

## Peningkatan Kinerja Produksi Melalui Pengukuran dan Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Baron

Universitas Insan Pembangunan Indonesia

Email: baronbaron050485@gmail.com

---

**Kata kunci:**

OEE, Efektivitas  
Mesin,  
Manufaktur, Lean  
Production,  
Perbaikan  
Berkelanjutan

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja mesin produksi melalui pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) guna mengidentifikasi area perbaikan dalam proses manufaktur. Penelitian dilakukan pada lini produksi warehouse industri manufaktur komponen otomotif menggunakan pendekatan kuantitatif studi kasus dengan metode observasi dan pencatatan data operasional selama periode satu bulan. Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif terhadap data operasional mesin, tiga komponen utama OEE --- Availability, Performance, dan Quality --- diukur dan dianalisis. Studi dilakukan pada proses unboxing parts di warehouse perusahaan manufaktur komponen otomotif. Hasil menunjukkan nilai OEE rata-rata sebesar 61%, lebih rendah dari standar world class (85%). Komponen availability tercatat 70%, performance 90%, dan quality 98%. Faktor utama penyebab rendahnya efektivitas adalah waktu henti tidak terencana dan kecepatan produksi aktual yang lebih rendah dari standar. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi manajemen dalam merancang strategi perbaikan berkelanjutan dan optimalisasi utilisasi aset produksi.

**Keywords:**

OEE, Machine  
Effectiveness,  
Manufacturing,  
Lean Production,  
Continuous  
Improvement.

**Abstract**

*The focus of this research was to analyze the performance of a production machine through Overall Equipment Effectiveness measurement to identify areas that need improvement in the manufacturing process. The study was conducted at a warehouse production line in the automotive component manufacturing industry using a quantitative case study approach with observation methods and operational data recording over a one-month period. Using a quantitative methodology to analyze the operational data of the machine three principal OEE components, Availability, Performance, and Quality were measured and analyzed. The study was conducted on the parts unboxing process at the warehouse of an automotive component manufacturing company. The result shows an average OEE of 61%; which is lower than the world-class standard 85%. The availability component was recorded at 70%, performance at 90%, and quality at 98%. The main factors causing low effectiveness is unplanned stopped time and actual production speed lower than the recommended standard. The study provide important insights to the management in devising a suitable continuous improvement strategy and asset utilization optimization.*

---

### PENDAHULUAN

Efektivitas peralatan produksi merupakan faktor kunci dalam keberhasilan sistem manufaktur modern (Anaam et al., 2022; Brilianti et al., 2025; Pristianingrum, 2017; Sianturi, 2019). Salah satu indikator yang digunakan secara luas untuk mengukur efektivitas ini adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE). OEE tidak hanya mengukur seberapa sering mesin beroperasi (availability), tetapi juga mengevaluasi seberapa baik mesin bekerja saat aktif (performance), serta seberapa banyak output yang memenuhi standar kualitas (quality) (Haryono & Susanty, 2018; Putera et al., 2025; Ramadhani, 2023; R. B. E. Saputra et al., 2025; Siagian & Mardianti, 2024).

Dalam era industri 4.0, kebutuhan terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi semakin mendesak (Anggraini, 2023; Gunawan, 2024; Ong & Mahazan, 2020; G. R. Saputra, 2024; Sihombing et al., 2025). Oleh karena itu, pemanfaatan metrik seperti OEE menjadi krusial untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi sumber pemborosan. Menurut Nakajima (1988), OEE merupakan metrik fundamental dalam implementasi Total Productive Maintenance (TPM) yang dapat mengungkapkan kerugian tersembunyi (hidden losses) dalam proses produksi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis nilai OEE pada lini produksi dan mengidentifikasi penyebab utama ketidakefisienan guna menyusun strategi perbaikan berkelanjutan (Hermanto, 2025; Iskandar & Padmakusumah, 2025; Syamsi et al., 2024; Yani et al., 2025).

