

Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Evaluasi Proses Cleaning menggunakan Metode ERCS (Eliminate, Reduce, Combine, Simplify) untuk Peningkatan Efektivitas Produksi di PT Yili Indonesia Dairy

Monang Aprinda Putra^{1*}, Erwin Widodo²

¹⁻² Program Studi Profesi Insinyur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia

Korespondensi penulis: monang.2605@gmail.com

Abstract. This study aims to analyze the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of the ice cream production line at PT Yili Indonesia Dairy and to develop improvement proposals for the cleaning process using the Eliminate, Reduce, Combine, Simplify (ERCS) method. The study focuses on reducing cleaning time to improve Availability and equipment effectiveness. The research was conducted through direct observation of eight production cycles by collecting data on loading time, breakdown time, cleaning duration, production output, and product quality. The OEE value was calculated based on the Availability, Performance, and Quality components, while cleaning activities were analyzed using the Value-Added Activity (VA), Necessary Non-Value-Added Activity (NNVA), and Non-Value-Added Activity (NVA) approaches as the basis for developing improvement proposals using the ERCS method. The results showed that the average Availability, Performance, and Quality values were 84.18%, 97.60%, and 99.24%, respectively, resulting in an average OEE value of 81.54%, which is below the world-class OEE benchmark of 85%. Based on the proposed improvements, the cleaning duration was reduced from 4.78 hours to 3.75 hours, resulting in projected increases in Availability and OEE to 86.76% and 84.05%, respectively. These findings indicate that the ERCS method has the potential to improve cleaning process efficiency and equipment effectiveness.

Keywords: Cleaning Process; Combine; Eliminate; Reduce; Value-Added Activity.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada lini produksi es krim PT Yili Indonesia Dairy serta menyusun usulan perbaikan proses cleaning menggunakan metode Eliminate, Reduce, Combine, Simplify (ERCS). Fokus penelitian diarahkan pada pengurangan durasi cleaning untuk meningkatkan nilai Availability dan efektivitas penggunaan mesin. Penelitian dilakukan melalui observasi terhadap delapan cycle produksi dengan mengumpulkan data loading time, breakdown, durasi cleaning, output produksi, dan kualitas produk. Nilai OEE dihitung berdasarkan komponen Availability, Performance, dan Quality, sedangkan aktivitas cleaning dianalisis menggunakan pendekatan Value Added Activity (VA), Necessary Non-Value Added Activity (NNVA), dan Non-Value Added Activity (NVA) sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan menggunakan metode ERCS. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata Availability, Performance, dan Quality masing-masing sebesar 84,18%, 97,60%, dan 99,24%, sehingga diperoleh nilai rata-rata OEE sebesar 81,54%, yang masih berada di bawah standar world class OEE sebesar 85%. Hasil yang didapatkan, durasi cleaning menurun dari 4,78 jam menjadi 3,75 jam, sehingga nilai Availability dan OEE diproyeksikan meningkat menjadi 86,76% dan 84,05%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ERCS berpotensi meningkatkan efisiensi proses cleaning dan efektivitas penggunaan mesin.

Kata Kunci: Aktivitas Bernilai Tambah; Menggabungkan; Menghilangkan; Mengurangi; Proses Pembersihan.

1. LATAR BELAKANG

Industri manufaktur saat ini dituntut untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas agar mampu bersaing di pasar yang semakin kompetitif. Salah satu indikator yang banyak digunakan untuk mengukur kinerja mesin dan efektivitas proses produksi adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas penggunaan mesin melalui tiga komponen utama, yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Nilai OEE yang tinggi menunjukkan bahwa mesin beroperasi secara optimal

dengan *downtime* yang rendah, kecepatan produksi yang sesuai standar, serta menghasilkan produk dengan kualitas baik (Nakajima, 1988).

Namun, dalam praktiknya, pencapaian nilai OEE sering terhambat oleh berbagai faktor penyebab kerugian (*losses*). Salah satu penyebab dominan adalah *planned downtime*, khususnya waktu yang digunakan untuk aktivitas *cleaning process*. *Cleaning* merupakan aktivitas penting untuk menjaga higienitas dan kualitas produk, terutama di industri makanan dan minuman. Akan tetapi, lamanya waktu yang dibutuhkan untuk *cleaning* dapat mengurangi ketersediaan mesin (*availability*), sehingga berdampak langsung pada penurunan nilai OEE.

Berdasarkan data bulan Oktober 2025 hingga Desember 2025, diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk proses *cleaning* rata-rata mencapai 4,5 jam setiap kali dilakukan dari total 40 jam waktu produksi untuk satu *cyclenya*. Hal ini menyebabkan nilai *Availability* hanya sebesar 88,75%, yang masih berada di bawah standar *world class* $\geq 90\%$. Kondisi ini mengindikasikan adanya potensi perbaikan pada aktivitas *cleaning*. Jika waktu *cleaning* dapat dipangkas menjadi 3 jam, maka nilai *Availability* akan meningkat menjadi 92,5%, yang sudah melewati standar *world class*. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pengurangan waktu *cleaning* memberikan dampak signifikan terhadap efektivitas mesin dan kapasitas produksi (Nakajima, 1988; Muchiri & Pintelon, 2008).

Untuk mencapai hal tersebut, diperlukan pendekatan perbaikan proses yang sistematis. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah ERCS (*Eliminate, Reduce, Combine, Simplify*). Metode ini sederhana namun efektif dalam mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah dan merancang perbaikan proses. Melalui ERCS, aktivitas *cleaning* dapat dianalisis apakah ada langkah yang bisa dihilangkan (*eliminate*), dipersingkat (*reduce*), digabungkan dengan aktivitas lain (*combine*), atau disederhanakan (*simplify*). Dengan penerapan metode ini, diharapkan waktu *cleaning* dapat ditekan dari kondisi awal 4,5 jam menjadi lebih efisien, tanpa mengorbankan mutu maupun standar kebersihan yang berlaku (Barnes, 1997).

