



Analisis Perawatan Mesin Boiler Kapasitas 21 Ton/Jam Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada PT XYZ

Muhammad Rizqi Fauzi^{1*}, Saiful Arif¹ dan Devina Rosa Hendarti¹

Sitasi: Fauzi, M. R.; Arif, Faiful; Hendarti, D. R. (2025). Analisis Perawatan Mesin Boiler Kapasitas 21 Ton/Jam Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada PT XYZ. J-TETA: Jurnal Teknik Terapan, V(4) N(2), hlm. 95-102

¹ Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang Kampus Kediri

* Korespondensi: rizqifauzi782@gmail.com

Abstract: This research aims to analyze the performance and maintenance of the 21-ton/hour capacity boiler at PT XYZ through the application of the *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) method. The boiler machine plays a crucial role in the production process, but it often experiences performance degradation that can disrupt the smooth operation of the company. OEE is used to measure how well the machine operates based on three main aspects: availability, performance, and quality. In addition, this study also uses the *Six Big Losses* analysis to identify the main causes of performance losses in the machine. The data used includes operational time, downtime, and the product quality of the boiler machine from January to December 2024. The analysis results show that the average OEE value of the boiler machine at PT XYZ reaches 93.49%, with an average availability value of 96.37%, performance value of 97.07%, and quality value of 100%. However, the main issues found are losses due to sudden breakdowns (*breakdown losses*) of 3.64% and reduced speed losses of 1.18%. The performance decline is mostly caused by issues with fuel and combustion. Therefore, it is recommended to conduct more routine fuel testing and improve the combustion process to reduce soot formation and maintain machine stability. This research is expected to assist PT XYZ in improving boiler machine performance and the smooth operation of production.

Keywords: Boiler Machine, Machine Performance, Maintenance, OEE, *Six Big Losses*.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja serta perawatan mesin boiler dengan kapasitas 21 ton/jam di PT XYZ melalui penerapan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Mesin boiler berperan penting dalam jalannya proses produksi, namun sering mengalami penurunan kinerja yang dapat mengganggu kelancaran operasional perusahaan. OEE digunakan untuk mengukur seberapa baik mesin bekerja berdasarkan tiga faktor utama: ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance*), dan kualitas (*quality*). Selain itu, penelitian ini juga menggunakan analisis *Six Big Losses* untuk mengetahui penyebab utama kerugian dalam kinerja mesin. Data yang digunakan meliputi waktu operasional, waktu henti (*downtime*), dan kualitas produk mesin boiler selama bulan Januari hingga Desember 2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE mesin boiler di PT XYZ mencapai 93,49%, dengan nilai rata-rata ketersediaan (*availability*) 96,37%, kinerja (*performance*) 97,07%, dan kualitas (*quality*) 100%. Meskipun demikian, masalah utama yang ditemukan adalah kerugian akibat kerusakan mendadak (*breakdown losses*) sebesar 3,64% dan penurunan kecepatan mesin (*reduced speed losses*) sebesar 1,18%. Penurunan kinerja ini sebagian besar disebabkan oleh masalah pada bahan bakar dan pembakaran. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan pengujian bahan bakar secara lebih rutin dan memperbaiki proses pembakaran untuk mengurangi pembentukan jelaga dan menjaga stabilitas mesin. Penelitian ini diharapkan dapat membantu PT XYZ dalam meningkatkan kinerja mesin boiler dan kelancaran operasional produksi.

Kata kunci: Mesin Boiler, Kinerja Mesin, Perawatan, OEE, *Six Big Losses*.



Copyright: © 2025 oleh para penulis.
Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

1. Pendahuluan

Dalam perekonomian Indonesia, industri pengolahan kelapa sawit memiliki peranan penting sebab produk kelapa sawit menjadi komoditas ekspor utama. [1]. Sebagai perusahaan terkemuka dalam sektor ini, PT XYZ mengandalkan beragam mesin industri untuk menunjang proses produksinya., salah satunya adalah mesin boiler dengan kapasitas 21 ton/jam. Mesin boiler ini berfungsi sebagai sumber energi utama yang menghasilkan uap untuk berbagai tahapan produksi, termasuk sterilisasi dan pengolahan minyak kelapa sawit. Namun, meskipun memiliki peran yang sangat vital, mesin boiler sering kali mengalami penurunan kinerja yang dapat mengganggu kelancaran produksi. Berdasarkan penelitian oleh Gusniar dan Sandy [2], mesin boiler memiliki nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang masih rendah, yaitu 78,51%, yang berada di bawah standar industri global sebesar 85%[2][2]. Penurunan kinerja ini sebagian besar disebabkan oleh masalah seperti kerusakan mendadak (*breakdown losses*) dan penurunan kecepatan operasional mesin (*reduced speed losses*), yang berdampak pada waktu operasional dan produktivitas pabrik.

