

Penerapan Metode Total Productive Maintenance Dan Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Sterilizer Di PT. Tri Cahaya Sawit

Roy Aldo S¹, Zefanya Situmorang², Jusra Tampubolon³

^{1, 2, 3} Teknik industri, Fak. Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia

Aldos7476@gmail.com zefanyasitumorang03@gmail.com

Abstract

Machine effectiveness is a critical factor in ensuring smooth operations within the palm oil processing industry. One of the most vital machines in this process is the sterilizer, which functions to deactivate enzymes, soften fruit, and facilitate the detachment of fruit bunches. This study aims to evaluate the effectiveness level of the sterilizer machine at PT. Tri Cahaya Sawit using the *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* method and to propose an improvement strategy based on *Total Productive Maintenance (TPM)*. This research adopts a quantitative case study approach with descriptive analysis. Data were collected through direct observation, interviews, and company documentation from March to June 2024. The three OEE parameters analyzed include *availability*, *performance*, and *quality rate*. The results showed an average OEE value of **82.5%**, with an availability rate of 92.67%, performance rate of 91.87%, and quality rate of 97.43%. These figures remain below the world-class OEE benchmark of 85%. The primary factors contributing to low effectiveness were high downtime and suboptimal maintenance scheduling. Fishbone diagram analysis revealed that the dominant causes included reactive maintenance practices, lack of operator training, and inadequate maintenance documentation. Therefore, the implementation of the eight TPM pillars—particularly *autonomous maintenance* and *planned maintenance*—is proposed to enhance the reliability and efficiency of the sterilizer machine. This study concludes that OEE serves as an effective evaluation tool to identify operational losses, and a structured TPM implementation can significantly improve machine performance and overall company productivity.

Keywords: Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Sterilizer Machine, Downtime, Productivity.

Abstrak

Efektivitas mesin produksi merupakan faktor krusial dalam menjamin kelancaran proses operasional industri pengolahan kelapa sawit. Salah satu mesin vital dalam proses tersebut adalah mesin sterilizer yang berfungsi untuk menghentikan aktivitas enzim, melunakkan buah, dan mempermudah perontokan tandan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas mesin sterilizer di PT. Tri Cahaya Sawit menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* serta mengusulkan strategi perbaikan berbasis *Total Productive Maintenance (TPM)*. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara, serta dokumentasi historis selama periode Maret hingga Juni 2024. Tiga parameter OEE yang dianalisis meliputi *availability*, *performance*, dan *quality rate*. Hasil pengukuran menunjukkan nilai rata-rata OEE sebesar 82,5%, dengan availability rate 92,67%, performance rate 91,87%, dan quality rate 97,43%. Nilai ini masih berada di bawah standar world class OEE sebesar 85%. Faktor utama penyebab rendahnya efektivitas adalah tingginya downtime dan kurang optimalnya jadwal perawatan mesin. Melalui analisis diagram fishbone, ditemukan bahwa penyebab dominan berasal dari

metode perawatan yang bersifat reaktif, kurangnya pelatihan operator, serta keterbatasan dokumentasi perawatan. Oleh karena itu, penerapan delapan pilar TPM, terutama *autonomous maintenance* dan *planned maintenance*, diusulkan untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi mesin sterilizer. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengukuran OEE menjadi alat evaluasi yang efektif dalam mengidentifikasi kerugian operasional, dan penerapan TPM secara sistematis mampu meningkatkan efektivitas mesin serta mendukung produktivitas perusahaan secara keseluruhan.

Kata kunci: Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Mesin Sterilizer, Downtime, Produktivitas.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen kelapa sawit terbesar di dunia, dengan kontribusi sekitar 58% dari total produksi minyak sawit global pada tahun 2022 (USDA, 2023). Komoditas ini bukan hanya menjadi penopang utama ekspor nonmigas Indonesia, tetapi juga menciptakan lapangan pekerjaan bagi jutaan masyarakat di wilayah perkebunan dan industri pengolahan. Salah satu elemen penting dalam rantai produksi minyak sawit mentah (Crude Palm Oil/CPO) adalah keberadaan pabrik kelapa sawit (PKS) yang menjadi pusat pengolahan berondolan menjadi produk bernilai ekonomi tinggi. Namun, di tengah besarnya potensi tersebut, efektivitas operasional pabrik masih menjadi persoalan klasik yang kerap dihadapi oleh pelaku industri, khususnya menyangkut keandalan peralatan produksi.

