

Analisis *Total Productive Maintenance* (TPM) Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Boiler Di PT. VVF Indonesia

Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method on Boilers at PT. VVF Indonesia

Supriyayi Satria^{a,1}, Marwan^{b,2}

^{a,b}Program Studi Teknik Industri, Universitas Potensi Utama, KL. Yos Sudarso Km. 6,5 No. 3A, Medan, 20241, Indonesia

satriarizki12345@gmail.com¹, Marwan2192@gmail.com²

ABSTRAK

Boiler merupakan peralatan vital dalam proses produksi di PT. VVF Indonesia yang berfungsi sebagai penyedia energi panas berupa uap (steam). Keandalan boiler sangat menentukan kelancaran produksi, sehingga diperlukan sistem perawatan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas boiler dengan menerapkan konsep *Total Productive Maintenance* (TPM) melalui perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan menganalisis data downtime, waktu operasi, jumlah produksi aktual, dan produk cacat selama periode Januari–Juni 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Availability boiler berada pada kisaran 87–91%, dipengaruhi oleh tingginya downtime bulanan baik karena kerusakan besar (reaktif) maupun akumulasi gangguan kecil (minor stop) berdurasi 5–15 menit. Nilai Performance berada pada kisaran 85–89%, yang menurun akibat frekuensi stop-start ketika terjadi minor stop. Sementara itu, nilai Quality relatif stabil di atas 98%, menunjukkan bahwa kualitas uap yang dihasilkan tetap baik. Secara keseluruhan, nilai OEE boiler berkisar antara 75–80%, masih di bawah standar world class OEE sebesar 85%. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas boiler di PT. VVF Indonesia belum optimal. Faktor yang paling dominan dalam menurunkan OEE adalah availability loss akibat downtime tinggi dan frekuensi minor stop yang berulang. Oleh karena itu, perusahaan perlu memperkuat penerapan pilar TPM, terutama planned maintenance untuk mengurangi kerusakan besar, serta autonomous maintenance untuk menekan gangguan kecil yang sering terjadi. Dengan demikian, penerapan TPM berbasis analisis OEE dapat menjadi dasar dalam upaya peningkatan produktivitas, efisiensi, serta daya saing perusahaan.

Kata Kunci : *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Boiler, Availability, Performance, Quality.*

ABSTRACT

The boiler is a vital piece of equipment in the production process at PT. VVF Indonesia, serving as the primary provider of thermal energy in the form of steam. The reliability of the boiler greatly influences the continuity of production, making an effective maintenance system essential. This study aims to analyze the effectiveness of the boiler by applying the concept of *Total Productive Maintenance* (TPM) through the calculation of *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). The research employed a descriptive quantitative approach by analyzing downtime data, operating hours, actual production output, and defective products during the period of January–June 2025. The results indicate that the Availability value of the boiler ranged between 87–91%, influenced by high monthly downtime due to major breakdowns (reactive maintenance) as well as the accumulation of short-duration disturbances (minor stops) of 5–15 minutes. The Performance value ranged from 85–89%, affected by frequent stop-start operations caused by minor stops. Meanwhile, the Quality value remained relatively stable above 98%, indicating that the steam produced consistently met quality standards. Overall, the OEE value ranged between 75–80%, which is below the world class OEE benchmark of 85%. These findings suggest that the effectiveness of the boiler at PT. VVF Indonesia is not yet optimal. The most dominant factor contributing to low OEE is availability loss due to high downtime and recurrent minor stops. Therefore, the company needs to strengthen the implementation of TPM pillars, particularly planned maintenance to reduce major breakdowns and autonomous maintenance to minimize

frequent minor disturbances. Thus, the application of TPM supported by OEE analysis can serve as a foundation for improving productivity, efficiency, and overall competitiveness.

Keywords : Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Boiler, Availability, Performance, Quality.

Disubmit: 12 September 2025

*Info Artikel :
Direview: 16 Oktober 2025*

Diterima : 13 November 2025

Copyright © 2025 – senadimu. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Dalam era industri modern, efektivitas dan efisiensi peralatan produksi merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan suatu perusahaan dalam mencapai target produksi, menekan biaya operasional, serta menjaga daya saing di pasar global. Salah satu peralatan vital dalam industri manufaktur berbasis kimia dan oleokimia adalah boiler, yang berfungsi menghasilkan energi panas berupa uap (steam) untuk mendukung berbagai proses produksi. Kinerja boiler yang tidak optimal akan langsung memengaruhi keberlangsungan proses produksi, baik dari sisi kapasitas, kualitas, maupun kontinuitas pasokan energi. Oleh karena itu, diperlukan sistem manajemen pemeliharaan yang tepat agar boiler dapat beroperasi secara efektif, efisien, dan berkelanjutan.