Masalah penurunan kinerja mesin boiler tidak hanya berdampak pada kelancaran proses produksi, tetapi juga menambah biaya operasional. Penelitian oleh Syarifuddin et al. [3] menunjukkan bahwa mesin dengan nilai OEE rendah sering kali menyebabkan tingginya *downtime* yang berdampak langsung pada kerugian material dan peningkatan biaya perawatan. Selain itu, hasil penelitian Hadi Ariyah yang diterapkan pada mesin batching plant di PT Lutvindo Wijaya Perkasa [4], menyimpulkan bahwa penerapan metode OEE secara terstruktur mampu mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan mengurangi waktu henti mesin, yang pada gilirannya meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya operasional. Oleh karena itu, pemanfaatan metode OEE dalam menganalisis kinerja mesin boiler di PT XYZ sangat penting untuk mengetahui faktor penyebab utama penurunan kinerja dan untuk merancang strategi perawatan yang lebih efektif.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin boiler di PT XYZ dengan mengacu pada komponen *availability*, *performance*, dan *quality*. Di samping itu, faktor-faktor utama yang menjadi penyebab penurunan kinerja mesin boiler akan diidentifikasi melalui analisis *Six Big Losses*. Penelitian ini mengisi research gap dalam penerapan OEE pada mesin boiler di industri kelapa sawit Indonesia, yang masih terbatas. Kontribusi penelitian ini adalah memberikan rekomendasi perbaikan akan diberikan untuk memperbaiki kinerja mesin boiler.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di PT XYZ, sebuah perusahaan yang beroperasi di industri pengolahan kelapa sawit. Pengumpulan data dilakukan selama rentang waktu dari Januari hingga Desember 2024. Penelitian ini mengamati operasional mesin boiler yang digunakan dalam proses produksi.

2.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah metode untuk mengukur seberapa baik peralatan digunakan dalam kegiatan produksi [5]. Untuk menentukan apakah nilai OEE perusahaan sudah optimal, digunakan standar yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Berdasarkan standar tersebut, nilai OEE yang baik harus memenuhi kriteria sebagai berikut: *availability rate* lebih besar dari 90%, *performance rate* lebih besar dari 95%, dan *quality rate* lebih besar dari 99%. Secara keseluruhan, nilai OEE yang baik harus lebih besar dari 85%[6]. Pengukuran OEE bertujuan untuk mengukur efektivitas kinerja mesin dan peralatan dalam mendukung proses produksi secara optimal.

1. Availability Rate

Availability rate merupakan nilai yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar waktu mesin benar-benar beroperasi untuk proses produksi diukur terhadap total waktu yang tersedia [7].

$$\text{Avaible Rate} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Loading Time} = \text{Total Available Time} - \text{Planned Downtime} \quad (2)$$

$$\text{Operation Time} = \text{Loading Time} - \text{Downtime} \quad (3)$$

$$\text{Downtime} = \text{Breakdown} + \text{Setup} \quad (4)$$

2. Performance Rate

Performance rate adalah persentase sejauh mana mesin atau peralatan mampu memproduksi suatu produk [8].

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Ideal Cycle Time} = \text{Persentase Jam Kerja} \times \text{Cycle Time} \quad (6)$$

$$\text{Persentase Jam Kerja} = \left[1 - \frac{\text{Downtime}}{\text{Available Time}} \right] \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{Cycle Time} = \frac{\text{Loading Time}}{\text{Produksi}} \quad (8)$$

3. Quality Rate

Quality ratio merupakan perbandingan yang menunjukkan seberapa banyak produk yang dihasilkan mesin memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \quad (9)$$

4. Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \times 100\% \quad (10)$$

2.2 Six Big Losses

Six Big Losses adalah enam kategori kerugian utama yang mengurangi kemampuan mesin untuk bekerja selama proses produksi [9]. Menurut Nakajima [10], mengurangi kerugian ini penting untuk meningkatkan kinerja mesin dan membuat produksi lebih lancar. Enam jenis kerugian utama yang dimaksud adalah:

1. Breakdown Losses

Breakdown losses merupakan jenis kerugian yang timbul ketika mesin berhenti beroperasi akibat adanya kerusakan teknis [11].

