjaga mesin dalam kondisi baik tanpa mengganggu operasional sehari-hari (Miftakhun Ni'mah et al., 2024). Tujuan ini dapat dicapai dengan melakukan pemeliharaan preventif dan prediktif. TPM terdiri dari tiga komponen, yaitu :

1. *Total*
Dalam hal ini, TPM bermanfaat bagi setiap karyawan di perusahaan, dari tingkat tertinggi hingga tingkat terendah.
2. *Produktive*
Fokus utama yang dilakukan adalah melakukan pemeliharaan tanpa mengganggu proses produksi dan juga meminimalkan masalah yang mungkin timbul selama proses pemeliharaan.
3. *Maintenance*
Pemeliharaan adalah proses pembersihan dan perawatan peralatan yang dilakukan oleh operator manufaktur untuk memastikan peralatan dalam kondisi baik dan terawat dengan melakukan pembersihan, pelumasan, dan perawatan. Proses pemeliharaan peralatan dilakukan langsung oleh operator produksi untuk meningkatkan kondisi peralatan agar tetap baik dan layak dengan melakukan pembersihan, pelumasan, dan prosedur lainnya. Akibatnya, TPM sendiri dapat digambarkan sebagai hubungan kerja yang erat antara perusahaan produksi dan

pekerja secara komprehensif dengan tujuan meningkatkan kualitas produksi, mengurangi limbah, mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas pekerja, serta mengembangkan sistem bagi perusahaan manufaktur.

Implementasi TPM di PT XYZ dianalisis menggunakan parameter indikator-indikator pelaksanaan TPM. *Availability Ratio*, *Performance Ratio*, dan *Rate of quality product* adalah parameter TPM yang digunakan bersamaan dengan OEE. Tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana kinerja saat ini dibandingkan dengan target yang telah ditentukan (Majid et al., 2014).

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan efektivitas keseluruhan proses untuk mengevaluasi seberapa besar performa dan keandalan mesin (Sholehuddin et al., 2025).

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\%$$

Availability Ratio

Availability adalah rasio yang menunjukkan berapa banyak waktu yang tersedia untuk proses operasional di mana mesin dan peralatan digunakan untuk beroperasi (Aldha & Nugraha, 2024). *Availability* ratio merupakan perbandingan waktu operasional dengan *loading time*. Rumusnya sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

Performance Ratio

Performance Ratio adalah rasio yang menunjukkan seberapa baik suatu alat dapat menghasilkan suatu produk. Rasio ini merupakan hasil dari rasio kecepatan operasional dan rasio bersih (Dipa et al., 2022). Dengan rumus sebagai berikut:

$$Performance\ Efficiency = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ CycleTime}{Operation\ Time} \times 100\%$$

Rate of quality product

Rate of quality product adalah rasio jumlah produk/daya angkut yang baik terhadap jumlah angkut yang diproses/rencanakan (Ramli, 2024). Jadi *Rate of Quality* product adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor yaitu *Processed amount* (jumlah angkut yang diperoleh) dan *Defect amount* (jumlah angkut yang gagal dalam proses pengangkutan)

Rumus yang digunakan untuk mengurangi rasio ini adalah:

$$Rate\ of\ quality\ product = \frac{Processed\ Amount - Defect\ amount}{Processed\ Amount} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Availability Ratio

Tujuan dari *Availability Ratio* adalah untuk menentukan tingkat ketersediaan mesin yang digunakan dengan mengurangi waktu operasional dan pemuatan .

Loading time adalah waktu yang tersedia per hari/per bulan dikurangi dengan waktu downtime mesin yang direncanakan.

Operation time adalah total waktu proses yang efektif. Dalam hal ini operation time merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan *down time*.

Berikut adalah contoh perhitungan *Availability Ratio*,

$$\text{Operation time} = \text{Loading Time} - \text{Down Time}$$

$$\text{Down Time} = \text{Breakdown} + \text{Set Up}$$

Nilai *availability excavator* untuk bulan Januari 2026 adalah sebagai berikut:

$$\text{Loading Time} = 270 - 23,50 = 246,5$$

$$\text{Down Time} = 7,30 + 7,00 = 14,30$$

$$\text{Operation Time} = 246,5 - 14,30 = 232,2$$

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\% = \frac{246,5 - 14,3}{246,5} \times 100\% = 94,19\%$$

Tabel 2 di bawah ini menunjukkan *Availability Ratio* untuk *excavator* dari bulan Januari hingga April,

Tabel 2. *Availability Ratio* untuk *excavator*

Periode	<i>Loading time</i>	<i>Total down time</i>	<i>Operation time</i>	<i>Availability (%)</i>
Januari	262,7	14,3	232,2	94,19
Februari	251	14,1	236,9	94,38
Maret	249,7	7,5	242,2	96,99
April	250	6,7	243,3	97,32

Sumber: Pengolahan Data

Performance Ratio

Performance Ratio berdasarkan efektivitas reaksi selama proses produksi (Kurnia, 2023). Perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah input, waktu siklus ideal, dan waktu operasi.

