

## PENGUKURAN EFEKTIFITAS PERALATAN PENGOLAHAN SAMPAH DENGAN METODE OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

M. Hasan Abdullah<sup>1,a</sup>, Mikrozul Fajar Muntoha<sup>2,b</sup>, Fitriya Gemala Dewi<sup>3,c</sup>, Ampar Jaya Suwondo<sup>4,d</sup>

Program Studi Teknik Industri Universitas Wijaya Putra<sup>1,2,3,4</sup>  
Jl. Raya Benowo No. 1-3 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>a</sup>mhasanabdullah@uwp.ac.id, <sup>b</sup>mikrozulfajar46@gmail.com, <sup>c</sup>fitriyagemaladewi@uwp.ac.id, <sup>d</sup>amparjaya@uwp.ac.id

### Abstrak

Pengelolaan sampah yang efektif memerlukan dukungan peralatan dengan performa tinggi agar proses daur ulang berjalan optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas peralatan pengolah sampah di TPST Belahan Rejo, Kecamatan Kedamean, Kabupaten Gresik, menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Evaluasi dilakukan terhadap delapan unit mesin utama yang beroperasi dalam proses pengolahan sampah, yaitu *Bag Opener*, *Meja Sortir Manual*, *Vertical Chopper*, *Trommel Screen*, *Destoner*, *Crusher*, *Dryer Organik*, dan *Conveyor*. Data dikumpulkan selama periode Mei hingga Juli 2025 dengan mengacu pada waktu operasional, durasi *downtime*, jumlah *output*, serta produk cacat (*reject*). Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh mesin memiliki nilai OEE rata-rata di bawah standar ideal industri (85%). Mesin dengan nilai OEE tertinggi adalah *Bag Opener* sebesar 53,70%, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh *Meja Sortir Manual* sebesar 14,90%. Komponen *Availability* menjadi faktor utama penyebab rendahnya OEE, disebabkan oleh frekuensi *downtime* dan waktu tunggu proses. Komponen *Performance* dipengaruhi oleh kecepatan kerja aktual yang tidak sesuai standar, sedangkan komponen *Quality* umumnya cukup baik namun masih terdapat tingkat *reject* yang signifikan pada beberapa mesin.

**Kata Kunci:** OEE, efektivitas mesin, pengolahan sampah, preventive maintenance

### Abstract.

*Effective waste management requires the support of high-performance equipment to ensure optimal recycling processes. This study aims to evaluate the effectiveness of waste processing equipment at the Belahan Rejo Integrated Waste Processing Site (TPST), Kedamean District, Gresik Regency, using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method. The evaluation was conducted on eight main processing machines: Bag Opener, Manual Sorting Table, Vertical Chopper, Trommel Screen, Destoner, Crusher, Organic Dryer, and Conveyor. Data were collected over the period of May to July 2025, focusing on operating hours, downtime duration, output quantity, and defective products. The results show that all machines recorded average OEE values below the industry ideal standard of 85%. The highest OEE value was achieved by the Bag Opener machine at 53.70%, while the lowest was recorded by the Manual Sorting Table at 14.90%. The Availability component was the most significant contributor to low OEE, due to frequent unplanned downtimes and material feeding delays. The Performance component was affected by actual operating speeds falling below the standard, while the Quality component was generally adequate but still showed considerable reject rates in several machines.*

**Keywords:** OEE, machine effectiveness, waste processing, preventive maintenance.

## **Pendahuluan**

Permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia, khususnya di kawasan perkotaan dan wilayah padat penduduk seperti Kabupaten Gresik, merupakan isu krusial yang berdampak langsung terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat [1]. Pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi yang semakin meningkat menyebabkan volume sampah yang dihasilkan pun terus bertambah dari waktu ke waktu. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan bahwa produksi sampah nasional mencapai lebih dari 18 juta ton per tahun, di mana lebih dari 60% berasal dari kawasan permukiman [2]. Kondisi ini menuntut adanya sistem pengelolaan sampah yang tidak hanya efektif, tetapi juga efisien dan berkelanjutan [3].

Salah satu pendekatan strategis yang diterapkan pemerintah daerah untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui pembangunan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di berbagai wilayah, termasuk TPST Belahanrejo di Kecamatan Kedamean, Kabupaten Gresik. TPST ini dirancang sebagai fasilitas pengolahan sampah yang berfungsi mengurangi volume sampah sebelum akhirnya dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) [1]. Dalam operasionalnya, TPST Belahanrejo menggunakan beberapa jenis peralatan mekanis, seperti mesin pencacah plastik, mesin pengayak kompos, serta alat press sampah untuk mendukung kegiatan daur ulang dan pengolahan limbah organik. Namun, dalam praktiknya, efektivitas penggunaan peralatan tersebut masih menghadapi berbagai kendala teknis dan operasional [4].