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas penerapan OEE dalam berbagai konteks manufaktur. Penelitian oleh Muchiri dan Pintelon (2008) mengidentifikasi bahwa pengukuran OEE memberikan gambaran komprehensif tentang efisiensi peralatan dan membantu manajemen dalam pengambilan keputusan strategis. Studi yang dilakukan oleh Bataineh et al. (2019) pada industri otomotif menunjukkan bahwa nilai OEE rata-rata industri berkisar antara 60-75%, dengan faktor availability dan performance sebagai kontributor utama terhadap losses. Sementara itu, penelitian Hedman et al. (2016) menegaskan bahwa implementasi OEE dalam industri manufaktur dapat meningkatkan produktivitas hingga 20% melalui identifikasi dan eliminasi waste secara sistematis.

Namun, sebagian besar penelitian OEE terdahulu fokus pada proses produksi langsung (direct manufacturing process) seperti assembly line, machining, atau welding. Belum banyak kajian yang menganalisis penerapan OEE pada proses pendukung (supporting process) seperti aktivitas warehouse, khususnya proses unboxing dan checking parts yang merupakan bagian krusial dalam rantai pasok manufaktur. Padahal, efisiensi proses warehouse memiliki dampak signifikan terhadap kelancaran produksi dan lead time pengiriman komponen ke lini produksi.

Gap penelitian ini terletak pada minimnya analisis OEE yang diterapkan pada proses unboxing parts di warehouse industri otomotif (Andreanus, 2024; Maulana, 2021). Proses unboxing parts memiliki karakteristik unik yang berbeda dengan proses manufaktur konvensional, seperti variabilitas ukuran dan jenis parts, ketergantungan pada kedatangan supplier, serta kompleksitas inspeksi kualitas. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan menganalisis nilai OEE pada proses unboxing parts di warehouse dan mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya efektivitas pada konteks operasional yang spesifik ini.

Perusahaan ini memiliki warehouse yang digunakan untuk menyimpan suku cadang, dan melakukan unboxing parts dari setiap penerimaan. Implementasi OEE dapat membantu perusahaan meningkatkan produktivitas unboxing dan pengecekan di warehouse, serta mengetahui atau mengurangi kerugian waktu proses unboxing sampai proses penempatan parts. Hal ini diharapkan dapat memacu agar proses menjadi lebih efektif dan tidak ada kerugian waktu, sehingga memacu karyawan untuk lebih baik dalam meningkatkan kinerja bagi perusahaan.

Berdasarkan uraian di atas, tujuan penelitian ini adalah: (1) Mengukur nilai OEE pada

proses unboxing parts di warehouse perusahaan manufaktur komponen otomotif; (2) Mengidentifikasi komponen OEE yang paling berkontribusi terhadap rendahnya efektivitas proses; (3) Menganalisis akar penyebab (root cause) dari losses yang terjadi pada setiap komponen OEE; dan (4) Merumuskan rekomendasi perbaikan berkelanjutan untuk meningkatkan nilai OEE menuju standar world class.

Manfaat penelitian ini dapat dilihat dari beberapa aspek. Pertama, secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan literatur OEE dengan memperluas konteks penerapannya pada proses warehouse yang selama ini kurang mendapat perhatian. Kedua, secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi manajemen perusahaan dalam merancang strategi peningkatan efisiensi operasional warehouse, mengurangi waste, dan mengoptimalkan utilisasi sumber daya. Ketiga, secara metodologis, penelitian ini menyediakan kerangka kerja praktis untuk pengukuran dan analisis OEE pada proses non-produksi yang dapat diadaptasi oleh perusahaan lain dengan karakteristik serupa.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi kasus pada proses unboxing parts di warehouse lini produksi komponen otomotif di perusahaan manufaktur X. Lokasi penelitian adalah warehouse yang menangani penerimaan dan pemrosesan suku cadang dari berbagai supplier dengan kapasitas rata-rata 800 item per hari.