Penelitian ini berfokus pada pengukuran nilai OEE sebelum dan sesudah penerapan usulan perbaikan *cleaning* menggunakan metode ERCS. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran kondisi awal OEE dan faktor penyebab utama penurunan efektivitas, tetapi juga menawarkan solusi perbaikan yang aplikatif dan berorientasi pada peningkatan kinerja mesin secara berkelanjutan.

2. KAJIAN TEORITIS

Sistem Produksi dan Efektivitas

Sistem produksi merupakan suatu kesatuan aktivitas yang saling berhubungan dan terorganisir dengan tujuan untuk mengubah berbagai input menjadi output yang memiliki nilai tambah bagi konsumen. Input dalam sistem produksi meliputi bahan baku, tenaga kerja, energi, modal, serta informasi, sedangkan output-nya berupa barang atau jasa yang dihasilkan melalui proses tertentu. Menurut Irfan (2020), sistem produksi dalam industri manufaktur dirancang untuk mencapai efisiensi dan efektivitas melalui pengelolaan sumber daya secara optimal agar dapat memenuhi kebutuhan pasar dengan biaya produksi yang kompetitif.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan produk dari kegiatan operasi dengan *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan. Dalam mengukur kinerja mesin/peralatan yakni, *downtime losses*, *speed losses* dan *defect losses*. OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dari kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area bottleneck yang terdapat pada proses produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/peralatan (Nakajima, 1988).

Downtime dalam Proses Produksi

Downtime merupakan periode ketika mesin atau peralatan tidak dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, sehingga mengakibatkan terhentinya proses produksi. Dalam konteks efektivitas peralatan, *downtime* memiliki pengaruh besar terhadap nilai *availability* dalam pengukuran *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Menurut Setiawan et al. (2024), *downtime* diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yaitu *downtime* terencana (*planned downtime*) dan *downtime* tidak terencana (*unplanned downtime*).

Downtime terencana adalah waktu henti yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh pihak manajemen produksi dengan tujuan tertentu, seperti kegiatan *cleaning*, *setup changeover*, inspeksi rutin, atau *preventive maintenance*. Jenis *downtime* ini bersifat strategis karena dilakukan untuk menjaga kondisi mesin agar tetap optimal dan mencegah terjadinya kerusakan lebih serius di kemudian hari (Irfan, 2020).

Cleaning Process dalam Industri Manufaktur

Proses *cleaning* atau pembersihan merupakan salah satu aktivitas penting dalam industri manufaktur yang bertujuan untuk menjaga performa mesin, kualitas produk, serta keselamatan kerja. Menurut Irfan (2020), proses *cleaning* termasuk dalam kategori *planned downtime* karena dilakukan secara terjadwal untuk memastikan mesin bebas dari kontaminan, residu bahan, atau partikel yang dapat memengaruhi hasil produksi. *Cleaning* yang dilakukan secara rutin terbukti dapat memperpanjang umur mesin dan mengurangi potensi terjadinya kerusakan mendadak (*unplanned downtime*).

Cleaning process merupakan aktivitas penting dalam sistem produksi yang bertujuan untuk menjaga kebersihan mesin, peralatan, dan lingkungan kerja dari sisa bahan, debu, minyak, maupun kontaminan lainnya yang dapat mengganggu kualitas hasil produksi.

Metode ERCS (Eliminate, Reduce, Combine, Simplify)

Metode ERCS (*Eliminate, Reduce, Combine, Simplify*) merupakan pendekatan sistematis yang digunakan dalam upaya peningkatan efisiensi proses produksi dengan cara mengidentifikasi, meninjau, dan memperbaiki aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Menurut Irfan (2020), metode ini berfokus pada penyederhanaan proses kerja agar waktu produksi, tenaga, serta sumber daya dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengurangi kualitas hasil akhir. Penerapan metode ERCS terbukti efektif dalam meningkatkan *availability* dan performa mesin, terutama jika dikombinasikan dengan analisis OEE.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan praktik keinsinyuran yang dilaksanakan di lini produksi PT Yili Indonesia Dairy dengan fokus menganalisis pengaruh durasi *cleaning process* terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) serta menyusun usulan perbaikan menggunakan metode *Eliminate, Reduce, Combine, Simplify* (ERCS). Kegiatan praktik dilaksanakan selama empat bulan, yaitu Januari–April, dengan observasi pada hari kerja (Senin–Jumat) pukul 08.00–17.00 WIB. Objek penelitian meliputi aktivitas *cleaning process*, waktu operasi mesin, *downtime*, output produksi, dan kualitas produk. Instrumen yang digunakan berupa alat pelindung diri (APD), alat tulis, laptop, formulir pencatatan *downtime*, data produksi, serta standar operasional *cleaning*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di area produksi, wawancara dengan operator dan teknisi, serta studi dokumentasi terhadap laporan produksi harian dan data operasional perusahaan. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung komponen OEE (*Availability, Performance, dan Quality*), dilanjutkan dengan pemetaan aktivitas *cleaning* menggunakan pendekatan *work study* dan

analisis metode ERCS untuk mengidentifikasi aktivitas yang dapat dieliminasi, dikurangi, digabungkan, atau disederhanakan sebagai dasar penyusunan usulan peningkatan efektivitas mesin.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Tabel 1. Data Hasil Observasi.