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (11)$$

2. Setup and Adjustment Losses

Setup and adjustment losses merupakan waktu terbuang akibat penyesuaian mesin, penggantian spesifikasi produksi, atau kalibrasi ulang sebelum proses produksi dimulai kembali.

$$\text{Set up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Set Up Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (12)$$

3. Idle and Minor Stoppage Losses

Idle and minor stoppage losses merupakan kerugian yang terjadi akibat mesin berhenti dalam durasi waktu yang pendek, tanpa memerlukan perbaikan teknis yang besar [12].

$$\text{Idle and Minor Stoppage Losses} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (13)$$

4. Reduced Speed Losses

Reduced speed losses merupakan kerugian yang timbul karena mesin beroperasi pada kecepatan yang lebih rendah dari kecepatan ideal yang telah ditetapkan.

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Processed Amount})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (14)$$

5. Defect Losses

Defect losses merupakan kerugian akibat produk cacat yang mengarah pada pemborosan bahan, berkurangnya jumlah produksi, peningkatan limbah, serta waktu tambahan untuk pengerjaan ulang (*rework*).

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (15)$$

6. Reduced Yield Losses (Scrap)

Reduced yield losses atau *scrap* merupakan kerugian pada tahap awal produksi saat mesin belum mencapai kondisi optimal, menghasilkan produk yang tidak memenuhi standar kualitas.

$$\text{Reduced Yield Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (16)$$

2.3 Fishbone Diagram

Fishbone Diagram, atau yang dikenal sebagai diagram tulang ikan, merupakan alat untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab potensial suatu masalah [13]. Menurut Kaoru Ishikawa alat ini mampu mengatasi hingga 95% masalah, dan penggunaannya sangat sederhana sehingga dapat diterapkan oleh siapa saja, bahkan yang memiliki keterampilan akademis terbatas [14].

3. Hasil

3.1 Data Jam Operasional Mesin Boiler

Berikut adalah data mengenai jam operasional mesin boiler untuk periode Januari hingga Desember 2024:

Tabel 1. Data Jam Operasional Mesin Boiler

No	Bulan	Total Available Time (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Breakdown (Jam)	Set Up (Jam)	Downtime (Jam)	Non Productive Time (Jam)
1	Januari	765	0	0	0	0	0
2	Februari	709	0	72	4	76	0
3	Maret	719	0	0	0	0	0
4	April	717	240	0	6	6	0
5	Mei	739	0	0	0	0	0
6	Juni	694	0	0	0	0	0
7	Juli	737	0	72	4	76	0
8	Agustus	753	0	24	0	24	0
9	September	700	0	24	4	28	0
10	Oktober	693	0	24	0	24	0
11	November	764	0	48	4	52	0
12	Desember	734	0	24	4	28	0

3.2 Data Hasil Produksi Mesin Boiler

Berikut adalah data produk yang dihasilkan mesin boiler untuk periode Januari hingga Desember 2024:

Tabel 2. Data Jam Hasil Produksi Mesin Boiler

No	Bulan	Processed Amount (Kg)	Defect Amount (Kg)	Ideal Cycle Time (Jam/Kg)
1	Januari	10.251.000	0	0.0000746
2	Februari	8.593.000	0	0.0000737
3	Maret	10.121.000	0	0.0000710
4	April	5.792.000	0	0.0000541
5	Mei	9.073.000	0	0.0000815
6	Juni	9.438.000	0	0.0000735
7	Juli	9.088.000	0	0.0000727
8	Agustus	9.885.000	0	0.0000737
9	September	9.011.000	0	0.0000746
10	Oktober	7.488.000	0	0.0000893
11	November	10.273.000	0	0.0000693
12	Desember	10.130.000	0	0.0000697

3.3 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) digunakan untuk mengukur sejauh mana mesin beroperasi secara optimal dalam proses produksi. OEE dihitung melalui perkalian dari tiga komponen utama, yaitu *availability rate* (ketersediaan), *performance rate* (kinerja), dan *quality rate* (kualitas produk). Berikut adalah nilai perhitungan OEE pada mesin boiler di PT XYZ sepanjang periode Januari hingga Desember 2024:

