

Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses pada Sistem Coal Handling Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Produksi PT XYZ

Erlangga Dzaky Atha'ulah^{1*}

Program Studi Teknik Industri/Jurusan Teknologi Industri dan Proses/Fakultas Rekayasa dan Teknologi Industri, Institut Teknologi Kalimantan
Email: 12231025@student.itk.ac.id

***Penulis Koresponding**

Abstrak

DOI:
<http://dx.doi.org/x10.35718/jinseng.v4i2.8481978>

Received April 2026;
Received in revised form June 2026;
Accepted June 2026;

PT XYZ merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berkapasitas 2×15 MW yang berlokasi di Kawasan Industri Kariangau, Balikpapan, Kalimantan Timur. Sistem *coal handling* pada perusahaan ini menghadapi sejumlah permasalahan operasional, di antaranya tumpahan batubara pada *conveyor* dan titik *transfer chute*, ukuran butiran hasil *crushing* yang tidak sesuai spesifikasi, serta sumbatan pada *coal feeder* yang berdampak pada penurunan efektivitas produksi secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas sistem *coal handling* menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), mengidentifikasi sumber kerugian operasi dominan melalui analisis *Six Big Losses*, serta merumuskan rekomendasi perbaikan yang tepat sasaran. Pengumpulan data dilakukan secara kualitatif melalui wawancara dan kuesioner skala *Likert* kepada 8 operator dan teknisi *coal handling*, kemudian diolah menggunakan metode *Min-Max Optimization* untuk mengonversi nilai kuesioner menjadi persentase komponen OEE. Hasil analisis menunjukkan nilai *Availability Rate* sebesar 91%, *Performance Rate* sebesar 88%, dan *Quality Rate* sebesar 64%, sehingga diperoleh nilai OEE keseluruhan sebesar 51%, yang masih berada di bawah standar *world class JIPM* sebesar 85%. Berdasarkan analisis *Six Big Losses*, *Process Defect losses* menjadi faktor kerugian paling dominan dengan persentase 72%, yang disebabkan oleh tumpahan batubara dan ketidaksesuaian ukuran hasil *crushing*. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan meliputi pemasangan *double sealing skirt rubber system*, penerapan program *Zero Spillage Initiative*, implementasi *Defect Mapping Area*, serta pengendalian *feed rate* batubara pada *Crusher* melalui penyetelan kecepatan *Vibratory Feeder*.

Kata kunci: *Min-Max Optimization, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Coal Handling, PLTU*

Abstract

PT XYZ is a coal-fired Steam Power Plant (PLTU) with a capacity of 2×15 MW located in the Kariangau Industrial Zone, Balikpapan, East Kalimantan. The coal handling system at this facility faces several operational issues, including coal spillage along conveyor belts and transfer chute points, crushed coal particle sizes that do not meet specifications, and blockages in the coal feeder that collectively reduce overall production effectiveness. This study aims to measure the effectiveness of the coal handling system using the Overall Equipment

Effectiveness (OEE) method, identify the dominant sources of operational losses through Six Big Losses analysis, and formulate targeted improvement recommendations. Data were collected qualitatively through interviews and Likert-scale questionnaires administered to 8 coal handling operators and technicians, then processed using the Min-Max Optimization method to convert questionnaire scores into OEE component percentages. The analysis results show an Availability Rate of 91%, a Performance Rate of 88%, and a Quality Rate of 64%, yielding an overall OEE value of 51%, which remains below the JIPM world-class standard of 85%. Based on the Six Big Losses analysis, Process Defect losses emerged as the most dominant loss factor at 72%, attributed to coal spillage and non-conforming crush sizes. The proposed improvement recommendations include the installation of a double sealing skirt rubber system, implementation of a Zero Spillage Initiative program, adoption of Defect Mapping Area, and control of the coal feed rate to the Crusher through adjustment of Vibratory Feeder speed.

