

APLIKASI METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* DI INDUSTRI MANUFAKTUR: *LITERATURE REVIEW*

Rohmat Setiawan¹, Aslam², Zaky Prasetyo³, Diana Nabila Agustin⁴,
Zufaiz Ikmal Marhan⁵, Indra Setiawan⁶

¹ Prodi Teknologi Rekayasa Logistik, Politeknik Astra
^{2,3,4,5,6} Prodi Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra
rohmat.setiawan@polytechnic.astra.ac.id

Abstrak, Overall Equipment Effectiveness (OEE) telah mendapat banyak perhatian di sektor industri baik dari industri manufaktur maupun industri jasa. Pentingnya mengulas OEE untuk memberikan taksonomi penelitian berdasarkan perspektif Industri 4.0 dalam menyajikan data OEE dengan bentuk yang memungkinkan visualisasi dan analisis yang lebih baik dalam situasi praktis. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk menyajikan gambaran umum tentang implementasi OEE di industri manufaktur serta untuk mengetahui implikasinya secara nyata. Metode yang digunakan literatur review. Studi ini dilakukan dengan melakukan literatur review menggunakan database google scholar dan elsevier. Pencarian artikel dibatasi dari tahun 2017 hingga 2022 sehingga diperoleh artikel yang masih baru dalam analisa masalah dan hasil. Makalah ini memenuhi kebutuhan yang teridentifikasi untuk kerangka klasifikasi yang komprehensif dari pemetaan nilai OEE dalam industri manufaktur. Pemetaan penelitian yang dilakukan bersifat empiris – deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan beberapa adaptasi konseptual peningkatan OEE pada perusahaan mendapatkan keunggulan kompetitif pada industri manufaktur. OEE juga direkomendasikan untuk membantu mengurangi kerugian dan meningkatkan proses produksi di Industri Manufaktur.

Kata Kunci : *Overall Equipment Effectiveness*, Industri 4.0, Industri Manufaktur

PENDAHULUAN

Lingkungan industri yang terus berubah saat ini, perusahaan manufaktur perlu beradaptasi dengan berbagai perubahan di lingkungan sekitarnya agar tetap cukup kompetitif. Perubahan tersebut sering dikaitkan dengan pergeseran preferensi pelanggan, peraturan pemerintah, kemajuan teknologi, dan meningkatnya persaingan. Perusahaan manufaktur biasanya berusaha mempertahankan tingkat keuntungan yang tinggi dan pangsa pasar yang besar melalui pencapaian tujuan seperti mengurangi biaya, meningkatkan produktivitas, penyebaran sumber daya yang efisien, dan mengurangi kerugian.

Sektor industri khususnya otomotif dan elektronik di tahun ini mengalami permasalahan logistik karena ketersediaan kontainer akan menghambat aliran bahan baku ke seluruh dunia, Selain itu, isu semikonduktor yang menjadi bahan baku industri besar dunia dapat menghambat laju peningkatan output industri pengolahan. Permasalahan ini, meningkatkan produktivitas dan mengurangi kerugian produksi merupakan fokus dari pekerjaan ini, karena mereka akan menghasilkan penghematan waktu dan uang yang signifikan. Kerugian dalam sebuah

industri manufaktur dapat disebabkan oleh gangguan manufaktur yang kronis (kecil dan tersembunyi) atau sporadis (lebih jelas dan cepat) dan secara luas dapat dikelompokkan ke dalam kerugian downtime, speed dan quality losses. Salah satu pendekatan yang akan membantu tujuan mengurangi kerugian produksi adalah menerapkan prinsip Total Productive Maintenance, yang melibatkan praktik pemeliharaan preventif, konsep kontrol kualitas total, dan keterlibatan karyawan.

Total Productive Maintenance (TPM) umumnya diterapkan untuk meningkatkan aktivitas produk peralatan, mengurangi biaya perawatan, dan mengurangi kerusakan mesin (Jain et al., 2014). Berfokus pada konsep TPM, metrik *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) telah dikembangkan dan dapat digunakan untuk menentukan produktivitas suatu peralatan dalam sistem manufaktur. Metrik OEE adalah produk dari availability, performance dan quality (Famiyeh et al., 2018; Yazdi et al., 2018), dengan masing-masing dari ketiga faktor ini sesuai dengan grup kerugian produksi dan biasanya dihitung dari kumpulan data yang berbeda. Keberadaan industri 4.0 dan teknologi terkait, metode untuk memperoleh data OEE dari rantai produksi dan ukurannya terus berubah. Revolusi industri 4.0 setelah inisiatif

