

**ANALISIS PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)
DAN *OVERALL RESOURCE EFFECTIVENESS* (ORE)
DALAM MENGEVALUASI EFEKTIVITAS MESIN CNC MILLAC
DI PT DIRGANTARA INDONESIA**

**ANALYSIS OF *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)
AND *OVERALL EQUIPMENT RESOURCE EFFECTIVENESS* (ORE)
IN EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF CNC MILLAC MACHINES AT
PT DIRGANTARA INDONESIA**

Hilmi Fauzi¹, Judi Alhilman², Fransiskus Tatas Dwi Atmaji³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹hilmifauzi@student.telkomuniversity.ac.id, ²judi.alhilman@telkomuniveristv.co.id

³fransiskustatas@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan alat ukur yang dapat digunakan mengevaluasi kinerja di tingkat peralatan. Kegiatan mengevaluasi kinerja peralatan menjadi salah satu hal yang penting dilakukan perusahaan untuk mencapai sistem produksi yang efektif dan efisien. Pengukuran performansi mesin menggunakan OEE di PT Dirgantara Indonesia dapat dikatakan masih belum optimal, karena pengukuran ini baru diterapkan pada tahun 2020 dan masih dalam tahap pengembangan untuk menentukan formulasi rumus yang tepat berdasarkan banyaknya parameter yang diukur dari mesin yang digunakan kegiatan produksi, terkhusus pada mesin CNC Millac. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan digunakan metode OEE dalam mengukur tingkat efektivitas mesin untuk mengevaluasi kinerja mesin. Akan tetapi, pengukuran OEE memiliki keterbatasan, dimana tidak dapat mengidentifikasi jenis kerugian secara mendalam, hanya menganalisa kerugian secara keseluruhan. Sehingga digunakan pengukuran ORE untuk menyempurnakan metode OEE dalam mengukur tingkat efektivitas mesin yang dapat mengevaluasi perbaikan secara terfokus. Selain itu, dilakukan analisis six big losses untuk mengetahui jenis kerugian paling dominan yang dapat mempengaruhi produktivitas kinerja mesin. Berdasarkan data histori kerusakan pada tahun 2016 - 2018, mesin Millac-5H 2P (B) memiliki jumlah frekuensi kerusakan terbanyak, yaitu sebanyak 31 kali, sehingga mesin tersebut akan dijadikan sebagai objek mesin yang akan diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh nilai OEE sebesar 52,20% dan nilai ORE sebesar 49,19%. Nilai tersebut menunjukkan rendahnya tingkat efektivitas mesin karena berada dibawah standar nilai World Class yang ditetapkan Vorne Industri Inc. sebesar 85%. Berdasarkan analisis six big losses, jenis kerugian yang paling dominan mempengaruhi produktivitas kinerja mesin yaitu reduced speed losses. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi aspek manusia, mesin, material, metode, lingkungan, dan umur mesin yang sudah tidak ekonomis lagi.

Kata kunci: *Back to Order, Efektivitas, Overall Equipment Effectiveness, Overall Resource Effectiveness, Six Big Losses*