Boiler adalah peralatan vital yang menghasilkan uap panas (steam) sebagai sumber energi utama untuk proses produksi. Tanpa suplai uap yang stabil, sebagian besar kegiatan produksi di pabrik tidak dapat berjalan. Keandalan boiler sangat penting karena kerusakan atau downtime mendadak dapat menghentikan proses produksi secara total. Hal ini berimplikasi pada keterlambatan pengiriman, penurunan produktivitas, meningkatnya biaya operasional, bahkan potensi kerugian finansial yang signifikan. Boiler ditempatkan di unit utility PT. VVF Indonesia dan berfungsi sebagai pusat penyedia energi panas untuk seluruh proses manufaktur di pabrik. Gangguan atau downtime dapat terjadi kapan saja, baik secara mendadak (emergency breakdown) maupun akibat akumulasi minor stop. Waktu downtime, meskipun hanya beberapa menit, bila sering terjadi akan berdampak besar pada efektivitas produksi. Pihak yang terlibat langsung adalah operator boiler, teknisi maintenance, serta manajemen produksi. Operator bertugas mengawasi kinerja harian, teknisi menangani perawatan dan perbaikan, sementara manajemen bertanggung jawab terhadap kebijakan pemeliharaan dan keberlangsungan produksi. Dampak downtime pada boiler mengakibatkan terhambatnya pasokan energi panas ke lini produksi. Akibatnya, aktivitas produksi tidak dapat beroperasi pada kapasitas optimal. Jika kerusakan besar terjadi, seluruh proses produksi dapat terhenti. Untuk mencegah hal ini, perusahaan perlu menerapkan strategi pemeliharaan berbasis Total Productive Maintenance (TPM) dengan pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) agar potensi kerugian dapat diminimalisir.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam manajemen pemeliharaan modern adalah Total Productive Maintenance (TPM). TPM merupakan suatu strategi manajemen perawatan yang melibatkan seluruh elemen perusahaan, mulai dari operator, teknisi, hingga manajemen puncak, untuk menjaga keandalan mesin dan peralatan produksi. Konsep TPM tidak hanya menekankan pada perawatan yang bersifat korektif atau reaktif, tetapi juga pada upaya pencegahan kerusakan, perawatan mandiri (autonomous maintenance), serta peningkatan berkelanjutan (continuous improvement). Melalui penerapan TPM, perusahaan diharapkan mampu mencapai kondisi ideal yang dikenal sebagai zero breakdown, zero defect, dan zero accident. Dengan demikian, TPM bukan sekadar metode perawatan, tetapi juga filosofi kerja yang menekankan partisipasi menyeluruh dalam menjaga keberlangsungan operasional.

Untuk mengukur tingkat keberhasilan penerapan TPM, digunakan suatu indikator yang dikenal dengan Overall Equipment Effectiveness (OEE). OEE merupakan metode pengukuran efektivitas peralatan produksi dengan memperhatikan tiga komponen utama, yaitu Availability (ketersediaan mesin), Performance (kinerja atau kecepatan mesin), dan Quality (kualitas produk yang dihasilkan). Nilai OEE memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual peralatan: apakah sering mengalami downtime, apakah beroperasi sesuai kecepatan ideal, dan apakah produk yang dihasilkan sesuai standar kualitas. Standar internasional menetapkan bahwa nilai OEE yang tergolong world class adalah sebesar 85% atau lebih. Jika nilai OEE jauh di bawah angka tersebut, berarti terdapat potensi kerugian besar (six big losses) yang perlu diidentifikasi dan diperbaiki.

Permasalahan lain yang ditemukan di lapangan adalah tingkat efektivitas boiler belum optimal. Hal ini ditunjukkan dengan adanya frekuensi downtime yang cukup tinggi, performa yang menurun, serta kualitas hasil produksi uap yang tidak selalu konsisten. Sistem perawatan yang diterapkan selama ini lebih banyak bersifat reaktif, yaitu perbaikan dilakukan setelah kerusakan terjadi. Pendekatan semacam ini jelas menimbulkan risiko tinggi, karena perusahaan tidak memiliki kontrol penuh terhadap kestabilan proses produksi. Selain itu, evaluasi kinerja boiler secara kuantitatif dengan metode terukur seperti OEE belum dilakukan secara rutin. Akibatnya, manajemen sulit mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual mesin dan faktor-faktor penyebab penurunan efektivitas.

2. METODE

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis tingkat efektivitas peralatan (*boiler*) melalui metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebab ketidakefektifan berdasarkan pilar-pilar *Total Productive Maintenance* (TPM).

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada PT. VVF INDONESIA yang terletak di Sampali, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20242.

C. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah Boiler yang digunakan dalam proses produksi di PT. VVF INDONESIA.