yang diusulkan pada tahun 2011 di Hannover Fair di Jerman (Lu, 2017; Morteza Ghobakhloo, 2018). Industri 4.0 bertujuan untuk mencapai efisiensi operasional, produktivitas, dan otomatisasi yang lebih baik dalam mencakup berbagai teknologi, seperti *Industrial Internet of Things (IIoT)*, *Cloud computing*, *Big Data Analytics*, dan *Blockchain* (Lu, 2017; Morteza Ghobakhloo, 2018; Muhuri et al., 2019; Oztemel & Gursev, 2020; Vaidya et al., 2018; Zhong et al., 2017). Sebagai contoh, *Big Data Analytics* mengacu pada teknologi canggih yang dapat menangani sejumlah besar data yang terlalu besar untuk ditangani menggunakan teknik tradisional, untuk mendapatkan nilai tertentu (Morteza Ghobakhloo, 2018).

Melalui teknologi tersebut, data OEE tidak perlu lagi dikumpulkan secara manual, tetapi dapat diperoleh dari berbagai sensor dengan kecepatan yang hampir terus menerus. Tujuan dari upaya yang disajikan dalam jurnal ini yaitu untuk menawarkan perspektif Industri 4.0 dalam menyajikan data OEE dengan bentuk yang memungkinkan visualisasi dan analisis yang lebih baik dalam situasi praktis yang akan cocok ketika berhadapan dengan Big Data. Berdasarkan analisis yang dilakukan, tindakan yang direkomendasikan akan diberikan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi masalah kualitas.

METODE

Penelitian ini berfokus untuk menggali lebih dalam implementasi OEE di industri manufaktur. Penelitian dilakukan dengan menggunakan database Google Scholar dan Elsevier. Basis data diambil karena menyediakan layanan akses terbuka dan menyediakan paper berkualitas. Berdasarkan tujuan penelitian ini, digunakan kata kunci "Overall Equipment Effectiveness", "Industry Manufacature" dan "Industry 4.0" untuk mencari paper. Kata kunci tersebut dikategorikan berdasarkan topik dan tujuan penelitian ini. Pencarian artikel dibatasi dari tahun 2017 hingga 2022 sehingga diperoleh artikel yang masih baru dalam penelitian. Dilakukan penelusuran menyeluruh terhadap makalah tersebut kemudian temuan dikumpulkan dan dipilah ke dalam beberapa kategori mengenai implementasi OEE. Artikel dari berbagai sumber ditinjau dengan berbagai cara untuk memahami bagaimana OEE diterapkan di

Industri Manufaktur, terutama mempelajari analisis OEE mapping dan implikasi yang didapat perusahaan jika menerapkannya.

Penyusunan penelitian ini mengikuti langkah-langkah dasar penelitian, yang meliputi penentuan tujuan penelitian melakukan kajian pustaka tentang pengembangan pemetaan OEE, membuat kerangka konseptual; melakukan analisis dan diskusi terkait OEE dan identifikasi kesenjangan dan saran untuk penelitian di masa depan.

Selain langkah-langkah diatas, tulisan ini memiliki beberapa tahapan sistematis dalam penyusunannya. Tahapan sistematis adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama: Pencarian artikel: Cari artikel dengan kata kunci "Overall Equipment Effectiveness ", "Lean Manufacturing" dan "Industri 4.0". Sebanyak 40 artikel terkait studi kasus Overall Equipment Effectiveness di industri manufaktur dikumpulkan dan dikaji.
2. Langkah kedua: Penyaringan: Artikel yang tidak terkait dengan tema penelitian dihapus. Sebanyak 40 artikel terkait studi kasus aplikasi Overall Equipment Effectiveness di industri manufaktur dipertimbangkan.
3. Langkah ketiga: Ringkasan artikel: Meringkas semua artikel yang relevan berdasarkan setiap sektor industri manufaktur. Kemudian menganalisis manfaat dari masing-masing sektor.
4. Langkah keempat: Fokus pada beberapa aspek: Identifikasi aspek dari tahun, negara dan sektor industri manufaktur
5. Langkah kelima: Analisis kelebihan dalam ringkasan artikel dan kekurangan untuk penelitian di masa depan.

Untuk detail lebih lanjut tentang langkah-langkah tinjauan pustaka dalam makalah ini, lihat gambar 1.