<i>Cycle</i>	Awal Produksi	Mulai Produksi	Tanggal Selesai Produksi	Speed (pcs/menit)	Loading Time	Breakdown	Cleaning	Output
1	05/01/2026		07/01/26	21,2	40	3,00	5,67	38660
2	07/01/2026		09/01/26	21,2	40	0,83	4,67	42884
3	12/01/2026		14/01/26	21,2	40	2,25	4,00	40930
4	14/01/2026		16/01/26	21,2	40	3,13	5,52	39181
5	19/01/2026		21/01/26	21,2	40	0,67	4,00	44438
6	21/01/2026		23/01/26	21,2	40	1,17	3,65	42747
7	26/01/2026		28/01/26	21,2	40	0,42	5,25	43266
8	28/01/2026		30/01/26	21,2	40	0,92	5,50	42312

Data Quality diperoleh dari Departement Quality perusahaan, dengan data yang dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Data Quality.

<i>Cycle</i>	<i>Quality</i>
1	99,17%
2	99,36%
3	99,44%
4	99,12%
5	99,01%
6	98,88%
7	99,55%
8	99,42%

Proses Cleaning

Pada lini produksi es krim di PT Yili Indonesia Dairy, proses cleaning dilakukan setelah produksi selesai atau saat pergantian varian produk. Aktivitas cleaning termasuk ke dalam planned downtime karena selama proses berlangsung mesin harus dihentikan sementara sehingga tidak dapat digunakan untuk produksi. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya waktu operasi mesin dan berdampak langsung terhadap nilai Availability pada perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Secara umum, tahapan cleaning dimulai dari penghentian mesin produksi dan proses line clearance untuk memastikan tidak ada material yang masih tertinggal di dalam mesin maupun jalur produksi. Setelah itu operator melakukan persiapan alat dan bahan cleaning yang digunakan selama proses pembersihan berlangsung. Tahapan

berikutnya adalah proses pembongkaran beberapa bagian mesin yang memerlukan pembersihan manual, seperti nozzle filling, hopper, filter, dan bagian tertentu yang sering terkena residu es krim. Setelah pembongkaran selesai, dilakukan proses pembersihan menggunakan air, chemical cleaning, dan alat bantu pembersih sesuai standar perusahaan. Pada beberapa bagian jalur produksi digunakan sistem CIP (*Clean In Place*) untuk membersihkan pipa dan tanki tanpa perlu dilakukan pembongkaran mesin secara menyeluruh. Setelah selesai cleaning, dilakukan instalasi part yang kemudian dilanjutkan dengan sirkulasi untuk memastikan kebersihan dari part mesin tersebut.

Berdasarkan observasi, untuk membersihkan satu mesin filling diperlukan 6 orang yang terbagi dalam 3 group, dimana masing masing group terdiri dari 2 orang. *Activity* dari masing masing group dan durasinya dapat dilihat pada tabel 3 hingga tabel 5.

Tabel 3. Data Activity Team 1.

No	Aktivitas	Duration
1	Pembongkaran Nozel dan Piston Hopper 1	00:28
2	Pembilasan Hopper 2 Menggunakan <i>Soft Water</i>	00:03
3	Pembersihan Nozel	01:31
4	Pembongkaran Hopper 2	00:32
5	Menunggu Mesin Foaming	00:25
6	Pembilasan Hopper 1 Menggunakan Larutan Sabun	00:12
7	Pembilasan Hopper 2 Menggunakan Larutan Sabun	00:12
8	Pembilasan Hopper 1 Menggunakan Larutan Klorin	00:20
9	Pembilasan Hopper 2 Menggunakan Larutan Klorin	00:20
10	Pemasangan Piston Hopper 1	00:34
11	Pemasangan Piston Hopper 2	00:34
12	Pembilasan <i>Stick Inserter</i> Menggunakan Larutan Klorin	00:20
13	Menunggu Mesin Foaming	00:08
14	Pembersihan <i>Stick Inserter</i> Menggunakan Larutan Sabun	00:12
15	Pembilasan Akhir <i>Stick Inserter</i> Menggunakan Larutan Klorin	00:06
16	Menunggu Selang untuk pengisian hopper	00:12
17	Pengisian Larutan Alkali ke Hopper 1	00:05
18	Sirkulasi Larutan Alkali pada Hopper 1	00:14
19	Pengisian Larutan Alkali ke Hopper 2	00:05
20	Sirkulasi Larutan Alkali pada Hopper 2	00:12
21	Pengisian Air Panas ke Hopper 1	00:04
22	Sirkulasi Air Panas pada Hopper 1	00:15
23	Pengisian Air Panas ke Hopper 2	00:04
24	Sirkulasi Air Panas pada Hopper 2	00:16
25	Pengisian Larutan PAA ke Hopper 1	00:06
26	Sirkulasi Larutan PAA pada Hopper 1	00:12
27	Pengisian Larutan PAA ke Hopper 2	00:08
28	Sirkulasi Larutan PAA pada Hopper 2	00:16
29	Uji Coba Operasional <i>Stick Inserter</i>	00:07
30	Pemasangan Nozel Hopper 1	00:03
31	Pemasangan Nozel Hopper 2	00:04
Total		04:55

Tabel 4. Data Activity Group 2.

No	Aktivitas	Durasi
1	Pembuangan Air dari Bak Cleaning	00:19
2	Pembongkaran Bak Cleaning	00:26
3	Pembersihan Bak Cleaning Menggunakan Larutan Sabun	00:23
4	Pembilasan Bak Cleaning Menggunakan <i>Soft Water</i>	00:13
5	Pemasangan Sistem Spray pada Bak Cleaning	00:42
6	Pemasangan Bak Cleaning	00:17
	Pengisian Air ke dalam Bak Cleaning	00:39
7	Waiting Mesin Selesai cleaning untuk sirkulasi	00:19
8	Sirkulasi Tahap 1	00:41
9	Penggantian Air Bak Cleaning	00:22
10	Sirkulasi Tahap 2	00:07
Total		04:34

Tabel 5. Data Activity Group 3.