D. Metode Pengumpulan Data

- a) **Observasi** Merupakan metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan terhadap objek secara langsung yaitu pada PT. VVF INDONESIA mengenai proses *productive maintenance* pada *boiler*.
- b) **Wawancara** Yaitu wawancara langsung pada obyek penelitian yang dalam hal ini adalah Bapak Tumino sebagai Manajer Departemen *Utility* di PT. VVF INDONESIA.
- c) **Kepustakaan** Yaitu metode pengumpulan data dengan mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan masalah yang sedang dihadapi dalam penelitian
- d) **Sampel** Merupakan metode pengambilan sampel populasi, sampel yang merupakan sebagian dari populasi tersebut, diteliti dan hasil penelitian kemudian dikenakan pada populasi.

E. Jenis Data dan Sumber Data

- Data Primer Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya. Dalam hal ini memperoleh data *boiler*.
- Data Sekunder Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung yang berasal dari dokumentasi yang harus dipelajari dan dari sumber lain yang berupa majalah atau buku-buku.

F. Analisis Data

Analisa adalah bagian penting dalam metodologi penelitian ilmiah, dikarenakan dengan melakukan analisis data tersebut dapat diberi arti dan makna yang berguna dalam suatu penyelesaian masalah. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah suatu metode pengukuran tingkat efektifitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses perhitungan tersebut.

Perhitungan **Overall Equipment Effectiveness (OEE)** dilakukan berdasarkan tiga komponen utama:

1. *Availability rate*

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100$$

2. *Performance rate*

$$Performance = \frac{Processed\ amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operating\ Time} \times 100\%$$

3. *Quality rate*

$$Quality = \frac{Processed\ amount - defect}{Processed\ amount} \times 100\%$$

4. Selanjutnya, OEE dihitung sebagai:

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

G. Analisis Enam Kerugian Besar (*Six Big Losses*)

Data downtime dan gangguan mesin dianalisis menggunakan pendekatan **Six Big Losses**, yaitu:

1. *Breakdown losses*
2. *Setup and adjustment losses*
3. *Idling and minor stoppages*
4. *Reduced speed losses*
5. *Defect losses*
6. *Startup losses*

H. Analisis Pilar TPM

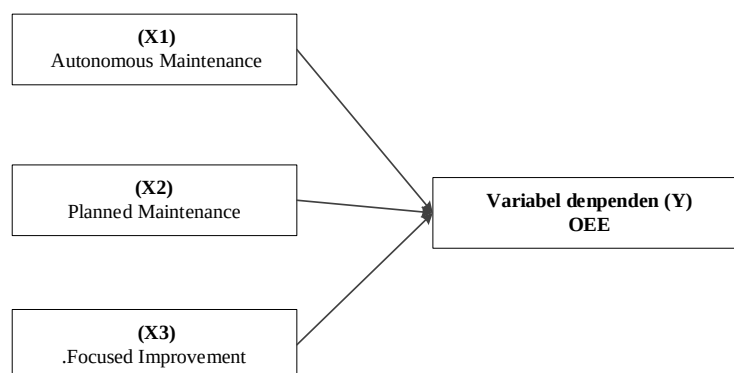
Hasil OEE dan *Six Big Losses* dianalisis lebih lanjut dengan mengaitkan penyebab ketidakefektifan pada **8 Pilar TPM**, khususnya:

- 1) **Autonomous Maintenance** Pemeliharaan yang dilakukan oleh operator mesin itu sendiri seperti pembersihan, pelumasan, dan inspeksi dasar.
- 2) **Planned Maintenance** Pemeliharaan terjadwal yang dilakukan berdasarkan waktu atau kondisi tertentu untuk mencegah kerusakan mesin.
- 3) **Focused Improvement** Aktivitas perbaikan secara terus-menerus yang fokus pada area yang memberikan dampak besar terhadap efisiensi mesin.
- 4) **Training and Education** Pelatihan bagi operator dan teknisi agar mereka memiliki kompetensi yang cukup dalam mengelola dan merawat peralatan.

- 5) **Early Equipment Management** Keterlibatan tim produksi dan pemeliharaan sejak awal perancangan atau pengadaan mesin agar mesin lebih mudah dirawat.
- 6) **Quality Maintenance** Upaya menjaga kualitas produk dengan memastikan mesin tidak menyebabkan cacat produksi.
- 7) **Office TPM** Penerapan prinsip TPM pada area administrasi seperti logistik, pembelian, dan perencanaan agar mendukung operasional yang efisien.
- 8) **Safety, Health, and Environment** Menjamin bahwa semua aktivitas pemeliharaan memperhatikan keselamatan kerja dan lingkungan.