Gambar 1. Fokus pembahasan metode

HASIL DAN PEMBAHASAN

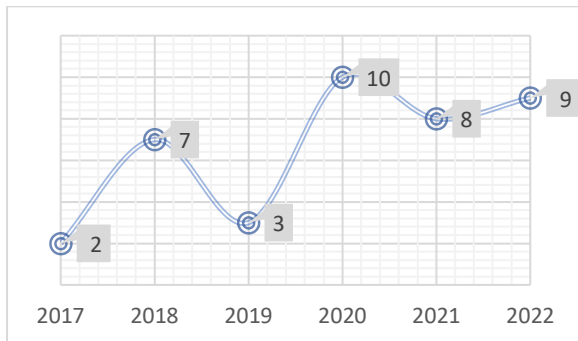
Hasil dan pembahasan pada literatur *review* ini berisikan identifikasi terhadap konsep OEE, pengelompokan berdasarkan tahun dan negara, ringkasan tinjauan artikel, peranan metode OEE dan pengembangan metode OEE di masa depan.

Identifikasi

Makalah ini mengidentifikasi beberapa topik yang menjelaskan secara komprehensif mengenai kemajuan teknologi, manfaat dan kinerja OEE di industri manufaktur.

Pengelompokan

Makalah ini dikumpulkan dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2022 dengan topik khusus terkait implementasi OEE di industri manufaktur (Gambar 2).



Gambar 2. Publikasi berdasarkan tahun

Berdasarkan pada negara asal, publikasi yang dijadikan rujukan membuat literatur *review* ini bisa diklasifikasikan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3. Publikasi berdasarkan negara

Makalah ini menggambarkan implementasi OEE dalam lingkup beragam negara, Asia (24) artikel, dan Eropa (14) artikel. Berikut ini disajikan ringkasan berdasarkan beberapa jurnal yang sudah dikelompokan untuk dijadikan rujukan dalam proses penyusunan literatur *review* ini.

Tabel 1. Ringkasan terperinci dari artikel tinjauan literatur

No	Identitas Paper	Hasil
1	(Pratama et al., 2020)	OEE mampu digunakan sebagai perangkat yang membantu analisis pemecahan masalah, dengan metode OEE menunjukkan peningkatan pada nilai total OEE dari 37.35% menjadi 58.82%.
2	(Karmilawati et al., 2021)	Hasil evaluasi dari proses perbaikan berhasil menaikkan persentasi ketiga parameter OEE dan nilai OEE sampai melebihi standar OEE world class yaitu, availability 98.32%, performance rate 95.32%, quality rate 91.55% dan nilai OEE 85.75%
3	(Majumdar, 2017)	Penerapan praktik TPM banyak manfaat seperti pengurangan waktu setup, waktu siklus, waktu menganggur mesin dan pengurangan waktu pengerjaan ulang yang dicapai. Peningkatan OEE pada akhirnya membantu perusahaan dalam mendapatkan keunggulan kompetitif dalam industri.
4	(Ibrahim et al., 2018)	Sektor manufaktur berencana untuk meningkatkan kinerja mereka dengan menerapkan strategi manufaktur yaitu, Agile Manufacturing, lean manufacturing dan keberlanjutan yang dikenal sebagai fit manufacturing.
5	(Veroya, 2020)	Secara keseluruhan OEE meningkat dari 68% menjadi 87% yang menunjukkan peningkatan sebesar 30%. Dalam hal hit rate, itu meningkat dari 35% menjadi 66% yang merupakan peningkatan 25%