Keywords: Min-Max Optimization, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Coal Handling, Steam Power Plant

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik yang andal merupakan faktor krusial dalam menunjang keberlangsungan operasional kawasan industri, khususnya di wilayah Kalimantan Timur yang terus mengalami pertumbuhan sektor industri berat dan menengah. PT XYZ merupakan satu-satunya perusahaan penyedia tenaga listrik di Kawasan Industri Kariangau (KIK), Balikpapan, yang mengoperasikan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara berkapasitas 2×15 MW dengan tingkat pemanfaatan sebesar 80 persen (Kumendong et al., 2017). Sebagai tulang punggung pasokan energi kawasan industri tersebut, keandalan seluruh subsistem produksi termasuk sistem *coal handling* menjadi sangat kritis untuk dijaga kinerjanya secara berkelanjutan.

Sistem *coal handling* mencakup serangkaian proses mulai dari penerimaan batubara, penghancuran (*crushing*), hingga distribusi ke *bunker* boiler melalui jaringan *conveyor* (Putri et al., 2025). Gangguan pada sistem ini berdampak langsung terhadap pasokan bahan bakar ke boiler dan pada akhirnya memengaruhi kapasitas pembangkitan listrik secara keseluruhan. Pada sistem *coal handling* PT XYZ ditemukan sejumlah permasalahan operasional yang berulang, antara lain tumpahan batubara di sepanjang jalur *conveyor* dan titik *transfer chute*, ukuran butiran batubara hasil proses *crushing* yang tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, serta sumbatan pada *coal feeder* yang menyebabkan gangguan aliran material. Permasalahan-permasalahan tersebut secara kumulatif menurunkan efektivitas operasi sistem dan berpotensi meningkatkan kerugian produksi apabila tidak segera ditangani.

Pengukuran efektivitas peralatan secara terstruktur merupakan langkah awal yang penting dalam upaya peningkatan kinerja sistem produksi. Salah satu metode yang telah terbukti efektif dan banyak diterapkan di industri manufaktur maupun pembangkitan energi adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE merupakan metode pengukuran yang membandingkan output aktual peralatan terhadap output maksimum yang dapat dicapai dalam kondisi optimal, dengan mempertimbangkan tiga komponen utama yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Quality* (Nanda & Jufriyanto, 2025). Berdasarkan standar internasional yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), nilai ideal OEE adalah sebesar 85%, dengan rincian *Availability* 90%, *Performance* 95%, dan *Quality* 99% (Intan & Condro, 2024). Nilai OEE yang berada di bawah standar tersebut mengindikasikan adanya kerugian yang perlu diidentifikasi dan diperbaiki.

Untuk mengidentifikasi sumber-sumber kerugian secara lebih spesifik, analisis *Six Big Losses* digunakan sebagai pendekatan komplementer terhadap OEE. *Six Big Losses* mengklasifikasikan kerugian peralatan ke dalam enam kategori utama, yaitu *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *idling and minor stoppage losses*, *reduced speed losses*, *process defect losses*, dan *reduced yield losses*, yang dikelompokkan dalam tiga dimensi besar yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *quality losses* (Ahdiyat & Nugroho, 2022). Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat mengidentifikasi faktor pemicu rendahnya nilai OEE secara terarah sehingga langkah perbaikan dapat diprioritaskan pada aspek yang paling berdampak (Amelia & Yamin, 2025). Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa penerapan analisis

OEE dan *Six Big Losses* secara terintegrasi mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi efektivitas peralatan sekaligus memberikan arah perbaikan yang terukur (Septian et al., 2021; Herawan & Mansur, 2025).

2. METODE

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat efektivitas sistem *coal handling* melalui pendekatan kuantitatif dengan tahapan penelitian yang disusun secara sistematis mulai dari penentuan jenis penelitian, pengambilan data, penetapan variabel, hingga proses pengolahan data. Tahapan metode penelitian yang digunakan dijelaskan sebagai berikut :

1. Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus yang mengombinasikan pengumpulan data secara kualitatif melalui wawancara dan kuesioner dengan pengolahan data secara kuantitatif menggunakan metode *Min-Max Optimization*. Penelitian dilaksanakan pada sistem *coal handling* PT XYZ, Kawasan Industri Kariangau (KIK), Balikpapan, Kalimantan Timur, selama periode Januari hingga Februari 2026. Penelitian ini tidak memuat hipotesis karena bersifat deskriptif-eksploratif, yaitu bertujuan mengukur dan menggambarkan kondisi aktual efektivitas sistem *coal handling* berdasarkan data yang tersedia di lapangan.

2. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh operator dan teknisi yang terlibat langsung dalam operasional sistem *coal handling* PT XYZ. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan kriteria responden memiliki pengalaman langsung dalam mengoperasikan atau memelihara peralatan *coal handling*, sehingga diperoleh 8 responden yang terdiri dari operator *conveyor*, teknisi *crusher*, dan teknisi pemeliharaan.

3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terstruktur untuk mengidentifikasi permasalahan operasional yang sering terjadi pada sistem *coal handling*. Selain itu, digunakan kuesioner skala Likert dengan rentang nilai 1–5 yang terdiri dari enam pernyataan yang mewakili komponen *Six Big Losses*. Data operasional kuantitatif seperti durasi *downtime* dan waktu *setup* tidak tersedia pada catatan resmi perusahaan, sehingga nilai OEE dalam penelitian ini diturunkan secara matematis berdasarkan data kuesioner.

4. Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri atas enam komponen *Six Big Losses*, yaitu *Breakdown losses* (x1), *Setup & Adjustment losses* (x2), *Idling & Minor Stoppage losses* (x3), *Reduced Speed losses* (x4), *Process Defect losses* (x5), dan *Reduced Yield losses* (x6). Keenam variabel tersebut merepresentasikan berbagai bentuk kerugian yang memengaruhi efektivitas operasional sistem *coal handling*

5. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan merata-ratakan seluruh jawaban responden pada setiap variabel *Six Big Losses* untuk memperoleh kecenderungan tingkat frekuensi kerugian, kemudian nilai rata-rata tersebut dinormalisasi menggunakan metode *Min-Max Optimization* guna mengonversi data skala Likert menjadi persentase kerugian yang sebanding. Keenam komponen *Six Big Losses* selanjutnya dikelompokkan menjadi tiga komponen utama Overall Equipment Effectiveness (OEE), yaitu Availability Rate (*Breakdown losses* dan *Setup & Adjustment losses*), Performance Rate (*Idling & Minor Stoppage losses* dan *Reduced Speed losses*), serta Quality Rate (*Process Defect losses* dan *Reduced Yield losses*). Nilai pada masing-masing komponen dirata-ratakan dan kembali dinormalisasi menggunakan metode *Min-Max Optimization* untuk memperoleh nilai persentase setiap rate. Nilai Availability Rate, Performance Rate, dan Quality Rate kemudian dikalikan untuk menghasilkan nilai OEE keseluruhan yang selanjutnya dibandingkan dengan standar *world class* Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) sebesar 85% guna menilai tingkat efektivitas sistem *coal handling* secara menyeluruh.

3. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data melalui wawancara dan kuesioner skala *Likert* kepada 8 operator dan teknisi sistem *coal handling* PT XYZ, diperoleh data penilaian terhadap enam komponen *Six Big Losses* sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengumpulan data kuesioner Six Big Losses

No	Responden	x1	x2	x3	x4	x5	x6
1	Responden 1	2	1	2	1	4	1
2	Responden 2	2	1	2	2	5	1
3	Responden 3	1	1	1	1	5	1
4	Responden 4	1	1	2	2	3	1
5	Responden 5	1	1	1	1	4	1
6	Responden 6	2	1	1	1	3	1
7	Responden 7	2	1	1	2	4	1
8	Responden 8	2	2	2	2	3	1
Rata-Rata		1.625	1.125	1.5	1.5	3.875	1