Kerangka Konseptual

Dibawah ini merupakan kerangka kensuptual dalam penerapan metode OEE adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Kerangka Konseptual

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

PT. VVF INDONESIA merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur produk berbasis kimia dan oleokimia, salah satunya memanfaatkan mesin boiler sebagai komponen penting dalam proses produksinya. Boiler berfungsi menghasilkan uap panas yang digunakan untuk berbagai proses industri. Keandalan dan efektivitas mesin ini sangat berpengaruh terhadap kelancaran produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dan pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) menjadi krusial untuk menjaga dan meningkatkan performa mesin.

B. Implementasi Metode OEE

Berikut ini adalah tahap implementasi dengan pada Analisis *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada *Boiler* di PT. VVF INDONESIA. Berikut ini merupakan data data operasional mesin boiler selama periode Januari hingga Juni 2025 :

Tabel 4.1. Data operasional mesin boiler selama periode Januari hingga Juni 2025

No	Bulan	Waktu Operasi Tersedia (menit)	Waktu Operasi Aktual (menit)	Waktu Downtime (menit)	Output Ideal (kg/jam)	Output Aktual (kg/jam)	Produk Cacat (kg/jam)
1	Januari	43.200	38.700	4.500	15.000	13.800	300
2	Februari	40.320	36.000	4.320	14.000	12.500	400
3	Maret	43.200	39.200	4.000	15.000	14.000	250
4	April	43.200	37.800	5.400	15.000	13.200	350
5	Mei	44.640	40.000	4.640	15.500	14.100	200
6	Juni	43.200	38.400	4.800	15.000	13.900	280

Sumber : PT. VVF INDONESIA]

Dan berikut ini merupakan Aktivitas perawatan yang dilakukan selama periode Januari hingga Juni 2025 dapat dirinci sebagai berikut:

Tabel 4.2. Aktivitas perawatan

No	Tanggal	Jenis Perawatan	Jenis Kerusakan/ Kerusakan	Lama Downtime (menit)	Keterangan
1	03-Jan	Reaktif	Pompa air bocor	120	Ganti seal
2	05-Jan	Minor Stop	Katup uap tersendat	10	Ditangani operator
3	07-Jan	Minor Stop	Fluktuasi tekanan uap	15	Normal kembali
4	12-Jan	Preventif	Pemeriksaan tekanan uap	60	Sesuai jadwal TPM
5	15-Jan	Minor Stop	Sensor level air delay	10	Reset manual
6	18-Jan	Minor Stop	Valve bypass macet ringan	15	Dilumasi ulang
7	20-Jan	Reaktif	Elemen pemanas aus	300	Perbaikan teknisi
8	23-Jan	Minor Stop	Indikator panel mati	10	Reset ulang
9	28-Jan	Reaktif	Kerusakan pompa utama	3.960	Perlu teknisi
Total				4.500	
1	02-Feb	Minor Stop	Katup safety delay	15	Reset manual
2	05-Feb	Minor Stop	Kebocoran kecil pipa uap	20	Perbaikan cepat
3	10-Feb	Preventif	Pembersihan filter air	100	Jadwal rutin
4	12-Feb	Reaktif	Elemen pemanas rusak	180	Mesin berhenti total
5	15-Feb	Minor Stop	Fluktuasi tekanan uap	15	Penyesuaian manual
6	18-Feb	Minor Stop	Suhu uap drop sesaat	10	Normal kembali
7	20-Feb	Reaktif	Katup safety error	3.980	Produksi tertunda
Total				4.320	
1	02-Mar	Preventif	Pembersihan pipa uap	90	Jadwal rutin
2	05-Mar	Minor Stop	Katup safety macet sesaat	10	Dilumasi ulang
3	08-Mar	Minor Stop	Delay starter boiler	10	Restart manual
4	12-Mar	Reaktif	Pompa feedwater macet	150	Ganti sparepart
5	16-Mar	Minor Stop	Indikator panel mati	10	Reset ulang
6	20-Mar	Minor Stop	Alarm palsu kontrol	10	Gangguan singkat
7	25-Mar	Reaktif	Sensor suhu error	3.720	Perlu teknisi