Berdasarkan hasil observasi awal dan diskusi dengan pengelola TPST Belahanrejo, diketahui bahwa beberapa peralatan mengalami penurunan performa karena faktor downtime yang tinggi, kecepatan proses yang tidak optimal, serta hasil produk cacat atau tidak memenuhi standar. Hal ini mengindikasikan adanya inefisiensi dalam penggunaan peralatan yang berdampak pada rendahnya produktivitas dan keberhasilan program pengolahan sampah [5]. Masalah tersebut jika tidak segera diatasi, dapat mengganggu keberlangsungan operasional TPST dan melemahkan kontribusinya terhadap pengelolaan sampah berkelanjutan. Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan pendekatan analitis untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja peralatan pengolah sampah. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE), metode kuantitatif yang mengukur efektivitas suatu peralatan berdasarkan tiga komponen utama: *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Quality Rate* [6]. OEE memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi peralatan dan mengidentifikasi sumber utama dari pemborosan (waste) yang terjadi. Dengan menggunakan OEE, perbaikan terhadap peralatan dapat diarahkan secara tepat sasaran melalui pemahaman terhadap akar penyebab inefisiensi [7].

Dengan demikian, penelitian ini menjadi relevan dan strategis dalam upaya mendukung peningkatan kinerja fasilitas TPST sebagai bagian integral dari sistem pengelolaan sampah terpadu. Evaluasi dan optimasi peralatan pengolah sampah menggunakan metode OEE diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang aplikatif dan berbasis data, serta memperkuat efektivitas TPST Belahanrejo dalam mengelola sampah masyarakat secara berkelanjutan. Penelitian ini juga membuka peluang penerapan metode serupa pada TPST lain di berbagai wilayah Indonesia, sebagai langkah menuju sistem pengelolaan sampah yang efisien, modern, dan berwawasan lingkungan.

## **Tinjauan Pustaka**

### **Pengelolaan Sampah Berkelanjutan dan Peran TPST**

Pengelolaan sampah berkelanjutan merupakan pendekatan sistematis dan terintegrasi dalam menangani timbulan limbah dengan memperhatikan keseimbangan antara aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan serta mendorong pemanfaatan kembali sumber daya melalui prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) [2]. Strategi ini juga sejalan dengan konsep ekonomi sirkular yang mengedepankan efisiensi dalam penggunaan material dan energi dalam siklus hidup produk. Salah satu bentuk implementasi pengelolaan sampah berkelanjutan di Indonesia adalah melalui pembangunan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST). TPST dirancang sebagai fasilitas skala kawasan yang menjalankan berbagai fungsi pengolahan sampah, mulai dari pemilahan, pencacahan, komposting, hingga produksi Refuse Derived Fuel (RDF). Menurut [4], keberadaan TPST dapat

secara signifikan mengurangi volume sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sekaligus menekan emisi gas rumah kaca yang timbul dari pembusukan sampah organik dan pembakaran terbuka.

Sebagai contoh, TPST Belahan Rejo yang berlokasi di Kecamatan Kedamean, Kabupaten Gresik, merupakan salah satu TPST yang aktif mengolah sampah domestik dari beberapa desa di sekitarnya. Fasilitas ini memiliki lini pengolahan yang mencakup meja sortir, *conveyor* pemindah, mesin pencacah (*shredder*), mesin pengering organik (*dryer*), trommel screen untuk pemisahan ukuran partikel, serta unit produksi RDF. Proses pengolahan di TPST ini dimulai dari tahap pemilahan sampah berdasarkan jenis (organik dan anorganik), dilanjutkan dengan pencacahan sampah organik, pengeringan untuk menurunkan kadar air, dan akhirnya pengolahan menjadi kompos atau RDF sebagai bahan bakar alternatif.

Namun demikian, keberhasilan operasional TPST tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan infrastruktur fisik, tetapi juga sangat bergantung pada efektivitas dan efisiensi peralatan yang digunakan. Peralatan yang tidak optimal, baik karena usia pakai, kerusakan, maupun kurangnya perawatan, dapat menyebabkan gangguan operasional seperti penumpukan sampah, peningkatan biaya energi, serta penurunan produktivitas. Hal ini menunjukkan pentingnya sistem pemantauan dan evaluasi kinerja peralatan secara berkala. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja dan efektivitas peralatan dalam konteks fasilitas pengolahan limbah adalah metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Metode ini memungkinkan pengelola TPST untuk mengevaluasi tingkat efisiensi penggunaan mesin berdasarkan tiga komponen utama: ketersediaan (*availability*), performa (*performance*), dan kualitas hasil (*quality*). Dengan menerapkan OEE, pengelola dapat mengidentifikasi peralatan yang menjadi penyebab utama ketidakefisienan proses, sekaligus merancang strategi pemeliharaan yang lebih efektif dan tepat sasaran.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini, fokus diarahkan pada evaluasi efektivitas peralatan utama di TPST Belahan Rejo dengan menggunakan metode OEE. Diharapkan hasil dari analisis ini dapat menjadi dasar perbaikan manajemen operasional serta mendukung upaya peningkatan efisiensi dalam sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

