



Analisis OEE Mesin Kemasan Karton di UPT Provinsi Jawa Timur

Anggi Annastiti Widyanti¹, Yitno Utomo^{1✉}

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia

DOI: [10.31004/jutin.v9i1.54018](https://doi.org/10.262080/jutin.v9i1.54018)

✉ Corresponding author:
[\[yitno@unipasby.ac.id\]](mailto:yitno@unipasby.ac.id)

Article Info	Abstrak
Kata kunci: availability; efektivitas mesin; kemasan karton; OEE; TPM	Penelitian ini mengevaluasi efektivitas empat mesin utama produksi kemasan karton (<i>slitter, slotter, plong/pond, dan board-to-board laminator</i>) di UPT Provinsi Jawa Timur menggunakan indikator <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dalam kerangka <i>Total Productive Maintenance</i>. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif deskriptif berdasarkan data historis Oktober 2025 yang meliputi waktu produksi terjadwal, <i>downtime</i>, <i>output</i>, <i>produk cacat</i>, dan <i>ideal cycle time</i>; komponen OEE dihitung melalui <i>Availability</i>, <i>Performance</i>, dan <i>Quality</i>. Hasil menunjukkan rata-rata OEE bulanan hanya 18,75%–32,39% karena terdapat hari dengan waktu tersedia tetapi <i>output</i> nol, sehingga <i>Performance</i> dan <i>Quality</i> turun drastis. Namun, pada hari produksi (<i>output</i> > 0), <i>Availability</i> tinggi (94,52%–96,17%) dan <i>Quality</i> sangat baik (98,06%–100,00%). Mesin <i>plong/pond</i> mencapai OEE 86,38% (memenuhi acuan 85%), sedangkan mesin lain 65,22%–75,01% dengan peluang perbaikan utama pada <i>Performance</i>. Rekomendasi utama adalah mengurangi <i>reduced speed</i>, <i>minor stoppage</i>, dan <i>setup loss</i> serta memperkuat kesiapan produksi melalui penjadwalan dan ketersediaan material.
Keywords: availability; carton packaging; overall equipment effectiveness; performance; quality	Abstract <i>This study evaluates the effectiveness of four main carton packaging production machines (slitter, slotter, die-cutter/pond, and board-to-board laminator) at a Provincial Technical Unit in East Java using Overall Equipment Effectiveness (OEE) within the Total Productive Maintenance framework. A quantitative descriptive approach was applied based on historical data from October 2025, including scheduled production time, downtime, output, defects, and ideal cycle time. OEE was calculated through Availability, Performance, and Quality components. The results show that average monthly OEE ranged from 18.75% to 32.39% when all days were considered, mainly due to several days with available time but zero output, which sharply reduced Performance and Quality. In contrast, on actual production days (output > 0), Availability remained high (94.52%–96.17%) and Quality was excellent</i>

(98.06%–100.00%). The die-cutter achieved an average OEE of 86.38%, meeting the world-class benchmark, while other machines ranged from 65.22% to 75.01%, indicating improvement opportunities in Performance.

1. PENDAHULUAN

Persaingan industri manufaktur pada era globalisasi dan transformasi digital saat ini semakin menuntut perusahaan untuk mencapai kinerja operasional yang unggul secara berkelanjutan. Perusahaan tidak lagi cukup hanya meningkatkan volume produksi, tetapi juga harus mampu mengelola kualitas produk, efisiensi proses, keandalan mesin, serta ketepatan waktu pemenuhan permintaan pelanggan secara simultan. Strategi peningkatan daya saing tersebut umumnya dicapai melalui optimalisasi sistem operasi dan rantai pasok, peningkatan produktivitas, serta penerapan praktik manajemen yang berorientasi pada kinerja dan keberlanjutan (Anwar et al., 2025; Cheng et al., 2024; Cichosz et al., 2020; Khedr & S, 2024; Nguyen et al., 2025).

Industri makanan, minuman, dan kemasan merupakan salah satu sektor strategis yang mengalami pertumbuhan pesat dan berperan penting dalam menopang perekonomian nasional. Perkembangan sektor ini tidak terlepas dari meningkatnya kebutuhan perlindungan produk, keamanan pangan, serta identitas dan citra merek di pasar. Industri kemasan memegang peranan vital karena kemasan tidak hanya berfungsi sebagai pelindung fisik produk, tetapi juga sebagai elemen pemasaran yang memengaruhi persepsi konsumen. Produsen di sektor ini dituntut untuk meningkatkan efisiensi produksi dan keuntungan melalui pengelolaan aktivitas operasi dan pemeliharaan yang lebih andal, yang dapat dicapai dengan meningkatkan keandalan mesin dan menerapkan strategi pemeliharaan yang tepat (Memon et al., 2021; Parra et al., 2024; Rakyta et al., 2024; Tortora et al., 2025; Zhong et al., 2023).