No	Identitas Paper	Hasil
6	(Haddad et al., 2021)	Teknik SMED menjadi salah satu pendekatan lean efektif dalam mengatasi hilangnya downtime pada pengurangan waktu pengaturan pertukaran mati mesin ekstrusi. Akibatnya, meningkatkan efektivitas peralatan keseluruhan (OEE) mesin.
7	(Rahman et al., 2020)	OEE digunakan untuk menghitung efisiensi mesin, untuk menghitung pencampuran, penggulangan, ekstrusi, goreng dan mesin pendingin saja.
8	(Udy et al., 2018)	Setelah berhasil melaksanakan TPM ditemukan bahwa OEE meningkat menjadi 68,04%, Oleh karena itu, OEE telah ditingkatkan sekitar 13% dengan mengurangi tingkat penolakan dan waktu siklus keseluruhan untuk memenuhi permintaan pada waktu yang tepat.
9	(Basak et al., 2022)	Mengeksplorasi dampak pendekatan operasi dan faktor perencanaan proses lainnya, seperti lead time dan variasi produk, terhadap efektivitas dan efisiensi produksi AM, sesuai OEE.
10	(Dobra, 2022)	Memperhitungkan data terbaru dan target jalur perakitan dengan bobot yang berbeda, nilai OEE dapat diprediksi dengan akurasi dalam 1% setiap minggu, empat minggu sebelumnya.
11	(Nuryono, 2018)	Nilai OEE sebelumnya 25,9% menjadi 28,4% terjadi kenaikan 9,7%. Kenaikan nilai OEE didongkrak oleh nilai availability 96,6% dan nilai utilization 38,8%.
12	(Shakil, 2018)	OEE disarankan sebagai metrik yang kuat untuk Key Performance Indicator (KPI) yang telah menjadi salah satu standar industri terpenting untuk mengukur dan memantau efektivitas
13	(Hazza et al., 2021)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor kinerja mesin pelurus kawat cukup memuaskan dengan OEE sebesar 85,17%. peningkatan perusahaan dengan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kerugian yang memberikan metrik nyata untuk meningkatkan produktivitas dan pemanfaatan yang lebih baik untuk sumber daya perusahaan.
14	(Singh et al., 2021)	Secara keseluruhan OEE mendukung seluruh perspektif tentang efektivitas secara unik dan logis, tetapi juga meningkatkan masa pakai mesin melalui perbaikan dan pemantauan dalam operasi dan aktivitas pemeliharaan.
15	(Sakti et al., 2019)	Berdasarkan analisis menggunakan diagram pareto untuk enam besar kerugian yang mempengaruhi nilai OEE, adalah performance loss yaitu pengurangan kecepatan loss dengan nilai persentase rata-rata 65%. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa penyebab utama yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE adalah Reduced Speed Losses.
16	(Patil et al., 2019)	Efektivitas Peralatan Keseluruhan dari mesin penyelesaian Valve Stem Seal diperluas dari 62,86% menjadi 83,69% melalui penggunaan aksesibilitas, penggunaan aset yang lebih baik, item yang sangat baik dan selanjutnya meningkatkan jaminan dan kepastian yang representatif.
17	(Wahid et al., 2022)	Hasil perhitungan OEE tingkat efektifitas mesin chenyueh rata-rata selama periode 23 november 2021 – 22 desember 2021 mencapai nilai sebesar 86,48%, apabila nilai OEE berada diatas 85% artinya kinerja mesin chenyueh selama periode 23 november 2021 – 22 desember 2021 sudah maksimal.
18	(Yazdi et al., 2018)	Sistem penanganan material cerdas untuk diferensiasi produk atau objek telah dirancang dan diimplementasikan. Dengan memanfaatkan algoritma kontrol dan arsitektur kontrol di seluruh sistem.
19	(Foit et al., 2020)	Metrik Overall Factory Efficiency (OFE) dan Overall Transport Efficiency (OTE). Manufacturing (WCM) atau World Class Logistics (WCL), yang mengarah pada perencanaan mendalam dari sistem tersebut dan peningkatan lebih lanjut dalam konteks Industri 4.0.