### **Konsep Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Konsep Overall Equipment Effectiveness (OEE) pertama kali diperkenalkan oleh [6] dalam kerangka kerja Total Productive Maintenance (TPM), yaitu sebuah sistem pemeliharaan terintegrasi yang menekankan keterlibatan seluruh elemen organisasi untuk menjaga efektivitas peralatan. OEE hadir sebagai indikator kinerja yang komprehensif dalam mengukur sejauh mana peralatan produksi dimanfaatkan secara optimal. Dengan kata lain, OEE merupakan ukuran yang mampu mengidentifikasi kehilangan produktivitas (*losses*) pada mesin atau peralatan, sekaligus memberikan gambaran tentang peluang perbaikan.

Secara umum, OEE terdiri atas tiga dimensi utama performa mesin [6]:

1. *Availability* (Ketersediaan)  
*Availability* mengukur persentase waktu kerja aktual mesin dibandingkan dengan waktu operasi yang direncanakan. Nilai ini akan berkurang apabila terjadi downtime, baik yang disebabkan oleh kerusakan mesin (*breakdown*) maupun aktivitas setup dan penyesuaian. Ketersediaan yang rendah menunjukkan bahwa mesin tidak dapat beroperasi sesuai jadwal yang telah direncanakan, sehingga kapasitas produksi menurun.
2. *Performance* (Kinerja)  
*Performance* mengukur tingkat efisiensi mesin selama beroperasi dengan membandingkan output aktual terhadap output teoritis ideal dalam waktu operasi yang tersedia. Faktor-faktor yang memengaruhi nilai *performance* antara lain kecepatan operasi yang lebih rendah dari standar, *micro stoppages*, atau keterlambatan material. Nilai *performance* yang rendah menunjukkan adanya inefisiensi dalam pemanfaatan waktu operasi.
3. *Quality* (Kualitas)  
*Quality* mengukur proporsi produk yang sesuai dengan standar kualitas dari total output yang dihasilkan. Kualitas yang rendah umumnya disebabkan oleh adanya produk cacat,

rework, atau scrap yang tidak dapat dimanfaatkan. Semakin tinggi tingkat cacat yang dihasilkan, semakin rendah nilai quality, yang pada akhirnya menurunkan efektivitas total peralatan.

Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk menilai tingkat efektivitas penggunaan mesin atau peralatan dalam proses produksi. OEE dihitung berdasarkan tiga komponen utama, yaitu *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Quality Rate* [6]. Secara umum, hubungan ketiga komponen tersebut dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

Masing-masing komponen dirumuskan sebagai berikut:

1) *Availability (A)*

*Availability* mengukur seberapa besar waktu mesin tersedia terhadap waktu yang direncanakan.

Rumus (desimal):

$$A = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Planned Produk Time}} = \frac{PPT - DT}{PPT}$$

Rumus (persen):

$$A = \frac{PPT - DT}{PPT} \times 100\% \quad (1)$$

2) *Performance (P)*

*Performance* mengukur kecepatan aktual dibanding kecepatan ideal.

Metode 1 (berdasarkan cycle time):

$$P = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Count}}{\text{Operating Time}}$$

atau (persen)

$$P = \frac{ICT \times TC}{OT} \times 100\% \quad (2)$$

3) *Quality (Q)*

*Quality* mengukur fraksi unit yang baik dari total output.

$$Q = \frac{\text{Good Count}}{\text{Total Count}} \rightarrow Q\% = \frac{GC}{TC} \times 100\% \quad (3)$$

4) *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

OEE adalah perkalian tiga komponen (dalam bentuk desimal):

OEE (desimal) =  $A \times P \times Q$

$$OEE\% = \frac{A\% \times P\% \times Q\%}{100} = \frac{A\% \times P\% \times Q\%}{10000} \quad (4)$$

Berdasarkan standar internasional (TPM - Total Productive Maintenance), nilai OEE ideal adalah sebagai berikut:

1.  $Availability \geq 90\%$
2.  $Performance \geq 95\%$
3.  $Quality \geq 99\%$
4.  $OEE \text{ Total} \geq 85\%$

OEE memberikan gambaran menyeluruh terhadap efisiensi produksi, serta membantu mendeteksi bentuk-bentuk pemborosan (*waste*) yang terjadi selama proses berlangsung. Walaupun awalnya dirancang untuk industri manufaktur, OEE kini telah diadaptasi ke berbagai sektor termasuk pengelolaan limbah, rumah sakit, energi terbarukan, dan fasilitas publik [8]. Dalam