Abstract

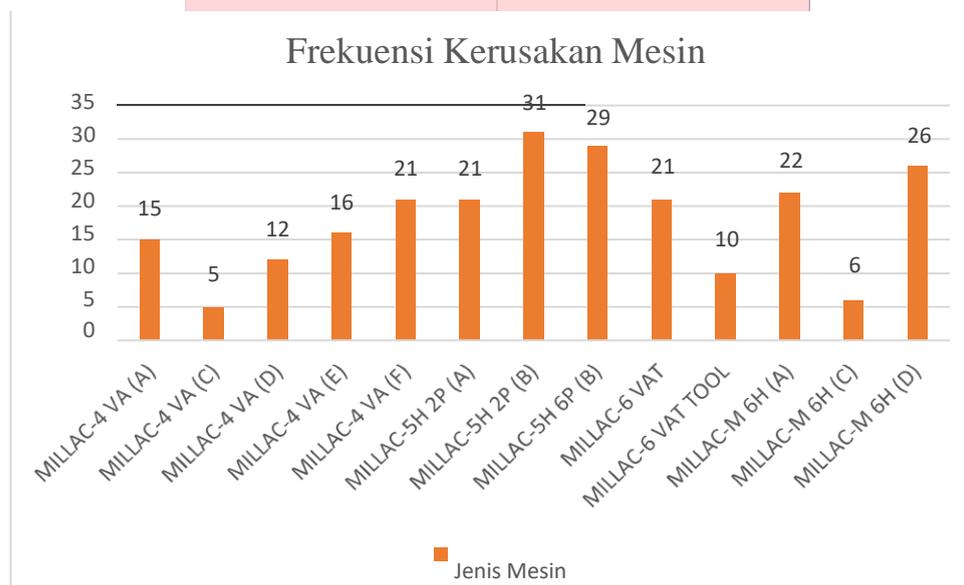
Overall equipment effectiveness (OEE) is a measuring instrument that can be used to evaluate performance at the equipment level. The activity of evaluating equipment performance is one of the important things that companies do to achieve an effective and efficient production system. Measurement of machine performance using OEE at PT Dirgantara Indonesia can be said to be still not optimal, because this measurement is only applied in 2020 and is still in the development stage to determine the right formula formulation based on the many parameters measured from the machine used production activities, especially in CNC Millac machines. Therefore, in this study will be used OEE method in measuring the level of effectiveness of the machine to evaluate the performance of the machine. However, OEE measurement has limitations, which cannot identify the type of loss in depth, only analyzing the overall loss. Thus, ORE measurements are used to improve OEE methods in measuring the effectiveness of machines that can evaluate repairs in a focused manner. In addition, an analysis of six big losses is performed to determine the most dominant types of losses that can affect the productivity of machine performance. Based on damage history data in 2016 - 2018, Millac-5H 2P (B) engine has the highest number of damage frequencies, which is 31 times, so that the machine will be used as the object of the machine to be studied. The results showed that OEE value was obtained by 52.20% and ORE value of 49.19%. The value indicates a low level of machine effectiveness because it is below the World Class value standard set by Vorne Industrial Inc. 85%. Based on the analysis of six big losses, the most dominant type of loss affects the productivity of machine performance, namely reduced speed losses. This can be influenced by

several factors including human aspects, machines, materials, methods, environment, and machine life that are no longer economical.

Keywords: Effectiveness, Overall Equipment Effectiveness, Overall Resource Effectiveness, Six Big Losses

1. Pendahuluan

PT Dirgantara Indonesia (DI) merupakan perusahaan yang bergerak dalam pembuatan komponen pesawat terbang milik BUMN di Indonesia. PT DI tidak hanya memproduksi berbagai jenis komponen pesawat terbang, namun menyediakan juga program pelatihan dan jasa pemeliharaan mesin pesawat terbang. Aktivitas produksi PT DI dapat berjalan dengan baik tentunya harus didukung dengan kegiatan operasional, alat serta fasilitas yang digunakan dapat bekerja dengan baik dan optimal. Mesin Millac merupakan salah satu jenis mesin CNC di area *machining* yang masih beroperasi aktif hingga sekarang, sehingga perlu dijaga performansi mesin dan produktivitas agar tetap optimal. Akan tetapi, berdasarkan informasi dari karyawan perusahaan bagian *maintenance*, jenis mesin CNC Millac pada area *machining* ditemukan masih terdapat beberapa mesin yang digunakan banyak mengalami kerusakan hingga berhenti beroperasi karena terjadi fungsi kegagalan pada komponen mesin tersebut. Selain umur mesin yg sudah tua, perjanjian kontrak yang ketat dengan perusahaan asing melalui sistem produksi perusahaan *back to order* menyebabkan mesin beroperasi secara intens dalam memenuhi pesanan konsumen. Jika kondisi pesanan subkontrak sedang banyak dan mesin bermasalah, hal ini bisa mengakibatkan produksi terhambat, mundurnya waktu siklus produksi hingga berakibat pada kerugian perusahaan dikarenakan mengharuskan bayar denda ke subkontrak. Berikut ini merupakan data kerusakan mesin CNC Millac Tahun 2016 - 2018.