Sumber : Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 1, variabel *Process Defect losses* (x5) memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar 3,875, yang mengindikasikan bahwa kerugian akibat ketidaksesuaian kualitas proses khususnya tumpahan batubara dan ukuran butiran hasil *crushing* yang tidak memenuhi spesifikasi paling sering dirasakan oleh seluruh responden. Sebaliknya, variabel *Reduced Yield losses* (x6) memiliki nilai rata-rata terendah sebesar 1,000, yang menunjukkan bahwa kerugian pada tahap awal produksi relatif tidak pernah terjadi. Wahid & Hasanuddin (2019) menegaskan bahwa identifikasi kerugian secara terstruktur melalui kerangka *Six Big Losses* merupakan langkah fundamental sebelum upaya peningkatan efektivitas peralatan dapat dilakukan secara terarah dalam program *Total Productive Maintenance*. Nilai rata-rata setiap variabel selanjutnya dikonversi menggunakan metode *Min-Max Optimization* untuk menghasilkan persentase masing-masing komponen *Six Big Losses* sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Konversi nilai dilakukan menggunakan persamaan *Min-Max Optimization* berikut:

$$\text{Nilai (\%)} = ((X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})) \times 100\%$$

dengan X merupakan nilai rata-rata variabel, $X_{\min} = 1$, dan $X_{\max} = 5$. Sebagai contoh, untuk *Breakdown Losses* dengan nilai rata-rata 1,625 diperoleh:

$$((1,625 - 1) / (5 - 1)) \times 100\% = 15,625\% \approx 16\%$$

Tabel 2 Hasil perhitungan nilai *Six Big Losses*

Komponen	Variabel	Rata-Rata	Nilai (%)
<i>Breakdown Losses</i> (%)	x1	1.625	16%
<i>Setup & Adjustment Losses</i> (%)	x2	1.125	3%
<i>Idling & Minor Stoppage Losses</i> (%)	x3	1.5	13%
<i>Reduced Speed Losses</i> (%)	x4	1.5	13%
<i>Process Defect Losses</i> (%)	x5	3.875	72%
<i>Reduced Yield Losses</i> (%)	x6	1	0%

Hasil perhitungan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa *Process Defect losses* mendominasi dengan persentase sebesar 72%, jauh melampaui komponen kerugian lainnya. *Breakdown losses* berada di posisi kedua sebesar 16%, diikuti oleh *Idling & Minor Stoppage losses* dan *Reduced Speed losses* yang masing-masing sebesar 13%, serta *Setup & Adjustment losses* sebesar 3%. Kurniawan (2020) dalam penelitiannya pada mesin *crusher* industri pertambangan batubara menemukan pola serupa, di mana *Process Defect losses* secara konsisten menjadi komponen kerugian tertinggi akibat karakteristik material batubara yang sangat bervariasi sehingga menyulitkan proses penghancuran untuk menghasilkan ukuran butiran yang seragam dan sesuai spesifikasi. Tingginya nilai *Process Defect losses* secara langsung mengindikasikan bahwa permasalahan kualitas proses merupakan tantangan paling kritis pada sistem *coal handling* PT XYZ. Keenam nilai *Six Big Losses* tersebut selanjutnya diagregasi menjadi tiga komponen OEE sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil agregasi dan perhitungan komponen OEE

Komponen OEE	Variabel yang Diagregasi	Nilai Agregat	Rate (%)
<i>Availability Rate</i>	x1+x2	1.375	91%
<i>Performance Rate</i>	x3+x4	1.5	88%
<i>Quality Rate</i>	x5+x6	2.4375	64%
OEE			51%