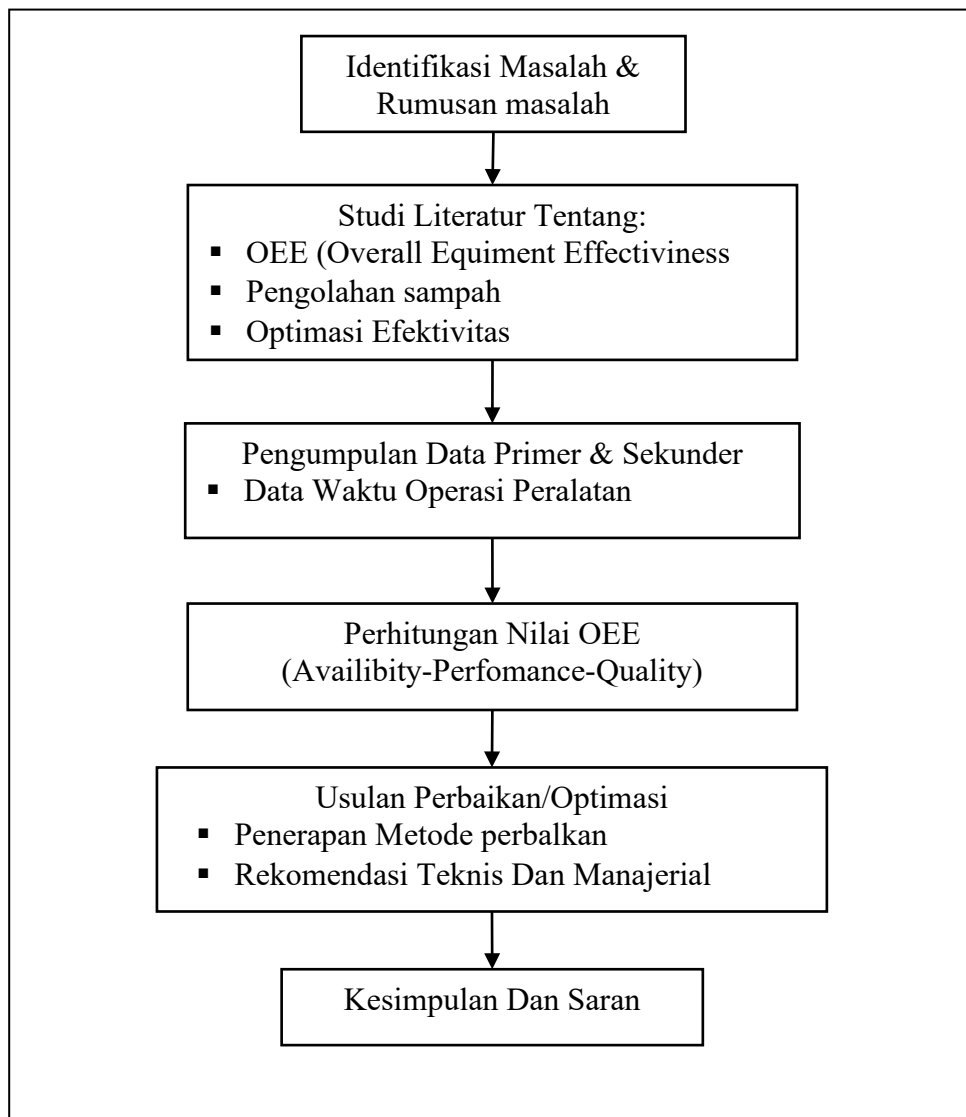
konteks pengolahan sampah, penerapan OEE sangat berguna untuk mengukur apakah peralatan berfungsi optimal dalam mendukung pengurangan volume limbah serta efisiensi sumber daya.

### Metode Penelitian

Metode penelitian mengikuti diagram alir gambar 1. Penelitian dilakukan TPST Belahanrejo di Kecamatan Kedamean, Kabupaten Gresik. Data dikumpulkan secara langsung dari aktivitas harian di lapangan dengan teknik observasi, wawancara, dokumentasi, serta pengisian formulir OEE. Informasi yang dikumpulkan meliputi:

- a) Waktu kerja mesin (planned production time)
- b) Waktu tidak produktif/downtime (kerusakan, perawatan)
- c) Output aktual
- d) Jumlah produk cacat atau tidak sesuai standar

Data diperoleh dari operator, teknisi, dan dokumen operasional di TPST Belahan Rejo selama periode Mei-Juli 2025.