No	Identitas Paper	Hasil
20	(Tumbajoy et al., 2022)	Pada S1 produktivitas meningkat sebesar 35%, dibandingkan dengan casing manual, dan tidak terpengaruh oleh variasi pada A. Di S2, produktivitas terutama dipengaruhi oleh variasi A, mencapai hasil produktivitas terbaik (68) dan terburuk (39).
21	(Tatar, 2022)	Visualisasi proses - pemetaan aliran nilai (VSA) - dengan interaksi visualisasi dengan data digital (misalnya OEE) adalah seperangkat informasi pelengkap untuk penerapan konsep manajemen produksi baru khususnya di UKM.
22	(Prasetyo, 2020)	Hasil menunjukkan bahwa OEE keseluruhan meningkat dari 68% menjadi 87% yang menunjukkan peningkatan 30%.
23	(Irfan, 2021)	Hasil penelitian pada metode OEE ini adalah perhitungan presentase nilai OEE pada bulan Agustus 2019 yaitu sebesar 70%. Sehingga nilai tersebut belum mencukupi standar nilai yang sudah ditetapkan OEE yaitu 85%.
24	(Samantha, 2019)	Faktor yang memiliki presentase terbesar dari faktor Six Big Losses pada mesin bandsaw adalah reduce speed losses dengan nilai sebesar 12,7%. yang menyebabkan penurunan efektifitas mesin hal tersebut dikarenakan mesin/peralatan dan manusia belum menerapkan konsep Total Productive Maintenance (TPM).
25	(Borowski, 2021)	Pelaksanaan solusi Industri 4.0, serta desain mesin baru sesuai dengan pencapaian mutakhir aturan teknik mesin, akan memungkinkan perusahaan untuk menerapkan produk baru, meningkatkan efisiensi operasional, dan memenuhi persyaratan lingkungan
26	(Tsarouhas, 2019)	Evaluasi sukses OEE yang akan memberikan panduan yang berguna untuk aspek proses produksi, memberikan perspektif yang berguna dan membantu manajer dan insinyur membuat keputusan yang lebih baik tentang bagaimana meningkatkan produktivitas dan kualitas produksi.
27	(Lakho et al., 2020)	OEE efektif teknik untuk aliran sistem produksi yang efisien dan lancar dan tekniknya telah menangkap banyak sekali perhatian akademisi dan praktisi untuk manajemen pemeliharaan
28	(Oliveira et al., 2019)	Semakin besar perbedaan antara rencana produksi dan produksi yang dilakukan, semakin rendah nilai GPE.
29	(Esmaeel et al., 2018)	Keseluruhan Efektifitas Peralatan dikenal sebagai pendekatan untuk memastikan keandalan operasi produksi untuk memuaskan pelanggan dan pengguna akhir mereka.
30	(Cercós et al., 2019)	Komponen OEE menunjukkan nilai tinggi dalam studi kasus. Selain itu mereka menyajikan hubungan seminggu dengan tingkat emisi CO2, sehingga pengenalan tingkat ini sebagai indikator dapat berkontribusi untuk meningkatkan informasi yang diperoleh dari OEE.
31	(Ginste et al., 2022)	Seringkali, persyaratan fleksibilitas menghasilkan dampak negatif pada OEE. Di sana-peralatan kedepan fleksibilitas tidak dapat dipisahkan dari peralatan efektifitas dan sebaliknya. Metrik OEE Flex diuraikan berdasarkan mobilitas, keseragaman dan jangkauan. Mobilitas dan keseragaman mity menanamkan kerugian tradisional dari kerangka kerja OEE.

Peranan Metode OEE Di Dunia Manufaktur

Peranan mesin sangat penting pada semua proses produksi, sebagai akibatnya keadaan mesin harus selalu dalam keadaan optimal. Tingginya saat downtime akan berpengaruh terhadap sasaran produksi seringkali tidak tercapai. Pengukuran

berdasarkan nilai efisiensi hanya memperhatikan target produksi. Mengetahui efisiensi asal mesin perlu adanya aspek *availability*, *performance* serta *quality*. aktivitas perawatan mengalami perkembangan seiring perkembangan ilmu pengetahuan teknologi menjadi TPM. Tujuan asal TPM

adalah minimalisasi kerugian dari sistem manufaktur, sebagai akibatnya mengurangi biaya produksi menggunakan melakukan pendekatan OEE. Perhitungan nilai OEE mempertimbangkan aspek *availability*, *performance*, serta *quality*. Selain itu, buat mengetahui besarnya kerugian produksi maka dilakukan analisis terhadap *six big losses* yang intinya ialah kerugian berasal ketiga aspek OEE. Analisis ini, nantinya bisa diketahui akar penyebab persoalan-persoalan yang terjadi di sebuah mesin sehingga bisa dilakukan langkah perbaikan.

Pengembangan Metode OEE Untuk Penelitian Masa Depan

Adapun masa depan pekerjaan penelitian ini, ada dua jalur potensial: 1) meningkatkan visualisasi data dan 2) meningkatkan proses pengumpulan data. Mengenai trek pertama, peningkatan dapat melibatkan perluasan cakupan dasbor untuk memasukkan data dari departemen produksi lengkap atau bahkan seluruh perusahaan, merancang dasbor untuk memberikan peringatan waktu nyata ketika variabel tertentu melebihi nilai kritis yang telah ditentukan sebelumnya, dan memasukkan teknik kecerdasan buatan ke dalam dasbor untuk memiliki kemampuan untuk menyarankan tindakan korektif yang tepat. Salah satu ide utama untuk pekerjaan di masa depan dalam jalur kedua di perusahaan khusus ini adalah memanfaatkan konsep IIoT dengan menambahkan sensor pengumpulan data (atau kamera) pada mesin untuk memantau variabel mesin penting, seperti umpan, kecepatan, keausan pada komponen mekanis, dan kekurangan material. Ini akan meningkatkan kualitas data yang dikumpulkan dan proses produksi dengan memberikan indikasi real-time untuk variabel proses.