No	Tanggal	Jenis Perawatan	Jenis Kerusakan/ Kerusakan	Lama Downtime (menit)	Keterangan
Total				4.000	
1	02-Apr	Reaktif	Sensor suhu error	150	Ganti sparepart
2	05-Apr	Minor Stop	Indikator panel mati	10	Reset ulang
3	07-Apr	Minor Stop	Fluktuasi tekanan uap	15	Penyesuaian manual
4	10-Apr	Preventif	Kalibrasi sensor tekanan	100	Sesuai jadwal TPM
5	15-Apr	Minor Stop	Suhu uap tidak stabil	15	Disetel ulang
6	18-Apr	Minor Stop	Valve bypass macet ringan	10	Dibersihkan
7	20-Apr	Reaktif	Pompa feedwater macet total	5.100	Produksi berhenti
Total				5.400	
1	03-Mei	Minor Stop	Valve pembuangan macet	10	Dibersihkan operator
2	07-Mei	Preventif	Kalibrasi sensor tekanan	100	Rutin TPM
3	10-Mei	Minor Stop	Tekanan uap drop sesaat	20	Normal kembali
4	15-Mei	Minor Stop	Alarm palsu sistem kontrol	10	Gangguan singkat
5	18-Mei	Reaktif	Katup uap macet total	4.500	Produksi tertunda
Total				4.640	
1	02-Jun	Minor Stop	Alarm palsu kontrol	10	Gangguan singkat
2	05-Jun	Reaktif	Pipa air bocor besar	4.600	Perlu penggantian
3	08-Jun	Minor Stop	Delay starter boiler	10	Restart manual
4	12-Jun	Minor Stop	Katup safety delay	10	Reset manual
5	18-Jun	Preventif	Inspeksi sistem bahan bakar	70	Sesuai jadwal TPM
6	25-Jun	Minor Stop	Tekanan uap drop sesaat	100	Disesuaikan manual
Total				4.800	

Sumber : PT. VVF INDONESIA

Berdasarkan Tabel yang telah diperinci, terlihat bahwa downtime boiler di PT. VVF Indonesia tidak hanya disebabkan oleh kerusakan besar yang membutuhkan perbaikan teknisi (reaktif), tetapi juga oleh aktivitas preventif dan minor stop yang bersifat singkat (5–15 menit). Meskipun minor stop berdurasi singkat, frekuensinya cukup tinggi setiap bulan sehingga berdampak signifikan terhadap nilai *Availability*. Misalnya PADA bulan Januari, terdapat lebih dari 5 kejadian minor stop seperti *katup uap tersendat* dan *sensor level air delay* yang jika dijumlahkan mencapai ± 70 menit. Pada bulan Maret dan Juni, beberapa minor stop seperti *alarm palsu sistem kontrol* dan *delay starter boiler* juga berulang hingga lebih dari dua kali dalam satu bulan. Hal ini menunjukkan bahwa kerugian waktu tidak hanya berasal dari kerusakan besar (reaktif), tetapi juga akumulasi gangguan kecil (minor stop).

C. Penerapan TPM (*Total Productive Maintenance*)

Penerapan TPM dalam penelitian ini difokuskan pada tiga pilar utama:

1. ***Autonomous Maintenance (X1)*** Penerapan oleh operator masih terbatas. Pembersihan, pelumasan, dan pemeriksaan ringan belum menjadi rutinitas, sehingga beberapa kerusakan ringan terlambat terdeteksi.

2. **Planned Maintenance (X2)** Sudah mulai dijalankan, namun implementasinya belum konsisten. Beberapa perawatan preventif dilakukan sesuai jadwal, namun dokumentasi dan evaluasinya kurang optimal.
3. **Focused Improvement (X3)** Perbaikan secara berkelanjutan belum dilakukan secara sistematis. Tim teknis belum menerapkan pendekatan analisis akar masalah secara menyeluruh setelah terjadi kerusakan.

D. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Pengukuran OEE dilakukan secara menyeluruh terhadap kinerja yang terikat pada availability atau ketersediaan mesin dari proses quality atau kualitas produk dan *machine productivity*

1. **Availability rate** *Availability* merupakan waktu tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau sistem. Dalam perhitungan availability diperlukan data *loading time* yaitu data waktu mesin yang tersedia untuk proses produksi, dan *operating time* merupakan *loading time* dikurangi dengan waktu kerusakan mesin. Rumus *availability rate* adalah sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100$$

2. **Performance Rate** *Performance rate* adalah rasio dari kemampuan kinerja mesin dalam menjalankan proses produksi. *Performance rate* merupakan hasil perkalian dari jumlah produksi yang dihasilkan dengan waktu siklus ideal terhadap waktu yang tersedia untuk proses produksi (*operating time*). Rumus *performance rate* adalah sebagai berikut :

$$Performance = \frac{Processed\ amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operating\ Time} \times 100\%$$

3. **Quality Rate** *Quality Rate* adalah kemampuan menghasilkan produk yang sesuai dengan standar, data yang diperlukan yaitu *processed amount* yang merupakan data jumlah produksi setiap bulannya dan *defect* yang merupakan produksi yang cacat atau gagal setiap bulannya. Rumus *quality rate* adalah sebagai berikut:

$$Quality = \frac{Processed\ amount - defect}{Processed\ amount} \times 100\%$$

4. OEE

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

Karena semua komponen dinyatakan dalam persen (%), maka perhitungan akhir:

$$OEE (\%) = Availability \times Performance \times Quality / 10.000$$

Maka dapat dihitung sebagai berikut :

