ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN PRODUKSI ASAM FOSFAT MENGGUNAKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)

Dika Rahayu Widiana[1,*)], Nayya Kausalya[1)], dan Nuke Amalia[1)]

[1]Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: dikawidiana@ppns.ac.id

Abstract

This study aims to analyse the effectiveness of phosphoric acid production machinery during the 2023–2024 period using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method. Based on the calculation results, the performance rate aspect was found to have the lowest value compared to the other aspects. To identify the primary factors contributing to the low OEE value, a six big losses analysis was conducted. The results indicated that idling and minor stoppage contributed the highest percentage. This issue was then visualized using a Pareto diagram and elaborated through a Fishbone diagram approach incorporating the 6M aspects (Man, Method, Machine, Materials, Measurement, and Mother Nature/Environment). As strategic solutions, the recommended improvements include mitigating the risk of raw material stockouts by establishing an exclusive supply contract with suppliers and installing a generator set for critical components. The findings of this study are expected to reduce performance rate losses on the machinery and optimize the effectiveness of the phosphoric acid production line in the future.

Keywords: *Fishbone Diagram, OEE, Pareto Diagram, Phosphoric Acid, Six Big Losses*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas mesin produksi asam fosfat selama periode 2023–2024 menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Berdasarkan hasil perhitungan, aspek *performance rate* ditemukan memiliki nilai paling rendah dibandingkan aspek lainnya. Untuk mengidentifikasi faktor utama penyebab rendahnya nilai OEE tersebut, dilakukan analisis *six big losses*. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor *idling and minor stoppage* memberikan kontribusi dengan persentase tertinggi. Masalah ini kemudian divisualisasikan menggunakan diagram Pareto dan dijabarkan melalui pendekatan diagram *Fishbone* dengan aspek 6M (*Man, Method, Machine, Materials, Measurement, Mother Nature/Environtment*). Sebagai solusi strategis, rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan berupa menghilangkan risiko kehabisan stok bahan baku dengan menjalik kontrak pasokan esklusif dengan pemasok serta memasang genset untuk komponen kritis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mereduksi kerugian *performance rate* pada mesin serta mengoptimalkan kembali efektivitas lini produksi asam fosfat di masa mendatang.

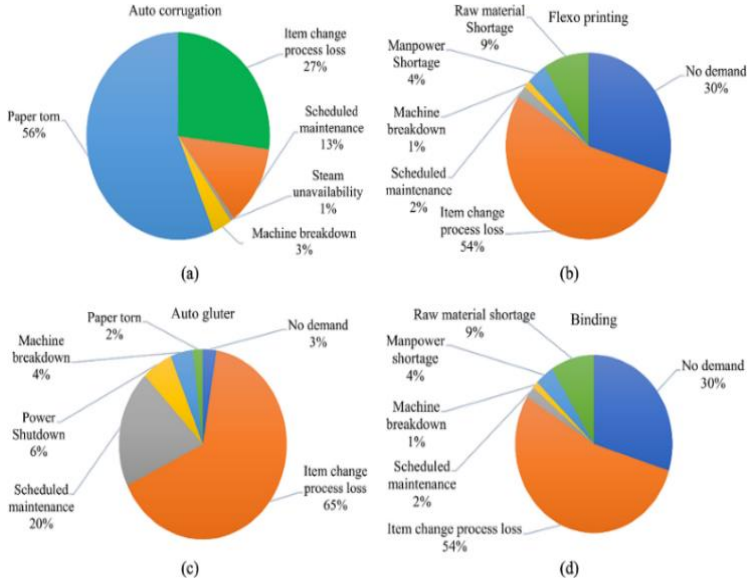
Kata Kunci: Asam Fosfat, Diagram *Fishbone*, Diagram Pareto, OEE, *Six Big Losses*