Gambar 1 Data Frekuensi Kerusakan Mesin CNC Millac

Dari Gambar 1 diatas, dapat dilihat bahwa mesin Millac-5H 2P (B) mengalami frekuensi kerusakan terbanyak dari semua jenis mesin CNC Millac yang ada, sehingga mesin tersebut perlu dilakukan evaluasi performansi kinerja mesin untuk mengetahui produktivitas dan efektivitas penggunaan mesin dalam melakukan aktivitas produksinya menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE). Pengukuran OEE merupakan alat yang ampuh yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja di tingkat peralatan [1]. Namun, memiliki keterbatasan karena tidak dapat mengidentifikasi faktor kerugian yang lebih detail. Kemudian dilakukan pengukuran ORE sebagai sistem pengukuran kinerja manufaktur yang telah dikembangkan dengan tujuan memberikan evaluasi yang lebih inklusif daripada OEE [2]. Perbedaan dari kedua pengukuran tersebut, ORE mengklasifikasi faktor kerugian pada tingkat ketersediaan sumber daya lebih rinci (manusia, mesin, material, dan metode) sehingga membentuk metrik baru yang terpisah sebagai faktor penyusun ORE [3]. Selain itu dilakukan analisis *six big losses* untuk mengetahui jenis kerugian paling dominan yang dapat mempengaruhi produktivitas kinerja mesin yang digunakan pada sistem manufaktur. Berdasarkan masalah diatas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengukur efektivitas mesin Millac-5H 2P (B) menggunakan OEE dan ORE, membandingkan kedua metode tersebut untuk melihat pengukuran yang lebih efektif berdasarkan faktor dari penyebab kerugiannya, dan mengetahui jenis kerugian paling dominan yang dapat mempengaruhi produktivitas kinerja mesin dari hasil nilai efektivitas mesin yang didapat, nantinya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis penyebab kerugian secara detail beserta dengan usulan penyelesaian masalah dalam upaya peningkatan efektivitas peralatan di PT Dirgantara Indonesia.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Overall Equipment Effectiveness

OEE diusulkan pertama kali oleh Nakajima pada tahun 1988 sebagai suatu pendekatan untuk mengevaluasi kemajuan yang dicapai melalui inisiatif peningkatan yang dilakukan sebagai bagian dari filosofi *total productive*

maintenance [4]. Beberapa penelitian para ahli mendefinisikan OEE sebagai alat ukur kinerja peralatan secara keseluruhan, yang menunjukkan sejauh mana peralatan dapat melakukan apa yang seharusnya dapat dilakukan [5]. OEE juga dapat diartikan sebagai pengukuran efektivitas dengan menggabungkan faktor waktu, kecepatan, dan kualitas operasi peralatan guna meningkatkan nilai tambah [6] Tujuan dari OEE yaitu untuk mengontrol kegiatan produksi yang sedang berjalan agar dapat dilakukan evaluasi untuk peningkatan efektivitas peralatan dengan meminimalisir segala bentuk kerugian yang ada dan meminimalkan terjadinya *breakdown*. Bentuk kerugian ini dirumuskan sebagai fungsi dari ketiga variabel yang saling berhubungan meliputi *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* [7]. Hubungan dari ketiga variabel dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$OEE = Availability \times Performance Efficiency \times Rate of Quality$$

Faktor penyusun OEE, terdiri dari:

1. *Availability*

Rasio perbandingan antara *operation time* dengan *loading time* yang menunjukkan waktu yang tersedia dalam mengoperasikan mesin.

2. *Performance Efficiency*

Rasio perbandingan antara waktu produksi aktual dengan waktu produksi yang diharapkan [8]. *Performance efficiency* mengukur performansi kecepatan aktual sesuai dengan kecepatan desain yang telah ditentukan perusahaan.

3. *Rate of Quality*

Rasio perbandingan antara jumlah produk yang lebih baik dengan jumlah total produksi yang diproses [9] Tujuan dari faktor ini untuk melihat persentase produk yang dihasilkan dalam keadaan baik Adapun standar nilai OEE yang ditetapkan berdasarkan standar OEE *World Class* versi Vorne Industries Inc. [10]

Tabel 1 Standar Nilai OEE

Faktor OEE	Standard OEE World Class
Availability	90%
Performance Efficiency	95%
Rate of Quality	99%
OEE	85%

2.2 Overall Resource Effectiveness

Pengukuran ORE merupakan suatu metode pengembangan dari OEE yang dapat mengidentifikasi klasifikasi kerugian pada faktor ketersediaan sumber daya lebih rinci (manusia, mesin, material dan metode) dalam mengukur efektivitas peralatan pada sistem manufaktur [3] Pengukuran ORE juga dapat didefinisikan sebagai sistem pengukuran kinerja manufaktur yang telah dikembangkan dengan tujuan memberikan evaluasi yang lebih inklusif daripada OEE [2]. Hubungan dari setiap variabel yang diklasifikasikan menjadi faktor kerugian penyusun ORE dirumuskan sebagai berikut.

$$ORE = R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q$$

Faktor penyusun ORE, terdiri dari:

1. *Readiness*

Total waktu ketika sistem tidak siap untuk beroperasi yang disebabkan oleh kegiatan dan waktu henti yang direncanakan, seperti kegiatan pembersihan, inspeksi mesin, inspeksi *part*, pelatihan operator, *meeting*, dan lain-lain.