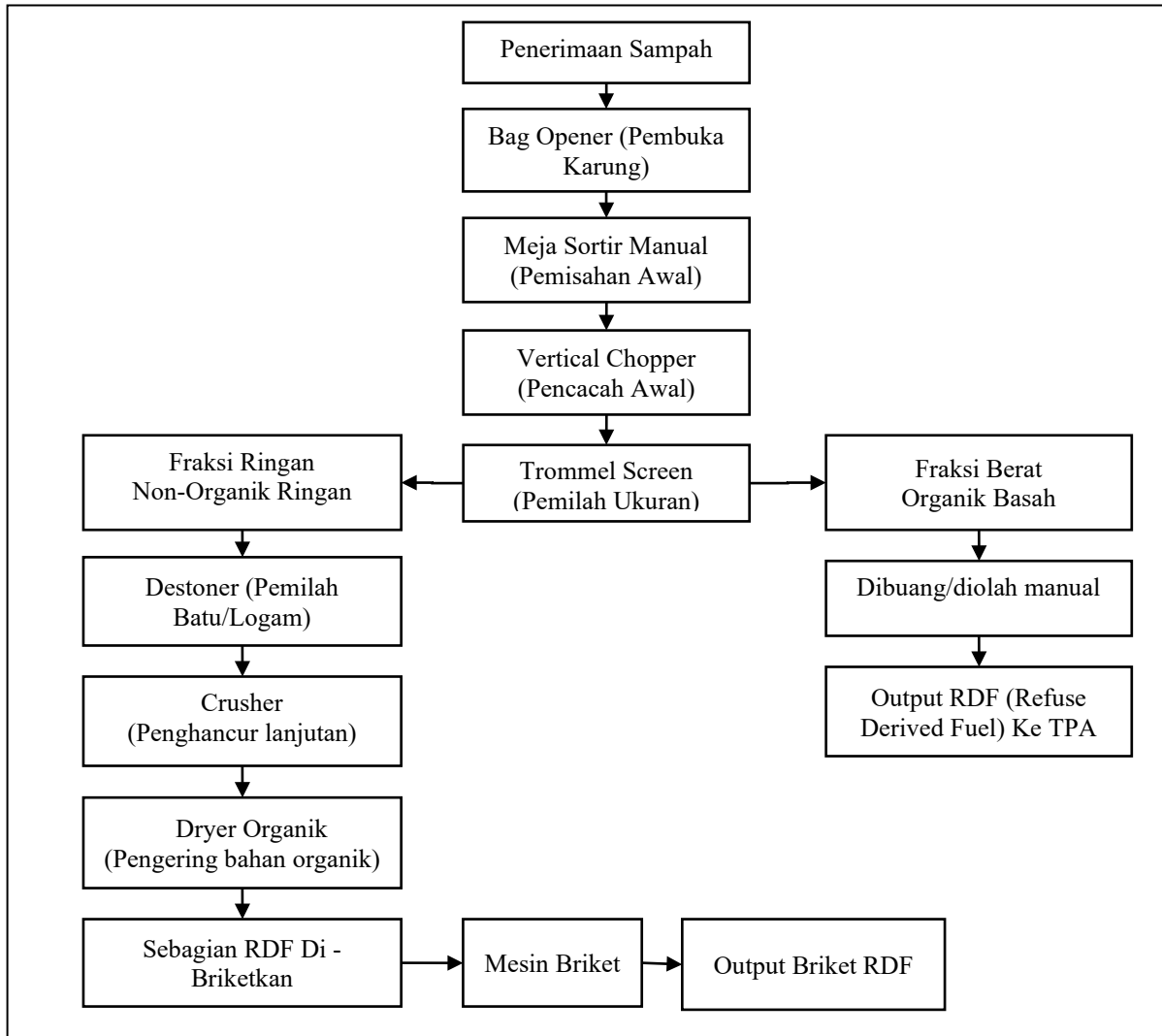


Gambar 1. Diagram alir penelitian

## Hasil Dan Pembahasan

### Alur Proses Pengolahan Sampah di TPST Belahan Rejo

Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Belahanrejo merupakan salah satu inisiatif lokal dalam pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang memadukan teknologi pengolahan dan pendekatan ekonomi sirkular. TPST ini melayani beberapa desa di Kecamatan Kedamean, Gresik, dengan volume rata-rata sampah masuk harian sebesar 3–5 ton per hari.



Gambar 2 Alur Proses Pengolahan Sampah

Fasilitas ini dilengkapi dengan beberapa peralatan utama untuk menunjang proses pengolahan, yakni:

- Bag Opener*, berfungsi untuk membuka kantong sampah secara otomatis.
- Meja Sortir Manual*, berfungsi untuk pemilahan sampah secara manual oleh operator.
- Vertical Chopper*, berfungsi mencacah sampah organik dan ringan.
- Trommel Screen*, berfungsi memisahkan partikel halus dan kasar.
- Destoner*, berfungsi mengeluarkan benda berat (batu, logam).
- Crusher*, berfungsi menghancurkan bahan keras seperti plastik dan botol
- Dryer Organik*, berfungsi mengeringkan bahan organik sebelum digunakan.
- Mesin RDF*, berfungsi memadatkan bahan RDF menjadi pelet atau briket.

Mesin-mesin tersebut bekerja secara berurutan, sehingga efektivitas satu mesin berdampak langsung terhadap performa keseluruhan sistem. Oleh karena itu, pengukuran efektivitas tiap peralatan menjadi kunci dalam evaluasi operasional TPST secara menyeluruh.