No	Aktivitas	Durasi
1	Pelepasan Wrapper	00:15
2	<i>Flushing</i> Chain Carrier Menggunakan Air Panas	00:11
3	Pembukaan Cover Finseal	00:11
4	Pelepasan Bucket Conveyor	00:09
5	Pembersihan Finseal SLW 1	00:09
6	Perendaman Bucket Menggunakan <i>Soft Water</i>	00:13
7	Penyikatan Bucket	01:15
8	Waiting Foaming Machine	00:12
9	Pembersihan SLW Menggunakan Metode Foaming	00:04
10	Penyikatan Chain Carrier SLW	00:23
11	Pelepasan Cover Finseal SLW	00:09
12	Pembersihan Finseal SLW	00:25
13	Pembilasan Seluruh Area SLW	00:28
14	Pembilasan Bucket Menggunakan Air Panas	00:17
15	Perendaman Bucket Menggunakan Larutan Klorin	00:14
16	Pemasangan Bucket	00:16
18	Pembilasan Conveyor Menggunakan Air Panas	00:12
19	Pemasangan Cover	00:01
20	Pembilasan Menggunakan Larutan Klorin	00:14
21	Pemasangan Wrapper	00:22
22	Uji Coba Operasional Wrapper	00:16
Total		04:42

Pengolahan Data

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat dihitung nilai dari availability, performance, dan quality.

a. Availability

$$Availability = \frac{Operating Time(Operating Time-Downtime)}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots (i)$$

b. Performance

$$Performance = \frac{Actual Output}{Target Output} \times 100\% \dots\dots\dots (ii)$$

$$Performance = \frac{Actual\ Output}{(speed\ machine \times Operating\ time \times 60)} \times 100\% \dots\dots\dots (iii)$$

c. Quality

$$Quality = \frac{Good\ Product}{Total\ Product} \times 100\% \dots\dots\dots (iv)$$

Data Quality diperoleh dari Departement Quality perusahaan, dengan data yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Data Quality.

Cycle	Quality
1	99,17%
2	99,36%
3	99,44%
4	99,12%
5	99,01%
6	98,88%
7	99,55%
8	99,42%

Berdasarkan rumus penghitungan OEE, didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tabel Hasil Perhitungan OEE.

Cycle	Availability	Performance	Quality	OEE
1	78,33%	97,01%	99,17%	75,35%
2	86,25%	97,72%	99,36%	83,75%
3	84,38%	95,34%	99,44%	79,99%
4	78,38%	98,25%	99,12%	76,33%
5	88,33%	98,87%	99,01%	86,47%
6	87,96%	95,52%	98,88%	83,07%
7	85,83%	99,07%	99,55%	84,65%
8	83,96%	99,05%	99,42%	82,68%

Analisis Aktivitas Cleaning

Berdasarkan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), diketahui bahwa komponen yang paling memengaruhi efektivitas mesin adalah *Availability*. Nilai *Availability* dipengaruhi oleh berkurangnya waktu operasi mesin akibat adanya *downtime* selama proses produksi berlangsung. Salah satu penyumbang *downtime* yang memiliki durasi cukup besar adalah aktivitas cleaning yang dilakukan setelah proses produksi selesai maupun saat pergantian varian produk. Proses *cleaning* termasuk ke dalam kategori *planned downtime* karena selama aktivitas berlangsung mesin tidak dapat digunakan untuk proses produksi. Semakin lama durasi *cleaning*, maka waktu operasi mesin (*operating time*) akan semakin berkurang sehingga menyebabkan penurunan nilai *Availability* dan berdampak pada penurunan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, proses cleaning pada lini produksi es krim dilakukan secara paralel oleh beberapa kelompok operator dengan pembagian area kerja yang

berbeda. Setiap kelompok memiliki rangkaian aktivitas yang meliputi pembongkaran komponen mesin, proses pencucian menggunakan air dan bahan kimia, sirkulasi larutan cleaning, pemasangan kembali komponen mesin, hingga pengujian operasional sebelum mesin digunakan kembali. Untuk mengetahui aktivitas yang menyebabkan durasi cleaning menjadi lebih panjang, dilakukan analisis terhadap urutan aktivitas dan waktu pengerjaan menggunakan Tabel *Activity*. Hasil analisis digunakan untuk mengidentifikasi *bottleneck* serta aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value Added Activity*) sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan menggunakan metode ERCS (*Eliminate, Reduce, Combine, Simplify*).

Berdasarkan hasil observasi aktivitas cleaning pada lini produksi es krim di PT Yili Indonesia Dairy, dilakukan klasifikasi aktivitas berdasarkan konsep *Lean Manufacturing* untuk mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah (*Value Added*), aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi masih diperlukan (*Necessary Non Value Added*), serta aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non Value Added*). Klasifikasi ini dilakukan untuk mengetahui peluang perbaikan pada proses cleaning sehingga dapat mengurangi durasi cleaning tanpa mengurangi efektivitas kebersihan mesin. Aktivitas *Value Added* (VA) merupakan aktivitas yang secara langsung memberikan kontribusi terhadap tercapainya tujuan proses cleaning, yaitu menghilangkan residu dan memastikan kondisi mesin memenuhi standar kebersihan sebelum digunakan kembali untuk produksi. Aktivitas *Necessary Non Value Added* (NNVA) merupakan aktivitas yang tidak secara langsung meningkatkan hasil cleaning namun masih diperlukan untuk mendukung proses, seperti aktivitas pembongkaran dan pemasangan komponen mesin. Sedangkan aktivitas *Non Value Added* (NVA) merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan tidak memengaruhi hasil cleaning sehingga berpotensi untuk dikurangi atau dihilangkan. Hasil klasifikasi aktivitas dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 5. Tabel Kategori Activity.