2. *Availability of Facility*

Total waktu ketika sistem tidak siap untuk beroperasi yang disebabkan waktu henti pada peralatan, seperti kerusakan mesin dan aksesoris, tidak tersedianya alat, instrumen dan perlengkapan fasilitas peralatan lainnya

3. *Changeover Efficiency*

Total waktu ketika sistem tidak siap untuk beroperasi yang disebabkan oleh penyetelan dan penyesuaian peralatan

4. *Availability of Material*

Total waktu ketika sistem tidak siap untuk beroperasi yang disebabkan tidak tersedianya material, baik bahan baku langsung, bahan baku habis pakai, maupun bahan baku setengah jadi.

5. *Availability of Manpower*

Total waktu ketika sistem tidak siap untuk beroperasi yang disebabkan ketidakhadiran karyawan, seperti izin, cuti, bolos, dan ketidakhadiran lainnya.

6. *Performance Efficiency*

Rasio perbandingan antara waktu produksi aktual dengan waktu produksi yang diharapkan

7. *Rate of Quality*

Rasio perbandingan antara jumlah produk yang lebih baik dengan jumlah total produksi yang diproses.

2.3 Six Big Losses

Six big losses merupakan enam kerugian besar yang dapat mempengaruhi efektivitas peralatan pada sistem manufaktur. Berikut ini merupakan enam jenis kerugian besar, terdiri dari:

1. *Equipment Failure Losses*

Kerugian waktu yang disebabkan oleh kegagalan sporadis dan kronis, sehingga mengakibatkan kehilangan waktu karena penurunan produktivitas dan kehilangan jumlah produk karena cacat produksi.

2. *Set-up and Adjustment Losses*

Kerugian waktu yang disebabkan oleh pengaturan dan penyesuaian peralatan sebelum proses produksi dimulai.

3. *Idling and Minor Stoppage Losses*

Kerugian waktu yang disebabkan oleh pemberhentian kecil, seperti ketika produksi terhambat oleh kerusakan peralatan sementara, mesin sedang tidak beroperasi dikarenakan conveyor mati, dan lain-lain.

4. *Reduced Speed Losses*

Kerugian waktu yang disebabkan oleh penurunan produktivitas mesin karena berkurangnya kecepatan peralatan yang dapat menentukan efisiensi kinerja peralatan.

5. *Defect and Rework Losses*

Kerugian waktu yang disebabkan oleh cacat produksi dan pengerjaan ulang.

6. *Start Up Losses*

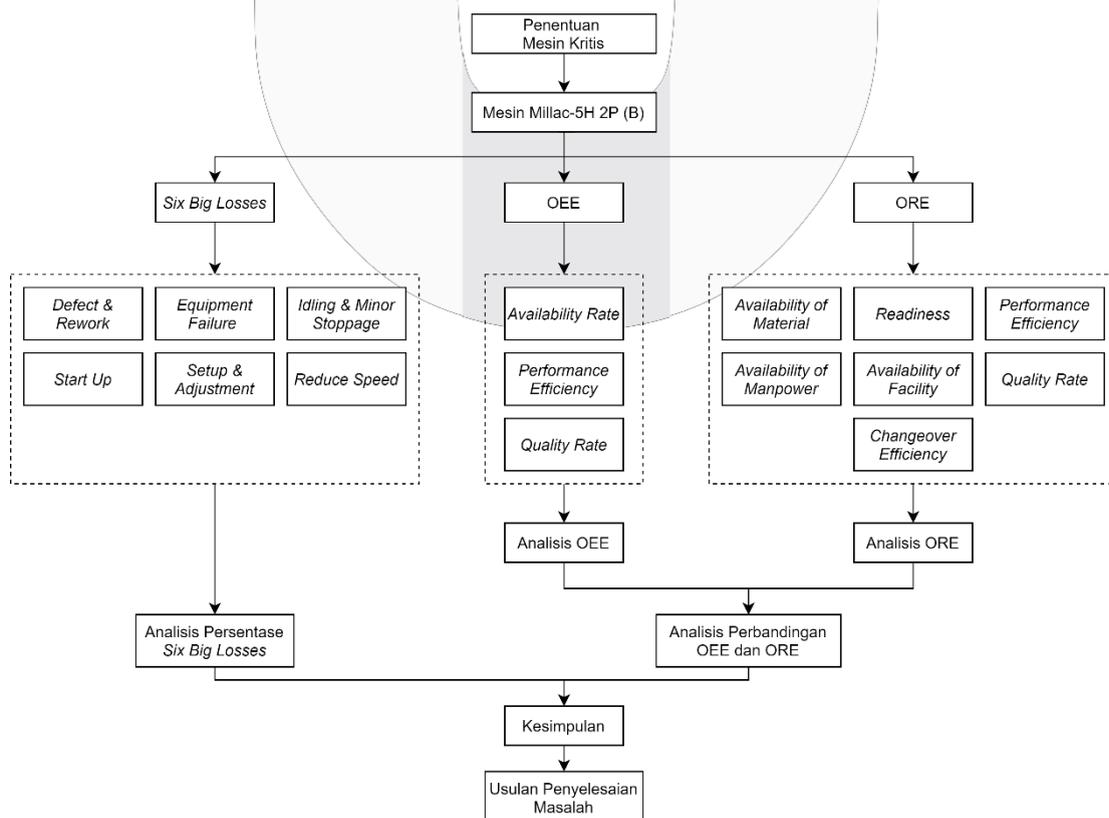
Kerugian waktu pada awal produksi yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti tidak tepatnya pemasangan peralatan, kondisi operasi tidak stabil, dll

