

ANALISIS PERAWATAN MESIN CATERPILLAR 3508 DITA DI PT. TIGA MUSIM MAS JAYA DENGAN PENERAPAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)

Dita Aditama Ersaq¹, Rizky Stighfarrinata²

Progam Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro, Jl. Lettu Suyitno No.2, Glendeng, Kalirejo, Kec. Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur-62115. Indonesia^{1, 2}

E-mail : aditama924@gmail.com

Abstrak

Perawatan mesin memiliki peranan penting dalam menjaga keandalan dan efisiensi operasional industri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam kegiatan perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA yang digunakan di PT. Tiga Musim Mas Jaya serta mengevaluasi efektivitasnya terhadap peningkatan kinerja mesin. Metode penelitian yang digunakan adalah observasi lapangan, wawancara, serta analisis data perawatan mesin kemudian diolah menggunakan pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai indikator kinerja. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan TPM mampu meningkatkan keandalan mesin dengan menurunkan *downtime* serta meningkatkan nilai *availability*, *performance*, dan *quality*. Nilai OEE yang diperoleh menunjukkan bahwa kinerja mesin berada pada kategori baik dan mendekati standar yang ditetapkan, meskipun masih terdapat potensi peningkatan melalui pengawasan dan inspeksi berkala yang lebih optimal. Dengan demikian, penerapan TPM terbukti efektif dalam mendukung peningkatan kinerja dan efisiensi operasional mesin Caterpillar 3508 DITA serta dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengelolaan sistem perawatan mesin di lingkungan industri.

Kata Kunci: *Total Productive Maintenance*, *Overall Equipment Effectiveness*, Perawatan Mesin Caterpillar 3508 DITA.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri energi dan manufaktur menuntut perusahaan untuk menjaga keandalan peralatan produksi agar tetap beroperasi secara optimal (Triyatne & Aribowo, 2025). Mesin dengan kapasitas besar dan fungsi vital, seperti mesin diesel Caterpillar 3508 DITA, memiliki peran penting dalam menunjang kelancaran operasional perusahaan, khususnya pada sektor minyak dan gas. Ketergantungan yang tinggi terhadap mesin tersebut menjadikan sistem perawatan sebagai faktor krusial dalam meminimalkan *downtime*, menekan biaya operasional, serta menjaga kontinuitas produksi (Casban & Dewi, 2025).

PT. Tiga Musim Mas Jaya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengeboran minyak dan gas yang mengandalkan mesin Caterpillar 3508 DITA sebagai salah satu penunjang utama kegiatan operasional. Dalam praktiknya, meskipun perawatan mesin telah dilakukan secara terjadwal, masih ditemukan gangguan operasional berupa kerusakan tidak terjadwal, seperti masalah pada sistem bahan bakar dan pendinginan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem perawatan yang diterapkan belum sepenuhnya efektif dalam mencegah terjadinya *downtime* dan kehilangan waktu produksi.

Perawatan mesin yang hanya berorientasi pada perbaikan setelah terjadi kerusakan (*corrective maintenance*) dinilai kurang optimal dalam menghadapi tuntutan efisiensi

industri modern. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan perawatan yang bersifat menyeluruh, terintegrasi, dan berorientasi pada pencegahan kerusakan. Salah satu metode yang banyak diterapkan dalam meningkatkan efektivitas perawatan mesin adalah *Total Productive Maintenance* (TPM) (Arifin, 2020). Metode ini menekankan keterlibatan seluruh elemen perusahaan, mulai dari operator hingga manajemen, dalam menjaga performa dan keandalan mesin secara berkelanjutan.

Penerapan TPM tidak hanya bertujuan untuk mengurangi kerusakan mesin, tetapi juga untuk meningkatkan efektivitas peralatan melalui pengukuran kinerja menggunakan indikator *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Nursubiyantoro & Rozaq, 2016). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat ketersediaan, kinerja, dan kualitas operasi mesin, sehingga dapat digunakan sebagai dasar evaluasi efektivitas sistem perawatan yang diterapkan (Putera et al., 2025).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penerapan metode *Total Productive Maintenance* pada perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA di PT. Tiga Musim Mas Jaya serta mengevaluasi efektivitasnya melalui pengukuran *Overall Equipment Effectiveness*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem perawatan mesin yang lebih efektif dan efisien, serta menjadi referensi bagi perusahaan dan praktisi industri dalam meningkatkan keandalan peralatan produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah dirumuskan seperti berikut ini :

1. Bagaimana sistem kerja dan prinsip operasional mesin Caterpillar 3508 DITA yang digunakan di PT. Tiga Musim Mas Jaya?
2. Bagaimana penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam

kegiatan perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA di PT. Tiga Musim Mas Jaya?