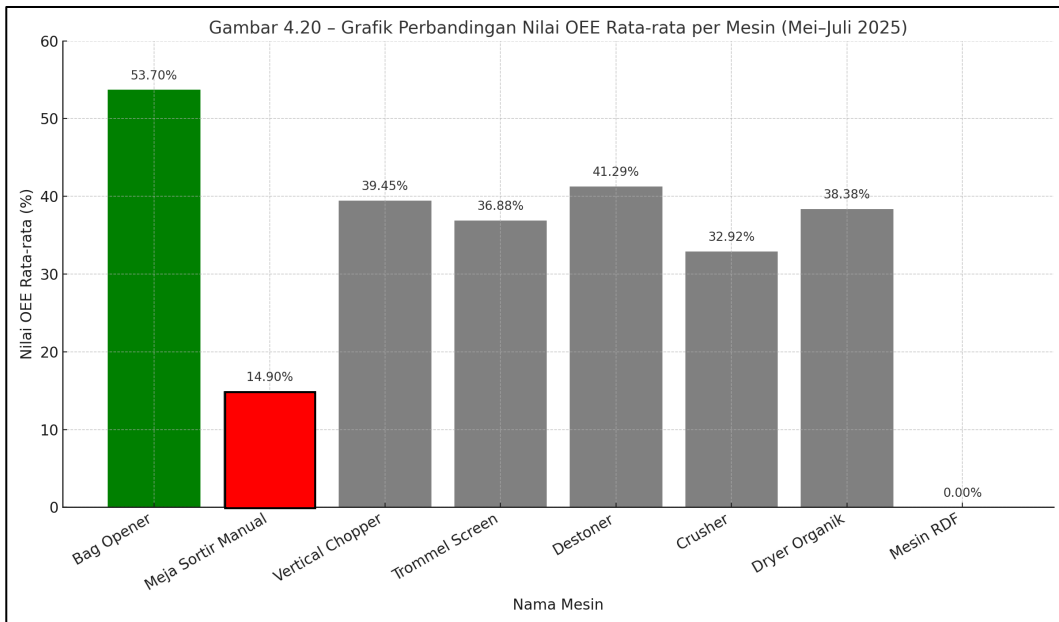
**Analisis OEE Bulan Mei-juli 2025**

Analisis efektivitas peralatan pengolah sampah di TPST Belahan Rejo selama periode Mei hingga Juli 2025 dilakukan menggunakan pendekatan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, yang mencakup tiga komponen utama: *Availability, Performance, dan Quality*. Sebagai tolak ukur, nilai OEE ideal berdasarkan standar internasional adalah sebesar 85%, yang dianggap sebagai ambang batas world-class manufacturing (JMAC, 2007). Jika dibandingkan dengan standar tersebut, kinerja mesin-mesin utama di TPST Belahan Rejo secara umum masih berada jauh di bawah standar, mengindikasikan potensi besar untuk peningkatan efektivitas operasional.

Tabel berikut menyajikan rata-rata nilai OEE dari delapan mesin utama yang dianalisis selama tiga bulan pengamatan:

Tabel 1 Nilai Rata-rata OEE Mesin (Mei–Juli 2025)

No	Nama Mesin	Nilai OEE Rata-rata (%)
1	Bag Opener	53,70
2	Meja Sortir Manual	14,90 (terendah)
3	Vertical Chopper	39,45
4	Trommel Screen	36,88
5	Destoner	41,29
6	Crusher	32,92
7	Dryer Organik	38,38
8	Mesin RDF	0,00 (tidak beroperasi)



Gambar 3 Grafik Perbandingan Nilai OEE Rata-rata per Mesin (Mei–Juli 2025)

Sumber: Data Olahan, 2025

- a) Warna merah menunjukkan nilai OEE terendah (*Meja Sortir Manual* – 14,90%)
- b) Warna hijau menunjukkan nilai OEE tertinggi (*Bag Opener* – 53,70%)
- c) Warna abu-abu untuk mesin lainnya.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa Mesin *Bag Opener* mencatatkan performa terbaik dengan nilai OEE rata-rata sebesar 53,70%. Hal ini menunjukkan bahwa mesin tersebut relatif stabil, memiliki waktu henti (*downtime*) yang rendah, serta menghasilkan keluaran dengan tingkat kualitas yang baik. Sebagai titik awal dalam alur pengolahan sampah, performa mesin ini memiliki pengaruh besar terhadap kelancaran proses secara keseluruhan.

Di sisi lain, Meja Sortir Manual menunjukkan nilai OEE paling rendah, yaitu 14,90%, mencerminkan inefisiensi signifikan, khususnya dalam aspek performance dan availability, yang dipengaruhi oleh tingginya ketergantungan pada operator manusia serta potensi keterlambatan kerja. Rendahnya efektivitas mesin ini menjadi salah satu faktor penghambat (bottleneck) dalam alur proses produksi.