Kategori	Aktivitas	Alasan
VA	Pembersihan Nozel	Menghilangkan residu produk
VA	Pembilasan Menggunakan Larutan Sabun	Membersihkan permukaan mesin
VA	Pembilasan Menggunakan Larutan Klorin	Sanitasi mesin
VA	Pengisian dan Sirkulasi Alkali	Menghilangkan kontaminan
VA	Pengisian dan Sirkulasi Air Panas	Membantu proses pembersihan
VA	Pengisian dan Sirkulasi PAA	Sanitasi akhir
VA	Pembersihan Stick Inserter	Memastikan kebersihan komponen
VA	Penyikatan Bucket dan Chain Carrier	Menghilangkan sisa produk
NNVA	Pembongkaran Hopper	Diperlukan agar area dapat dibersihkan
NNVA	Pembongkaran Nozel dan Piston	Membuka akses cleaning
NNVA	Pemasangan Piston	Mengembalikan kondisi operasional
NNVA	Pemasangan Nozel	Persiapan produksi
NNVA	Pemasangan Cover	Menyiapkan mesin untuk digunakan
NNVA	Uji Coba Operasional	Verifikasi fungsi mesin

NVA	Menunggu Mesin Foaming	Tidak memberikan perubahan pada hasil cleaning
NVA	Menunggu Selang Pengisian Hopper	Menambah durasi cleaning
NVA	Waiting Mesin Selesai Cleaning untuk Sirkulasi	Aktivitas menunggu
NVA	Waktu sirkulasi	Standard sirkulasi (alkali, hot water, atau PAA) hanya 10 menit berdasarkan SOP dari department quality

Berdasarkan hasil klasifikasi tersebut, diketahui bahwa masih terdapat aktivitas yang termasuk kategori *Non Value Added* (NVA), terutama aktivitas menunggu (*waiting*) akibat ketergantungan antarproses dan penggunaan fasilitas yang sama, selain itu juga durasi sirkulasi yang melebihi standard dari departement quality menjadikannya pemborosan waktu. Selain itu, ditemukan aktivitas *Necessary Non Value Added* (NNVA) dengan durasi yang cukup besar seperti pembongkaran dan pemasangan komponen mesin. Aktivitas kategori NVA menjadi prioritas utama untuk dieliminasi atau dikurangi karena tidak memberikan kontribusi terhadap hasil cleaning. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode ERCS (*Eliminate, Reduce, Combine, Simplify*) untuk menyusun usulan perbaikan proses cleaning

Analisis Menggunakan Metode ERCS (*Eliminate, Reduce, Combine, Simplify*)

Berdasarkan hasil analisis aktivitas cleaning pada subbab sebelumnya, diketahui bahwa masih terdapat aktivitas yang menyebabkan durasi cleaning menjadi relatif panjang dan berdampak terhadap penurunan nilai Availability pada perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Aktivitas tersebut terdiri atas aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value Added Activity*) maupun aktivitas yang masih dapat disederhanakan tanpa mengurangi kualitas hasil *cleaning*. Untuk mengurangi durasi cleaning dan meningkatkan efisiensi proses, dilakukan analisis menggunakan metode ERCS (*Eliminate, Reduce, Combine, Simplify*). Metode ERCS digunakan untuk mengevaluasi setiap aktivitas berdasarkan kemungkinan penghilangan aktivitas, pengurangan durasi, penggabungan pekerjaan, serta penyederhanaan alur kerja.

Eliminate

Tahap *Eliminate* dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan dapat dihilangkan dari proses cleaning. Berdasarkan hasil observasi ditemukan beberapa aktivitas menunggu (*waiting*) yang tidak memberikan kontribusi terhadap hasil cleaning. Aktivitas yang diusulkan untuk dieliminasi antara lain:

- a. Menunggu mesin *foaming*.

Berdasarkan hasil observasi, proses cleaning dilakukan secara bersamaan pada 10 line produksi dengan hanya menggunakan 1 unit mesin *foaming*. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya aktivitas menunggu pada beberapa line sebelum proses *foaming* dapat dilakukan. Untuk mengurangi waktu tunggu tersebut, usulan perbaikan

yang dapat dilakukan adalah penambahan fasilitas mesin foaming atau pengaturan ulang jadwal penggunaan mesin agar proses cleaning dapat berlangsung lebih efektif.

b. Menunggu selang untuk pengisian hopper.

Proses pengisian hopper dan sirkulasi menggunakan selang dengan jumlah terbatas, yaitu hanya tersedia 2 unit untuk digunakan pada 10 line produksi. Keterbatasan tersebut menyebabkan operator harus menunggu sebelum proses pengisian dapat dilakukan. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan yaitu penambahan jumlah selang atau pengaturan penggunaan fasilitas secara terjadwal untuk mengurangi waktu tunggu.

Reduce

Tahap *Reduce* dilakukan dengan mengurangi waktu pada aktivitas yang masih diperlukan namun memiliki durasi cukup besar. Aktivitas yang menjadi fokus pengurangan antara lain:

a. Penyikatan bucket, Pembersihan nozel, dan Aktivitas pemasangan dan pembongkaran komponen.

Berdasarkan hasil observasi, terdapat operator alih daya yang belum sepenuhnya terbiasa melakukan proses cleaning sehingga waktu penyelesaian aktivitas menjadi lebih lama. Oleh karena itu, pengurangan durasi aktivitas diusulkan melalui pelaksanaan *on job training*, pembagian pekerjaan yang lebih merata, standarisasi metode cleaning, serta pengaturan ulang area kerja operator.

b. Durasi sirkulasi yang melebihi standar

Berdasarkan standar operasional yang ditetapkan Departemen Quality, durasi sirkulasi ditentukan selama 10 menit. Namun pada kondisi aktual ditemukan durasi pelaksanaan yang melebihi standar. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh belum tersedianya media pemantauan waktu di area produksi. Oleh karena itu, usulan perbaikan dilakukan melalui penyediaan penunjuk waktu (*timer*) sebagai alat bantu pengendalian durasi sirkulasi.