PENDAHULUAN

Dalam industri kimia, khususnya dalam pembuatan asam fosfat (H_3PO_4), diperlukan tingkatan kinerja operasional yang amat tinggi (Muchiri & Pintelon, 2008). Sebagai industri yang terus berjalan dan membutuhkan dana besar, setiap ketidaklancaran dalam tahapan produksi tidak hanya menimbulkan kerugian uang, namun juga menaikkan

risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Khan & Abbasi, 1999). Performa mesin dievaluasi tidak cuma dari kemampuannya beroperasi, tetapi juga dari seberapa baik mesin itu bisa bekerja maksimal tanpa menyia-nyiakan waktu atau bahan secara berlebih (Muchiri & Pintelon, 2008).

Ukuran performa mesin pada industri proses kimia adalah penanda yang memperlihatkan kestabilan sistem (Saleem *et al*., 2017). Cara pengukuran yang lazim sering hanya berfokus pada hasil akhir produksi, tetapi dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) bisa memberi keterangan yang lebih akurat tentang terbuangnya waktu, turunnya kecepatan produksi, dan persoalan mutu barang (Saleem *et al*., 2017). Dalam kaitannya dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, kurangnya keefektifan mesin adalah tanda bahaya yang serius. Hal ini tidak hanya memengaruhi para pekerja dan setiap tahapan proses produksi yang ada, tetapi juga bisa merugikan lingkungan sekitar industri ketika keefektifan suatu proses sangat rendah (Khan & Abbasi, 1999).



Gambar 1. Bentuk *pie chart* penyebab paling umum dari waktu henti pada mesin

Menurut Musyafa'ah & Sofiana (2022), salah satu masalah yang sering muncul di lantai produksi adalah terhentinya proses produksi, seperti yang ditampilkan pada gambar 1 diatas. Hal ini bisa disebabkan oleh mesin yang tidak berfungsi, atau mesin yang tidak berjalan dengan baik. Masalah-masalah ini dapat menyebabkan hasil produksi di bawah target, banyak cacat pada produk, dan kerugian dalam biaya produksi. Ketika mesin tidak beroperasi, efisiensi dan efektivitas mesin akan menurun, yang berarti perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk memperbaiki mesin tersebut. Oleh karena itu, penting untuk

melakukan tindakan pencegahan untuk menghadapi masalah ini. Evaluasi efektivitas melalui OEE menjadi langkah awal yang krusial untuk memetakan titik-titik lemah dalam sistem produksi (Mitsel *et al*., 2021).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah perhitungan efektivitas *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Dikutip dari Nakajima (1988), *Overall Equipment Effectiveness* adalah metrik utama untuk mengukur produktivitas peralatan manufaktur. OEE bukan sekadar angka, melainkan alat untuk mengungkap "biaya tersembunyi" dalam sebuah pabrik dengan cara mengidentifikasi kesenjangan antara potensi ideal mesin dan kenyataan di lapangan. Terdapat 3 perhitungan utama, yaitu *Availability*, *Performance Rate* dan *Quality Rate*. Standar nilai rata-rata OEE yang diberlakukan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yaitu sebesar 85%. Namun menurut penelitian terbaru oleh Kennedy (2018), untuk industri yang menerapkan proses kontinu yang tidak memiliki waktu henti penyiapan atau pergantian, OEE terbaik sering dinyatakan sebesar 95%.

Untuk bahan perhitungan yang dibutuhkan berasal dari salah satu perusahaan kimia swasta yang memproduksi asam fosfat dalam kurun waktu tahun 2023-2024. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari rekapan *available time, schedule downtime & maintenance, unplanned downtime, ideal cycle time, actual cycle time, processed amount,* dan *defect amount*. Berikut adalah beberapa rumus yang digunakan untuk menghitung OEE (Nakajima, 1988).