Berdasarkan Tabel 3, nilai *Availability Rate* diperoleh sebesar 91%, yang berarti peralatan sistem *coal handling* memiliki tingkat ketersediaan yang baik dan telah melampaui standar JIPM sebesar 90%. Rosyidi & Pujotomo (2018) menyatakan bahwa nilai *Availability* yang melampaui standar JIPM merupakan indikator keberhasilan program pemeliharaan preventif yang telah diterapkan, namun tidak serta-merta menjamin tingginya nilai OEE apabila komponen *Performance* dan *Quality* masih belum optimal. Nilai *Performance Rate* sebesar 88% menunjukkan bahwa kecepatan operasi peralatan masih mendekati ideal meskipun belum mencapai standar JIPM sebesar 95%. Prasetyo & Widodo (2022) menjelaskan bahwa nilai *Performance Rate* pada kisaran 85=90% pada sistem *coal handling* pembangkit listrik umumnya disebabkan oleh *minor stoppages* yang berulang akibat akumulasi material pada jalur *conveyor* dan titik transfer yang secara tidak langsung mengurangi kecepatan operasi aktual. Nilai *Quality Rate* yang hanya mencapai 64% masih sangat jauh dari standar JIPM sebesar 99% dan menjadi faktor paling dominan yang menekan nilai OEE secara keseluruhan. Widiyanti & Purba (2021) menegaskan bahwa dalam pengukuran OEE berbasis data kuesioner menggunakan metode *Min-Max Optimization*, nilai *Quality Rate* yang rendah secara konsisten mencerminkan tingkat kerugian kualitas proses yang tinggi sebagaimana dipersepsikan oleh operator yang berinteraksi langsung dengan sistem. Perkalian ketiga komponen tersebut menghasilkan nilai OEE sebesar 51%, yang masih berada di bawah standar *world class* JIPM sebesar 85% meskipun masih tergolong dalam kategori *acceptable range* pada rentang 40=60% (Intan & Condro, 2024).

Rendahnya nilai *Quality Rate* dan dominannya *Process Defect losses* sebesar 72% secara langsung berkaitan dengan dua permasalahan utama yang ditemukan di lapangan. Permasalahan pertama adalah tumpahan batubara yang terjadi secara berulang di sepanjang jalur *conveyor* dan titik-titik *transfer chute*, yang disebabkan oleh keausan komponen *skirt rubber* pada *loading point* sehingga menciptakan celah yang memungkinkan material batubara tercecer keluar dari jalur pengangkutan. Sari & Ridwan (2020) menemukan bahwa tumpahan material pada sistem *conveyor* industri pembangkitan energi berbasis batubara merupakan salah satu sumber kerugian yang paling sering tidak tertangani dalam program pemeliharaan konvensional, padahal dampak kumulatifnya terhadap nilai *Quality Rate* dan OEE sangat signifikan apabila dibiarkan tanpa penanganan sistematis. Permasalahan kedua adalah ukuran butiran batubara hasil proses *crushing* yang tidak memenuhi spesifikasi, yang disebabkan oleh keausan komponen *crusher* dan laju pengumpanan batubara yang melebihi kapasitas optimal mesin (Putri et al., 2025). Ukuran batubara yang tidak sesuai spesifikasi berdampak langsung pada efisiensi pembakaran di *boiler*, karena batubara berukuran besar membutuhkan waktu pembakaran lebih lama dan berpotensi tidak terbakar sempurna sehingga menurunkan efisiensi termal pembangkit secara keseluruhan (Kumendong et al., 2017).

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan tersebut, terdapat empat rekomendasi perbaikan yang diusulkan. Rekomendasi pertama adalah pemasangan *double sealing skirt rubber system* pada seluruh *loading point conveyor* untuk meminimalkan tumpahan batubara secara teknis. Rekomendasi kedua adalah penerapan program *Zero Spillage Initiative* sebagai pendekatan manajerial yang mengintegrasikan pengendalian tumpahan ke dalam prosedur dan budaya kerja sehari-hari melalui penetapan SOP, inspeksi rutin, sistem pelaporan per *shift*, dan pelatihan operator. Rekomendasi ketiga adalah implementasi *Defect Mapping Area* di sepanjang jalur *conveyor* dan titik *transfer chute* sebagai metode pemetaan spasial berbasis visualisasi untuk mengidentifikasi zona prioritas perbaikan secara tepat sasaran dan berbasis data. Rekomendasi keempat adalah pengendalian *feed rate* batubara ke *crusher* melalui penyetelan kecepatan *Vibratory Feeder* sesuai kapasitas optimal, yang bertujuan memastikan proses penghancuran berlangsung sempurna sehingga ukuran butiran yang dihasilkan konsisten sesuai spesifikasi (Herawan & Mansur, 2025). Fahmi & Kusuma (2023) membuktikan bahwa kombinasi perbaikan teknis pada komponen *conveyor* dan pengendalian *feed rate* pada *crusher* secara simultan mampu meningkatkan nilai *Quality Rate* sistem *coal handling* PLTU hingga 15-20% dalam jangka pendek. Haryono & Supriyadi (2016) menambahkan bahwa program pemeliharaan berbasis TPM yang mengintegrasikan aspek teknis dan manajerial secara bersamaan terbukti lebih efektif dalam menekan kerugian material pada sistem *conveyor* dibandingkan pendekatan perbaikan teknis semata.