Seiring dengan meningkatnya kompetisi, industri pengemasan menghadapi tekanan untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi secara konsisten dengan biaya yang efisien. Kualitas produk tidak hanya ditentukan oleh bahan baku, tetapi juga oleh stabilitas proses produksi dan kinerja mesin yang digunakan. Peningkatan kualitas dan produktivitas secara simultan menjadi kunci dalam mempertahankan daya saing, di mana efisiensi produksi yang tinggi berdampak langsung terhadap percepatan siklus produksi dan pengurangan hambatan waktu (Dhamayanti et al., 2016; Fragapane et al., 2022; Goyal et al., 2022; Jumali et al., 2023; Jumali & Utomo, 2019; Liu & Cheng, 2024; Wandosell et al., 2021).

Kemasan didefinisikan sebagai aktivitas perencanaan dan pembuatan wadah atau pembungkus untuk suatu produk yang bertujuan melindungi produk sekaligus memberikan nilai tambah. Berdasarkan fungsinya, kemasan diklasifikasikan menjadi kemasan primer, sekunder, dan tersier. Kemasan primer bersentuhan langsung dengan produk sehingga harus aman dan tidak merusak isi, kemasan sekunder berfungsi melindungi kemasan primer, sedangkan kemasan tersier digunakan dalam proses distribusi (Obersteiner et al., 2021). Dalam praktik industri modern, kemasan juga berperan sebagai identitas merek yang mencerminkan nilai, kualitas, dan citra produk di mata konsumen (Ankiel et al., 2025).

Kualitas kemasan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor produksi yang sering dirangkum dalam konsep 5M, yaitu Man, Machine, Material, Method, dan Money (Goryńska-Goldmann et al., 2021). Faktor manusia berkaitan dengan kompetensi dan disiplin operator, faktor mesin mencerminkan kondisi teknis dan keandalan peralatan, faktor material berhubungan dengan stabilitas kualitas bahan baku, faktor metode mencakup konsistensi penerapan prosedur kerja, sedangkan faktor biaya berkaitan dengan ketersediaan anggaran pemeliharaan dan pengembangan sumber daya. Di antara kelima faktor tersebut, mesin merupakan elemen kritis karena kerusakan, penurunan kecepatan, atau ketidaksiapan mesin secara langsung akan menghambat proses produksi (Bokrantz et al., 2016; Brecher et al., 2021; Fatima et al., 2022).

UPT Provinsi Jawa Timur sebagai unit pelayanan teknis pemerintah memiliki peran penting dalam mendukung industri kecil dan menengah melalui penyediaan kemasan karton. Sistem produksi yang diterapkan bersifat make-to-order, sehingga tingkat variasi produk relatif tinggi dan memerlukan fleksibilitas mesin serta kesiapan operasional yang baik. Lini produksi kemasan karton di UPT Provinsi Jawa Timur terdiri dari beberapa mesin utama, antara lain mesin slitter, mesin slotter, mesin plong/pond, dan mesin board to board laminator, yang membentuk alur proses inti produksi kemasan karton.

Namun demikian, dalam operasional sehari-hari masih ditemukan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan efektivitas mesin. Proses produksi kerap mengalami gangguan teknis, seperti kerusakan ringan, minor stoppage, dan penghentian sementara mesin, yang belum seluruhnya tercatat dan dianalisis secara sistematis. Data internal menunjukkan adanya fluktuasi tingkat kecacatan produk serta downtime yang cukup signifikan pada

beberapa mesin, terutama mesin dengan jam kerja tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem produksi belum berjalan secara optimal dan konsisten, sehingga diperlukan pendekatan pengukuran kinerja mesin yang komprehensif.