Combine

Tahap *Combine* dilakukan dengan menggabungkan aktivitas yang memungkinkan untuk dikerjakan secara paralel tanpa mengurangi efektivitas cleaning. Aktivitas yang dapat digabungkan antara lain:

- a. Persiapan larutan cleaning dengan proses pembongkaran komponen.
- b. Aktivitas pembilasan antar hopper.
- c. Pengisian larutan dan persiapan area cleaning berikutnya.

Dengan penggabungan aktivitas tersebut diharapkan waktu tunggu antar proses dapat dikurangi.

Simplify

Tahap Simplify dilakukan untuk menyederhanakan urutan kerja agar proses cleaning menjadi lebih efektif. Upaya penyederhanaan dilakukan melalui:

- Penyusunan ulang urutan aktivitas cleaning.
- Pengurangan perpindahan operator.
- Standarisasi urutan pemasangan dan pembongkaran komponen.
- Penataan peralatan cleaning agar lebih mudah dijangkau.

Hasil Perbaikan Proses Cleaning

Berdasarkan usulan perbaikan yang telah disusun, dilakukan ujicoba perubahan alur aktivitas cleaning untuk menggambarkan kondisi proses setelah usulan diterapkan. Ujicoba dilakukan sebanyak 3 kali dengan hasil akhir yang dapat dilihat pada Tabel 9 hingga Tabel 11.

Tabel 6. Data Activity setelah Perbaikan (Group 1).

No	Aktivitas	Duration
1	Pembongkaran Nozel dan Piston Hopper 1	00:20
2	Pembilasan Hopper 2 Menggunakan <i>Soft Water</i>	00:03
3	Pembersihan Nozel	01:00
4	Pembongkaran Hopper 2	00:30
6	Pembilasan Hopper 1 Menggunakan Larutan Sabun	00:11
7	Pembilasan Hopper 2 Menggunakan Larutan Sabun	00:11
8	Pembilasan Hopper 1 Menggunakan Larutan Klorin	00:10
9	Pembilasan Hopper 2 Menggunakan Larutan Klorin	00:10
10	Pemasangan Piston Hopper 1	00:30
11	Pemasangan Piston Hopper 2	00:30
12	Pembilasan <i>Stick Inserter</i> Menggunakan Larutan Klorin	00:10
13	Menunggu Mesin Foaming	00:00
14	Pembersihan <i>Stick Inserter</i> Menggunakan Larutan Sabun	00:10
15	Pembilasan Akhir <i>Stick Inserter</i> Menggunakan Larutan Klorin	00:10
16	Menunggu Selang untuk pengisian hopper	00:00
17	Pengisian Larutan Alkali ke Hopper 1	00:06
18	Sirkulasi Larutan Alkali pada Hopper 1	00:10
19	Pengisian Larutan Alkali ke Hopper 2	00:06
20	Sirkulasi Larutan Alkali pada Hopper 2	00:10
21	Pengisian Air Panas ke Hopper 1	00:04
22	Sirkulasi Air Panas pada Hopper 1	00:10
23	Pengisian Air Panas ke Hopper 2	00:05
24	Sirkulasi Air Panas pada Hopper 2	00:10
25	Pengisian Larutan PAA ke Hopper 1	00:05
26	Sirkulasi Larutan PAA pada Hopper 1	00:10
27	Pengisian Larutan PAA ke Hopper 2	00:06
28	Sirkulasi Larutan PAA pada Hopper 2	00:10
29	Uji Coba Operasional <i>Stick Inserter</i>	00:07
30	Pemasangan Nozel Hopper 1	00:02
31	Pemasangan Nozel Hopper 2	00:04
Total		03:20

Tabel 7. Data Activity setelah Perbaikan (Group 2).

No	Aktivitas	Durasi
1	Pembuangan Air dari Bak Cleaning	00:19
2	Pembongkaran Bak Cleaning	00:20
3	Pembersihan Bak Cleaning Menggunakan Larutan Sabun	00:09
4	Pembilasan Bak Cleaning Menggunakan <i>Soft Water</i>	00:10
5	Pemasangan Sistem Spray pada Bak Cleaning	00:25
6	Pemasangan Bak Cleaning	00:15
	Pengisian Air ke dalam Bak Cleaning	00:30
7	Waiting Mesin Selesai cleaning untuk sirkulasi	00:17
8	Sirkulasi Tahap 1	00:30
9	Penggantian Air Bak Cleaning	00:10
10	Sirkulasi Tahap 2	00:15
Total		03:24

Tabel 11. Data Activity setelah Perbaikan (Group 3).

No	Aktivitas	Durasi
1	Pelepasan Wrapper	00:15
2	<i>Flushing</i> Chain Carrier Menggunakan Air Panas	00:11
3	Pembukaan Cover Finseal	00:10
4	Pelepasan Bucket Conveyor	00:09
5	Pembersihan Finseal SLW 1	00:10
6	Perendaman Bucket Menggunakan <i>Soft Water</i>	00:13
7	Penyikatan Bucket	00:59
9	Pembersihan SLW Menggunakan Metode Foaming	00:04
10	Penyikatan Chain Carrier SLW	00:15
11	Pelepasan Cover Finseal SLW	00:05
12	Pembersihan Finseal SLW	00:20
13	Pembilasan Seluruh Area SLW	00:14
14	Pembilasan Bucket Menggunakan Air Panas	00:15
15	Perendaman Bucket Menggunakan Larutan Klorin	00:15
16	Pemasangan Bucket	00:14
18	Pembilasan Conveyor Menggunakan Air Panas	00:10
19	Pemasangan Cover	00:01
20	Pembilasan Menggunakan Larutan Klorin	00:11
21	Pemasangan Wrapper	00:10
22	Uji Coba Operasional Wrapper	00:15
Total		03:45

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada lini produksi es krim PT Yili Indonesia Dairy, diperoleh nilai rata-rata OEE sebesar 81,54%. Nilai tersebut diperoleh dari hasil perhitungan komponen *Availability*, *Performance*, dan *Quality* pada delapan *cycle* produksi yang diamati selama penelitian berlangsung. Apabila dibandingkan dengan standar world class OEE sebesar 85%, maka nilai OEE yang diperoleh masih berada di bawah standar tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan mesin pada lini produksi masih memiliki peluang untuk ditingkatkan melalui pengurangan losses dan optimalisasi proses operasional.