### **Prosedur Pengumpulan Data**

Data dikumpulkan melalui metode observasi langsung dan pencatatan sistematis selama periode satu bulan (20 hari kerja efektif) pada bulan Oktober 2024. Pengamatan dilakukan pada satu meja kerja proses unboxing yang beroperasi dalam shift tunggal dengan durasi 8 jam per hari. Frekuensi pencatatan dilakukan setiap jam untuk mencatat waktu operasional aktual, jumlah item yang diproses, waktu henti (downtime), waktu setup/changeover, dan jumlah item yang mengalami reject atau cacat.

Data dikumpulkan menggunakan formulir pencatatan waktu produksi dan hasil inspeksi kualitas yang telah divalidasi melalui uji coba selama satu minggu sebelum periode pengamatan utama. Formulir pencatatan mencakup: (1) Waktu total tersedia (planned production time); (2) Waktu henti terencana (planned downtime) untuk istirahat dan maintenance terjadwal; (3) Waktu henti tidak terencana (unplanned downtime) akibat breakdown, material shortage, atau masalah operasional lainnya; (4) Jumlah item yang diproses; (5) Kecepatan proses aktual; (6) Jumlah item baik (good items); dan (7) Jumlah item reject.

### **Metode Analisis Data**

Pengolahan data dilakukan berdasarkan rumus OEE yang dikembangkan oleh Nakajima (1988) dan telah menjadi standar internasional dalam pengukuran efektivitas peralatan:

#### 1. Availability (Ketersediaan)

$$\text{Availability} = \frac{\text{Waktu Operasi Aktual}}{\text{Waktu Operasi Terjadwal}} \times 100\%$$

Availability mengukur persentase waktu dimana peralatan benar-benar beroperasi dibandingkan dengan waktu yang direncanakan untuk operasi. Komponen ini mengidentifikasi losses akibat breakdown dan setup/adjustment time.

## 2. Performance (Kinerja)

$$\text{Performance} = \frac{\text{Output Aktual} \times \text{Waktu Ideal}}{\text{Waktu Operasi Aktual}} \times 100\%$$

Performance mengukur seberapa cepat peralatan beroperasi dibandingkan dengan kecepatan idealnya. Komponen ini mengidentifikasi losses akibat reduced speed dan minor stoppages.

## 3. Quality (Kualitas)

$$\text{Quality} = \frac{\text{Jumlah Produk Baik}}{\text{Jumlah Total Produksi}} \times 100\%$$

Quality mengukur persentase produk yang memenuhi standar kualitas dari total produksi. Komponen ini mengidentifikasi losses akibat defects dan rework.

## 4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality}$$

OEE menggabungkan ketiga komponen untuk memberikan metrik tunggal yang komprehensif tentang efektivitas peralatan secara keseluruhan.

Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil aktual dengan standar OEE global (85%) yang ditetapkan oleh Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) sebagai benchmark world class manufacturing dan mengidentifikasi akar penyebab rendahnya performa melalui analisis Pareto dan diagram fishbone (cause-and-effect diagram).

### **Alat Bantu Analisis**

Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2019 untuk perhitungan statistik deskriptif, tabulasi data, dan visualisasi grafik. Validasi hasil perhitungan dilakukan dengan cross-checking oleh supervisor warehouse dan industrial engineer perusahaan untuk memastikan akurasi dan reliabilitas data.

### **Pertimbangan Etika Penelitian dan Kontrol Kesalahan Pengukuran**

Penelitian ini telah mendapatkan izin resmi dari manajemen perusahaan dengan menjaga kerahasiaan identitas perusahaan dan data sensitif yang bersifat strategis. Seluruh data yang disajikan telah diagregatkan dan tidak mencantumkan informasi yang dapat mengidentifikasi perusahaan secara spesifik. Observasi dilakukan tanpa mengganggu aktivitas operasional normal dan tidak memberikan intervensi yang dapat mempengaruhi perilaku kerja karyawan.