2.4 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan teknik pemecahan masalah untuk memprioritaskan akar penyebab masalah tertentu yang harus ditangani [11]. Analisis pareto hanya dapat dilakukan pada data yang dikumpulkan dalam situasi stabil. Teknik pemecahan ini dapat digunakan untuk mengklasifikasikan masalah berdasarkan sebab dan gejalanya. Diagram pareto ditampilkan dalam bentuk batang yang tingginya menggambarkan frekuensi berdasarkan urutan tertinggi dari kiri ke kanan.

2.5 Model Konseptual

Pada model konseptual penelitian ini, metode yang digunakan untuk kegiatan pengukuran efektivitas mesin yaitu OEE dan ORE. Perhitungan OEE diperoleh dari perkalian antara ketiga variabel. Sedangkan, perhitungan ORE diperoleh dari perkalian antara ketujuh variabel. Perbedaan dari kedua metode tersebut, pada perhitungan ORE mempertimbangkan faktor kerugian secara rinci pada tingkat ketersediaan sumber daya sehingga membentuk kelima faktor baru, meliputi *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of manpower*, dan *availability of material*. Nilai OEE dan ORE yang didapatkan untuk melihat efektivitas mesin, sehingga dapat dilakukan evaluasi secara terfokus berdasarkan penyebabnya dalam peningkatan efektivitas peralatan untuk produktivitas kinerja mesin lebih optimal. Berikut ini model konseptual yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini.



Gambar 2 Model Konseptual

3. Pembahasan

3.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

Perhitungan OEE diperoleh melalui perkalian ketiga faktor yaitu *availability rate*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan standar nilai OEE *World Class* versi Vorne Industries. Berikut ini tabel perhitungan OEE mesin Millac-5H 2P (B) pada tahun 2019

Tabel 2 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

Bulan	Availability Rate (%)	Performance Efficiency (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
Januari	98,81%	72,48%	100,00%	71,62%
Februari	94,91%	73,82%	100,00%	70,06%
Maret	96,61%	54,38%	100,00%	52,53%
April	100,00%	57,66%	100,00%	57,66%
Mei	98,67%	58,99%	100,00%	58,20%
Juni	100,00%	64,77%	95,83%	62,08%
Juli	100,00%	35,99%	100,00%	35,99%
Agustus	100,00%	44,70%	100,00%	44,70%
September	99,68%	43,19%	100,00%	43,05%
Oktober	67,39%	49,89%	100,00%	33,62%
November	100,00%	43,93%	97,47%	42,82%
Desember	96,33%	58,23%	96,43%	54,09%
Rata-rata	96,03%	54,84%	99,14%	52,20%
Standar OEE	90%	95%	99%	90%

Dari Tabel 2 diatas, dapat dilihat bahwa persentase nilai OEE yang didapatkan dari hasil pengukuran sebesar 52,20%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tersebut masih berada dibawah standar nilai OEE *world class* yang sudah ditetapkan oleh Vorne Industries Inc sebesar 85%. Rendahnya nilai OEE dipengaruhi oleh salah satu faktor penyusun OEE yang tidak tercapai memenuhi target nilai standar *world class* yaitu faktor *performance efficiency*. Hal ini mempengaruhi nilai akhir OEE dalam menentukan produktivitas kinerja mesin yang digunakan untuk kegiatan produksi.

3.2 Perhitungan Overall Resource Effectiveness

Perhitungan ORE diperoleh dari perkalian ketujuh faktor dengan memecah klasifikasi kerugian faktor tingkat ketersediaan sumber daya menjadi lima faktor baru meliputi *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of manpower*, dan *availability of material*. Nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan standar nilai ORE yang telah ditetapkan dan disesuaikan dengan standar nilai OEE *World Class* versi Vorne Industries. Berikut ini tabel perhitungan ORE mesin Millac-5H 2P (B) pada tahun 2019.