Penggunaan metode OEE dapat di kombinasikan dengan metode lainnya dengan tujuan mendapatkan hasil yang optimal dalam penanganan masalah atau tingkat efektifitas sebuah mesin. Mengetahui taraf efektifitas berasal sebuah mesin bisa dilakukan melalui penerapan konsep TPM menggunakan metode OEE. Menghitung nilai OEE kita perlu mengetahui nilai masing-masing komponen. Komponen-komponen tersebut antara lain:

1. *Availability*

Availability adalah suatu rasio yang menunjukkan saat tersedia dalam

mengoperasikan mesin. *Availability* artinya perbandingan antara ketika operasi mesin aktual dengan operasi mesin yang sudah direncanakan. semakin tinggi nilai *availability*nya maka semakin baik. standar buat nilai *availability* yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 98%.

2. *Performance Rate*

Performance rate mempertimbangkan faktor penyebab proses produksi belum sesuai dengan kecepatan maksimum yang seharusnya saat dioperasikan. *Performance rate* yang diperlukan perusahaan yaitu tidak terdapat penurunan kecepatan mesin standar dibandingkan dengan aktual. standar nilai *performance rate* yaitu 100%.

3. *Quality Rate*

Quality rate ialah perbandingan antara produk yang lolos *quality control* menggunakan total produksi. Produk sukses lolos uji *quality control* dinamakan produk ok. Sedangkan produk tidak lolos *quality control* dinamakan produk reject dan tertunda sebab produk itu akan langsung diperbaiki dengan dilakukan sortir. Jika sudah lolos *quality control* maka produk langsung diserahkan ke gudang.

Selain berasal dari parameter di atas yang mempengaruhi OEE merupakan *six big losses*. *Six big losses* ini ialah bagian dari OEE serta merupakan faktor pengurang dari nilai total OEE. Singkatnya, nilai OEE mempunyai nilai 70% dapat diketahui 30% sisanya ialah rugi-rugi mesin produksi. Nilai OEE yang umumnya di representasikan melalui persentase, bisa didefinisikan sebagai perbandingan waktu efektif suatu mesin yang memproduksi suatu barang ok (*good product*) berbanding dengan total waktu tersedia. Dikatakan mustahil, jika sepanjang total waktu yang tersedia untuk produksi mesin mampu selalu membuat barang ok. Aktualnya hampir selalu terdapat rugi-rugi mesin produksi yang terjadi. Menyederhanakan rugi-rugi mesin produksi tersebut kemudian dikategorikan menjadi 6 besar kerugian-kerugian produksi (*six big losses*).

Berikut ini disajikan skema atau gambaran lengkap mengenai equipment dan *six big losses* yang mana mencakup segala kerugian berdasarkan proses produksi hingga penanggulangannya menggunakan OEE.

Equipment Losses & OEE



Gambar. 4 Equipment losses & OEE

KESIMPULAN

OEE memberikan data tentang proses manufaktur. Perusahaan yang menggunakan OEE sebagai metrik menjadi sukses saat mengombinasikannya dengan program *lean manufacture* dan sebagai bagian dari sistem TPM). OEE memungkinkan perusahaan untuk melaksanakan fungsi bisnis yang berbeda secara bersamaan dengan satu metrik. Perspektif Industri 4.0 untuk menampilkan data OEE, memungkinkan visualisasi dan analisis yang lebih baik disajikan. Sebagai implementasi dari pendekatan yang diusulkan, sejumlah besar data (*big data*) dari satu mesin dalam waktu singkat (satu bulan) di perusahaan ban digunakan. Data yang sudah dikumpulkan kemudian disaring, diatur dan diproses menggunakan excel. Data divisualisasikan melalui dasbor dengan dua tampilan menggunakan perangkat lunak visualisasi data interaktif. Setelah itu, visualisasi data melalui perangkat lunak memungkinkan menganalisis faktor-faktor utama yang mempengaruhi metrik OEE. Berdasarkan analisis ini, tindakan yang direkomendasikan untuk membantu mengurangi kerugian dan meningkatkan proses produksi disarankan.

Beberapa manfaat dalam menggunakan OEE antara lain:

- OEE mampu digunakan sebagai perangkat yang membantu analisis pemecahan

masalah dan meningkatkan value. Serta berhasil menaikan persentasi ketiga parameter OEE (Karmilawati et al., 2021; Nuryono, 2018; Pratama et al., 2020; Udy et al., 2018; Veroya, 2020).