Untuk mengontrol kesalahan pengukuran, beberapa langkah telah dilakukan: (1) Kalibrasi stopwatch dan alat ukur waktu sebelum periode pengamatan; (2) Pelatihan observer untuk memastikan konsistensi dalam pencatatan data; (3) Triangulasi data dengan membandingkan hasil pencatatan manual dengan data dari sistem informasi warehouse management; (4) Verifikasi data harian oleh supervisor untuk mendeteksi anomali atau kesalahan pencatatan; dan (5) Penggunaan rata-rata dari multiple measurements untuk mengurangi bias pengukuran sesaat.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Pengukuran OEE**

Berdasarkan pengamatan dan pencatatan data operasional selama periode satu bulan pada proses unboxing parts di warehouse, diperoleh hasil pengukuran komponen OEE sebagai berikut:

1. Availability : 70%
2. Performance : 90%
3. Quality : 98%
4. OEE Total : 61%

Perhitungan detail untuk setiap komponen OEE dijelaskan sebagai berikut:

#### ***Perhitungan Availability***

Data dasar perhitungan availability:

Waktu Total (WT) = Waktu Operasional (WO) + Waktu Perawatan (WP) + Waktu Henti (WH).

8 jam = 5,8 jam/menit + 1 jam + 1,20 jam/menit

Keterangan:

- a. Waktu Total (8 jam): Total waktu kerja dalam satu shift
- b. Waktu Operasional (5,8 jam): Waktu aktual dimana proses unboxing berlangsung
- c. Waktu Perawatan (1 jam): Waktu untuk istirahat dan maintenance terjadwal
- d. Waktu Henti (1,2 jam): Waktu henti tidak terencana akibat berbagai gangguan operasional

Perhitungan:

1. Availability = (Waktu Operasional / Waktu Total) x 100%
2. Availability = (5,8 / 8) x 100%
3. Availability = 0,7 x 100%
4. Availability = 70%

Nilai availability 70 persen menunjukkan bahwa dari total waktu tersedia 8 jam, hanya 5,8 jam yang benar-benar digunakan untuk aktivitas unboxing parts. Kehilangan waktu sebesar 30 persen disebabkan oleh waktu perawatan terjadwal (12,5%) dan waktu henti tidak terencana (15%).

#### ***Perhitungan Performance***

Data dasar perhitungan performance:

- a. Jumlah item yang diproses dalam satu shift: 700 item
- b. Waktu operasional aktual: 5,8 jam
- c. Kecepatan ideal berdasarkan standar perusahaan: 133 item/jam

Performance = (Jumlah Item pengecekan / Waktu Operasional) / Kecepatan Ideal

1. Performance = (700 Item / 5,8 jam/menit) / 133 Item/jam
2. Performance = 120 Item/jam / 133 Item/jam
3. Performance = 0,9 atau 90% (dibulatkan)

Nilai performance 90% menunjukkan bahwa kecepatan proses aktual (120,69 item/jam) mencapai 90 persen dari kecepatan ideal (133 item/jam). Kehilangan performance sebesar 10 persen mengindikasikan adanya minor stoppages, reduced speed, atau idle time selama proses operasional.

#### ***Perhitungan Quality***

Data dasar perhitungan quality:

- a. Jumlah item yang diproduksi/diproses: 800 item
- b. Jumlah item yang baik (memenuhi standar): 790 item
- c. Jumlah item reject (tidak memenuhi standar): 10 item

Quality = (Jumlah Item yang Baik / Jumlah Item yang Diproduksi) x 100%

1. Quality = (790 Item / 800 Item) x 100%
2. Quality = 0,98 x 100%

3. Quality = 98%
4. Quality = 98 persen (dibulatkan)

Nilai quality 98 persen menunjukkan tingkat kualitas yang sangat baik, dimana hanya 2 persen item yang mengalami reject atau tidak memenuhi standar inspeksi. Reject dapat disebabkan oleh kerusakan parts saat pengiriman, kesalahan pengecekan, atau ketidaksesuaian spesifikasi.