Berikut adalah contoh penghitungan rasio kinerja.

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal CycleTime}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{2497,5 \times 0,0078}{270} \times 100\% = 72,1$$

Tabel 3 di bawah ini menunjukkan *Performance Ratio* untuk *excavator* dari bulan Januari hingga April.

Tabel 3. *Performance Ratio* untuk *excavator*

Periode	Total availability	Total product processe	Total defect amount	Total actual processe	Cycle time	Operation time	Performance effeciency (%)
Januari	270	2497,5	335	9,25	0,0078	270	72,1
Februari	275	2516,2	345	9,15	0,0078	275	71,3
Maret	272	2524,1	339	9,28	0,0078	272	72,3
April	272	2532,3	330	9,31	0,0078	272	72,6

Sumber: Pengolahan Data

Rate of quality product

Penentuan nilai dari *Rate of quality product* dilakukan dengan tujuan untuk menentukan efektivitas proses daya angkut terhadap jumlah angkut yang direncanakan (Sabaya et al., 2023). Berikut adalah contoh perhitungan rasio kualitas:

$$\text{Rate of quality product} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

$$\text{Rate of quality product} = \frac{2497,5 - 335}{2497,5} \times 100\% = 86,5\%$$

Tabel 4 berikut menunjukkan *rate of quality product* untuk *excavator* dari bulan Januari hingga April.

Tabel 4. *Rate of quality product* untuk *excavator*

Periode	Total product process	Total defect amount	Rate quality product (%)
Januari	2497,5	335	87
Februari	2516,2	345	86
Maret	2524,1	339	87
April	2532,3	330	87

Sumber: Pengolahan Data

Penentuan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Setelah mendapatkan *availability ratio*, *performance ratio* dan *rate of quality product*, langkah selanjutnya adalah menghitung OEE dari *excavator*. Berikut adalah contoh perhitungan OEE:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\%$$

$$OEE = 94,19 \times 72,1 \times 87 \times 100\% = 58,8\%$$

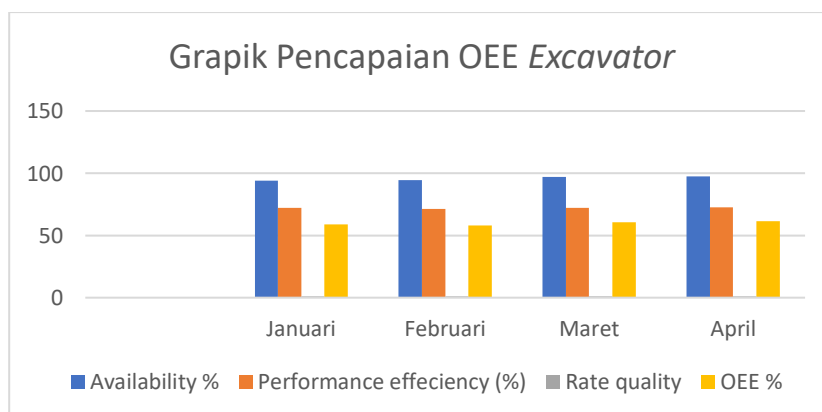
Tabel 5. Perhitungan OEE *Excavator*

Periode	Availability %	Performance efficiency (%)	Rate quality product (%)	OEE %
Januari	94,19	72,1	87	58,80
Februari	94,38	71,3	86	58,06
Maret	96,99	72,3	87	60,70
April	97,32	72,6	87	61,44

Sumber: Pengolahan Data

Total Productive Maintenance

Hasil perhitungan nilai OEE dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut. Nilai OEE dapat dilihat pada grafik di Gambar 1, yang menunjukkan bahwa nilai OEE berfluktuasi antara Januari sampai Maret 2026.



Gambar 1. Grafik nilai pencapaian *Overall Equipment Effectiveness*

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan grafik nilai pencapaian OEE pada Gambar 1 dapat diketahui :

1. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk *excavator* berkisar antara 58,06% hingga 61,44% selama Januari hingga April. *Availability Ratio*, yang berkisar antara 94,19% hingga 97,32%, menunjukkan tingkat ketersediaan alat yang relatif tinggi selama periode pengamatan. Sebaliknya, *Performance Ratio* berkisar antara 71,30% hingga 72,60%, menunjukkan bahwa kinerja operasional *excavator* masih belum optimal. Meskipun demikian, *Quality Ratio* cukup stabil pada 86%–87%, menunjukkan bahwa kualitas hasil operasional konsisten. Namun, nilai OEE yang diperoleh masih di bawah standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) sebesar 85%, artinya efisiensi penggunaan ekskavator belum mencapai kondisi optimal (Rohmatin & Wahyuni, 2022).
2. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mencapai titik tertinggi pada bulan April, yaitu 61,44%. *Availability Ratio* adalah 97,32%, *Performance Ratio* adalah 72,60%, dan *Quality Ratio* adalah 87%. Peningkatan OEE pada bulan April menunjukkan perbaikan pada tingkat ketersediaan peralatan dan waktu henti dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, namun, peningkatan efisiensi operasional dan kualitas masih relatif rendah.
3. Skor *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) terendah adalah 58,06% pada bulan Februari. Angka ini diperoleh dari *Availability Ratio* sebesar 94,38%, *Performance Ratio* sebesar 71,30%, dan *Quality Ratio* sebesar 86%. Rendahnya nilai OEE selama periode ini terutama dipengaruhi oleh nilai *Performance Ratio* dan *Quality Ratio* , yang lebih rendah dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun tingkat ketersediaan peralatan sudah cukup tinggi, efisiensi operasional dan kualitas hasil kerja tetap menjadi faktor utama yang berkontribusi pada peningkatan produktivitas secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa terjadi peningkatan signifikan pada OEE dari 58,80% pada bulan Januari menjadi 61,44% pada bulan April. Peningkatan ini sebagian besar disebabkan oleh peningkatan *Availability Ratio* dari 94,19% menjadi 97,32%, yang meningkatkan efektivitas kegiatan pemeliharaan dalam mengurangi waktu henti. Namun, *Performance Ratio* , yang hanya berkisar antara 71,30% hingga 72,60%, dan *Quality Ratio*, yang relatif konstan pada 86% hingga 87%, menunjukkan bahwa peningkatan efektivitas peralatan masih memerlukan peningkatan efisiensi operasional, pengurangan waktu nonproduktif, dan peningkatan kualitas proses kerja. Karena itu, implementasi TPM harus fokus tidak hanya pada peningkatan ketersediaan peralatan tetapi juga pada peningkatan efisiensi operasional dan kualitas sehingga OEE dapat mencapai standar JIPM sebesar 85% (Supriyati & Wiyatno, 2025).

Strategi Perawatan Excavator

Berdasarkan hasil analisis OEE, perlu beberapa strategi perawatan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan nilai OEE, seperti :

1. **Autonomous Maintenance**
Operator melakukan pemeriksaan rutin terhadap kondisi *excavator*. Aktivitas pemeriksaan meliputi pengecekan oli, komponen hidrolik, serta kondisi bucket.
2. **Planned Maintenance**
Perusahaan melakukan penjadwalan pemeliharaan secara terstruktur. Aktivitas perawatan meliputi penggantian komponen, inspeksi berkala, serta perbaikan sistem mesin.

3. Quality Maintenance

Pengawasan kualitas operasi alat dilakukan secara berkala. Aktivitas tersebut bertujuan menjaga kualitas output pengangkutan material.

4. Training Operator

Pelatihan operator dilakukan secara berkala untuk meningkatkan kemampuan pengoperasian alat berat serta meningkatkan pemahaman mengenai prosedur pemeliharaan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) melalui *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) memberikan penilaian komprehensif terhadap kinerja pemeliharaan *excavator* di PT XYZ. Analisis menunjukkan bahwa *availability ratio* meningkat dari

94,19% menjadi 97,32% selama periode pengamatan, menunjukkan bahwa kegiatan pemeliharaan yang berhasil mempersingkat durasi peralatan. Namun, , *performance ratio* stabil sekitar 72%, sedangkan *Rate of quality product*, berfluktuasi sekitar 87%, menghasilkan OEE yang berkisar antara 58,06% hingga 61,44%. Hasil tersebut masih di bawah level Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), yang menunjukkan bahwa *excavator* belum mencapai efisiensi operasional maksimum yang dapat dicapai.

Hasil tersebut menyiratkan bahwa mencapai kinerja pemeliharaan optimal membutuhkan lebih dari sekadar peningkatan ketersediaan peralatan. Melalui *Autonomous Maintenance*, *Planned Maintenance*, *Quality Maintenance*, dan *Training Operator*, diharapkan bahwa penerapan strategi ini akan dapat meningkatkan produktivitas secara keseluruhan, mengurangi kegagalan yang tidak direncanakan, dan meningkatkan keandalan peralatan.

Penelitian ini berkontribusi pada pengetahuan yang sudah ada dengan penerapan TPM dan OEE untuk menilai efektivitas pemeliharaan di industri penyewaan alat berat, sektor yang relatif kurang mendapat perhatian empiris. Untuk menciptakan sistem manajemen pemeliharaan yang lebih proaktif dan berbasis data, penelitian di masa mendatang didorong untuk mengintegrasikan analisis OEE dengan *Root Cause Analysis* (RCA), *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), *Reliability-Centered Maintenance* (RCM), atau *predictive maintenance approaches* yang memanfaatkan pemantauan berbasis sensor.