- Peningkatan OEE pada akhirnya membantu perusahaan dalam mendapatkan keunggulan kompetitif dalam industri (Majumdar, 2017).
- Salah satu pendekatan lean efektif dalam mengatasi hilangnya downtime (Haddad et al., 2021; Ibrahim et al., 2018).
- OEE digunakan untuk menghitung efisiensi mesin dan perencanaan proses lainnya, seperti lead time dan variasi produk, terhadap efektivitas mesin (Basak et al., 2022; Rahman et al., 2020; Singh et al., 2021).
- OEE efektif teknik untuk aliran sistem produksi yang efisien dan lancar (Lakho et al., 2020).
- OEE akan memberikan panduan yang berguna untuk aspek proses produksi, memberikan perspektif yang berguna dan membantu manajer dan insinyur membuat keputusan yang lebih baik tentang bagaimana meningkatkan produktivitas dan kualitas produksi (Tsarouhas, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Basak, S., Baumers, M., Holweg, M., Hague, R., & Tuck, C. (2022). Reducing production losses in additive manufacturing using overall equipment effectiveness. *Additive Manufacturing*, 56(January), 102904. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2022.102904>
- Borowski, P. F. (2021). Innovative processes in managing an enterprise from the energy and food sector in the era of industry 4.0. *Processes*, 9(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/pr9020381>
- Cercós, M. P., Calvo, L. M., & Domingo, R. (2019). An exploratory study on the relationship of overall equipment effectiveness (OEE) variables and CO2 emissions. *Procedia Manufacturing*, 41, 224–232. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.050>
- Dobra, P. (2022). Assembly Line Overall Equipment Effectiveness (OEE) Prediction from Human Estimation to Supervised Machine Learning. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 6(1), 59.
- Esmaeel, R. I., Zakuan, N., Jamal, N. M., & Taherdoost, H. (2018). Understanding of business performance from the perspective of manufacturing strategies: Fit manufacturing and overall equipment effectiveness. *Procedia Manufacturing*, 22, 998–1006. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.142>
- Famiyeh, S., Kwarteng, A., & Darko, D. A. (2018). Journal of Quality in Maintenance Engineering Article information : To cite this document : *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 18(3), 344–362. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-10-2016-0056/full/html>
- Foit, K., Gołda, G., & Kampa, A. (2020). Integration and evaluation of intra-logistics processes in flexible production systems based on oee metrics, with the use of computer modelling and simulation of agvs. *Processes*, 8(12), 1–15. <https://doi.org/10.3390/pr8121648>
- Haddad, T., Shaheen, B. W., & Németh, I. (2021). Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Extrusion Machine Using Lean Manufacturing Approach. *Manufacturing Technology*, 21(1), 56–64. <https://doi.org/10.21062/mft.2021.006>
- Hazza Al Hazza, M. F., Yeakub Ali, M., & Farahanis Mohd Razif, N. B. (2021). Performance Improvement Using Analytical Hierarchy Process and Overall Equipment Effectiveness (Oee): Case Study. *Journal of Engineering Science and Technology*, 16(3), 2227–2244.
- Ibrahim, R., Jamal, N. M., Esmaeel, R. I., Zakuan, N., & Mohd, N. (2018). ScienceDirect ScienceDirect effectiveness effectiveness b in Industry 4 . 0 : c Trade-off Costing models for capacity optimization between used capacity and operational efficiency of business performance from the perspective manufacturing strategies : fit. *Procedia Manufacturing*, 22, 998–1006. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.142>
- Irfan, M. (2021). Analisis Overall Equipment Effectiveness untuk Meningkatkan Keefektifan pada Mesin Press. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(7), 1173–1182. <https://doi.org/10.36418/jist.v2i7.194>
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. In *International Journal of Lean Six Sigma* (Vol. 5, Issue 3). <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Karmilawati, E., Mulyono, K., & Nugroho, S. (2021). Jurnal Optimasi Teknik Industri Pendekatan OEE (Overall Equipment Effectiveness) Untuk Mengurangi Losses Pada Mesin Moulding Cerex. *International Journal of Performability Engineering*, 3(2), 46–48.
- Klimecka-Tatar, D., & Ingaldi, M. (2022). Digitization of processes in manufacturing SMEs - Value stream mapping and OEE analysis. *Procedia Computer Science*, 200(2019), 660–668. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.264>
- Lakho, T. H., Khan, M. A., Virk, S. I., & Indher, A. A. (2020). Implementation of overall equipment effectiveness (Oee) in