Sementara itu, Mesin RDF tidak menghasilkan output sama sekali selama periode pengamatan, sehingga nilai OEE-nya tercatat 0,00%. Hal ini perlu menjadi perhatian khusus karena mesin ini seharusnya berperan penting dalam pengolahan lanjutan sampah residu.

Secara umum, tidak ada satu pun mesin yang mendekati nilai OEE ideal sebesar 85%, yang mengindikasikan bahwa sistem operasional TPST Belahan Rejo masih memerlukan perbaikan menyeluruh, baik dari sisi teknis peralatan, metode kerja, manajemen waktu operasi, hingga aspek pelatihan sumber daya manusia.

### **Analisis Penyebab dan Pola Inefisiensi**

Analisis lanjutan dilakukan untuk mengidentifikasi akar permasalahan dari rendahnya nilai OEE yang terjadi pada sebagian besar mesin pengolah sampah di TPST Belahan Rejo. Pendekatan ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif berdasarkan data downtime, output aktual terhadap target, dan tingkat cacat produk yang telah dihimpun selama bulan Mei hingga Juli 2025.

Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengungkap pola-pola inefisiensi dan faktor penyebab dominan yang berkontribusi terhadap rendahnya efektivitas kerja mesin.

#### **1) Temuan Utama Penyebab Inefisiensi**

Berdasarkan data dan pengamatan lapangan, ditemukan beberapa penyebab utama dari rendahnya efektivitas mesin, yaitu:

- Downtime Teknis:
  - a) Kerusakan mekanis dan keausan komponen banyak terjadi terutama pada mesin Crusher, Dryer Organik, dan Meja Sortir Manual.
  - b) Waktu perbaikan seringkali lama karena keterbatasan suku cadang dan teknisi.
- Variasi Input Sampah:
  - a) Komposisi sampah yang tidak seragam, kadar air tinggi, serta pencampuran antara organik dan anorganik menyulitkan proses pemisahan dan pengolahan.
  - b) Terutama memengaruhi kinerja mesin seperti Destoner, Vertical Chopper, dan Trommel Screen.
- Kapasitas Mesin Tidak Seimbang:
  - a) Alur proses tidak didukung oleh kapasitas mesin yang selaras, sehingga timbul bottleneck di beberapa titik, terutama setelah proses penghancuran dan pengeringan.
- Keterbatasan Tenaga Kerja:
  - a) Jumlah tenaga kerja yang terbatas dan ketidakseimbangan pembagian shift menyebabkan proses manual (misalnya pada Meja Sortir Manual) menjadi lambat.
- Kurangnya Pemeliharaan Preventif:
  - a) Tidak adanya jadwal preventive maintenance yang rutin menyebabkan kerusakan sering terjadi tanpa terdeteksi lebih awal.
- Manajemen Produksi yang Belum Optimal:
  - a) Tidak terdapat sistem pemantauan OEE harian, dan evaluasi kinerja mesin dilakukan secara tidak terstruktur.

#### **2) Diagram Ishikawa (Fishbone) Penyebab Inefisiensi**

Untuk mengelompokkan penyebab secara sistematis, digunakan pendekatan diagram Ishikawa. Diagram ini memetakan hubungan antara berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja mesin terhadap terjadinya inefisiensi.

Penjabaran faktor penyebab menurut kategori Ishikawa adalah sebagai berikut:

1. *Man (Manusia):*

- a) Operator kurang terlatih dalam menjalankan dan merawat mesin.
- b) Rendahnya keterlibatan operator dalam proses inspeksi harian.

2. *Machine (Mesin):*

- a) Usia mesin relatif tua dan belum diperbarui sejak pertama kali dioperasikan.
- b) Tidak tersedia suku cadang kritis di lokasi kerja.
- c) Mesin seperti Crusher dan Dryer Organik menunjukkan tingkat kerusakan yang tinggi.

3. *Method (Metode):*

- a) Tidak adanya SOP yang baku dan terdokumentasi.
- b) Variasi metode kerja antar shift menimbulkan inkonsistensi hasil.

4. *Material (Bahan Baku):*

- a) Sampah organik mengandung kadar air tinggi, menyulitkan proses pengeringan.
- b) Campuran material non-organik yang tidak tersortir dengan baik menurunkan efektivitas mesin seperti Trommel Screen dan Destoner.

5. *Environment (Lingkungan):*

- a) Area kerja yang sempit dan kurang pencahayaan menyebabkan mobilitas pekerja terganggu.
- b) Faktor cuaca (hujan) menyebabkan input sampah menjadi lebih basah dari biasanya.

6. *Management (Manajemen):*

- a) Tidak adanya sistem monitoring performa mesin berbasis data.
- b) Evaluasi kinerja hanya dilakukan jika ada gangguan besar, tidak dilakukan secara periodik.

### **Strategi Peningkatan Efektivitas Mesin**

Berdasarkan hasil analisis nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan identifikasi penyebab inefisiensi pada setiap mesin pengolah sampah di TPST Belahan Rejo, disusun sejumlah strategi perbaikan yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas mesin secara berkelanjutan. Strategi ini mencakup aspek teknis, operasional, dan manajerial, yang diharapkan mampu mengurangi *downtime*, meningkatkan *output*, serta meminimalkan *defect*.