Rumus *Availability Ratio*:

$$= \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time}\ x\ 100\%$$

$$= \frac{Loading\ Time - Total\ Unplanned\ Downtime}{Available\ Time - Total\ Planned\ Downtime}\ x\ 100\%$$

Rumus *Performance Rate*:

$$= Net\ Operating\ Rate\ x\ Operating\ Speed\ Rate\ x\ 100\%$$

$$= \frac{Processed\ Amount\ x\ Actual\ Cycle\ Time}{Operation\ Time}\ x\ \frac{Ideal\ Cycle\ Time}{Actual\ Cycle\ Time}\ x\ 100\%$$

Rumus *Quality Rate*:

$$= \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount}\ X\ 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah tabel 1 berisi rekapan data sekunder dibutuhkan dalam menghitung efektivitas mesin proses produksi asam fosfat dengan *Overall Equipment Effectiveness.*

Tabel 1
Hasil Rekapan Data Sekunder Mesin Produksi Asam Fosfat

Periode	*Available Time* (menit)	*Schedule Downtime & Maintenance* (menit)	*Unplanned Downtime* (menit)	*Ideal Cycle Time* (menit/ton)	*Actual Cycle Time* (menit/ton)	*Processed Amount* (ton)	*Defect Amount* (ton)
Jan 2023	44640	11520	19008	8	17,2	821,5	0
Feb 2023	40320	7200	9648	8	19,0	1237,5	0
Mar 2023	44640	11520	26640	8	17,5	369,3	0
Apr 2023	43200	8640	25920	8	8,9	565	0
Mei 2023	44640	10080	18576	8	19,4	825,7	0
Juni 2023	43200	8640	24048	8	14,5	726,7	0
Juli 2023	44640	5760	32256	8	14,1	470,7	0
Agt 2023	44640	4320	40320	8	0	0	0
Sept 2023	43200	5760	7488	8	49,3	607,3	0
Okt 2023	44640	3168	0	8	36,4	1138,3	0
Nov 2023	43200	4320	17280	8	27,4	786,9	0
Des 2023	44640	4320	21744	8	10,3	1798,3	0
Jan 2024	44640	11520	9216	8	22,2	1078,6	0
Feb 2024	41760	8640	5904	8	22,8	1192,1	0
Mar 2024	44640	11520	15840	8	15,5	1115,1	0
Apr 2024	43200	10080	26208	8	24,6	280,9	0
Mei 2024	44640	11520	24048	8	9,0	1013,6	0
Juni 2024	43200	10080	3888	8	15,0	1954,1	0
Juli 2024	44640	11520	13392	8	12,7	1551,7	0
Agt 2024	44640	11520	12384	8	8,4	2454,6	0
Sept 2024	43200	10080	12816	8	12,7	1594,5	0
Okt 2024	44640	11520	7632	8	11,9	2136,6	0
Nov 2024	43200	10080	13680	8	15,7	1240	0
Des 2024	44640	10080	6480	8	12,2	2302	0

Berdasarkan tabel 1, terdapat beberapa data yang menunjukkan angka yang sama disetiap bulannya. Seperti pada *ideal cycle time* yang menunjukkan kapasitas waktu standar untuk proses produksi asam fosfat sejumlah 1 ton. Lalu terdapat pula data *defect amount* yang mencapai angka 0 disetiap bulannya dikarenakan tidak adanya produk gagal yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Selanjutnya dengan menggunakan rumus yang tertera, dilakukan perhitungan dari data sekunder yang ada dan ditemukan hasil dari *availability ratio, performance rate,* dan *quality rate*.