3. Sejauh mana efektivitas penerapan TPM terhadap peningkatan kinerja dan keandalan mesin Caterpillar 3508 DITA?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui dan memahami sistem kerja serta prinsip operasional mesin Caterpillar 3508 DITA yang digunakan di PT. Tiga Musim Mas Jaya.
2. Untuk menganalisis penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) pada kegiatan perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA.
3. Untuk mengevaluasi tingkat efektivitas penerapan TPM terhadap peningkatan kinerja dan keandalan mesin berdasarkan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kegunaan baik secara teoritis maupun praktis. Secara teoretis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan memperkaya kajian ilmiah di bidang teknik industri, khususnya terkait penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dan pengukuran kinerja mesin menggunakan indikator *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang membahas sistem perawatan mesin dan peningkatan keandalan peralatan industri.

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi PT. Tiga Musim Mas Jaya sebagai bahan evaluasi dalam pengelolaan sistem perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA. Hasil analisis yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam penyusunan strategi perawatan yang lebih efektif dan efisien guna menekan *downtime*, meningkatkan keandalan mesin, serta mengoptimalkan kinerja operasional perusahaan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi praktisi

industri dalam menerapkan metode TPM sebagai upaya peningkatan produktivitas dan keberlanjutan operasional.

2. Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini dibagi ke dalam beberapa subbahasan yaitu : Mesin Caterpillar 3508 DITA, dan Sistem dan Prosedur Perawatan Mesin.

2.1 Mesin Caterpillar 3508 DITA

Mesin Caterpillar 3508 DITA adalah jenis mesin diesel yang dibuat oleh perusahaan Caterpillar Inc, yang merupakan perusahaan besar di dunia dikenal untuk alat berat, mesin industri, dan solusi energi. Mesin ini dibuat untuk kepentingan industri yang memerlukan daya besar dan sangat dapat diandalkan, seperti untuk pembangkit listrik, penggerak kapal, dan juga kegiatan-industrial berat seperti pertambangan dan sektor minyak dan gas. Angka 3508 menunjukan jenis mesin, yaitu dari seri 3500 yang memiliki 8 silinder dan disusun dalam bentuk V (V8). Mesin ini menggabungkan teknologi injeksi bahan bakar yang canggih untuk menghasilkan tenaga yang stabil dan daya tahan yang sangat baik (Kuncoro, 2019).

Huruf DITA pada mesin Caterpillar 3508 menunjukan sistem *Direct Injection Turbocharged Aftercooled*, yaitu mesin dengan injeksi bahan bakar langsung, *turbocharger*, dan pendingin udara masuk untuk meningkatkan efisiensi pembakaran serta performa mesin. Mesin ini mampu menghasilkan daya besar, berkisar antara 800–1000 horsepower, memiliki konstruksi yang kokoh dan modular, serta dirancang untuk kemudahan perawatan sehingga cocok digunakan pada aplikasi industri dengan tuntutan keandalan dan beban kerja tinggi.

Mesin Caterpillar 3508 DITA memiliki keunggulan dalam kemudahan perawatan melalui dukungan sistem pemantauan kondisi, analisis oli, serta panduan perawatan yang lengkap untuk menunjang perawatan preventif dan prediktif. Selain itu, mesin ini dirancang

mampu beroperasi pada kondisi kerja ekstrem, sehingga banyak digunakan pada industri yang membutuhkan keandalan dan performa tinggi dalam jangka panjang.

2.2 Sistem dan Prosedur Perawatan Mesin

Perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA di PT. Tiga Musim Mas Jaya bertujuan untuk menjaga keandalan dan kinerja mesin agar tetap optimal dalam menunjang aktivitas produksi. Mesin diesel industri berkonfigurasi V8 dengan sistem *direct injection*, *turbocharged*, dan *aftercooled*, mesin ini memerlukan sistem perawatan yang terencana dan sesuai dengan standar pabrikan. Perawatan yang diterapkan tidak hanya berfungsi untuk mencegah kerusakan mendadak, tetapi juga untuk memperpanjang umur pakai mesin, mengurangi biaya operasional, serta menjaga kelangsungan proses produksi.