#### **Perhitungan OEE**

1. Availability (A) = 70% (peralatan beroperasi selama 70% dari waktu total)
2. Performance (P) = 90% (peralatan beroperasi pada 90% dari kecepatan ideal)
3. Quality (Q) = 98% (98% dari produk memenuhi standar kualitas)
4. OEE = Availability x Performance x Quality
5. OEE = 0,7 x 0,9 x 0,98
6. OEE = 0,617
7. OEE = 61 persen (dibulatkan)

Nilai OEE sebesar 61 persen menunjukkan bahwa efektivitas keseluruhan proses unboxing parts berada di bawah standar world class manufacturing yang ditetapkan sebesar 85 persen. Terdapat gap sebesar 24 persen yang mengindikasikan adanya potensi perbaikan signifikan dalam proses operasional warehouse.

#### **Analisis Breakdown Losses OEE**

Untuk memahami kontribusi masing-masing komponen terhadap rendahnya nilai OEE, dilakukan analisis breakdown losses sebagai berikut:

**Table 1. OEE Breakdown Analysis**

Komponen	Nilai Aktual	Target World Class	Gap	Kontribusi thd Losses
Availability	70%	90%	20%	Availability Loss: 30%
Performance	90%	95%	5%	Speed Loss: 10%
Quality	98%	99%	1%	Quality Loss: 2%
OEE	61%	85%	24%	Total Losses: 39%

Dari analisis breakdown di atas, dapat diidentifikasi bahwa:

1. Availability Loss (30%) merupakan kontributor terbesar terhadap rendahnya OEE, yang disebabkan oleh:
  - a. Unplanned downtime (15%): Waktu henti tidak terencana akibat keterlambatan kedatangan parts dari supplier, kekurangan material packaging, breakdown equipment handling, dan koordinasi dengan departemen lain
  - b. Planned downtime (12,5%): Waktu istirahat dan maintenance terjadwal
  - c. Setup/changeover time (2,5%): Waktu persiapan dan pergantian jenis parts yang akan di-unboxing
2. Speed Loss (10%) disebabkan oleh:
  - a. Minor stoppages: Penumpukan parts di area checking, menunggu konfirmasi supervisor untuk parts yang suspicious
  - b. Reduced speed: Kecepatan proses yang lebih lambat dari standar karena kompleksitas packaging, variasi ukuran parts, dan kehati-hatian operator dalam handling parts yang fragile
3. Quality Loss (2%) merupakan yang terkecil, disebabkan oleh:
  - a. Defects dari supplier: Parts yang sudah rusak sejak diterima

- b. Handling damage: Kerusakan parts akibat kesalahan handling selama proses unboxing
- c. Inspection error: Kesalahan dalam proses pengecekan kualitas

**Root Cause Analysis**

Untuk mengidentifikasi akar penyebab dari losses yang teridentifikasi, dilakukan analisis menggunakan diagram fishbone (Ishikawa diagram) dengan kategorisasi 4M+1E (Man, Machine, Material, Method, Environment):

**Tabel 2. Root Cause Analysis Availability Loss**

Kategori	Akar Penyebab	Dampak
Man	- Keterbatasan jumlah operator - Skill operator yang bervariasi	Penumpukan pekerjaan, proses tidak optimal
Machine	- Equipment handling yang terbatas - Tidak ada preventive maintenance yang terstruktur	Breakdown tidak terduga, downtime meningkat
Material	- Keterlambatan kedatangan parts - Kualitas packaging yang bervariasi	Idle time, proses terganggu
Method	- Tidak ada prosedur standar yang jelas - Koordinasi antar departemen belum optimal	Waktu tunggu, konflik prioritas
Environment	- Layout warehouse yang kurang ergonomis - Area kerja terbatas	Pergerakan tidak efisien, bottleneck

**Tabel 3. Root Cause Analysis Performance Loss**

Kategori	Akar Penyebab	Dampak
Man	- Fatigue akibat beban kerja tinggi - Kurangnya pelatihan handling	Kecepatan menurun, minor stoppages
Machine	- Peralatan handling manual - Tidak ada automation	Proses lambat, ketergantungan tenaga manusia
Material	- Variasi kompleksitas packaging - Parts dengan berbagai ukuran dan bentuk	Waktu proses bervariasi, sulit distandardisasi
Method	- Metode kerja belum optimal - Tidak ada work instruction yang detail	Inkonsistensi proses, trial and error
Environment	- Pencahayaan kurang optimal - Temperatur tidak terkontrol	Kelelahan operator, konsentrasi menurun