Tabel 2
Nilai OEE Mesin Produksi Asam Fosfat

Periode	*Availability Ratio* (%)	*Performance Rate* (%)	*Quality Rate* (%)	OEE (%)
Januari 2023	42,6%	46,6%	100%	19,9%
Februari 2023	70,9%	42,2%	100%	29,9%
Maret 2023	19,6%	45,6%	100%	8,9%
April 2023	14,6%	89,7%	100%	13,1%
Mei 2023	46,3%	41,3%	100%	19,1%
Juni 2023	30,4%	55,3%	100%	16,8%
Juli 2023	17%	56,8%	100%	9,7%

Periode	*Availability Ratio* (%)	*Performance Rate* (%)	*Quality Rate* (%)	OEE (%)
Agustus 2023	0%	0%	0%	0%
September 2023	80%	16,2%	100%	13,0%
Oktober 2023	100%	22%	100%	22,0%
November 2023	55,6%	29,1%	100%	16,2%
Desember 2023	46,1%	77,4%	100%	35,7%
Rata-Rata Nilai Tahun 2023	**44%**	**44%**	**92%**	**17%**
Januari 2024	72,2%	36,1%	100%	26,1%
Februari 2024	82,2%	35%	100%	28,8%
Maret 2024	52,2%	51,6%	100%	26,9%
April 2024	20,9%	32,5%	100%	6,8%
Mei 2024	27,4%	89,4%	100%	24,5%
Juni 2024	88,3%	53,5%	100%	47,2%
Juli 2024	59,6%	62,9%	100%	37,5%
Agustus 2024	62,6%	94,7%	100%	59,3%
September 2024	61,3%	62,8%	100%	38,5%
Oktober 2024	77%	67,1%	100%	51,7%
November 2024	58,7%	51%	100%	29,9%
Desember 2024	81,3%	65,6%	100%	53,3%
Rata-Rata Nilai Tahun 2024	**62%**	**59%**	**100%**	**35,9%**
Rata-Rata Nilai Keseluruhan	**52,8%**	**51%**	**95,8%**	**26,4%**

Dari hasil nilai OEE pada tabel 2, diketahui bahwa rata-rata nilai OEE pada mesin produksi asam fosfat tahun 2023 sebesar 17% dan pada tahun 2024 sebesar 35,9% serta mencapai nilai rata-rata keseluruhan sebesar 26,4%. Hal ini menandakan bahwa nilai OEE selama 2 periode tersebut masih belum mencapai nilai standar yang ada. Maka dari itu, diperlukan langkah selanjutnya yaitu menghitung setiap faktor dari *six big losses* yang berpengaruh pada rendahnya nilai OEE.

Tabel 3
Analisis Perhitungan *Six Big Losses* Mesin Produksi Asam Fosfat

Periode	*Six Big Losses*					
	Breakdown Losses (%)	*Setup and Adjustment Losses* (%)	*Idling and Minor Stoppage* (%)	*Reduced Speed Losses* (%)	*Quality Defect & Rework Losses* (%)	*Start Up (yield) Losses* (%)
Januari 2023	0%	0%	57,4%	22,8%	0%	0%
Februari 2023	0%	0%	29,1%	41%	0%	0%
Maret 2023	0%	0%	80,4%	10,6%	0%	0%
April 2023	0%	0%	85,4%	1,5%	0%	0%
Mei 2023	0%	0%	53,8%	27,1%	0%	0%
Juni 2023	10,3%	0%	59,3%	13,6%	0%	0%
Juli 2023	0%	0%	83%	7,4%	0%	0%
Agustus 2023	0%	0%	100%	0%	0%	0%
September 2023	0%	0%	20%	67%	0%	0%
Oktober 2023	0%	0%	0%	78%	0%	0%
November 2023	1%	3,9%	39,5%	39,4%	0%	0%
Desember 2023	10%	3,4%	40,5%	10,4%	0%	0%
Rata-Rata 2023	**2%**	**1%**	**54%**	**27%**	**0%**	**0%**
Januari 2024	2,1%	0%	25,7%	46,1%	0%	0%
Februari 2024	5,1%	4,3%	8,4%	53,4%	0%	0%
Maret 2024	6,9%	2,6%	38,3%	25,2%	0%	0%
April 2024	28%	51,2%	0%	14,1%	0%	0%