Kinerja sterilizer sangat menentukan efisiensi proses produksi secara keseluruhan. Gangguan kecil pada mesin ini dapat menimbulkan efek domino, seperti keterlambatan pelepasan buah, penurunan rendemen minyak, hingga bottleneck di stasiun press (Lubis & Siahaan, 2019). Di tingkat operasional, masalah utama yang dihadapi adalah frekuensi kerusakan mesin (*downtime*) yang tinggi serta ketidaktercapaian kapasitas produksi ideal. Berdasarkan data dari PT Tri Cahaya Sawit salah satu perusahaan pengolahan kelapa sawit di wilayah Sumatera selama triwulan IV tahun 2024, tercatat bahwa mesin sterilizer mengalami downtime rata-rata 47 jam per bulan, dengan jumlah gangguan teknis mencapai 6–8 kali per bulan.

Untuk mengukur dan mengevaluasi performa mesin secara objektif, diperlukan suatu metode kuantitatif yang mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual mesin. Salah satu metode yang telah terbukti efektif adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE), yang pertama kali diperkenalkan oleh Nakajima (1988) dalam kerangka kerja Total Productive Maintenance (TPM). OEE mengukur tiga parameter utama, yaitu: *availability* (rasio waktu operasional terhadap waktu tersedia), *performance* (kecepatan kerja aktual dibanding standar), dan *quality* (rasio produk baik terhadap total produksi). Nilai OEE ideal menurut standar TPM internasional adalah sebesar 85%, yang terdiri dari *availability* 90%, *performance* 95%, dan *quality* 99% (Muchiri & Pintelon, 2008).

Menurut laporan GAPKI (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia) tahun 2022, rata-rata downtime total untuk mesin di PKS nasional berada pada kisaran 14–18% dari waktu kerja bulanan, atau sekitar 70–100 jam per bulan, tergantung skala dan manajemen perawatan pabrik. Angka ini jauh lebih tinggi dibanding standar internasional untuk industri manufaktur yang idealnya berada di bawah 10% downtime bulanan (Muchiri & Pintelon, 2008). Benchmark industri menyebutkan bahwa nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk sektor kelapa sawit umumnya masih berada pada kisaran 50–70%, sementara standar ideal menurut Total Productive Maintenance (TPM)

adalah 85% (Nakajima, 1988). Dengan demikian, terdapat gap signifikan antara kondisi aktual pabrik dan standar industri global. Walaupun metode OEE telah banyak diterapkan di industri otomotif, manufaktur, dan pangan, penerapannya di sektor agroindustri kelapa sawit masih tergolong terbatas. Sebagian besar studi fokus pada mesin *ripple mill* (Purnama & Fahmi, 2021), *screw press* (Ahmad et al., 2020), atau *digester*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *kuantitatif* dengan pendekatan studi *kasus deskriptif*. Penelitian kuantitatif digunakan karena data yang dikumpulkan berupa angka-angka hasil pengukuran performa mesin, seperti waktu operasi, jumlah produksi, jumlah produk cacat, dan frekuensi downtime, yang dianalisis menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). Pendekatan studi kasus dipilih karena penelitian difokuskan pada satu objek spesifik, yaitu mesin sterilizer di PT. Tri Cahaya Sawit. Pendekatan *deskriptif* digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual efektivitas mesin berdasarkan indikator OEE, serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor kerugian utama yang memengaruhi performa mesin. Tujuan dari pendekatan ini adalah memberikan gambaran yang jelas dan sistematis terhadap kinerja mesin serta memberikan rekomendasi perbaikan melalui prinsip Total Productive Maintenance (TPM).

2.2. Overall Equipment Effectiveness

Penerapan TPM diukur berdasarkan overall equipment effectiveness (OEE) yang menjaga perawatan dalam kondisi optimal. Asumsi bahwa mesin dapat dioperasikan dengan sukses dan efisien sangat penting saat menilai kemanjurannya dalam manufaktur (Muhaemin & Nugraha, 2022). Faktor-faktor berikut memengaruhi pengukuran overall equipment effectiveness (OEE):

1. Availability

Availability adalah suatu rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. Availability merupakan perbandingan antara waktu operasi mesin actual dengan waktu yang operasi mesin yang telah direncanakan. Semakin tinggi nilai availability-nya maka semakin baik, dapat dicari menggunakan rumus (Sibarani et al., 2020)

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{operation Time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2. Performance Rate memperhitungkan variabel-variabel yang menyebabkan proses produksi tidak beroperasi pada kecepatan maksimal yang sesuai. Rumus tersebut dapat digunakan untuk menentukan proyeksi performance rate perusahaan, yaitu kecepatan mesin standar tidak menurun dibandingkan dengan kenyataan (Muhaemin & Nugraha, 2022).