Tabel 3 Perhitungan Overall Resource Effectiveness

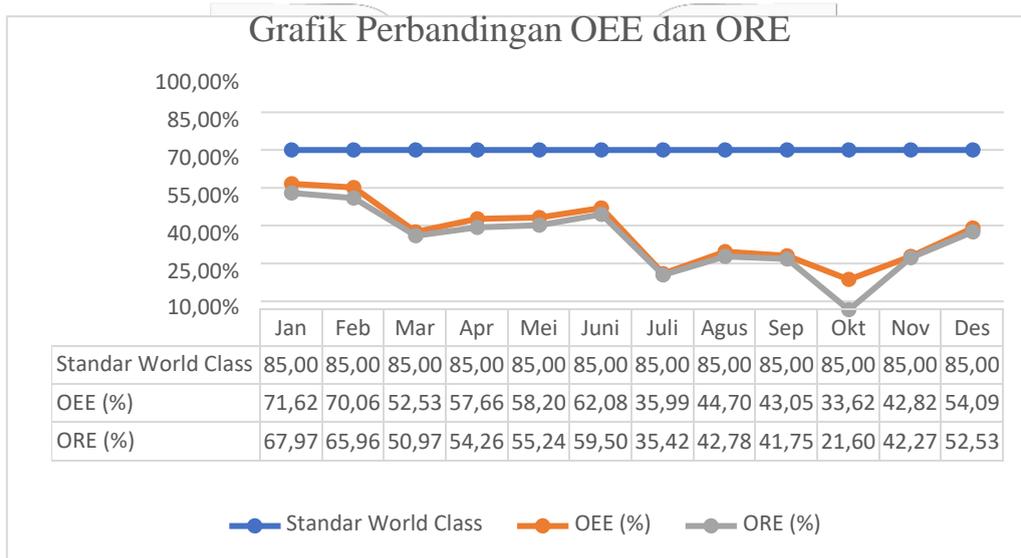
Bulan	R	Af	C	Amp	Am	P	Q	ORE
Januari	100%	98,81%	95,66%	99,91%	99,29%	72,48%	100%	67,97%
Februari	100%	94,91%	97,20%	99,98%	96,88%	73,82%	100%	65,96%
Maret	100%	96,61%	97,56%	99,87%	99,59%	54,38%	100%	50,97%
April	100%	100%	94,10%	100%	100%	57,66%	100%	54,26%

Mei	100%	98,67%	95,22%	99,89%	99,79%	58,99%	100%	55,24%
Juni	100%	100%	95,84%	100 %	100 %	64,77%	95,83%	59,50%
Juli	97,97%	100%	98,43%	100%	100%	35,99%	100%	35,42%
Agustus	100%	100%	95,71%	100%	100%	44,70%	100%	42,78%
September	100%	99,68%	97,06%	99,95%	99,97%	43,19%	100%	41,75%
Oktober	100%	67,39%	96,64%	99,95%	66,50%	49,89%	100%	21,60%
November	100%	100%	98,72%	100%	100%	43,93%	97,47%	42,27%
Desember	100%	96,33%	99,83%	99,95%	97,32%	58,23%	96,43%	52,53%
<i>Average ORE (%)</i>								49,19%

Dari Tabel 3 diatas, dapat dilihat bahwa persentase nilai ORE yang didapatkan dari hasil pengukuran sebesar 47,43%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tersebut masih berada dibawah standar nilai standar ORE yang telah ditetapkan sebesar 85%. Rendahnya nilai ORE dipengaruhi oleh salah satu faktor penyusun ORE yang tidak tercapai memenuhi target nilai standar ORE yaitu faktor *performance efficiency*, sehingga mempengaruhi nilai akhir ORE dalam mengukur efektivitas mesin dengan mempertimbangkan faktor ketersediaan sumber daya dalam mengklasifikasi kerugian yang lebih rinci.

3.3 Analisis Perbandingan OEE dan ORE

Setelah diperoleh nilai akhir dari metode OEE dan ORE, selanjutnya dilihat perbandingan grafik secara keseluruhan yang terjadi pada tahun 2019 dalam mengukur tingkat efektivitas mesin Millac-5H 2P (B)