4. DISKUSI

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *coal handling* PT XYZ beroperasi pada nilai OEE sebesar 51%, dengan *Quality Rate* sebesar 64% sebagai komponen yang paling menekan efektivitas sistem secara keseluruhan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Septian et al. (2021) yang menyimpulkan bahwa pada industri berbasis proses, komponen *Quality* cenderung menjadi faktor paling kritis yang memengaruhi nilai OEE, karena kerugian kualitas proses bersifat kumulatif dan berdampak langsung terhadap output akhir sistem. Hal serupa juga dikonfirmasi oleh Amelia & Yamin (2025) yang menemukan bahwa *Process Defect*

losses secara konsisten menjadi sumber kerugian dominan pada sistem produksi yang melibatkan material curah, termasuk batubara, akibat tingginya variabilitas kondisi material dan sensitivitas peralatan terhadap perubahan beban operasi.

Nilai OEE sebesar 51% yang diperoleh dalam penelitian ini, meskipun masih berada di bawah standar *world class* JIPM sebesar 85%, masih tergolong dalam kategori *acceptable range* pada rentang 40-60% (Intan & Condro, 2024). Sari & Ridwan (2020) berargumen bahwa nilai OEE pada kisaran ini umumnya mencerminkan kondisi sistem yang secara teknis masih berfungsi dengan baik namun memiliki potensi peningkatan yang besar apabila kerugian-kerugian tersembunyi dapat diidentifikasi dan dieliminasi secara sistematis. Nanda & Jufriyanto (2025) menambahkan bahwa nilai OEE di bawah standar *world class* pada industri pembangkitan energi umumnya bukan disebabkan oleh kegagalan peralatan secara keseluruhan, melainkan oleh akumulasi kerugian kecil yang tidak tertangani secara sistematis dalam jangka panjang. Argumentasi ini relevan dengan kondisi PT XYZ, di mana nilai *Availability Rate* sebesar 91% dan *Performance Rate* sebesar 88% sudah berada pada kondisi yang relatif baik, namun kerugian pada aspek kualitas proses yang tidak tertangani secara konsisten menyebabkan nilai OEE keseluruhan tertekan hingga 51%.

Dominannya *Process Defect losses* sebesar 72% memberikan kontribusi penting dalam memperkaya pemahaman mengenai karakteristik kerugian pada sistem *coal handling* pembangkit listrik skala menengah. Berbeda dengan penelitian Herawan & Mansur (2025) yang menemukan *Breakdown losses* sebagai faktor dominan pada mesin produksi manufaktur, penelitian ini menunjukkan bahwa pada sistem *coal handling* PLTU, kerugian justru lebih banyak bersumber dari ketidaksesuaian kualitas material. Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh karakteristik unik sistem *coal handling* yang sangat bergantung pada konsistensi kualitas material input, sebagaimana dikemukakan oleh Kurniawan (2020) bahwa variabilitas sifat fisik batubara termasuk kekerasan, kadar air, dan distribusi ukuran merupakan faktor eksternal yang secara inheren meningkatkan potensi terjadinya *Process Defect losses* pada sistem penghancuran dan pengangkutan batubara. Rosyidi & Pujotomo (2018) memperkuat temuan ini dengan menyatakan bahwa pada sistem produksi yang melibatkan material alam dengan variabilitas tinggi, pendekatan pengendalian kualitas proses jauh lebih efektif dibandingkan pendekatan pemeliharaan peralatan semata dalam meningkatkan nilai OEE secara keseluruhan.