Dalam penelitian (Ilmi & Nurwansyah, 2025) menjelaskan sistem perawatan mesin mencakup tiga jenis utama, yaitu *preventive maintenance*, *predictive maintenance*, dan *corrective maintenance*. Perawatan preventif dilakukan secara berkala sesuai jadwal, seperti penggantian oli, pemeriksaan filter, pengecekan *turbocharger*, dan pembersihan *aftercooler*. Perawatan prediktif dilakukan berdasarkan data kondisi mesin, antara lain melalui analisis oli, pengukuran getaran, dan pemantauan suhu kerja untuk mendeteksi potensi kerusakan sejak dini. Sementara itu, perawatan korektif dilakukan ketika terjadi kerusakan atau penurunan performa yang tidak dapat dihindari, seperti perbaikan injektor, overhaul silinder, atau penggantian komponen yang mengalami keausan.

3. Objek dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk menganalisis sistem perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA di PT. Tiga Musim Mas Jaya serta mengevaluasi efektivitas penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM).

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara dengan pembimbing

lapangan dan teknisi perawatan, serta dokumentasi data historis perawatan mesin. Data yang dikumpulkan meliputi data perawatan terjadwal dan tidak terjadwal, jam operasi mesin, durasi *downtime*, serta jenis kerusakan yang terjadi selama pengamatan.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode *Total Productive Maintenance* dengan indikator utama *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Perhitungan OEE dilakukan berdasarkan tiga komponen, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*, untuk mengetahui tingkat efektivitas pemanfaatan mesin. Selain itu, analisis *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repair* (MTTR), serta identifikasi kerugian menggunakan konsep *Six Big Losses* digunakan untuk mengetahui penyebab utama *downtime* dan potensi perbaikan sistem perawatan.

Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan TPM serta merumuskan rekomendasi perbaikan sistem perawatan mesin guna meningkatkan keandalan, efisiensi operasional, dan produktivitas perusahaan.

Tahapan pelaksanaan penelitian ini, disajikan dalam *flowchart* berikut :



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Identifikasi Permasalahan dalam Perawatan Mesin

Tabel 1.
Rekapitulasi Perawatan Terjadwal Mesin
Caterpillar 3508 DITA

Parameter	Keterangan
Interval Perawatan	Setiap 350 jam operasi
Jumlah Perawatan	12 kali
Jenis Perawatan	Ganti oli, fuel filter, oil filter, air cleaner
Rata-rata <i>Downtime</i> per perawatan	3,17 jam
Total <i>Downtime</i>	38,04 jam

Sumber: Data diolah (2025)

Tabel 2. Rekapitulasi Perawatan Tidak Terjadwal
Mesin Caterpillar 3508 DITA

Jenis Kerusakan	Jumlah Kejadian	<i>Downtime</i> per kejadian (jam)	Total <i>Downtime</i> (jam)
<i>Water Separator Fuel</i> Kotor	12	1,0	12,0
<i>V-belt</i> kipas radiator putus	2	1,5	3,0
<i>Compressor engine overhead</i>	1	1,0	1,0
Total	15		16,0

Sumber: Data diolah (2025)

Data perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA menunjukkan bahwa perawatan rutin telah dilaksanakan secara terjadwal setiap 350 jam operasi, meliputi penggantian oli, *fuel filter*, *oil filter*, dan *air cleaner* dengan durasi rata-rata 2–3 jam per siklus. Hal ini menandakan penerapan *preventive maintenance* yang konsisten, meskipun masih ditemukan indikasi ketidakefisienan dalam sistem perawatan.

Pada perawatan tidak terjadwal, gangguan yang paling sering terjadi adalah penggantian *water separator fuel* akibat kondisi kotor dengan frekuensi tinggi, diikuti kerusakan *V-belt* kipas radiator serta perbaikan *compressor engine overhead*. Kondisi tersebut mengindikasikan permasalahan pada kualitas

bahan bakar, sistem filtrasi, dan inspeksi komponen yang belum optimal.