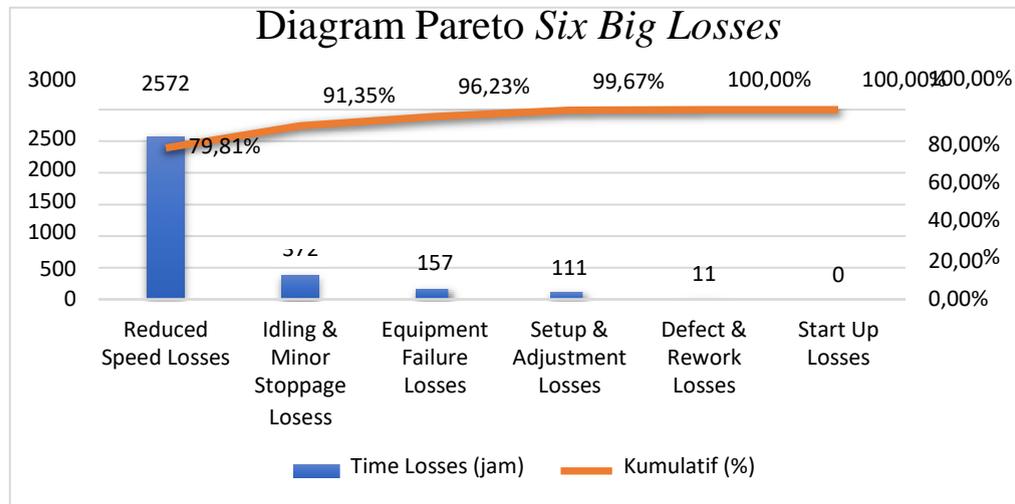


Gambar 3 Grafik Perbandingan OEE dan ORE

Dari Gambar 3 diatas, dapat dilihat bahwa hasil pengukuran OEE dan ORE memiliki grafik sepanjang tahun 2019 berada dibawah standar nilai *World Class*. Dari grafik diatas juga dapat diketahui bahwa grafik hasil pengukuran ORE lebih rendah dibanding OEE. Hal ini dipengaruhi karenan perbedaan kedua pengukuran dari segi faktor penyusunnya. Metode ORE sebagai konsep pengembangan dari metode OEE sehingga merinci secara dalam dengan mempertimbangkan faktor ketersediaan berdasarkan sumber daya keseluruhan, sehingga membentuk metrik baru yang terpisah dalam mengklasifikasikan kerugian berdasarkan penyebabnya. Pengukuran OEE membagi faktor penyusun menjadi tiga faktor meliputi *availability rate*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Sedangkan, pengukuran ORE membagi faktor penyusun menjadi tujuh faktor meliputi *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of material*, *availability of manpower*, *performance efficiency* dan *rate of quality*.

3.4 Analisis Persentase *Six Big Losses*

Analisis pareto pada persentase *six big losses* dilakukan bertujuan untuk mengklasifikasikan masalah berdasarkan sebab dan gejalanya dengan mengurutkan frekuensi tertinggi dari kiri ke kanan dalam bentuk diagram batang, kemudian memprioritaskan akar penyebab masalah tertentu yang akan ditangani.



Gambar 4 Persentase *Six Big Losses*

Gambar 4 diatas, dapat dilihat bahwa persentase tertinggi dengan total *losses time* terbanyak yaitu *reduced speed losses* sebesar 79,81%. Hal ini dipengaruhi karena kerugian waktu yang disebabkan oleh penurunan produktivitas mesin sehingga kecepatan produksi aktual tidak sesuai dengan kecepatan produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan, didukung karena umur mesin yang sudah tidak ekonomis dan perjanjian ketat dengan subkrontak melalui sistem produksi *back to order* yang menuntut perusahaan agar dapat memenuhi pesanan konsumen tepat pada waktunya. Persentase dengan total *losses time* terbanyak kedua yaitu *idling and minor stoppage losses* sebesar 11,54%, hal ini disebabkan karena waktu tidak produktif yang digunakan akibat *downtime* yang terlalu lama dan kegiatan terencana yang terlalu lama juga. Persentase total *losse time* ketiga yaitu *equipment failure losses* sebesar 4,87%, hal ini disebabkan karena kegagalan sporadis dan kronis pada peralatan yang digunakan untuk kegiatan produksi. Persentase *six big losses* urutan keempat yaitu *set-up and adjustment losses* sebesar 3,45%, hal ini dipengaruhi karena waktu penyetelan dan penyesuaian peralatan yang tidak produktif sehingga mengganggu ketersediaan waktu produksi yang ditetapkan perusahaan. Persentase *six big losses* urutan kelima yaitu *defect and rework losses* sebesar 0,33%, hal ini disebabkan waktu yang digunakan untuk pengerjaan ulang pada produk yang tidak sesuai spesifikasi. Dan yang terakhir yaitu *start-up losses* sebesar 0%, menunjukkan tidak ada kerugian waktu yang ditimbulkan dari faktor ini karena tidak terdapat *part* cacat produksi pada awal mesin beroperasi.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengukur efektivitas mesin menggunakan metode OEE dan ORE. Nilai akhir yang didapat untuk OEE sebesar 52,20% dan ORE sebesar 49,19%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua pengukuran efektivitas mesin masih berada dibawah standar nilai *World Class* yang telah ditetapkan Vorne Industries Inc. sebesar 85%. Berdasarkan grafik perbandingan antara OEE dan ORE, grafik ORE memiliki garis yang lebih rendah dibanding OEE. Hal ini dikarenakan pengukuran ORE mengukur efektivitas peralatan secara inklusif melalui pengelolaan sumber daya untuk mengklasifikasi kerugian yang lebih rinci sehingga dapat mengarahkan evaluasi perbaikan secara terfokus untuk meningkatkan produktivitas kinerja mesin. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lebih lanjut terkait pengukuran ORE yang lebih akurat sehingga dapat menjadi referensi untuk penerapan metode ORE yang dapat mengidentifikasi jenis kerugian pada sistem manufaktur yang lebih mendalam. Selain itu, dari hasil analisis persentase *six big losses* dapat diketahui bahwa jenis kerugian yang paling dominan berdasarkan persentase total *time losses* terbanyak yaitu *reduced speed losses*. Hal ini dipengaruhi karena kerugian waktu yang disebabkan oleh penurunan produktivitas mesin dikarenakan umur mesin yang sudah tidak ekonomis lagi, penetapan standar waktu siklus ideal yang berbeda-beda karena jenis produksinya bervariasi, dan perjanjian ketat dengan subkrontak melalui sistem produksi *back to order* yang menuntut perusahaan agar dapat memenuhi pesanan konsumen tepat pada waktunya sehingga dapat mempengaruhi produktivitas kinerja mesin saat kegiatan produksi berlangsung.