Tabel 3. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

No	Bulan	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
1	Januari	100.00	99.96	100	99.96
2	Februari	89.28	100.00	100	89.28
3	Maret	100.00	100.00	100	100.00
4	April	98.74	66.53	100	65.69
5	Mei	100.00	100.00	100	100.00
6	Juni	100.00	99.96	100	99.96
7	Juli	89.69	99.95	100	89.65
8	Agustus	96.81	99.93	100	96.74
9	September	96.00	100.00	100	96.00
10	Oktober	96.54	99.95	100	96.49
11	November	93.19	99.99	100	93.18
12	Desember	96.19	99.97	100	96.16
Rata-rata		96.37	97.19	100	93.59

3.4 Perhitungan Six Big Losses

Six Big Losses mengidentifikasi enam kategori kerugian utama yang sering terjadi dalam operasional mesin dan dapat mempengaruhi kinerja mesin secara signifikan. Kerugian-kerugian ini berhubungan langsung dengan penurunan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan untuk mengetahui kontribusi masing-masing jenis kerugian terhadap penurunan kinerja mesin boiler selama periode Januari hingga Desember 2024. Berikut adalah nilai perhitungan *Six Big Losses* berdasarkan data yang diperoleh:

Tabel 4. Perhitungan *Six Big Losses*

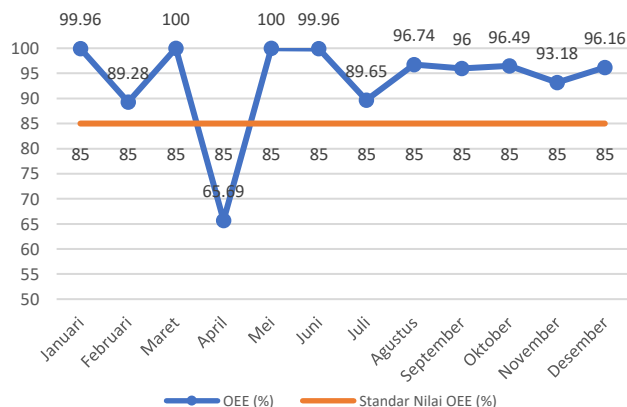
No	Bulan	Breakdown Losses (%)	Set up and Adjustment Losse (%)	Idle And Minor Stoppage Losses (%)	Reduced Speed Losses (%)	Defect Losses (%)	Refuced Yield Losses (%)
1	Januari	0.000	0.00	0	0.036	0	0
2	Februari	10.155	0.56	0	0.000	0	0
3	Maret	0.000	0.00	0	0.057	0	0
4	April	0.000	1.26	0	33.051	0	0
5	Mei	0.000	0.00	0	0.001	0	0
6	Juni	0.000	0.00	0	0.044	0	0
7	Juli	9.769	0.54	0	0.041	0	0
8	Agustus	3.187	0.00	0	0.063	0	0
9	September	3.429	0.57	0	0.000	0	0
10	Oktober	3.463	0.00	0	0.046	0	0
11	November	6.283	0.52	0	0.011	0	0
12	Desember	3.270	0.54	0	0.000	0	0
	Rata-rata	3.296	0.33	0	2.779	0	0

4. Pembahasan

Pada bagian ini, hasil yang telah disajikan di bab sebelumnya akan dianalisis lebih lanjut untuk memahami penyebab utama penurunan kinerja mesin boiler di PT XYZ dan untuk memberikan solusi yang tepat.