- maintenance management. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 59, 3087–3098.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Majumdar, G. (2017). Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry. *Procedia Manufacturing*, 13(2), 173–188.
- Morteza Ghobakhloo. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(1), 1–5.
- Muhuri, P. K., Shukla, A. K., & Abraham, A. (2019). Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 78(September 2018), 218–235.
<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.11.007>
- Nuryono, A. (2018). Analisis Efektifitas Kinerja Excavator Pada Aktifitas Ob Removal Penambangan Batubara Menggunakan Metode OEE. *Journal Industrial Manufacturing*, 3(2), 79–88.
- Oliveira, R., Taki, S. A., Sousa, S., & Salimi, M. A. (2019). Global process effectiveness: When overall equipment effectiveness meets adherence to schedule. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1615–1622.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.123>
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182.
<https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Patil, M. S., Prasad, P., Engineering, M., & Jss, S. (2019). *Improvement of Overall Equipment Effectiveness of Valve Stem Seal Finishing Machine*. 678–685.
- Prasetyo, Y. T., & Veroya, F. C. (2020). *Penerapan Efektivitas Peralatan Keseluruhan (OEE) untuk Meminimalkan Proses Kemacetan di Industri Semikonduktor*. 3, 345–349.
- Pratama, H., Sutaarga, O., & Rohman, Z. (2020). Analisis Produktivitas Mesin Body Hydraulic One Stroke 30T Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT . SEL-SEM Tbk ., Tangerang Machine Body Hydraulic One Stroke 30T Productivity Analisis with Overall Equipment Effectiveness (OEE) Met. *Journal Industrial Manufacturing*, 5(1), 83–94.
- Rahman, M. S. A., Mohamad, E., & Rahman, A. A. A. (2020). Enhancement of overall equipment effectiveness (OEE) data by using simulation as decision making tools for line balancing. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 18(2), 1040–1047.
<https://doi.org/10.11591/ijeecs.v18.i2.pp1040-1047>
- Sakti, N. C., Nurjanah, S., & Rimawan, E. (2019). Calculation of Overall Equipment Effectiveness Total Productive Maintenance in Improving Productivity of Casting Machines. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4(7), 442–446.
- Samantha, R., & Almalik, D. (2019). Analisis Kinerja Mesin Bandsaw Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Six Big Losses Pada Pt Quartindo Sejati Furnitama. *Tjybjb.Ac.Cn*, 3(2), 58–66.
<http://www.tjybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- Shakil, S. I., & Parvez, M. (2018). Application of Lean Manufacturing in a Sewing Line for Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE). *American Journal of Industrial and Business Management*, 08(09), 1951–1971.
<https://doi.org/10.4236/ajibm.2018.89131>
- Singh, S., Khamba, J. S., & Singh, D. (2021). Analysis and directions of OEE and its integration with different strategic tools. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, 235(2), 594–605.
<https://doi.org/10.1177/09544408920952624>

- Tsarouhas, P. (2019). Improving operation of the croissant production line through overall equipment effectiveness (OEE): A case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 88–108. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2018-0060>
- Tumbajoy, L. M., Muñoz-Añasco, M., & Thiede, S. (2022). Enabling Industry 4.0 impact assessment with manufacturing system simulation: an OEE based methodology. *Procedia CIRP*, 107(2021), 681–686. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.045>
- Udy, S. T., Lean, O. N., Implementat, T. O., In, I. O. N., & Indian, V. (2018). Implementation Of Total Productive Maintenance To Enhance The Overall Equipment Effectiveness In Medium Scale In ... *Additive Manufacturing*, 8(1), 1027–1038.
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 - A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
- Van De Ginste, L., Aghezzaf, E. H., & Cottyn, J. (2022). The role of equipment flexibility in Overall Equipment Effectiveness (OEE)-driven process improvement. *Procedia CIRP*, 107, 289–294. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.047>
- Veroya, F. C. (2020). An Application of Overall Equipment Effectiveness (OEE) for Minimizing the Bottleneck Process in Semiconductor Industry Yogi Tri Prasetyo. *Manufacturing Technology*, 3, 345–349.
- Wahid, A., Munir, M., Nuriyanto, N., Misbah, A., & Pusakaningwati, A. (2022). Pengukuran Efektifitas Mesin Chenyueh menggunakan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses pada CV. AABI Surabaya. *Journal of Industrial View*, 4(1), 31–40. <https://doi.org/10.26905/jiv.v4i1.7680>
- Yazdi, P. G., Azizi, A., & Hashemipour, M. (2018). An empirical investigation of the relationship between overall equipment efficiency (OEE) and manufacturing sustainability in industry 4.0 with time study approach. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093031>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>