**Pembahasan**

Komponen performance memiliki kontribusi kedua terbesar terhadap rendahnya OEE setelah availability. Investigasi menunjukkan bahwa kecepatan dalam satu meja proses unboxing parts tidak mencapai standar karena sering terjadi minor stoppage dan penumpukan item untuk pengecekan. Selain itu, waktu setup dan perubahan produk juga cukup signifikan dalam menurunkan availability.

Temuan ini konsisten dengan studi terdahulu yang menyebutkan bahwa performance

loss dan availability loss merupakan tantangan utama dalam mencapai target world class OEE. Bataineh et al. (2019) dalam penelitiannya pada industri otomotif menemukan pola serupa dimana availability loss berkontribusi 25-35% terhadap total losses, terutama pada proses yang melibatkan banyak variasi produk dan ketergantungan pada supplier eksternal. Penelitian Muchiri dan Pintelon (2008) juga menekankan bahwa proses warehouse dan material handling seringkali diabaikan dalam pengukuran OEE, padahal memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi keseluruhan sistem produksi.

Nilai quality yang tinggi (98%) menunjukkan bahwa sistem inspeksi dan quality control sudah berjalan dengan baik, sejalan dengan temuan Hedman et al. (2016) yang menyatakan bahwa industri otomotif umumnya memiliki quality rate di atas 95% karena standar kualitas yang ketat dan sistem manajemen mutu yang matang.

Namun, nilai OEE keseluruhan yang hanya mencapai 61% mengindikasikan bahwa perbaikan harus difokuskan pada komponen availability dan performance. Hal ini sejalan dengan prinsip Pareto dalam continuous improvement, dimana 80% masalah disebabkan oleh 20% faktor penyebab utama.

Untuk itu, perbaikan dalam manajemen pemeliharaan prediktif dan preventif, pengurangan waktu setup\*\*, optimasi layout warehouse, standarisasi work instruction, serta peningkatan kapasitas dan kompetensi operator\*\* sangat direkomendasikan.

Temuan penelitian ini juga mengkonfirmasi teori Six Big Losses yang dikemukakan oleh Nakajima (1988), dimana breakdown losses dan setup/adjustment losses (bagian dari availability loss) serta reduced speed losses dan minor stoppages (bagian dari performance loss) menjadi penyebab utama rendahnya OEE. Dalam konteks proses warehouse, karakteristik khusus seperti ketergantungan pada jadwal kedatangan supplier, variabilitas jenis dan ukuran parts, serta kompleksitas inspeksi menambah kompleksitas dalam pencapaian OEE yang optimal.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah bahwa manajemen perlu mengadopsi pendekatan sistematis dalam perbaikan OEE dengan prioritas sebagai berikut: (1) Mengurangi unplanned downtime melalui koordinasi yang lebih baik dengan supplier dan implementasi preventive maintenance; (2) Meningkatkan performance melalui standarisasi metode kerja, pelatihan operator, dan perbaikan layout; (3) Mempertahankan dan meningkatkan quality rate melalui penguatan sistem inspeksi dan quality assurance.

Secara strategis, pengukuran OEE pada proses warehouse memberikan visibilitas yang lebih baik terhadap efisiensi operasional end-to-end supply chain. Data OEE dapat diintegrasikan dengan Key Performance Indicators (KPIs) lainnya seperti inventory turnover, order fulfillment rate, dan on-time delivery untuk memberikan gambaran holistik tentang kinerja warehouse dalam mendukung operasi manufaktur.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini menegaskan bahwa pengukuran OEE merupakan alat diagnostik yang efektif dalam mengidentifikasi penyebab rendahnya efisiensi produksi, khususnya pada proses unboxing parts di warehouse industri manufaktur komponen otomotif. Nilai OEE yang terukur sebesar 61 persen, yang terdiri dari availability 70 persen, performance 90 persen, dan quality 98 persen, berada jauh di bawah standar world class sebesar 85 persen. Analisis breakdown menunjukkan bahwa availability loss (30 persen) merupakan kontributor terbesar, diikuti oleh speed loss (10 persen) dan quality loss (2 persen). Root cause analysis mengidentifikasi bahwa faktor utama penyebab rendahnya availability adalah unplanned downtime akibat keterlambatan supplier, keterbatasan equipment, dan koordinasi yang belum optimal antar departemen, sedangkan performance loss disebabkan oleh minor