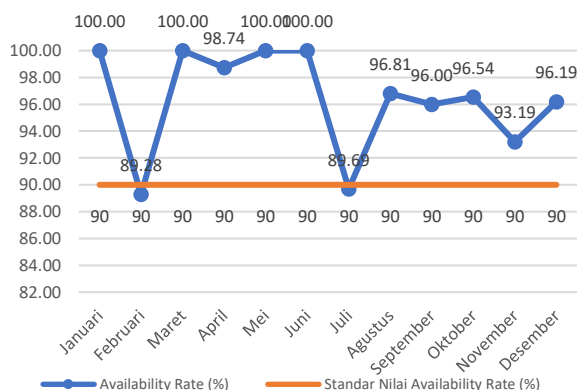
4.1 Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Pada jurnal terdahulu penggunaan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dapat diterapkan pada mesin boiler untuk mengukur dan meningkatkan efisiensi operasional, dengan memperhatikan faktor-faktor seperti ketersediaan, kinerja, dan kualitas produksi [15]. Berdasarkan hasil perhitungan OEE yang menunjukkan nilai rata-rata 93,49% selama tahun 2024, dapat disimpulkan bahwa mesin boiler berfungsi dengan baik secara keseluruhan. Nilai ini lebih tinggi dari standar OEE yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), yaitu di atas 85%. Meskipun demikian, ada beberapa bulan yang menunjukkan penurunan kinerja, terutama pada bulan Februari dan April, yang perlu dianalisis lebih lanjut.



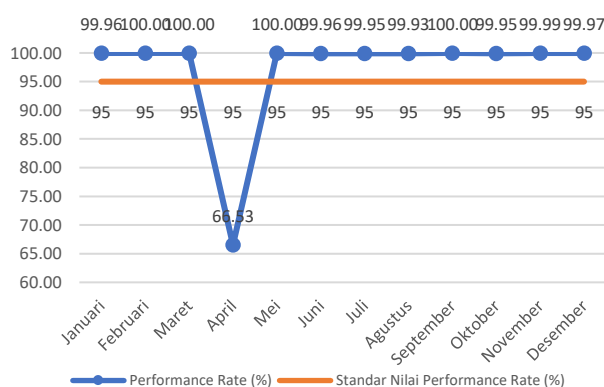
Gambar 1. Grafik Overall Equipment Effectiveness

- Nilai *availability rate* rata-rata 96,37% menunjukkan bahwa mesin boiler cukup sering tersedia untuk beroperasi, meskipun ada *downtime* pada beberapa bulan, terutama pada bulan Februari (89,28%) dan April (65,69%). Penurunan *availability* ini disebabkan oleh kerusakan yang tidak terduga. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun mesin boiler dapat beroperasi dengan baik dalam waktu yang tersedia, kerusakan tak terduga mengurangi waktu yang dapat digunakan untuk produksi.



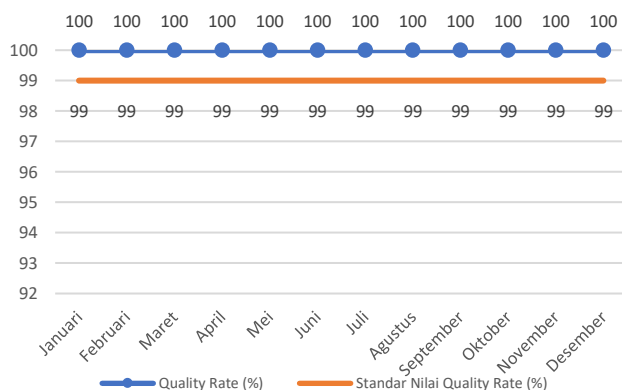
Gambar 2. Grafik Availability Rate

- Nilai *performance rate* rata-rata 97,19% menunjukkan bahwa mesin boiler hampir selalu beroperasi pada kapasitas optimal. Penurunan pada bulan April (66,53%), menunjukkan bahwa mesin boiler tidak beroperasi pada kecepatan optimal dan menghasilkan lebih sedikit produk dari yang diharapkan. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh masalah teknis yang mempengaruhi proses produksi.



Gambar 3. Grafik Performance Rate

- Nilai *quality rate* yang mencapai 100% sepanjang tahun menunjukkan bahwa seluruh produk yang dihasilkan oleh mesin boiler tanpa ada produk yang cacat.