Daftar Pustaka

- Afey, I. H. (2013). Implementation of Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Evaluation. *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering*, 13(01).
- Aldha, A., & Nugraha, A. E. (2024). Analisis Kinerja Mesin Welding dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Divisi Alat Berat di PT. XY. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(3). <https://doi.org/10.37090/indstrk.v8i3.1399>

Chundhoo, V.,

Chattopadhyay, G., Karmakar, G., & Appuhamillage, G. K. (2025). Embedding risk in total productive maintenance model. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 16(4). <https://doi.org/10.1007/s13198-025-02736-1>

Dipa, M., Lestari, F. D., Faisal, M., & Fauzi, M. (2022). Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Washing Vial Di PT. XYZ. *Jurnal Bayesian : Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, 2(1). <https://doi.org/10.46306/bay.v2i1.29>

Iskandar, S., & Ramdan Padmakusumah, R. (2025). Analisis Progress Implementasi TPM (Total Productive Maintenance) dan Proyeksi Manfaatnya bagi Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada Perusahaan X). *Jurnal Impresi Indonesia*, 4(7). <https://doi.org/10.58344/jii.v4i7.6864>

Kurnia, I. (2023). Meningkatkan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Cold Forging Menggunakan Metode PDCA (Studi Kasus PT Saga Hikari Teknindo Sejati - Cikarang). *Industrikrisna*, 12(1). <https://doi.org/10.61488/industrikrisna.v12i1.228>

Majid, A. M., Moengin, P., & Witonohadi, A. (2014). Usulan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Dengan Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Perencanaan Perawatan Pabrik Bar Mill Pada PT Krakatau Wajutama. *Jurnal Teknik Industri*, 4(3). <https://doi.org/10.25105/jti.v4i3.1515>

Miftakhun Ni'mah, Yusi Leony Nesyta, Dimas Madu Nasrullah, Jammal Luthfi, & Ratih Pratiwi. (2024). Implementasi Total Productive Maintenance Terhadap Produktivitas Garam Tambak Di Desa Genengmulyo. *Aliansi : Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 19(2). <https://doi.org/10.46975/5n7paz70>

Putra, A. T. S., & Dani, H. (2021). Analisa Perbandingan Produktivitas Excavator Tipe A, B dan C pada Pekerjaan Galian Konstruksi Jalan. *Universitas Negeri Surabaya (UNESA)*.

Ramli. (2024). Analisa Manajemen Pemeliharaan Alat Berat Pada Lembaga Profesi Teknik Manajemen (LPTM) Makasar. *Jurnal Teknik*, 17(1).

Respati, M. N. R., & Mukhtar, M. N. A. (2023). Analisa Total Productive Maintenance Mesin Extruder Berbasis Risk Factor. *JISO : Journal of Industrial and Systems Optimization*, 6(1). <https://doi.org/10.51804/jiso.v6i1.33-39>

Rohmatin, Y. Y., & Wahyuni, R. S. (2022). Analisis Kinerja Alat Angkut Forklif Dengan Menggunakan Metode Overall Effectiveness Equipment (OEE). *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 7(2). <https://doi.org/10.21009/jkem.7.2.1>

Sabaya, Z., Lasalewo, T., & Junus, S. (2023). Efektivitas Alat Angkut Fixed Crane Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT Pelindo (Persero) Region IV Gorontalo. *Jurnal Vokasi Sains Dan Teknologi*, 2(2). <https://doi.org/10.56190/jvst.v2i2.36>

Sholehuddin, M., Sulistyowati, E., & Hamidah, N. (2025). Analisis Produktivitas Mesin Filling Botol 600 ML dengan Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Metode : Jurnal Teknik Industri*, 11(2). <https://doi.org/10.33506/mt.v11i2.4909>

Siswanto, Y., Hidayat, T., & Budi, D. R. S. (2023). Analisis Total Productive Maintenance Overall Equipment Effectiveness Moulding PMS Line. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 21(2). <https://doi.org/10.52330/jtm.v21i2.127>

Supriyati, S., & Wiyatno, T. N. (2025). Improving press machine efficiency using a TPM approach and Six Big Losses analysis. *Journal Industrial Servicess*, 10(2). <https://doi.org/10.62870/jiss.v10i2.28344>

Wolska, M., Gorewoda, T., Roszak, M., & Gajda, L. (2023). Implementation and Improvement of the Total Productive Maintenance Concept in an Organization. *Encyclopedia*, 3(4). <https://doi.org/10.3390/encyclopedia304011>