Periode	*Six Big Losses*					
	***Breakdown Losses* (%)**	***Setup and Adjustment Losses* (%)**	***Idling and Minor Stoppage* (%)**	***Reduced Speed Losses* (%)**	***Quality Defect & Rework Losses* (%)**	***Start Up (yield) Losses* (%)**
Mei 2024	0,4%	36,7%	35,5%	2,9%	0%	0%
Juni 2024	1,8%	9%	0,9%	41,1%	0%	0%
Juli 2024	5,6%	7,3%	27,5%	22,1%	0%	0%
Agustus 2024	3,4%	16,6%	17,3%	3,3%	0%	0%
September 2024	1,8%	25,8%	11%	22,8%	0%	0%
Oktober 2024	3,5%	13%	6,5%	25,3%	0%	0%
November 2024	1,3%	8,5%	31,4%	28,7%	0%	0%
Desember 2024	4,8%	4%	9,9%	28%	0%	0%
Rata-Rata 2024	**5,4%**	**14,9%**	**17,7%**	**26,1%**	**0%**	**0%**
Rata-Rata Keseluruhan	**3,6%**	**7,8%**	**35,9%**	**26,3%**	**0%**	**0%**

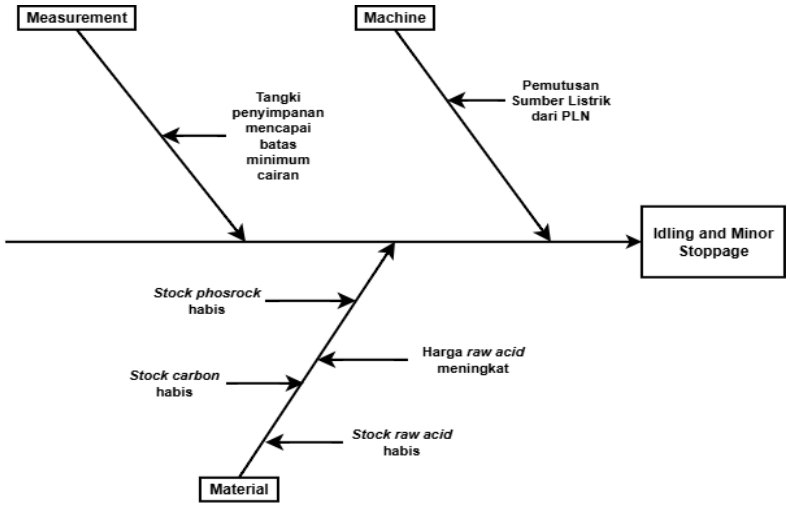
Berdasarkan analisis six big losses yang ditampilkan pada tabel 3, diketahui bahwa dari enam aspek dalam *six big losses,* yang paling mempengaruhi rendahnya nilai OEE terdapat pada persentase *idling and minor stoppage* dalam 2 periode, yaitu pada tahun 2023 sebesar 54% dan pada tahun 2024 sebesar 17,7% serta mencapai rata-rata sebesar 35,9%. Hal ini menandakan mayoritas kerugian diakibatkan karena kendala terkait material yang belum siap atau mengalami kehabisan *stock*.



Gambar 2. Hasil Diagram Pareto Analisis *Six Big Losses*

Berdasarkan hasil perhitungan *six big losses* pada tabel 3, dibuatkan terkait diagram pareto untuk menunjukkan seberapa berpengaruhnya nilai dari masing-masing aspek pada menurunnya nilai OEE pada mesin produksi asam fosfat. Apabila diperhatikan pada gambar 2, *idling and minor stoppage* menjadi faktor utama yang perlu ditindaklanjuti. Maka dari itu, perlu dijabarkan menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui sebab

akibat apa yang mempengaruhi besarnya persentase pada *idling and minor stoppage* seperti pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Diagram *Fishbone Idling and Minor Stoppage*