Gambar 4. Grafik Quality Rate

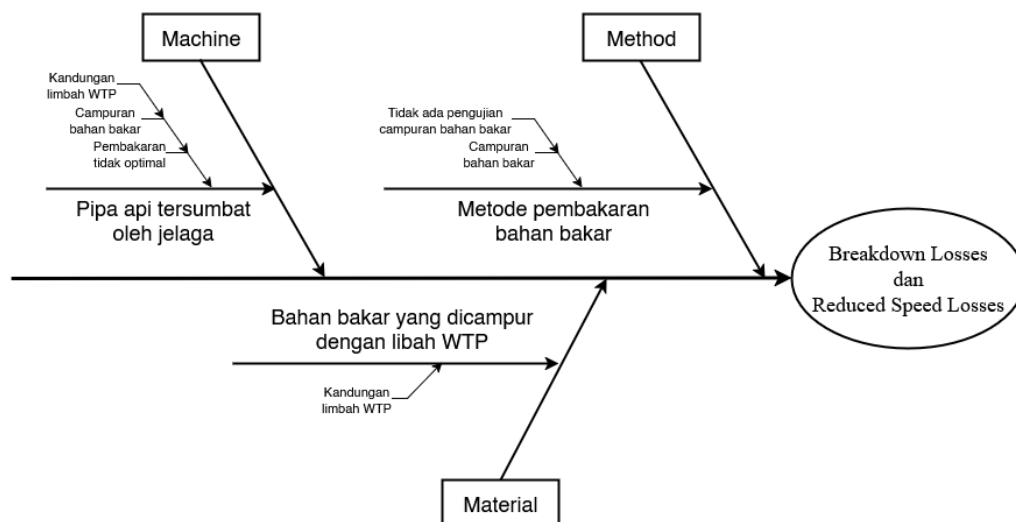
4.2 Analisis Six Big Losses

Pada bagian ini, akan dibahas hasil perhitungan *Six Big Losses* yang telah dilakukan pada mesin boiler XYZ sepanjang periode Januari hingga Desember 2024. Berdasarkan data yang diperoleh dan dihitung, berikut adalah analisis masing-masing jenis kerugian yang terjadi pada mesin boiler:

- *Breakdown Losses* pada bulan Februari dan Juli tercatat cukup tinggi, masing-masing 10,155% dan 9,769%. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan tersebut mesin boiler mengalami kerusakan signifikan, yang menyebabkan downtime lama dan mengganggu kelancaran produksi.
- *Setup and Adjustment Losses* pada bulan April tercatat 1,26%, yang menunjukkan adanya waktu yang hilang akibat pengaturan atau penyesuaian mesin. Meskipun kerugian ini cukup kecil, waktu *setup* yang hilang tetap mempengaruhi produktivitas.
- *Idle and Minor Stoppage Losses* tercatat 0% sepanjang tahun 2024, yang menunjukkan bahwa mesin boiler beroperasi tanpa gangguan kecil yang mempengaruhi waktu operasional. Proses produksi berjalan lancar tanpa penghentian sementara.
- *Reduced Speed Losses* pada bulan April tercatat sangat tinggi, yaitu 33,051%, yang mengindikasikan bahwa mesin beroperasi dengan kecepatan jauh di bawah kapasitas optimal. Hal ini mengakibatkan penurunan produktivitas yang signifikan. Penyebab utama penurunan kecepatan ini kemungkinan besar adalah masalah teknis atau operasional yang mempengaruhi proses produksi.
- *Defect Losses* tercatat 0% sepanjang tahun 2024, yang menunjukkan bahwa mesin boiler berhasil menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas tanpa cacat.
- *Reduced Yield Losses* juga tercatat 0% sepanjang tahun 2024, menunjukkan bahwa seluruh bahan baku yang digunakan diproses dengan baik, tanpa menghasilkan sisa atau *material* yang terbuang pada tahap awal produksi.

4.3 Diagram Fishbone

Dalam penelitian ini, *fishbone* digunakan sebagai alat menganalisis penyebab utama terjadinya kerugian terbesar (*six big losses*) pada mesin boiler di PT XYZ, khususnya yang mempengaruhi nilai OEE. Penyusunan diagram ini adalah untuk mengidentifikasi permasalahan utama, yaitu penurunan efektivitas mesin akibat *breakdown losses* dan *reduced speed losses*.



Gambar 5. Diagram Fishbone

Berikut adalah rekomendasi perbaikan yang difokuskan berdasarkan pada factor utama yang teridentifikasi dalam diagram *fishbone* tersebut:

Lakukan pengujian kualitas bahan bakar campuran batu bara dan limbah *Water Treatment Plant* (WTP) secara berkala di laboratorium. Pengujian ini mencakup pengukuran kadar air, kandungan abu, kadar sulfur, dan nilai kalor. Dengan menguji berbagai rasio campuran batu bara dan limbah *Water Treatment Plant* (WTP) di laboratorium, rasio yang menghasilkan pembakaran paling baik dengan minimal pembentukan jelaga dapat ditemukan.