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Total Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

3. *Quality Rate*

Quality Rate merupakan perbandingan antara produk yang lolos *quality control* dengan total produksi. Pada perusahaan ini, produk yang lolos *quality control* disebut dengan produk baik. Sedangkan produk yang tidak lolos *quality control* disebut dengan produk *reject* dan pending karena produk tersebut akan langsung diperbaiki dengan dilakukan sortir. Apabila sudah lolos *quality control* maka produk siap untuk diserahkan ke Gudang, dapat di cari menggunakan rumus (Dewanti & Putra, 2019)

$$QualityRate = \frac{Total\ Product\ Defect}{Total\ Produksi} \times 100\%$$

4. Standar Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Setiap perusahaan menginginkan peralatan dapat bekerja secara maksimal, tidak ada waktu yang terbuang, tetapi kenyataannya hal tersebut tidaklah mudah. Untuk itu maka pengukuran terhadap *Overall Equipment Effectiveness* dapat dihitung dengan rumus:

$$OEE = Availability \times PerformanceRate \times QualityRate$$

Adapun standar standar *world class* untuk nilai OEE adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Standar Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

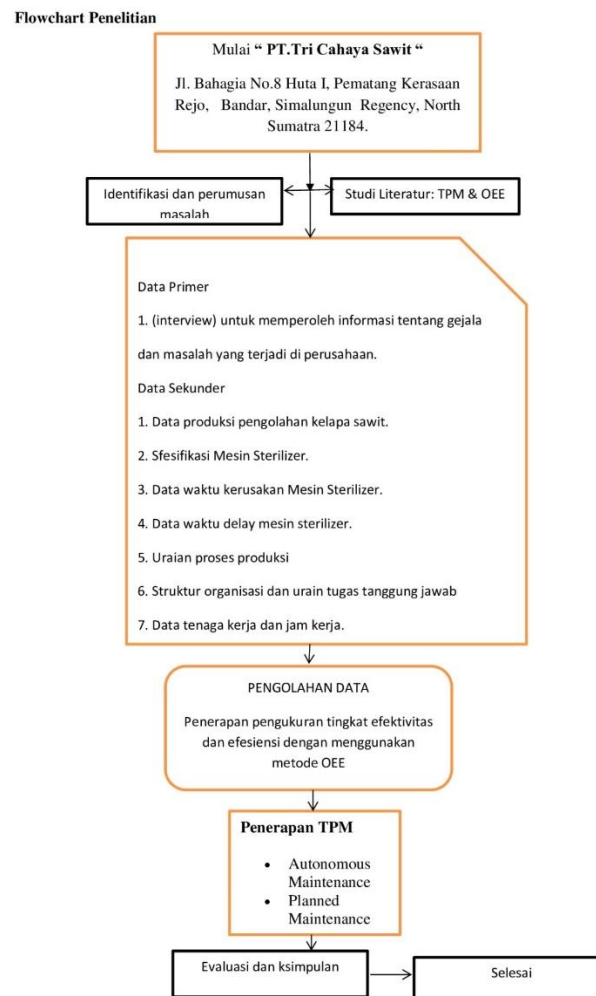
Deskripsi	Nilai
<i>Availability Rate</i>	>90%
<i>Performance Rate</i>	>95%
<i>Quality Rate</i>	>99%
<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	>85%

2.3. Prinsip dan Pilar TPM

Prinsip totalitas yang menjadi dasar TPM mencakup ide-ide berikut: Total Effectiveness, yang memperhitungkan aspek delivery, safety, health, moral, productivity, dan cost quality, menunjukkan bahwa TPM menghasilkan efisiensi biaya atau keuntungan. Selain perawatan preventif, perawatan total juga mencakup perawatan korektif. Keterlibatan penuh, meliputi semua orang, termasuk pemeliharaan independen operator melalui latihan kelompok kecil Penerapan 5S yang baik berfungsi sebagai landasan bagi penerapan TPM. 5S merupakan pendekatan metodis untuk meningkatkan lingkungan kerja yang positif dan menyenangkan. Penerapan 5S membantu dalam mengenali dan mengevaluasi isu-isu terkini. Istilah Jepang Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke merupakan asal kata 5S, yang dalam bahasa Indonesia dapat diterjemahkan

menjadi 5R, yang merupakan singkatan dari Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin. Cacat, keterlambatan, pelanggan yang tidak puas, staf yang putus asa, dan pendapatan yang menurun merupakan konsekuensi dari penerapan 5S yang buruk (Tewari & Rawat, 2017). Prinsip kegiatan dan penerapan TPM disusun dengan adanya delapan pilar penunjang TPM, yang meliputi (Goriwondo et al, 2011., Tekawari & Rawat, 2017):