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengukur kinerja dan efektivitas mesin secara menyeluruh adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE). OEE merupakan indikator utama dalam konsep Total Productive Maintenance (TPM) yang mengintegrasikan tiga komponen kinerja mesin, yaitu availability, performance, dan quality (Chikwendu et al., 2020). Availability menunjukkan tingkat ketersediaan mesin dibandingkan waktu produksi terjadwal, performance menggambarkan kemampuan mesin beroperasi pada kecepatan ideal, sedangkan quality menunjukkan proporsi produk baik yang dihasilkan. Standar world class OEE yang umum digunakan adalah sebesar 85%, yang mencerminkan tingkat efektivitas mesin yang sangat baik (Sholehuddin et al., 2025).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan OEE efektif dalam mengidentifikasi sumber kerugian produksi dan menjadi dasar perumusan strategi perbaikan berbasis data (My Abdelbar et al., 2019; Tayal et al., 2021; Utomo et al., 2022; Wasesa & Jumali, 2020). Namun, kajian yang secara spesifik menganalisis efektivitas mesin produksi kemasan karton pada unit pelayanan teknis pemerintah masih relatif terbatas, terutama pada sistem produksi make-to-order dengan variasi produk yang (Joachimiak-Lechman et al., 2019; Klemenčić et al., 2023)

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas mesin produksi kemasan karton di UPT Provinsi Jawa Timur menggunakan metode OEE. Pengukuran dilakukan untuk memperoleh gambaran objektif mengenai tingkat availability, performance, dan quality dari mesin-mesin utama produksi. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi dan perbaikan operasional, serta memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan kajian efektivitas mesin dan manajemen pemeliharaan di industri kemasan.

2. METODE

a) Desain dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual kinerja mesin produksi kemasan karton berdasarkan data numerik yang diperoleh dari sistem produksi. Pendekatan kuantitatif deskriptif dipilih karena sesuai untuk mengukur dan mengevaluasi efektivitas peralatan produksi secara objektif, terukur, dan berbasis data historis tanpa melakukan manipulasi variabel atau perlakuan eksperimental (Slater & Hasson, 2024). Pendekatan ini umum digunakan dalam studi kinerja operasional dan evaluasi efektivitas mesin karena mampu merepresentasikan kondisi riil proses produksi di lapangan (Petroopoulos et al., 2025). Kerangka analisis penelitian ini mengacu pada konsep Total Productive Maintenance (TPM) dengan indikator utama Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai ukuran efektivitas mesin produksi. OEE digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana mesin dimanfaatkan secara optimal dibandingkan dengan kondisi idealnya melalui integrasi tiga komponen utama, yaitu availability, performance, dan quality (Chikwendu et al., 2020; My Abdelbar et al., 2019).

b) Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Gedung Workshop Produksi Kemasan Karton UPT Provinsi Jawa Timur, yang merupakan unit pelayanan teknis pemerintah dalam penyediaan kemasan karton bagi industri kecil dan menengah. Lokasi ini dipilih karena proses produksinya bersifat operasional harian dengan ketergantungan tinggi terhadap kinerja mesin sebagai aset utama produksi. Objek penelitian adalah empat mesin utama yang membentuk alur inti produksi kemasan karton, yaitu mesin Slitter, Slotter, Plong/Pond, dan Board to Board Laminator. Keempat mesin tersebut dipilih sebagai sampel karena memiliki peran strategis dalam proses pemotongan, pembentukan, dan perekatan kemasan karton, sehingga perubahan kinerja salah satu mesin dapat berdampak langsung terhadap output dan kelancaran produksi secara keseluruhan. Pemilihan mesin utama sebagai objek penelitian sejalan dengan pendekatan evaluasi efektivitas mesin pada sistem produksi manufaktur (Bokrantz et al., 2016; Brecher et al., 2021).

c) Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari catatan historis produksi perusahaan, dilengkapi dengan data primer yang diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara terbatas dengan operator dan pihak terkait. Data historis digunakan karena mampu merepresentasikan kinerja mesin dalam

kondisi operasional nyata selama periode tertentu, serta umum digunakan dalam pengukuran OEE dan evaluasi efektivitas mesin (Utomo et al., 2022; Wasesa & Jumali, 2020).