Berdasarkan hasil perhitungan masing-masing komponen OEE, diketahui bahwa komponen *Performance* dan *Quality* menunjukkan nilai yang relatif tinggi dan stabil pada setiap cycle produksi. Nilai *Performance* berada pada rentang 95,34%–99,07%, sedangkan nilai *Quality* berada pada rentang 98,88%–99,55%. Sebaliknya, komponen *Availability* memiliki nilai rata-rata 84,18%, lebih rendah dibandingkan dua komponen lainnya. Rendahnya nilai *Availability* disebabkan oleh berkurangnya operating time akibat downtime, yang pada penelitian ini berasal dari aktivitas cleaning. Oleh karena itu, peningkatan *Availability* menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan nilai OEE.

Proses cleaning dipilih sebagai objek perbaikan karena termasuk dalam kategori *planned downtime* yang masih dapat dikendalikan melalui perbaikan metode kerja tanpa memerlukan perubahan pada spesifikasi utama mesin produksi. Hasil observasi menunjukkan bahwa aktivitas cleaning dilakukan secara paralel oleh beberapa kelompok operator, namun durasi keseluruhan proses masih ditentukan oleh aktivitas yang memiliki waktu penyelesaian paling lama (*bottleneck*). Selain itu, hasil analisis aktivitas menunjukkan masih terdapat aktivitas *Non-Value Added* (NVA), seperti waktu menunggu (*waiting*) akibat keterbatasan fasilitas cleaning, serta aktivitas *Necessary Non-Value Added* (NNVA) yang masih diperlukan tetapi memiliki potensi untuk dioptimalkan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa lamanya proses cleaning tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas pembersihan, tetapi juga oleh pengelolaan sumber daya, fasilitas, dan metode kerja.

Berdasarkan hasil identifikasi tersebut dilakukan analisis menggunakan metode ERCS (*Eliminate, Reduce, Combine, Simplify*). Melalui pendekatan *Eliminate*, diusulkan penghilangan aktivitas menunggu akibat antrean penggunaan foaming machine dan selang pengisian hopper. Pada tahap *Reduce*, dilakukan pengurangan durasi aktivitas manual melalui standardisasi metode kerja dan peningkatan kompetensi operator. Tahap *Combine* dilakukan dengan menggabungkan aktivitas yang dapat dikerjakan secara paralel, sedangkan tahap *Simplify* dilakukan melalui penyusunan ulang urutan kerja sehingga aliran proses menjadi lebih efektif dan mengurangi perpindahan operator yang tidak diperlukan.

Sebagai bentuk penerapan prinsip keinsinyuran, usulan perbaikan tidak hanya berfokus pada perubahan metode kerja, tetapi juga mencakup perbaikan sistem produksi melalui pendekatan man, machine, method, dan material. Pada aspek man, diusulkan pelaksanaan *on-the-job training*, standardisasi metode kerja, dan pembagian tugas operator yang lebih seimbang untuk mengurangi variasi waktu kerja. Pada aspek *machine*, diusulkan penambahan foaming machine, penyediaan dedicated hose pada setiap lini, serta pemasangan digital timer untuk mengendalikan durasi sirkulasi sesuai standar. Pada aspek *method*, dilakukan

penyusunan ulang *Standard Operating Procedure* (SOP) dengan menerapkan konsep *parallel cleaning*, penggabungan aktivitas yang dapat dilakukan secara bersamaan, dan penyederhanaan alur kerja berdasarkan hasil analisis ERCS. Sementara itu, pada aspek material, diusulkan standardisasi proses persiapan larutan cleaning sehingga proses pencampuran dapat dilakukan sebelum aktivitas cleaning dimulai. Perubahan-perubahan tersebut merupakan bentuk rekayasa sistem (*engineering improvement*) yang dirancang untuk menghilangkan pemborosan, meningkatkan efisiensi proses, dan mendukung keberlanjutan implementasi usulan perbaikan.

Berdasarkan simulasi terhadap usulan perubahan tersebut, durasi cleaning diproyeksikan menurun dari rata-rata 4,78 jam menjadi 3,75 jam, atau berkurang sekitar 21,55%. Penurunan durasi cleaning memberikan tambahan *operating time* sehingga nilai rata-rata *Availability* diproyeksikan meningkat dari 84,18% menjadi 86,76%. Dengan asumsi nilai *Performance* dan *Quality* tetap sesuai kondisi aktual, nilai rata-rata OEE diproyeksikan meningkat dari 81,54% menjadi 84,05%. Meskipun belum mencapai standar world class OEE sebesar 85%, hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan perubahan keinsinyuran berbasis metode ERCS mampu meningkatkan efektivitas penggunaan mesin dan memberikan dasar bagi perusahaan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut, seperti pengurangan breakdown, peningkatan keandalan mesin, dan penguatan penerapan standar kerja secara berkelanjutan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan pada lini produksi es krim PT Yili Indonesia Dairy menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Eliminate, Reduce, Combine, Simplify* (ERCS), diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap delapan *cycle* produksi, diperoleh nilai rata-rata *Availability* sebesar 84,18%, nilai rata-rata *Performance* sebesar 97,60%, dan nilai rata-rata *Quality* sebesar 99,24%. Dari ketiga komponen tersebut diperoleh nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 81,54%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan mesin masih berada di bawah standar world class OEE sebesar 85%.