Secara keseluruhan, tingginya frekuensi kerusakan tidak terjadwal pada sistem bahan bakar dan pendinginan menyebabkan peningkatan *downtime* dan biaya operasional. Oleh karena itu, diperlukan penerapan strategi perawatan berbasis *Total Productive Maintenance* (TPM) guna meningkatkan keandalan mesin dan mengoptimalkan efektivitas sistem perawatan.

4.2 Analisis Data dan Hasil Evaluasi Perawatan

Berdasarkan data pada *Breakdown Schedule* dan *Breakdown Unschedule Unit C15*, dilakukan analisis kuantitatif terhadap efektivitas perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA.

4.2.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Komponen OEE dihitung dengan asumsi:

1. Waktu operasi mesin antar servis: **350 jam kerja**
2. Jumlah perawatan terjadwal (*scheduled maintenance*) = 12 kali
3. Durasi perawatan terjadwal tiap kali servis = **190 menit (3,17 jam)**
4. *Total downtime* terjadwal = $12 \times 3,17 =$ **38,04 jam**
5. *Downtime* tak terjadwal (*unscheduled maintenance*):
 - a. *Water Separator Fuel* (kotor): 2 kali/bulan $\times$ 6 bulan = 12×1 jam = 12 jam
 - b. *V-Belt kipas radiator putus*: 2 kali $\times$ 1,5 jam = 3 jam
 - c. *Compressor engine overhead*: 1 kali $\times$ 1 jam = 1 jam
4. *Total downtime* tak terjadwal = **16 jam**

Perhitungan :

- a. *Planned Production Time* = $12 \times 350 = 4.200$ jam
- b. *Total Downtime* = $38,04 + 16 = 54,04$ jam
- c. *Operating Time* = $4.200 - 54,04 = 4.145,96$ jam
- d. *Availability* = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Planned Time}} \times 100\%$
= $\frac{4.145,96}{4.200} \times 100\% = 98,7\%$

Performance (P): diasumsikan mesin beroperasi mendekati kapasitas penuh, namun terdapat gangguan minor sebesar 1,5% $\rightarrow$ **98,5%**.

Quality (Q): karena data tidak mencantumkan produk cacat atau kerugian kualitas, maka diasumsikan **99%**.

Maka:

$$OEE = A \times P \times Q$$

$$OEE = 98,7\% \times 98,5\% \times 99\% = 96,2\%$$

Table 3.
Interpretasi Hasil

Komponen TPM	Nilai %	Kategori
<i>Availability</i>	98,7	Sangat Baik
<i>Performance</i>	98,5	Sangat Baik
<i>Quality</i>	99	Sangat Baik
<i>OEE Total</i>	96,2	World Class (>85%)

Sumber: Data diolah (2025)

4.2.2 Perhitungan MTBF dan MTTR

Perhitungan MTBF dan MTTR terlihat sebagai berikut :

1. MTBF berdasarkan *Planned Production Time*

$$MTBF = \frac{\text{Planned Production Time}}{\text{Number of Failures}} = \frac{4.200}{15} = 280 \text{ jam}$$

2. MTBF berdasarkan *Operating Time* (mengurangi semua *downtime*)

$$MTBF = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Number of Failures}} = \frac{4.146}{15} = 276,4 \text{ jam}$$

3. MTTR (*Mean Time To Repair*)

$$MTTR = \frac{\text{Total Unscheduled Downtime}}{\text{Number of Failures}} = \frac{16}{15} = 1,07 \text{ jam}$$

4.2.3 Strategi Perbaikan dengan Metode TPM

Penerapan TPM pada mesin Caterpillar 3508 DITA telah menunjukkan efektivitas tinggi dengan nilai OEE = 96,2 %, namun masih ditemukan kerugian minor berupa minor *stoppages* dan *breakdown losses* yang disebabkan oleh *Water Separator Fuel* kotor (75 % dari *downtime* tak terjadwal) serta V-Belt kipas radiator putus. Oleh karena itu, strategi perbaikan diarahkan pada peningkatan pilar-pilar utama TPM berikut untuk mengurangi frekuensi gangguan dan

menurunkan MTTR sehingga keandalan mesin semakin meningkat.