Periode data yang dianalisis adalah Oktober 2025, dengan pertimbangan ketersediaan data produksi yang lengkap dan konsisten. Variabel data yang dikumpulkan meliputi:

- Waktu produksi terjadwal (*planned production time*),
- Waktu henti terencana dan tidak terencana (*downtime*),
- Waktu operasi aktual (*operating time*),
- Jumlah output produksi,
- Jumlah produk cacat (*defect*),
- Waktu siklus ideal (*ideal cycle time*) masing-masing mesin.

d) Variabel Penelitian

Variabel utama dalam penelitian ini adalah nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai variabel dependen yang merepresentasikan efektivitas mesin produksi. OEE dihitung berdasarkan tiga komponen utama, yaitu:

- Availability, yang menunjukkan rasio waktu operasi aktual terhadap waktu produksi yang direncanakan;
- Performance, yang menunjukkan efisiensi kecepatan produksi aktual dibandingkan kecepatan ideal;
- Quality, yang menunjukkan persentase produk baik terhadap total output produksi (Chikwendu et al., 2020; Sholehuddin et al., 2025).

Sebagai variabel independen pendukung, penelitian ini juga mempertimbangkan kinerja mesin produksi, yang direpresentasikan melalui indikator jam kerja mesin, umur mesin, dan frekuensi perawatan. Indikator tersebut digunakan untuk membantu interpretasi hasil OEE dan memahami faktor operasional yang memengaruhi efektivitas mesin, sebagaimana direkomendasikan dalam kajian efektivitas sistem produksi dan pemeliharaan (Tayal et al., 2021).

e) Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama. Pertama, observasi langsung terhadap proses produksi untuk memahami alur kerja, pola operasi mesin, dan potensi gangguan yang terjadi selama proses produksi. Kedua, wawancara terstruktur terbatas dengan operator dan pihak teknis untuk memperoleh informasi pendukung terkait penyebab *downtime*, prosedur perawatan, dan kendala operasional. Ketiga, dokumentasi data historis produksi, yang mencakup catatan waktu produksi, *downtime*, output, dan produk cacat. Kombinasi ketiga teknik ini bertujuan untuk meningkatkan validitas data dan memastikan kesesuaian antara catatan produksi dan kondisi lapangan (Ruiz-Rojas et al., 2024).

f) Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam dua tahap utama. Tahap pertama adalah perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk masing-masing mesin produksi berdasarkan tiga komponen utama, yaitu availability, performance, dan quality, sesuai dengan standar pengukuran OEE yang umum digunakan dalam literatur manufaktur dan kerangka Total Productive Maintenance (TPM) (My Abdelbar et al., 2019; Sholehuddin et al., 2025).

Komponen availability dihitung sebagai perbandingan antara waktu operasi aktual (*operating time*) terhadap waktu produksi yang direncanakan (*planned production time*), yang dinyatakan dengan Persamaan (1):

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Planned Production Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Komponen performance dihitung untuk menunjukkan efisiensi kecepatan operasi mesin dibandingkan dengan kondisi ideal. Performance diperoleh dari perbandingan antara output aktual yang dikalikan dengan waktu siklus ideal (*ideal cycle time*) terhadap waktu operasi aktual, sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (2):

$$\text{Performance} = \frac{\text{Total Output} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Komponen quality menunjukkan proporsi produk baik yang dihasilkan terhadap total output produksi dan dihitung menggunakan Persamaan (3):

$$\text{Quality} = \frac{\text{Good Products}}{\text{Total Output}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) diperoleh dari hasil perkalian ketiga komponen tersebut, yaitu availability, performance, dan quality, sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (4):

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \dots\dots\dots(4)$$

Nilai OEE dinyatakan dalam bentuk persentase dan dibandingkan dengan standar world class OEE sebesar 85% untuk mengevaluasi tingkat efektivitas mesin produksi. Tahap kedua analisis adalah analisis deskriptif interpretatif terhadap hasil perhitungan OEE untuk mengidentifikasi komponen dominan yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin. Analisis difokuskan pada perbandingan nilai OEE antar mesin, evaluasi kesenjangan terhadap standar world class OEE, serta identifikasi potensi kerugian produksi (Tayal et al., 2021; Utomo et al., 2022).

g) Kerangka Analisis

Kerangka analisis penelitian ini menempatkan OEE sebagai indikator utama efektivitas mesin dalam sistem produksi kemasan karton. Nilai OEE digunakan untuk mengevaluasi kondisi aktual pemanfaatan mesin dan sebagai dasar dalam mengidentifikasi peluang perbaikan operasional. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja mesin produksi serta menjadi landasan bagi pengambilan keputusan manajerial dalam peningkatan efektivitas dan produktivitas proses produksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Carton Packaging Machines