Dari sisi metodologi, penggunaan metode *Min-Max Optimization* untuk mengonversi data kuesioner skala *Likert* menjadi nilai OEE merupakan pendekatan yang relevan pada kondisi keterbatasan data operasional kuantitatif. Widiyanti & Purba (2021) menegaskan bahwa pendekatan berbasis normalisasi *Min-Max* pada data kuesioner terbukti menghasilkan nilai yang representatif dan dapat dibandingkan secara proporsional antar komponen, menjadikannya alternatif yang valid untuk pengukuran OEE pada perusahaan yang belum memiliki sistem pencatatan *downtime* terstruktur. Meskipun pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam hal objektivitas data karena bergantung pada persepsi responden, validitasnya dapat diperkuat melalui triangulasi dengan observasi lapangan dan wawancara mendalam sebagaimana dilakukan dalam penelitian ini (Ahdiyati & Nugroho, 2022). Prasetyo & Widodo (2022) membuktikan bahwa integrasi sistem monitoring berbasis sensor pada peralatan *coal handling* tidak hanya meningkatkan akurasi data OEE, tetapi juga memungkinkan deteksi dini potensi kerugian sebelum berkembang menjadi gangguan operasional yang lebih serius, sehingga ke depannya penerapan sistem pencatatan data operasional berbasis instrumentasi secara *real time* pada PT XYZ sangat direkomendasikan untuk memperoleh pengukuran OEE yang lebih akurat dan objektif.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* pada sistem *coal handling* PT XYZ, tiga tujuan penelitian telah terjawab sebagai berikut. Pertama, tingkat efektivitas sistem *coal handling* PT XYZ yang diukur melalui nilai OEE menghasilkan *Availability Rate* sebesar 91%, *Performance Rate* sebesar 88%, dan *Quality Rate* sebesar 64%, sehingga diperoleh nilai OEE keseluruhan sebesar 51%. Nilai ini masih berada di bawah standar *world class* JIPM sebesar 85%, meskipun komponen *Availability* telah melampaui standar JIPM sebesar 90% yang menunjukkan ketersediaan peralatan sudah berada pada kondisi baik (Rosyidi & Pujotomo, 2018). Komponen *Quality Rate* sebesar 64% menjadi faktor utama yang menekan nilai OEE, karena masih jauh dari standar JIPM sebesar 99% (Wahid & Hasanuddin, 2019).

Kedua, berdasarkan analisis *Six Big Losses*, faktor kerugian paling dominan yang memengaruhi kinerja sistem *coal handling* adalah *Process Defect losses* dengan persentase sebesar 72%, yang secara langsung disebabkan oleh tumpahan batubara di sepanjang jalur *conveyor* dan titik *transfer chute*, serta

ukuran butiran batubara hasil proses *crushing* yang tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Kerugian lain yang teridentifikasi adalah *Breakdown losses* sebesar 16%, *Idling & Minor Stoppage losses* dan *Reduced Speed losses* masing-masing sebesar 13%, *Setup & Adjustment losses* sebesar 3%, serta *Reduced Yield losses* sebesar 0% (Septian et al., 2021).

Ketiga, berdasarkan hasil identifikasi permasalahan, empat rekomendasi perbaikan diusulkan untuk mengurangi kerugian operasi dan meningkatkan kinerja produksi sistem *coal handling*, yaitu pemasangan *double sealing skirt rubber system* pada seluruh *loading point conveyor*, penerapan program *Zero Spillage Initiative* sebagai pendekatan manajerial berbasis budaya kerja, implementasi *Defect Mapping Area* untuk pemetaan spasial titik-titik rawan tumpahan, serta pengendalian *feed rate* batubara ke *crusher* melalui penyetelan kecepatan *Vibratory Feeder* (Fahmi & Kusuma, 2023; Haryono & Supriyadi, 2016). Apabila keempat rekomendasi tersebut diterapkan secara konsisten, nilai *Quality Rate* dan OEE sistem *coal handling* PT XYZ diproyeksikan dapat meningkat secara signifikan mendekati standar *world class JIPM*.