stoppages, kompleksitas packaging, dan variabilitas karakteristik parts.

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat model OEE sebagai alat diagnostik komprehensif dalam konteks lean manufacturing dan memperluas aplikasinya pada proses non-produksi seperti warehouse operations. Temuan mendukung literatur bahwa availability loss dan performance loss lebih kompleks ditangani dibandingkan quality loss, terutama dalam konteks proses yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap faktor eksternal seperti supplier reliability. Studi ini juga membuka peluang penelitian lanjutan dengan pendekatan integratif menggunakan Internet of Things (IoT) dan machine learning dalam prediksi OEE secara real-time, serta eksplorasi implementasi OEE pada proses supporting lainnya dalam supply chain management.

Rekomendasi utama untuk perbaikan mencakup: (1) Implementasi sistem preventive maintenance terstruktur untuk mengurangi breakdown; (2) Pengembangan prosedur operasi standar (SOP) untuk proses unboxing dengan mempertimbangkan variasi jenis parts; (3) Pelatihan operator yang terfokus pada teknik handling yang efisien dan penguatan quality awareness untuk pengurangan minor stoppage dan handling damage; (4) Penerapan metode Single Minute Exchange of Dies (SMED) untuk efisiensi setup dan changeover time; (5) Perbaikan koordinasi dengan departemen procurement dan supplier untuk mengurangi delays dan material shortage; serta (6) Optimasi layout warehouse untuk mengurangi waste motion dan transportation.

Secara praktis dan manajerial, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan prioritas tindakan perbaikan berkelanjutan. Manajer produksi dan warehouse dapat memfokuskan resources pada penyebab utama rendahnya availability dan performance sehingga perusahaan dapat meraih peningkatan produktivitas tanpa harus melakukan investasi besar pada aset baru. Pengukuran OEE secara periodik dapat dijadikan indikator kinerja utama (Key Performance Indicator) dalam pengendalian operasi warehouse dan diintegrasikan dalam program Total Productive Maintenance (TPM). Penggunaan OEE juga dapat mendorong budaya kerja berbasis data (data-driven decision making), meningkatkan accountability operator dan supervisor, serta memperkuat partisipasi karyawan dalam program continuous improvement melalui kaizen dan quality circle activities.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anaam, I. K., Hidayat, T., Pranata, R. Y., Abdillah, H., & Putra, A. Y. W. (2022). Pengaruh trend otomasi dalam dunia manufaktur dan industri. *Vocational Education National Seminar (VENS), 1*(1).
- Andreanus, V. (2024). *Perbaikan nilai overall equipment effectiveness dengan metode total productive pada PT. Electric Vehicle* [Skripsi, Universitas Buddhi Dharma].
- Anggraini, H. D. (2023). Analisis dampak industri 4.0 terhadap produktivitas dan efisiensi produksi. *Circle Archive, 1*(3).
- Bataineh, O., Al-Hawari, T., & Alshraideh, H. (2019). A holistic approach for the maintenance optimisation of programmable logic controllers in the automotive industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering, 25*(2), 278–295.
- Brilianti, G. P., Wastianto, N. A., & Putra, P. S. (2025). Pengukuran efektivitas mesin cylinder block menggunakan metode overall equipment effectiveness serta analisis fishbone di PT ABC. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri, 6*(2), 233–243.
- Gunawan, A. (2024). Strategi pengelolaan SDM dalam peningkatan kinerja perusahaan berkelanjutan di era industri 4.0. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Digital, 1*(3), 390–395.