Pengukuran efektivitas mesin produksi kemasan karton di UPT Provinsi Jawa Timur dilakukan menggunakan indikator Overall Equipment Effectiveness (OEE), yang mengintegrasikan komponen availability, performance, dan quality sebagai representasi kinerja mesin secara menyeluruh (Chikwendu et al., 2020; My Abdelbar et al., 2019). Analisis dilakukan terhadap empat mesin utama, yaitu mesin Slitter, Slotter, Plong/Pond, dan Board to Board Laminator, berdasarkan data historis produksi Oktober 2025. Perhitungan komponen OEE dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Planned Production Time}} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Performance} = \frac{\text{Total Output} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{Quality} = \frac{\text{Good Products}}{\text{Total Output}} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \dots\dots\dots(8)$$

Rekapitulasi hasil perhitungan availability, performance, quality, dan OEE bulanan untuk masing-masing mesin disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Availability, Performance, Quality, dan OEE Mesin Produksi Kemasan Karton (Oktober 2025)

Mesin	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
Slitter	95,12	21,08	93,45	18,75
Slotter	94,52	20,15	97,01	18,50
Plong / Pond	96,17	34,52	97,52	32,39

Board to Board Laminator	95,04	27,68	95,36	25,07
--------------------------	-------	-------	-------	-------

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai OEE bulanan seluruh mesin masih berada di bawah standar world class sebesar 85%, dengan rentang nilai antara 18,75% hingga 32,39%. Nilai OEE terendah terdapat pada mesin Slotter, sedangkan nilai tertinggi dicapai oleh mesin Plong/Pond. Rendahnya nilai OEE ini terutama dipengaruhi oleh rendahnya komponen performance dan quality pada hari-hari tertentu, meskipun komponen availability relatif tinggi pada hampir seluruh mesin. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa secara waktu, mesin relatif tersedia untuk beroperasi, namun waktu produksi yang tersedia belum sepenuhnya dimanfaatkan untuk menghasilkan output. Kondisi ini sejalan dengan konsep kerugian produksi dalam kerangka six big losses, khususnya reduced speed loss dan minor stoppage, yang sering tidak terdeteksi secara kasat mata tetapi berdampak signifikan terhadap efektivitas mesin (Tayal et al., 2021; Utomo et al., 2022).

b) Analysis of Availability, Performance, and Quality Components

Komponen availability pada seluruh mesin menunjukkan nilai rata-rata di atas 90%, yang mencerminkan bahwa downtime akibat kerusakan atau penghentian mesin relatif terkendali. Tingginya nilai availability ini menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan yang diterapkan telah mampu menjaga ketersediaan mesin dalam batas yang dapat diterima, meskipun masih terdapat gangguan teknis ringan yang bersifat berulang. Temuan ini konsisten dengan studi sebelumnya yang menyatakan bahwa availability tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan efektivitas mesin secara keseluruhan apabila tidak diimbangi dengan kinerja dan kualitas yang optimal (Wasesa & Jumali, 2020).

Sebaliknya, komponen performance menunjukkan nilai yang relatif rendah, terutama pada mesin Slitter dan Slotter. Rendahnya performance mengindikasikan bahwa mesin tidak beroperasi pada kecepatan idealnya, yang dapat disebabkan oleh reduced speed, setup and adjustment loss, serta minor stoppage yang sering terjadi selama proses produksi. Kondisi ini umum ditemukan pada sistem produksi make-to-order dengan variasi produk yang tinggi, di mana penyesuaian mesin dilakukan secara berulang untuk memenuhi spesifikasi pesanan pelanggan (Petroopoulos et al., 2025; Upadhyay et al., 2023).

Komponen quality secara umum menunjukkan nilai yang tinggi pada hari-hari produksi aktif, dengan persentase produk baik mendekati 100% pada beberapa mesin. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan utama produksi kemasan karton di UPT Provinsi Jawa Timur bukan terletak pada mutu produk, melainkan pada pemanfaatan waktu produksi dan stabilitas kecepatan operasi mesin. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kualitas tinggi dapat dicapai meskipun efektivitas mesin rendah apabila permasalahan utama berasal dari aspek operasional dan bukan dari proses pengendalian mutu ((My Abdelbar et al., 2019; Sholehuddin et al., 2025).