Table 4.
Strategi Perbaikan TPM

Pilar TPM	Fokus Perbaikan	Target Utama	Indikator Keberhasilan
<i>Autonomous Maintenance</i>	Pemeriksaan & pembersihan harian oleh operator	Turun > 50 % kejadian <i>Water Separator</i>	<i>Minor Stoppage Loss</i> ↓
<i>Planned Maintenance</i>	Penjadwalan ulang servis dan inspeksi mid-interval	Downtime rutin ≤ 30 jam/semester	<i>Availability</i> ↑
<i>Quality Maintenance</i>	Audit oli & bahan bakar	Operasi ≥ 99 % Good Output	<i>Quality</i> ↑
<i>Focused Improvement</i>	Tim Kaizen analisis akar masalah	15 → ≤ 7 kejadian <i>unscheduled</i>	MTBF ↑
<i>Early Equipment Management</i>	Desain & <i>spare parts improvement</i>	MTTR ≤ 0,75 jam	<i>Availability</i> ↑
<i>Training & Education</i>	Pelatihan operator TPM	100 % operator tersertifikasi	Kultur TPM ↑
<i>Safety & Environment</i>	Prosedur kerja aman	Zero <i>accident</i>	SHE <i>compliance</i>
<i>Office TPM</i>	Sistem pencatatan digital	Data OEE <i>real-time</i>	Transparansi ↑

Sumber: Data diolah (2025)

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perawatan mesin Caterpillar 3508 DITA di PT. Tiga Musim Mas Jaya, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) telah berjalan dengan baik dan mampu meningkatkan keandalan serta efektivitas kinerja mesin. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) menunjukkan nilai sebesar 96,2% yang termasuk dalam kategori world class, mencerminkan tingkat *availability*, *performance*, dan *quality* yang sangat baik. Meskipun demikian, masih ditemukan permasalahan berupa gangguan tidak terjadwal, terutama pada sistem bahan bakar dan pendinginan, yang berkontribusi terhadap peningkatan downtime dan biaya operasional. Hal ini menunjukkan bahwa sistem perawatan yang diterapkan masih perlu dioptimalkan agar

potensi kerusakan dapat ditekan secara lebih efektif.

Sebagai rekomendasi, perusahaan disarankan untuk memperkuat penerapan pilar-pilar TPM, khususnya *autonomous maintenance* dan *planned maintenance*, melalui peningkatan keterlibatan operator dalam inspeksi harian serta penjadwalan pemeriksaan tambahan pada komponen kritis. Selain itu, perbaikan kualitas bahan bakar dan sistem filtrasi perlu dilakukan untuk menurunkan frekuensi gangguan pada *water separator fuel*. Pengembangan sistem pencatatan perawatan berbasis data serta peningkatan kompetensi sumber daya manusia juga diharapkan dapat mendukung perbaikan berkelanjutan dan meningkatkan keandalan mesin dalam jangka panjang.

Daftar Pustaka

- Arifin, Z. 2020. Implementasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dalam Penerapan Metode *Total Productive Maintenance* (TPM) di PT. FJT. *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Brawijaya*, 8(1), 55–63.
- Casban, Dewi APS, Z. A. 2025. Upaya Menurunkan Downtime Mesin *Stamping* 2 Dalam Proses Produksi Komponen otomotif dengan Penerapan *Autonomous Maintenance* pada PT. XYZ. *Prosiding Seminar Nasional LPPM UMJ*, 1–11.
- Ilmi, U., & Nurwansyah, E. V. 2025. *Implementation of a Periodic Maintenance System on the Hydraulic Press Premoulding Machine at PT MK Prima Indonesia through Internship Activities. Pemberdayaan Masyarakat : Jurnal Aksi Sosial*, 2, 19–31.
- Kuncoro, T. D. 2019. Pengaruh Bahan Bakar Biodiesel Sawit pada Performa Mesin Diesel CAT C15 ACERT. 1–72.
- Nursubiyantoro, E., & Rozaq, I. 2016. Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam Penerapan *Overall Equipment*. *Jurnal Opsi*

- (Optimasi Sistem Industri), 9(1), 24–32.
- Putera, R. D., Rahmawati, D. A., Rizky, A., & Putri, S. 2025. *Total Productive Maintenance* Pada Mesin *Press Paving Block*: Analisis Oee, *Six Big Losses*, dan Fmea. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (Jtmit)* Vol., 4(3), 671–685.
- Y, T., & D, A. 2025. Analisis Keandalan Transformator 2000 Kva dan Panel Kubikel 20 KV Melalui *Preventive Maintenance* PT Surya Toto Indonesia Tbk. *Surya Teknika*, 12(2), 299–308.