2.4. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.5. Roadmap Penelitian

Tabel 2. Roadmap Penelitian

No	Tahapan Penelitian	Kegiatan yang Dilakukan
----	--------------------	-------------------------

1	Identifikasi Masalah	Observasi awal terhadap mesin sterilizer dan pencatatan gangguan
2	Studi Literatur	Kajian teori tentang TPM dan OEE dari jurnal, buku, dan referensi lainnya
3	Penyusunan Proposal	Menyusun latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan metodologi
4	Pengumpulan Data	Melakukan observasi, wawancara, dokumentasi, dan pencatatan downtime
5	Perhitungan OEE	Menghitung Availability, Performance, dan Quality
6	Analisis Penyebab	Menggunakan fishbone diagram untuk identifikasi akar masalah
7	Evaluasi TPM	Analisis dampak penerapan TPM terhadap OEE
8	Penyusunan Laporan	Penulisan dan penyusunan skripsi berdasarkan hasil penelitian

Roadmap penelitian merupakan rencana alur atau tahapan sistematis yang menggambarkan proses pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir. Tujuan dari roadmap ini adalah untuk memastikan bahwa setiap langkah penelitian dilakukan secara terstruktur, logis, dan efisien agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan optimal.

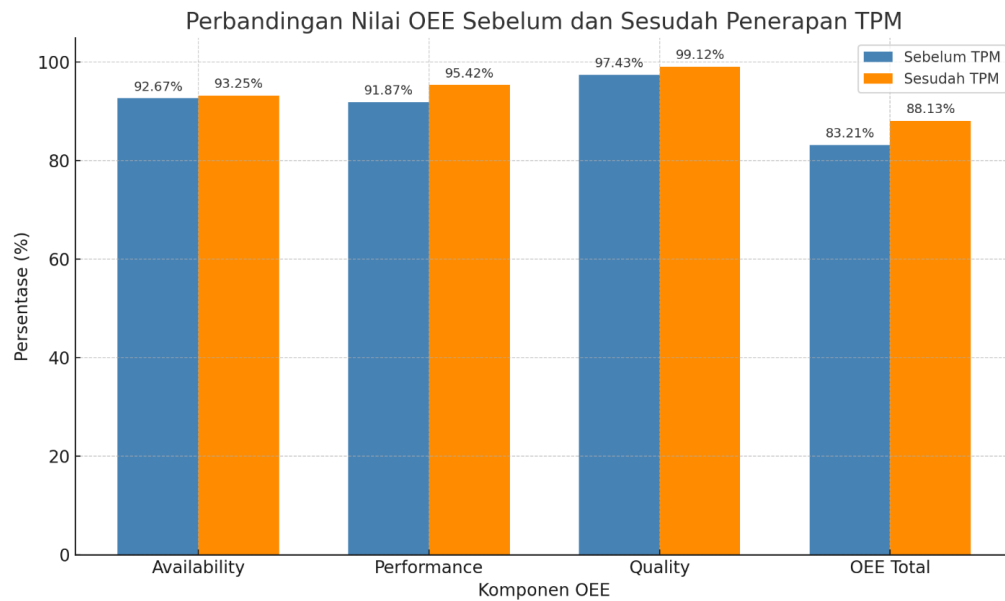
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Setelah dilakukannya penerapan metode Total Productive Maintenance (TPM) selama periode satu bulan pada mesin sterilizer, dilakukan pengukuran ulang terhadap komponen Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang meliputi Availability Rate, Performance Rate, dan Quality Rate. Hasil pengukuran OEE pasca-TPM dibandingkan dengan data sebelumnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3. Perbandingan Nilai OEE Sebelum dan Setelah TPM

Komponen OEE	Sebelum TPM	Setelah TPM	Standar Minimum	Status
Availability Rate	92,67%	93,25%	$\geq 90\%$	Memenuhi
Performance Rate	91,87%	95,42%	$\geq 95\%$	Memenuhi Standar
Quality Rate	97,43%	99,12%	$\geq 99\%$	Memenuhi Standar
OEE Total	83,21%	88,13%	$\geq 85\%$	Memenuhi Standar



Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai OEE Sebelum dan Setelah TPM

3.2. Pembahasan

Penerapan TPM telah memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan efektivitas mesin sterilizer. Berikut pembahasan dari hasil pengukuran ulang komponen OEE:

1. *Availability Rate* meningkat dari 92,67% menjadi 93,25%. Peningkatan ini berasal dari pengurangan downtime ringan melalui implementasi pilar Autonomous Maintenance, seperti inspeksi harian dan pelumasan mandiri oleh operator.
2. *Performance Rate* yang sebelumnya tidak memenuhi standar (91,87%) berhasil meningkat menjadi 95,42%. Hal ini merupakan hasil dari pelaksanaan pilar Focused Improvement, yang menargetkan efisiensi waktu setting, start-up, dan pengurangan idle time melalui tim evaluasi kecil.
3. *Quality Rate* juga menunjukkan peningkatan signifikan, dari 97,43% menjadi 99,12%, melebihi standar mutu industri. Hal ini dicapai melalui penerapan pilar *Quality Maintenance*, dengan peningkatan pengawasan mutu pada awal proses produksi serta kalibrasi rutin mesin.
4. Nilai OEE Total meningkat dari 83,21% menjadi 88,13%, yang berarti mesin sterilizer telah mencapai dan melampaui standar internasional minimum ($\geq 85\%$) untuk efektivitas peralatan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terkait pengukuran efektivitas mesin menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan strategi perbaikan melalui penerapan metode Total Productive Maintenance (TPM), maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai OEE mesin sterilizer sebelum penerapan TPM sebesar 83,21%, yang berarti belum memenuhi standar efektivitas internasional ($\geq 85\%$). Komponen *Performance Rate* dan *Quality Rate* juga belum memenuhi standar saat itu.

2. Setelah penerapan TPM melalui empat pilar utama yaitu *Autonomous Maintenance*, *Focused Improvement*, *Quality Maintenance*, dan *Training and Education*, dilakukan evaluasi ulang terhadap nilai OEE.
3. Hasil pengukuran setelah penerapan TPM menunjukkan adanya peningkatan signifikan, yaitu:
 - *Availability Rate* meningkat menjadi 93,25%,
 - *Performance Rate* mencapai 95,42% (memenuhi standar $\geq 95\%$),
 - *Quality Rate* mencapai 99,12% (memenuhi standar $\geq 99\%$),
 - Dan OEE Total meningkat menjadi 88,13%, yang telah melewati ambang batas standar internasional.

Penerapan TPM terbukti memberikan dampak positif terhadap efektivitas mesin dan produktivitas kerja, dengan kontribusi signifikan dari operator, teknisi, dan sistem perawatan yang lebih terorganisir.

5. REFERENSI

- [1]. Arunraj, N. S., & Maran, S. (2014). *TPM implementation and performance: A study in food industry. International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(2), 222–234.
- [2]. Arifin, M., Siregar, R. P., & Fitriani, D. (2023). Pengaruh Autonomous Maintenance terhadap produktivitas industri makanan. *Jurnal Teknik Industri dan Sistem Informasi*, 7(2), 122–130.
- [3]. Ahmad, A., Rahmat, T., & Mahmud, A. (2020). Analisis OEE pada *screw press* untuk peningkatan produktivitas. *Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 12–20.
- [4]. Arsyia Ambara, A., Marlyana, N., Syakhroni, A., (2020). Analisa Efektivitas Mesin Tenun Produksi C1037 Menggunakan Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) (Studi Kasus : PT. Apac Inti Corpora). Prosiding KONFERENSI ILMIAH MAHASISWA UNISSULA(KIMU) 3 Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 89–100
- [5]. Filho, M. G., et al. (2019). *Impact of AM implementation in manufacturing sector: Case study from Brazil. Journal of Maintenance Engineering*, 8(3), 78–85.
- [6]. Nurdin, F. F. (2023). *Peningkatan Produktivitas Peralatan dan Perawatan Mesin Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Prosiding SAINTTEK : Sains Dan Teknologi Ke 2 Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, 2(1), 388–399.
- [7]. Nurul Hidayat, A. (2022). Analisis Pencapaian dan Perbaikan Target Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Injection. Prosiding SAINTTEK: Sains Dan Teknologi Ke-1 2022 Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, 1(1), 560–565.
- [8]. Prabowo, R. F., Hariyono, H., & Rimawan, E. (2020). *Total Productive Maintenance (TPM) pada perawatan mesin grinding menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE). Journal Industrial Servicess*, 5(2), 207–212
- [9]. Ruslan, M., & Prasmoro, A. V. (2020). *Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Kneader (Studi Kasus PT. XYZ). In Journal of Industrial and Engineering System (Vol. 1, Issue 1)*.
- [10]. Sipayung, E., Hutagalung, H., & Siahaan, D. (2020). Evaluasi proses sterilisasi dalam industri CPO. *Jurnal Agroindustri dan Teknologi Pangan*, 3(2), 67–74.