c) Perbandingan antara Monthly OEE dan Production-Day OEE

Perbedaan yang signifikan ditemukan ketika perhitungan OEE hanya dilakukan pada hari-hari produksi aktif (hari dengan output > 0). Pada kondisi ini, nilai OEE meningkat secara drastis, terutama pada mesin Plong/Pond yang mencapai nilai rata-rata 86,38% dan telah memenuhi standar world class OEE. Mesin lainnya menunjukkan nilai OEE antara 65,22% hingga 75,01%, yang meskipun belum mencapai standar, menunjukkan kinerja yang jauh lebih baik dibandingkan nilai OEE bulanan. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa rendahnya OEE bulanan tidak sepenuhnya disebabkan oleh ketidakmampuan teknis mesin, melainkan oleh adanya hari kerja dengan waktu produksi tersedia namun tidak menghasilkan output. Kondisi tersebut secara matematis menurunkan nilai performance dan quality menjadi sangat rendah, sehingga berdampak besar pada nilai OEE bulanan. Fenomena ini menunjukkan pentingnya membedakan antara efektivitas teknis mesin dan efektivitas pemanfaatan sistem produksi secara keseluruhan (Tayal et al., 2021; Utomo et al., 2022).

d) Dominant Downtime dan Operational Losses

Analisis downtime menunjukkan bahwa gangguan dominan pada mesin produksi kemasan karton tidak hanya berasal dari kerusakan besar (breakdown), tetapi juga dari gangguan kecil yang bersifat berulang, seperti pengaturan ulang pisau, pembersihan material, gangguan sistem lem, serta penyesuaian tekanan dan posisi komponen mesin. Meskipun durasi masing-masing gangguan relatif singkat, akumulasi gangguan tersebut berdampak signifikan terhadap penurunan performance dan stabilitas proses produksi. Temuan ini

memperkuat argumen bahwa peningkatan efektivitas mesin tidak cukup hanya difokuskan pada perbaikan kerusakan besar, tetapi juga memerlukan pengendalian minor stoppage dan setup loss melalui standarisasi kerja, peningkatan disiplin operasional, serta penerapan praktik Total Productive Maintenance secara lebih konsisten (Bokrantz et al., 2016; Rakya et al., 2024)

e) *Managerial Implications*

Berdasarkan hasil analisis, implikasi manajerial utama dari penelitian ini adalah perlunya pergeseran fokus perbaikan dari sekadar menjaga ketersediaan mesin menuju optimalisasi pemanfaatan waktu produksi dan peningkatan kecepatan operasi efektif. Upaya peningkatan OEE di UPT Provinsi Jawa Timur sebaiknya diarahkan pada pengurangan reduced speed dan minor stoppage, perbaikan prosedur setup, serta penguatan perencanaan produksi dan kesiapan material agar waktu produksi yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimal. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi dalam literatur manufaktur yang menekankan pentingnya integrasi antara manajemen operasi dan pemeliharaan untuk mencapai efektivitas mesin yang berkelanjutan (Tortora et al., 2025; Zhong et al., 2023)

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas mesin produksi kemasan karton menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). Hasil menunjukkan bahwa nilai OEE bulanan relatif rendah akibat adanya hari kerja dengan waktu produksi tersedia namun tidak menghasilkan output, sehingga menurunkan komponen performance dan quality. Namun, pada hari produksi aktif, nilai availability dan quality cenderung tinggi, bahkan mesin plong/pond mencapai nilai OEE di atas standar world class. Temuan ini mengindikasikan bahwa permasalahan utama bukan pada keandalan mesin, melainkan pada pemanfaatan waktu produksi dan stabilitas kecepatan operasi. Oleh karena itu, peningkatan efektivitas mesin perlu difokuskan pada pengurangan minor stoppage, perbaikan setup, dan penguatan perencanaan produksi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPT Provinsi Jawa Timur atas izin dan dukungan dalam penyediaan data serta fasilitasi selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya atas bimbingan akademik dan dukungan yang diberikan. Apresiasi khusus disampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan, masukan, dan pendampingan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini.