Referensi

- [1] K. M. N. Muthiah, S. H. Huang, and S. Mahadevan, "Automating factory performance diagnostics using overall throughput effectiveness (OTE) metric," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 2008, doi: 10.1007/s00170-006-0891-x.
- [2] J. A. Garza-Reyes, "From measuring overall equipment effectiveness (OEE) to overall resource effectiveness

- (ORE)," *J. Qual. Maint. Eng.*, 2015, doi: 10.1108/JQME-03-2014-0014.
- [3] Eswaramurthi, "IMPROVEMENT OF MANUFACTURING PERFORMANCE MEASUREMENT SYSTEM AND EVALUATION OF OVERALL RESOURCE EFFECTIVENESS," *Am. J. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 2, pp. 131–138, Feb. 2013, doi: 10.3844/ajassp.2013.131.138.
- [4] S.Nakajima, "Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf," *Product. Press. Cambridge*, 1988, doi: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml.
- [5] Robert M. Williamson, "Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures," 2006.
- [6] R. Singh, D. B. Shah, A. M. Gohil, and M. H. Shah, "jkOverall equipment effectiveness (OEE) calculation - Automation through hardware & software development," in *Procedia Engineering*, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.01.082.
- [7] S. H. Huang *et al.*, "Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis," *Int. J. Prod. Res.*, 2003, doi: 10.1080/0020754021000042391.
- [8] N. A. J.Alhilman, F.Atmaji, "Software Application for Maintenance System," *2017 Fifth Int. Conf. Inf. Commun. Technol.*, 2017.
- [9] J. Alhilman and A. F. Abdillah, "Analysis of Double indian Ballbreaker Net Sorter Machine Based on Overall Equipment Effectiveness Method Cases in Tea Plantation Plants," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/528/1/012046.
- [10] Vorne Industries Inc, "Free Resources and Fresh Perspectives on Oee.," *Industrial Dr., Itasca IL, 60143 USA*, 2019. .
- [11] A. Di Bucchianico, "Pareto Chart," in *Encyclopedia of Statistics in Quality and Reliability*, 2008.
- [12] H. G. Daellenbach and D. C. Mcnickle, "Management Science : Decision Making Through Systems Thinking."
- [13] A. Borshchev and A. Filippov, "From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling : Reasons , Techniques , Tools 1 . Simulation Modeling : Abstraction Levels , Major Paradigms."
- [14] A. Modeling and C. M. Macal, "Managing Business Complexity : Discovering Strategic Solutions with," p. 9323752.
- [15] S. Tisue and U. Wilensky, "NetLogo : Design and Implementation of a Multi-Agent Modeling Environment," 2004.
- [16] F. Ramadhan and C. Nugraha, "Pemodelan dan Simulasi Berbasis Agen untuk Sistem Industri Kuliner □" vol. 01, no. 03, pp. 101–113, 2014.