a) Januari

Waktu Tersedia = 43.200 menit

Waktu Aktual = 38.700 menit

Output Ideal = 15.000 unit

Output Aktual = 13.800 unit

Produk Cacat = 300 unit

$$\begin{aligned}
 Availability &= \frac{38.700}{43.200} \times 100 = 89.58\% \\
 Performance &= \frac{13.800}{15.000} \times 100\% = 92\% \\
 Quality &= \frac{13.800 - 300}{13.800} \times 100\% = \frac{13.500}{13.800} \times 100 = 97.83\% \\
 OEE &= \frac{Availability \times Performance \times Quality}{10.000} \\
 OEE &= \frac{89.58 \times 92 \times 97.83}{10.000} = 80.58\%
 \end{aligned}$$

b) Februari

Waktu Tersedia = 40.320 menit

Waktu Aktual = 36.000 menit

Output Ideal = 15.000 unit

Output Aktual = 12.500 unit

Produk Cacat = 400 unit

$$Availability = \frac{36.000}{40.320} \times 100 = 89.29\%$$

$$Performance = \frac{12.500}{14.000} \times 100\% = 89.29\%$$

$$Quality = \frac{12.500 - 400}{12.500} \times 100\% = 96.80\%$$

$$OEE = \frac{Availability \times Performance \times Quality}{10.000}$$

$$OEE = \frac{89.29 \times 89.29 \times 96.80}{10.000} = 77.17\%$$

Maka dengan demikian dapat diperoleh hasil untuk periode januari hingga Juni 2025 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan OEE

No	Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
1	Januari	89.58	92.00	97.83	80.55
2	Februari	89.29	89.29	96.80	77.17
3	Maret	90.74	93.33	98.21	83.15
4	April	87.50	88.00	97.35	74.93
5	Mei	89.60	91.00	98.71	80.33
6	Juni	88.89	92.67	98.01	80.76

Dari tabel diatas dapat diketahui hasil Analisa Komponen OEE :

Availability:

a) Stabil di kisaran **87%–91%**.

Nilai Availability pada Tabel 4.3 menunjukkan kisaran 87–91%. Angka ini tidak mencapai standar *world class OEE* (90% ke atas secara stabil). Penyebab utamanya adalah tingginya downtime bulanan yang bersumber dari:

1. Kerusakan besar (reaktif) → contohnya kerusakan pompa utama (Januari) selama 3.960 menit, atau kerusakan katup uap macet (Mei) selama 4.500 menit.
2. Akumulasi minor stop → meski durasinya 5–15 menit, kejadian yang sering (seperti sensor error, alarm palsu, katup macet sesaat) menurunkan waktu operasi efektif.

Performance:

a) Cenderung **naik** dari Februari (89.29%) ke Juni (92.67%).

b) Ini bisa menunjukkan **peningkatan efisiensi kecepatan kerja mesin**.

c) Nilai Performance pada Tabel 4.3 menunjukkan penurunan di beberapa bulan. Hal ini disebabkan adanya frekuensi stop-start akibat minor stop, di mana boiler tidak beroperasi pada kecepatan optimal.

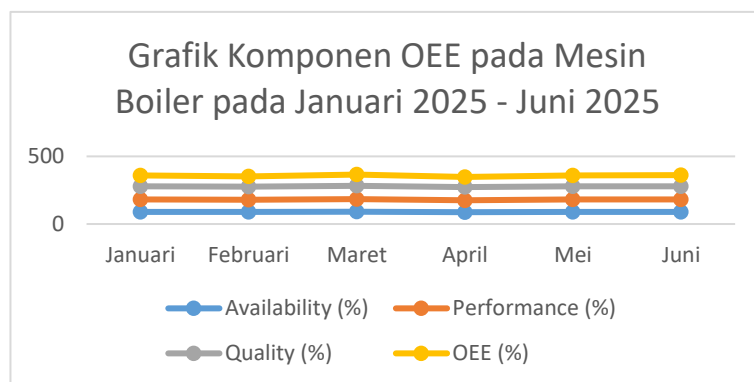
Pada bulan Februari, meskipun downtime besar terjadi pada *katup safety error* (3.980 menit), terdapat pula minor stop kecil sebanyak ±70 menit. Gangguan ini menghambat ritme operasi

boiler dan Pada bulan Juni, gangguan minor seperti *delay starter boiler* dan *tekanan uap drop* membuat kinerja tidak konsisten.

Quality:

- Selalu tinggi, antara **96.80%–98.71%** artinya produk uap (*steam*) yang dihasilkan *boiler* tetap memenuhi standar kualitas. Faktor kerugian kualitas lebih kecil dibandingkan *availability* dan *performance*.
- Kualitas produksi cukup **konsisten dan baik** (sedikit produk cacat).