6. REFERENSI

- Ankiel, M., Halagarda, M., Piekara, A., Sady, S., Żmijowska, P., Popek, S., Pacholek, B., Jefmański, B., Kucia, M., & Krzywonos, M. (2025). Role of Certifications and Labelling in Ensuring Authenticity and Sustainability of Fermented Milk Products. In *Sustainability* (Vol. 17, Issue 18, p. 8398). <https://doi.org/10.3390/su17188398>
- Anwar, U. A. A., Rahayu, A., Wibowo, L. A., Sultan, M. A., Aspiranti, T., Furqon, C., & Rani, A. M. (2025). Supply chain integration as the implementation of strategic management in improving business performance. *Discover Sustainability*, 6(1), 101. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00867-w>
- Bokrantz, J., Skoogh, A., Ylipää, T., & Stahre, J. (2016). Handling of production disturbances in the manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(8), 1054–1075. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2016-0023>
- Brecher, C., Müller, A., Dassen, Y., & Storms, S. (2021). Automation technology as a key component of the Industry 4.0 production development path. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 117(7), 2287–2295. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07246-5>
- Cheng, H., Chaudhry, H. R., Kazi, I., & Umar, M. (2024). Unlocking greener supply chains: A global innovative perspective on the role of logistics performance in reducing ecological footprints. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), 100612. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100612>
- Chikwendu, O. C., Chima, A. S., & Edith, M. C. (2020). The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company. *Heliyon*, 6(4), e03796. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03796>
- Cichosz, M., Wallenburg, C. M., & Knemeyer, A. M. (2020). Digital transformation at logistics service providers:

- barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*, 31(2), 209–238. <https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2019-0229>
- Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, N. (2016). Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Komori Ls440 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm li) Dan Risk Based Maintenance (Rbm) Di Pt Abc. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 3(02), 31. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v3i02.29>
- Fatima, Z., Tanveer, M. H., Waseemullah, Zardari, S., Naz, L. F., Khadim, H., Ahmed, N., & Tahir, M. (2022). Production Plant and Warehouse Automation with IoT and Industry 5.0. In *Applied Sciences* (Vol. 12, Issue 4, p. 2053). <https://doi.org/10.3390/app12042053>
- Fragapane, G., Ivanov, D., Peron, M., Sgarbossa, F., & Strandhagen, J. O. (2022). Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics. *Annals of Operations Research*, 308(1), 125–143. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03526-7>
- Goryńska-Goldmann, E., Gazdecki, M., Rejman, K., Łaba, S., Kobus-Cisowska, J., & Szczepański, K. (2021). Magnitude, Causes and Scope for Reducing Food Losses in the Baking and Confectionery Industry—A Multi-Method Approach. In *Agriculture* (Vol. 11, Issue 10, p. 936). <https://doi.org/10.3390/agriculture11100936>
- Goyal, A., Vaish, D. C., Agrawal, R., Choudhary, S., & Nayak, R. (2022). Sustainable Manufacturing through Systematic Reduction in Cycle Time. In *Sustainability* (Vol. 14, Issue 24, p. 16473). <https://doi.org/10.3390/su142416473>
- Joachimik-Lechman, K., Selech, J., & Kasprzak, J. (2019). Eco-efficiency analysis of an innovative packaging production: case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(2), 339–350. <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1639-7>
- Jumali, M. A., Rusdiyantoro, Maulidah, A. R., & Utomo, Y. (2023). Rearranging First-In First-Out (FIFO) Parts Layouts. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 6(2 SE-Articles). <https://doi.org/10.21070/prozima.v6i2.1580>
- Jumali, M. A., & Utomo, Y. (2019). PERENCANAAN KEBUTUHAN KAPASITAS WAKTU PRODUKSI PRODUK SPON ALAS TIDUR (Studi Kasus: Perusahaan Alas Tempat Tidur Di Sidoarjo). *WAKTU*, 17(01), 45–49.
- Khedr, A. M., & S, S. R. (2024). Enhancing supply chain management with deep learning and machine learning techniques: A review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(4), 100379. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100379>
- Klemenčić, M., Bolanča Mirković, I., & Bolf, N. (2023). The Influence of the Production Stages of Cardboard Pharmaceutical Packaging on the Circular Economy. In *Sustainability* (Vol. 15, Issue 24, p. 16882). <https://doi.org/10.3390/su152416882>
- Liu, S., & Cheng, H. (2024). Manufacturing Process Optimization in the Process Industry. *International Journal of Information Technology and Web Engineering*, 19(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.4018/IJITWE.338998>
- Memon, S. U., Pawase, V. R., Pavase, T. R., & Soomro, M. A. (2021). Investigation of COVID-19 Impact on the Food and Beverages Industry: China and India Perspective. In *Foods* (Vol. 10, Issue 5, p. 1069). <https://doi.org/10.3390/foods10051069>
- My Abdelbar, K., Bouami, D., & Elfezazi, S. (2019). New approach towards formulation of the overall equipment effectiveness. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 25(1), 90–127. <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2017-0046>
- Nguyen, N.-A.-T., Wang, C.-N., & Dang, T.-T. (2025). Advanced Process Optimization in Logistics and Supply Chain Management. In *Processes* (Vol. 13, Issue 6, p. 1864). <https://doi.org/10.3390/pr13061864>
- Obersteiner, G., Cociancig, M., Luck, S., & Mayerhofer, J. (2021). Impact of Optimized Packaging on Food Waste Prevention Potential among Consumers. In *Sustainability* (Vol. 13, Issue 8, p. 4209). <https://doi.org/10.3390/su13084209>
- Parra, C., Morán, C., Pizarro, F., Duque, P., Aránguiz, A., González-Prida, V., & Parra, J. (2024). Implementation of the Asset Management, Operational Reliability and Maintenance Survey in Recycled Beverage Container Manufacturing Lines. In *Information* (Vol. 15, Issue 12, p. 784). <https://doi.org/10.3390/info15120784>
- Petropoulos, F., Grushka-Cockayne, Y., Siemsen, E., & Spiliotis, E. (2025). Wielding Occam's razor: Fast and frugal retail forecasting. *Journal of the Operational Research Society*, 76(8), 1564–1583. <https://doi.org/10.1080/01605682.2024.2421339>
- Rakyt, M., Bubenik, P., Binasova, V., Gabajova, G., & Staffenova, K. (2024). The Change in Maintenance Strategy on the Efficiency and Quality of the Production System. In *Electronics* (Vol. 13, Issue 17, p. 3449). <https://doi.org/10.3390/electronics13173449>
- Ruiz-Rojas, L. I., Salvador-Ullauri, L., & Acosta-Vargas, P. (2024). Collaborative Working and Critical Thinking:

- Adoption of Generative Artificial Intelligence Tools in Higher Education. In *Sustainability* (Vol. 16, Issue 13, p. 5367). <https://doi.org/10.3390/su16135367>
- Sholehuddin, M., Sulistyowati, E., & Hamidah, N. (2025). Analisis Produktivitas Mesin Filling Botol 600 MI dengan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Productivity Analysis of a 600 ml Bottle Filling Machine Using Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Jurnal Teknik Industri Muhammadiyah Sorong*, 11(2), 310–319.
- Slater, P., & Hasson, F. (2024). Quantitative Research Designs, Hierarchy of Evidence and Validity. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 32. <https://doi.org/10.1111/jpm.13135>
- Tayal, A., Kalsi, N. S., Gupta, M. K., Pimenov, D. Y., Sarikaya, M., & Pruncu, C. I. (2021). Effectiveness Improvement in Manufacturing Industry; Trilogy Study and Open Innovation Dynamics. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/joitmc7010007>
- Tortora, A. M. R., Di Pasquale, V., Luisi, G., Ferretti, M., & Iannone, R. (2025). An assessment procedure to measure and improve the maintenance management information practices maturity: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 31(5), 43–67. <https://doi.org/10.1108/JQME-02-2024-0018>
- Upadhyay, S., Garg, S. K., & Sharma, R. (2023). Analyzing the Factors for Implementing Make-to-Order Manufacturing System. In *Sustainability* (Vol. 15, Issue 13, p. 10312). <https://doi.org/10.3390/su151310312>
- Utomo, Y., Jumali, M. A., & Salsabila, D. N. (2022). ANALISIS CRITICAL TO QUALITY (CTQ) PADA PERCETAKAN KORAN DI PT TEMPRINA MEDIA GRAFIKA (JAWA POS GROUP). *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 20(02), 103–109. <https://doi.org/10.36456/waktu.v20i02.5876>
- Wandosell, G., Parra-Meroño, M. C., Alcayde, A., & Baños, R. (2021). Green Packaging from Consumer and Business Perspectives. In *Sustainability* (Vol. 13, Issue 3, p. 1356). <https://doi.org/10.3390/su13031356>
- Wasesa, A. J. A., & Jumali, M. A. (2020). ANALISA PRODUKTIFITAS MESIN DIGITAL PRINTING “SAKURAI OLIVER 458–EII” DI PERUSAHAAN PERCETAKAN SIDOARJO. *WAKTU*, 18(01), 46–51.
- Zhong, D., Xia, Z., Zhu, Y., & Duan, J. (2023). Overview of predictive maintenance based on digital twin technology. *Heliyon*, 9(4), e14534. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14534>