5. Kesimpulan

Mesin boiler di PT XYZ menunjukkan kinerja yang optimal dengan rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 93,49%, melebihi standar industri global 85%. *Availability rate* sebesar 96,37%, *performance rate* sebesar 97,19%, dan *quality rate* sebesar 100%. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja mesin termasuk *breakdown losses* sebesar 3,296%, *setup and adjustment losses* sebesar 0,334%, dan *reduced speed losses* sebesar 2,779%. Tidak ditemukan masalah pada *idle and minor stoppage*, *defect losses*, dan *reduced yield losses*. Hasil analisis *fishbone* menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran batu bara dan limbah WTP menyebabkan pembakaran tidak optimal dan penumpukan jelaga. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan praktik manajemen perawatan mesin boiler dengan rekomendasi pengujian bahan bakar secara berkala untuk mengurangi masalah tersebut

Referensi

- [1] R. Santosa, H. Haryadi, and D. Artis, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi ekspor minyak kelapa sawit Indonesia ke Uni Eropa," *e-Journal Perdagangan. Ind. dan Monet.*, vol. 10, no. 1, pp. 63–70, 2022, doi: 10.22437/pim.v10i1.14212.
- [2] I. N. Gusniar and R. Sandy, "Analysis of Boiler Machinery Maintenance Using Oee (Overall Equipment Effectiveness) Method in Tahu Asin Sinar Bandung Factory," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 15, no. 2, p. 112, 2021, doi: 10.24853/sintek.15.2.112-117.
- [3] S. Syarifuddin, S. Bahri, and E. Amali Yunus, "Analisis Efektivitas Mesin Ripple Mill Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Six Big Losses Di Pt Parasawita," *Ind. Eng. J.*, vol. 12, no. 1, pp. 11–17, 2023, doi: 10.53912/iej.v12i1.1074.
- [4] Hadi Ariyah, "Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Peningkatan Efisiensi Mesin Batching Plant (Studi Kasus: PT. Lutvindo Wijaya Perkasa)," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 70–77, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i1.10.
- [5] N. Ansori and M. I. Mustajib, *SISTEM PERAWATAN TERPADU (Integrated Maintenace System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [6] S. Nakajima, *INTRODUCTION TO TPM*. New York: Productivity Press, 1988.
- [7] D. F. Hidayat, J. Hardono, and W. A. Wijaya, "Analisa Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin CNC Milling Total Productive Maintenance Analysis to Measure the Overall Equipment Effectiveness (OEE) on a CNC Milling Machine," *Jt*, vol. 9, no. 2, p. 2020, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.umt.ac.id/index.php/jt/index>
- [8] V. I. Lestari and J. A. Suryadi, "Analisis Efektivitas Mesin Pada Stasiun Ketel Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Pt. Xyz," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 16, no. 2, pp. 36–47, 2021, doi: 10.33005/tekmapro.v16i2.240.
- [9] K. Shirose, *TPM for Supervisors*. New York: Productivity Press, 1992.
- [10] S. Nakajima, *TPM DEVELOPMENT PROGRAM: Implementing Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA & Norwalk, CT: Productivity Press, 1989.
- [11] A. Wahid, M. Munir, N. Nuriyanto, A. Misbah, and A. Pusakaningwati, "Pengukuran Efektifitas Mesin Chenyueh menggunakan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses pada CV. AABI Surabaya," *J. Ind. View*, vol. 4, no. 1, pp. 31–40, 2022, doi: 10.26905/jiv.v4i1.7680.
- [12] D. Wibisono, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisasi Six Big Losses Pada Mesin Bubut (Studi Kasus di Pabrik Parts PT XYZ)," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 7–13, 2021, doi: 10.30998/joti.v3i1.6130.
- [13] F. Sulianta, "Diagram Fishbone untuk Berbagai Kebutuhan," pp. 1–11, 2024, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/385503999>
- [14] J. M. T. Farinha, *Asset Maintenance Engineering Methodologies*. Taylor & Francis Group, LLC, 2018. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2006.05.022.
- [15] M. D. Nugraha, "Analisis Efektivitas Mesin Boiler Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Six Big Losses Di PT Ciomas Adisatwa," *Ind. Eng. J.*, 2025, doi: 10.53912/iej.v12i1.1074.