Dari perhitungan OEE diatas maka dapat diperoleh Grafik OEE sebagai berikut :



Gambar 4.1. Grafik OEE

Dari grafik diatas telah ditampilkan grafik yang memperlihatkan tren OEE, Availability, Performance, dan Quality dari Januari hingga Juni 2025. Grafik menunjukkan bahwa:

- Nilai OEE tertinggi terjadi di bulan Maret (83,15%)
- Nilai OEE terendah terjadi di bulan April (74,93%)
- Fluktuasi terjadi terutama karena variasi pada availability dan performance
- Rata – rata OEE adalah sebagai berikut :

$$\frac{80.55 + 77.17 + 83.15 + 74.93 + 80.33 + 80.76}{6} = 79.58\%$$

Kesimpulan Tren:

- Fluktuasi** terjadi tiap bulan.
- Ada **peningkatan OEE dari April (74.93%) ke Juni (80.76%)**.
- Secara umum, OEE cenderung **berfluktuasi namun meningkat setelah April**.
Secara keseluruhan, nilai OEE pada Tabel 4.3 menunjukkan kisaran 75–80%, masih di bawah standar *world class OEE* ($\geq 85\%$). Faktor yang paling berkontribusi terhadap rendahnya OEE adalah availability loss yang berasal dari downtime tinggi. Hal ini diperkuat dengan data detail Tabel 4.2 yang menunjukkan minor stop berulang serta kerusakan besar reaktif menjadi penyumbang utama kerugian. Dengan demikian, strategi perbaikan dapat difokuskan pada:
 - Mengurangi kerusakan reaktif dengan meningkatkan program *planned maintenance*.
 - Menekan minor stop dengan memperkuat *autonomous maintenance* oleh operator.
 - Monitoring berkelanjutan terhadap pola gangguan kecil agar tidak berkembang menjadi kerusakan besar.

Berikut ini merupakan tabel peningkatan hasil Analisa OEE :

Tabel 4.4. Hasil Peningkatan dari hasil OEE

N o	Bulan	Availability (%)	Δ Avail	Performance (%)	Δ Perf	Quality (%)	Δ Qual	OEE (%)	Δ OEE
1	Januari	89.58	–	92.00	–	97.83	–	80.55	–
2	Februari	89.29	-0.29	89.29	-2.71	96.80	-1.03	77.17	-3.38
3	Maret	90.74	+1.45	93.33	+4.04	98.21	+1.41	83.15	+5.98
4	April	87.50	-3.24	88.00	-5.33	97.35	-0.86	74.93	-8.22
5	Mei	89.60	+2.10	91.00	+3.00	98.71	+1.36	80.33	+5.40
6	Juni	88.89	-0.71	92.67	+1.67	98.01	-0.70	80.76	+0.43

Keterangan:

Kolom Δ (Delta) menunjukkan **perubahan dibanding bulan sebelumnya**:

Angka positif (**+**) = **peningkatan**

Angka negatif (**-**) = **penurunan**

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa **ada peningkatan setelah April**. Meskipun tidak selalu linier naik, namun OEE **mengalami perbaikan** dari bulan terendah (April) ke Juni.

a) **April**: 74.93%

b) **Mei**: 80.33%

c) **Juni**: 80.76%

Ini menunjukkan adanya **perbaikan produktivitas dan efektivitas mesin** dalam 3 bulan terakhir.

E. PEMBAHASAN

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa:

1. TPM belum diterapkan secara optimal, terutama pada aspek autonomous maintenance dan focused improvement.
2. Downtime yang tinggi pada beberapa bulan disebabkan oleh dominasi perawatan reaktif dibanding preventif.
3. Nilai OEE belum mencapai standar world class (>85%), namun mendekati di bulan Maret.
4. Dibutuhkan peningkatan pada implementasi TPM, seperti pelatihan operator, perencanaan perawatan yang disiplin, dan pembentukan tim perbaikan yang fokus.

Implikasi dan Rekomendasi

- a) Meningkatkan keterlibatan operator dalam perawatan mandiri (X1)
- b) Menjadwalkan dan mengevaluasi planned maintenance secara ketat (X2)
- c) Mengembangkan sistem evaluasi akar penyebab kerusakan secara berkelanjutan
- d) (X3) Melakukan monitoring OEE secara rutin sebagai indikator kinerja perawatan dan mesin