Berdasarkan analisis aktivitas cleaning, ditemukan bahwa proses *cleaning* masih mengandung aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value Added Activity*) dan aktivitas yang masih dapat dioptimalkan (*Necessary Non-Value Added Activity*). Aktivitas yang menjadi penyebab utama tingginya durasi cleaning antara lain aktivitas menunggu mesin

foaming, menunggu penggunaan selang pengisian hopper, durasi aktivitas manual yang tinggi pada proses penyikatan dan pembersihan komponen, serta durasi sirkulasi yang melebihi standar.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode ERCS, diperoleh usulan perbaikan berupa eliminasi aktivitas menunggu, pengurangan durasi aktivitas melalui standardisasi kerja dan pelatihan operator, penggabungan aktivitas yang dapat dilakukan secara paralel, serta penyederhanaan urutan kerja dan penataan fasilitas *cleaning*.

Berdasarkan ujicoba, durasi *cleaning* menurun dari rata-rata 4,78 jam menjadi 3,75 jam atau berpotensi mengalami penurunan sebesar 21,55%. Penurunan durasi *cleaning* tersebut diproyeksikan meningkatkan nilai rata-rata *Availability* dari 84,18% menjadi 86,76%. Dengan asumsi nilai *Performance* dan *Quality* tetap, nilai rata-rata OEE diproyeksikan meningkat dari 81,54% menjadi 84,05% atau mengalami peningkatan sebesar 2,51%.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan, antara lain:

Bagi Perusahaan

- a. Melakukan evaluasi terhadap aktivitas *cleaning* yang memiliki durasi tinggi dan aktivitas menunggu yang masih sering terjadi selama proses *cleaning*.
- b. Mempertimbangkan penambahan fasilitas pendukung *cleaning*, seperti mesin foaming dan selang pengisian, guna mengurangi waktu tunggu antaraktivitas.
- c. Melakukan standardisasi metode *cleaning* dan peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan agar durasi aktivitas manual menjadi lebih konsisten.
- d. Melakukan implementasi dan pengukuran ulang terhadap usulan perbaikan untuk mengetahui efektivitas aktual terhadap peningkatan OEE.

Bagi Penelitian Selanjutnya

- a. Melakukan implementasi langsung dari usulan perbaikan sehingga dapat diperoleh hasil aktual dan bukan hanya simulasi.
- b. Menambahkan analisis biaya (*cost analysis*) terhadap usulan perbaikan untuk mengetahui kelayakan implementasi.

Mengembangkan penelitian dengan mempertimbangkan faktor lain yang memengaruhi OEE seperti breakdown, konsumsi energi, maupun produktivitas operator.

DAFTAR REFERENSI

- Ahlqaaq, A. M. S., Cahyadi, D., & Handika, F. S. (2017). Analisa perawatan mesin pulper menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 3(2), 59–64. <https://doi.org/10.30656/intech.v3i2.878>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709–756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Alfiansyah, A. (2024). *Perbaikan nilai Overall Equipment Effectiveness pada mesin stamping press 200 T menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis di PT X* (Doctoral dissertation, President University).
- Barnes, R. M. (1997). *Motion and time study: Design and measurement of work* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488–1502. <https://doi.org/10.1108/01443570010355750>
- Fijra, R., Putri, A. R., & Anggraeni, F. (2024). Evaluasi efektivitas mesin *Hammer Mill* pada proses produksi SIR 20 di PT XYZ. *Jurnal Manajemen dan Teknologi Rekayasa*, 3(2), 103–112. <https://doi.org/10.28989/jumantara.v3i2.2287>
- Irfan, M. (2020). *Analisis Overall Equipment Effectiveness untuk meningkatkan keefektifan pada mesin press* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- Lie, M. A. (2025). Analisis efektivitas mesin produksi menggunakan metode OEE pada industri makanan: Studi kasus di PT “Y”. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.47134/jme.v2i1.3966>
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature review and practical application. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535. <https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total productive maintenance*. Productivity Press.
- Nugroho, I. H., Salahudin, X., & Hilmy, F. (2025). Optimasi produktivitas mesin Microfeed melalui pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE): Studi kasus di industri manufaktur. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 4(1), 63–68. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i1.542>
- Purba, H. H., Jaqin, C., Hasibuan, S., Amrina, U., & Qulub, I. S. (2024). Analisis penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada industri manufaktur komponen elektronik. *Journal of Community Services in Sustainability*, 2(2), 18–25. <https://doi.org/10.52330/jocss.v2i2.332>
- Salekha, K. E., & Apriliani, F. (2024). Analisis efektivitas mesin Extruder 1 dengan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada perusahaan penghasil ban di Kabupaten Bogor. *Factory: Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri*, 2(3), 134–146. <https://doi.org/10.56211/factory.v2i3.494>

- Setiawan, R., Prasetyo, Z., Marhan, Z. I., Agustin, D. N., & Setiawan, I. (2024). Aplikasi metode Overall Equipment Effectiveness di industri manufaktur: Literature review. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 161–170. <https://doi.org/10.36040/industri.v14i2.5851>
- Suhendra, R., & Betrianis, B. (2005). Pengukuran nilai Overall Equipment Effectiveness sebagai dasar usaha perbaikan proses manufaktur pada lini produksi (Studi kasus pada stamping production division sebuah industri otomotif). *Jurnal Teknik Industri*, 7(2), 91–100. <https://doi.org/10.9744/jti.7.2.91-100>