- Haryono, L., & Susanty, A. (2018). Penerapan total productive maintenance dengan pendekatan overall equipment effectiveness (OEE) dan penentuan kebijakan maintenance pada mesin ring frame divisi spinning I di PT Pisma Putra Textile. *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4).
- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of critical factors for automatic measurement of OEE. *Procedia CIRP*, 57, 128–133.
- Hermanto, M. (2025). *Analisis penurunan produksi egrek pada mesin blanking menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) dan failure mode and effect analysis (FMEA) (Studi kasus: PT Indobaja Primamurni)* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Gresik].
- Iskandar, S., & Padmakusumah, R. R. (2025). Analisis progress implementasi TPM (Total Productive Maintenance) dan proyeksi manfaatnya bagi peningkatan produktivitas (Studi kasus pada Perusahaan X). *Jurnal Impresi Indonesia*, 4(7), 2532–2547.
- Maulana, A. A. (2021). *Analisis usulan peningkatan efektivitas mesin menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) dan pendekatan discrete event simulation dalam meningkatkan produktivitas kerja (Studi kasus PT Fuchs Indonesia)* [Skripsi, Universitas Mercu Buana].
- Ong, J. O., & Mahazan, M. (2020). Strategi pengelolaan SDM dalam peningkatan kinerja perusahaan berkelanjutan di era industri 4.0. *Business Economic, Communication, and Social Sciences (BECOSS) Journal*, 2(1), 159–168.
- Pristianingrum, N. (2017). Peningkatan efisiensi dan produktivitas perusahaan manufaktur dengan sistem Just In Time. *ASSETS: Jurnal Ilmiah Ilmu Akuntansi, Keuangan dan Pajak*, 1(1), 41–53.
- Putera, R. D., Rahmawati, D. A., & Yani, A. R. S. P. A. (2025). Total productive maintenance pada mesin press paving block: Analisis OEE, six big losses, dan FMEA. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 4(3), 671–685.
- Ramadhani, F. I. (2023). *Perancangan implementasi total productive maintenance pada mesin dyeing menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE), failure mode and effect analysis (FMEA), dan plan-do-check-action (PDCA)* [Skripsi, Universitas Islam Indonesia].
- Saputra, G. R. (2024). Pengaruh teknologi 4.0 terhadap optimalisasi rantai pasok dalam industri. *Circle Archive*, 1(6).
- Saputra, R. B. E., Hildayanti, J., & Prastyo, Y. (2025). Analisis efektivitas pada mesin injection moulding model SUMITOMO SE50EV-A dengan metode OEE dan FMEA di PT XYZ. *Journal of Technology and Engineering*, 3(1), 42–53.
- Siagian, W., & Mardianti, N. (2024). Peningkatan kinerja mesin manual melalui penggunaan metode overall equipment effectiveness (OEE) dan identifikasi six big losses. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 72–80.
- Sianturi, M. (2019). *Pengukuran efektivitas mesin monozukuri untuk menentukan kebijakan perawatan mesin pada industri manufaktur elektronik* [Skripsi, Universitas Sumatera Utara].
- Sihombing, T. H., Sitanggang, L. P., Silalahi, D., & Sitompul, P. (2025). Tinjauan literatur:

Peran pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia dalam meningkatkan kinerja UKM di era revolusi industri 4.0. *Economics and Digital Business Review*, 6(1), 673–684.

Syamsi, A. F. N., Sutrisno, A. W. F., & Devi, A. O. T. (2024). *Analisis perhitungan overall equipment effectiveness (OEE) untuk peningkatan nilai efektivitas mesin sewing line 10 pada PT PAN Brothers* [Skripsi, Universitas Sahid Surakarta].

Yani, I., Subekti, A., Susanto, P., Susanto, S. P., & Khapuck, K. (2025). Optimasi nilai OEE mesin melting di PT IEI melalui penerapan metode PDCA. *GLOBAL: Jurnal Lentera BITEP*, 3(2), 54–61.