Berdasarkan hasil analisa efektivitas mesin produksi asam fosfat dengan 3 metode yang sudah dijelaskan sebelumnya, diperlukan rekomendasi sebagai tindakan perbaikan untuk meningkatkan nilai efektivitas yang ada menggunakan hierarki pengendalian K3:

1. Eliminasi: menghilangkan risiko kehabisan stok dengan menjalin kontrak pasokan eksklusif dengan pemasok atau dengan memproduksi *raw acid* secara internal.
2. Substitusi: mengganti pemasok tunggal dengan pemasok alternatif, mengganti bahan baku dengan bahan kimia yang lebih stabil harganya dan memiliki rantai pasok lebih handal, dan mengganti sistem pemesanan manual dengan sistem otomatis yang terintegrasi dengan pemasok (*Vendor Managed Inventory*).
3. Rekayasa *Engineering*: memasang genset otomatis dan UPS untuk peralatan kritis (seperti komputer dan sistem kontrol), memasang sensor level kontinu pada tangki penyimpanan yang terhubung dengan sistem pemesanan ulang otomatis, dan memasang sistem pelacak inventaris otomatis dengan peringatan waktu nyata.
4. Pengendalian Administratif: menerapkan sistem Kanban untuk karbon dan lakukan tinjauan tren konsumsi setiap pekan, membuat dan mensosialisasikan SOP untuk pengisian darurat dan penanganan *idling*, dan melakukan pelatihan rutin untuk operator mengenai; penggunaan sistem otomatis, prosedur darurat (listrik padam, bahan baku jabis), sampai identifikasi dini tanda-tanda prtensi *idling*.
5. Manajemen APD: perusahaan menyediakan alat pelindung diri, khususnya untuk proses pemeliharaan saat memeriksa instalasi listrik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Efectivenesss* didapatkan nilai rata-rata OEE mesin produksi asam fosfat dari tahun 2023 hingga 2024 sebesar 26,4%. Nilai tersebut masih jauh dari nilai standar ideal yang ditetapkan *Japan Institute of Plant Maintenace* yaitu sebesar 85%. Dengan nilai rata-rata *availability ratio* sebesar 52,8%, nilai *performance rate* sebesar 51% dan nilai q*uality rate* sebesar 95,8%. Rendahnya nilai OEE disebabkan oleh rendahnya nilai *idling and minor stoppage* yang dipengaruhi oleh habisnya stok bahan baku. Berdasarkan nilai OEE yang ada, diberikan rekomendasi berupa menjalin kontrak pasokan ekslusif dengan pemasok bahan baku, memasang genset dan UPS, serta menerapkan sistem Kanban dan melakukan tinjauan tren konsumsi mingguan.

DAFTAR PUSTAKA

Khan, F. I., & Abbasi, S. A. (1999). Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences. In *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* (Vol. 12). www.elsevier.com/locate/jlp

Kennedy, R. K. (2018). Understanding, Measuring, and Improving Overall Equipment Effectiveness: How to Use OEE to Drive Significant Process Improvement. Retrieved http://taylorandfrancis.com

Mitsel, A. A., Grirorieva, M. V., & Dunaeva, T. Y. (2021). Assessment of overall equipment effectiveness according to OEE methodology. *Journal of Physics: Conference Series*, *1889*(4). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1889/4/042002

Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, *46*(13), 3517–3535. https://doi.org/10.1080/00207540601142645

Musyafa'ah, M., & Sofiana, A. (2022). Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Application Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses on Disamatic Machine PT. XYZ. *OPSI*, *15*(1), 56. https://doi.org/10.31315/opsi.v15i1.6630

Nakajika, Seiichi. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press, Inc.

Saleem, F., Nisar, S., Khan, M. A., Khan, S. Z., & Sheikh, M. A. (2017). Overall equipment effectiveness of tyre curing press: A case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *23*(1), 39–56. https://doi.org/10.1108/JQME-06-2015-0021