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Total *Productive Maintenance* (TPM) dengan pendekatan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) terhadap mesin boiler selama periode Januari hingga Juni 2025, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Downtime boiler* terdiri dari perawatan reaktif, preventif, dan *minor stop*. Hasil detail pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa kerugian waktu terbesar berasal dari perawatan reaktif (kerusakan besar), tetapi *minor stop* yang singkat (5–15 menit) juga berulang dan signifikan dalam menurunkan efektivitas.
2. Tingkat efektivitas mesin belum mencapai standar *world class* (85%). Nilai OEE berkisar antara 74,93% hingga 83,15%, dengan rata-rata 78,10%. Hal ini menunjukkan masih terdapat potensi peningkatan efektivitas mesin.
3. Komponen OEE yang paling sering menjadi penyebab rendahnya efektivitas adalah *Performance*, yang menjadi nilai terendah pada 4 dari 6 bulan pengamatan. Ini mengindikasikan bahwa kecepatan mesin tidak optimal atau terjadi banyak *minor stops*.
4. *Six Big Losses* yang paling dominan adalah *Reduced Speed* dan *Minor Stops*, terutama pada bulan Januari, April, dan Juni, yang mengindikasikan perlunya perhatian terhadap efisiensi operasional harian dan pelatihan operator.
5. Kualitas produk (*Quality*) sempat menjadi masalah utama pada Februari, menunjukkan perlunya penguatan pengawasan proses dan standar operasional.
6. *Availability* menurun pada bulan April, disebabkan oleh adanya downtime akibat kerusakan, menunjukkan masih adanya ketergantungan pada perawatan reaktif dibandingkan preventif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Marwan S.Kom, M.T selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga terselesaikan karya tulis ilmiah ini

REFERENSI

- [1] Afifah, N., & Megantara, S. (2021). Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Serta Peningkatan Produktivitas Mesin Pengemasan Primer Dengan Pendekatan Total Productive Maintenance (TPM). *Farmaka*, 18(1), 53–59
 - [2] Anam, V., & Sukanta. (2022). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Untuk Mendapatkan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. XYZ. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(13), 75–81.
 - [3] Aulia, A. M., & Wasesa, A. J. A. (2024). Analisis Total Productive Maintenance (Tpm) Mesin Packing Pada Perusahaan Penyedap Rasa. 997–1008
 - [4] Darmanto, T. E., Apriliana, I., & Wulandari, S. (2024). Analysis of Total Productive Maintenance on Wire Embedding Machine Using Overall Equipment Effectiveness Method at PT . JHS [Analisis Kinerja Total Productive Maintenance pada Mesin Wire Embedding Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness di PT . 14(2), 1–10. <https://doi.org/10.51132/teknologika.v14/2>
 - [5] Kristianto, H. A., & Setiafindari, W. (2022). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance dengan Metode Overall Equipment Effectiveness Dan Six Big Loses di CV Renjana Offset. *Jumantara Jurnal Manajemen Dan Teknologi Rekayasa*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.28989/jumantara.v1i1.1297>
 - [6] Kurnia, D. (2017). Опыт аудита обеспечения качества и безопасности медицинской деятельности в медицинской организации по разделу «Эпидемиологическая безопасность» No Title. *Вестник Росздравнадзора*, 4(1), 9–15
 - [7] Laelatul Fitria, Nurul Janatim Majid, A. S. (2020). Journal Of Industrial Engineering And Technology (Jointech) UNIVERSITAS MURIA KUDUS. *Jointech Umk*, 1(1), 11–17
 - [8] Musyafa'ah, M., & Sofiana, A. (2022). Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Application Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses on Disamatic Machine PT. XYZ. *Opsi*, 15(1), 56. <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i1.6630>
- [7] Costa, M., Filho, F. C., Sena, J., Salem, J., & de

- [9] Palah, A. M., Setiawan, A. B., & Melani, M. M. (n.d.). *ANALISIS BIAYA PEMELIHARAAN ALAT-ALAT PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) (Studi Kasus di PT . Kalbe Milko Indonesia)*.
- [10] Prabowo, R. F., Hariyono, H., & Rimawan, E. (2020). Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Grinding Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Journal Industrial Servicess*, 5(2). <https://doi.org/10.36055/jiss.v5i2.8001>
- [11] Prasmoro, A. V., & Ruslan, M. (2020). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Kneader (Studi Kasus PT. XYZ). *Journal of Industrial and Engineering System*, 1(1), 53–64. <https://doi.org/10.31599/jies.v1i1.167>
- [12] Pratama, M. A., Kurniawan, F. A., & Irwan, A. (2020). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (Tpm) Melalui Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Mesin Packer Di Pabrik Semen Pt. Xyz. *JiTEKH*, 8(1), 11–21. <https://doi.org/10.35447/jitekh.v8i1.305>
- [13] Ramadhan, M. F., & Ilmaniati, A. (2024). Analisis Total Productive Maintenance Dengan Metode Overall Equipment Effectivness Dalam Mengurangi Six Biglosses (Studi Kasus Cv . Nusa Jaya). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan IV*, 2(2), 1–7.
- [14] Siagian, D., Iwan Nugraha Gusniar, & Iman Dirja. (2022). Analisis Total Productive Maintenance Dengan Metode Oee Dan Fmea Pada Mesin Extruder Gw-350. *Steam Engineering*, 4(1), 14–20. <https://doi.org/10.37304/jptm.v4i1.5343>
- [15] 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), 153–162