Penelitian ini juga menghasilkan kontribusi metodologis berupa pendekatan pengukuran OEE berbasis *Min-Max Optimization* dari data kuesioner skala *Likert* sebagai alternatif valid pada kondisi keterbatasan data operasional kuantitatif (Widianti & Purba, 2021). Untuk keberlanjutan penelitian, pengukuran OEE berbasis data instrumentasi *real-time* dan perluasan objek penelitian pada sistem *coal handling* PLTU lain di Kalimantan Timur dapat menjadi arah penelitian selanjutnya guna menghasilkan generalisasi temuan yang lebih luas dan representatif.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta kontribusi dalam pelaksanaan penelitian, proses pengumpulan data, hingga penyusunan laporan penelitian ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

7. REFERENSI

- Ahdiyati, M. dan Nugroho, S. 2022. Analisis *Six Big Losses* dalam meningkatkan efektivitas mesin menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Jurnal Teknik Industri*, 23(2), hlm. 85-92.
- Amelia, R. dan Yamin, M. 2025. Analisis *Six Big Losses* menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk meningkatkan efektivitas mesin produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 26(1), hlm. 64-72.
- Fahmi, A. dan Kusuma, H. 2023. Analisis *Overall Equipment Effectiveness* pada sistem *conveyor* batubara PLTU. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 12(1), hlm. 34-42.
- Haryono, B. dan Supriyadi. 2016. Penerapan program pemeliharaan berbasis *Total Productive Maintenance* untuk meminimalkan tumpahan material pada sistem *conveyor* industri pertambangan. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, 5(19), hlm. 213-221.
- Herawan, T. dan Mansur, A. 2025. Analisis kerugian peralatan (*equipment failure losses*) pada mesin produksi menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Jurnal Teknik Industri*, 26(1), hlm. 55-63.
- Intan, R. dan Condro, T. 2024. Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk meningkatkan efektivitas mesin produksi berdasarkan standar JIPM. *Jurnal Teknik Industri*, 25(2), hlm. 120-128.
- Kumendong, C., Arungpadang, E.T. dan Mende, J. 2017. Analisis parameter kinerja unit pembangkit listrik tenaga uap sulut-3. *J. Online Poros Teknik Mesin*, 12, hlm. 60-72.
- Kurniawan, F. 2020. Analisis *Six Big Losses* pada mesin *crusher* industri pertambangan batubara. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 19(1), hlm. 45-53.
- Nanda, A. dan Jufriyanto, M. 2025. Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur efektivitas mesin produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 26(1), hlm. 1-8.
- Prasetyo, B. dan Widodo, S. 2022. Penerapan *Total Productive Maintenance* untuk meningkatkan nilai OEE pada industri pembangkitan listrik. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*, 8(2), hlm. 77-85.
- Putri, I.E., Suryadhini, P.P. dan Anugraha, R.A. 2025. Usulan minimasi waktu *set-up* pada proses *coal handling* menggunakan metode SMED di PT Sumber Segara Primadaya Unit 1 & 2. *Jurnal Teknik Industri*, 26(1), hlm. 45-54.
- Rosyidi, M.R. dan Pujotomo, D. 2018. Analisis *Overall Equipment Effectiveness* sebagai dasar peningkatan kinerja peralatan produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 19(1), hlm. 23-31.
- Sari, D.P. dan Ridwan, A. 2020. Evaluasi efektivitas peralatan menggunakan metode OEE pada industri energi berbasis batubara. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 19(2), hlm. 88-96.

- Septian, A., Prabowo, H. dan Nugroho, S. 2021. Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur efektivitas mesin produksi pada industri manufaktur. *Jurnal Teknik Industri*, 22(2), hlm. 101-108.
- Wahid, M.A. dan Hasanuddin. 2019. Implementasi *Total Productive Maintenance* dalam peningkatan nilai OEE pada industri manufaktur. *Jurnal Teknik Industri*, 20(2), hlm. 112—119.
- Widianti, T. dan Purba, H.H. 2021. *Min-Max normalization* dalam pengolahan data kuesioner untuk pengukuran kinerja peralatan industri. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 5(2), hlm. 89-97.