1. Penerapan Preventive Maintenance Berkala.

- a. Penyusunan jadwal pemeliharaan rutin (mingguan dan bulanan) untuk seluruh mesin, terutama mesin Vertical Chopper, Crusher, dan Dryer Organik yang memiliki komponen dinamis dan rawan aus.
- b. Penyediaan checklist inspeksi harian bagi operator, terutama pada mesin Bag Opener, Trommel Screen, dan Meja Sortir Manual, untuk memastikan kesiapan mesin sebelum digunakan.
- c. Monitoring kondisi komponen aus seperti bearing, belt, dan pisau pemotong secara berkala, khususnya pada mesin Crusher, Vertical Chopper, dan Dryer Organik.

2. Pelatihan dan Sertifikasi Operator.

- a. Pelatihan teknis operasional dan troubleshooting bagi operator mesin seperti Meja Sortir Manual dan Conveyor, yang rentan terhadap kesalahan penanganan.
- b. Simulasi kondisi gangguan operasional, seperti tersumbatnya Trommel atau kemacetan pada Conveyor, untuk meningkatkan respons cepat dan kemampuan analisis operator.

- c. Sertifikasi internal operator untuk meningkatkan kesadaran tanggung jawab, serta kompetensi dalam pengoperasian mesin secara efisien dan aman.
3. Standarisasi Input Material.
    - a. Peningkatan kualitas pemilahan sampah di hulu (upstream sorting) untuk mengurangi beban kerja pada mesin Bag Opener dan Meja Sortir Manual.
    - b. Pengeringan awal atau penyesuaian kadar air pada material organik sebelum masuk ke Dryer Organik, guna mempercepat proses pengeringan dan mengurangi energi yang dibutuhkan.
    - c. Penyesuaian sistem feeding material, misalnya mengatur ritme input ke Destoner dan Crusher berdasarkan karakteristik material, untuk menghindari kelebihan beban dan kerusakan komponen.
  4. Monitoring OEE Harian
    - a. Pencatatan parameter OEE (Availability, Performance, Quality) per mesin per shift, khususnya pada mesin-mesin dengan nilai OEE terendah seperti Meja Sortir Manual dan Crusher.
    - b. Implementasi dashboard monitoring real-time untuk memantau downtime, output, dan defect rate, terutama pada mesin-mesin utama seperti Dryer Organik, Trommel Screen, dan Vertical Chopper.
    - c. Penilaian bulanan berbasis tren OEE untuk seluruh mesin guna mengevaluasi efektivitas strategi perbaikan yang telah diterapkan.
  5. Optimasi Layout dan Alur Proses
    - a. Reposisi mesin Conveyor 1 dan Conveyor 2 yang sering mengalami bottleneck akibat antrian material atau keterlambatan proses feeding.
    - b. Pelebaran jalur buangan dan feeding pada area sekitar mesin Trommel Screen dan Destoner, untuk mempercepat aliran material dan mencegah penumpukan.
    - c. Desain ulang layout lintasan material untuk memperpendek waktu perpindahan antar mesin, sehingga meningkatkan efisiensi keseluruhan alur produksi.

## **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data operasional bulan Mei, Juni, dan Juli 2025 terhadap delapan unit mesin utama, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran OEE  
Nilai OEE rata-rata seluruh mesin berada di bawah standar ideal internasional (85%). Sebagian besar mesin masih mencatatkan nilai di bawah 60%, yang menandakan efektivitas operasional belum optimal. Mesin dengan nilai OEE tertinggi adalah Bag Opener (53,70%), sedangkan yang terendah adalah Meja Sortir Manual (14,90%).
2. Faktor Penyebab Inefisiensi (Waste)
  - a) *Availability* menjadi faktor dominan penurunan efektivitas, disebabkan downtime tidak terjadwal, keterlambatan feeding, dan kendala teknis pada mesin (seperti keausan komponen).
  - b) *Performance* terganggu akibat kecepatan operasi aktual tidak sesuai standar, terutama pada mesin dengan input material tidak seragam seperti *Vertical Chopper* dan *Crusher*.
  - c) *Quality* relatif lebih baik, namun masih ditemukan reject pada *Trommel Screen*, *Destoner*, dan *Dryer Organik* akibat kualitas input material yang rendah serta belum tersortir dengan baik.

Selain itu, faktor manusia (kurangnya pelatihan operator), aspek teknis (*overload*, komponen aus), dan tata letak fasilitas (*bottleneck pada Conveyor 1–2*) juga menjadi penyebab utama inefisiensi.

### 3. Strategi Perbaikan

Upaya peningkatan efektivitas dapat dilakukan melalui:

- a) Penerapan preventive maintenance rutin pada mesin kritis.
- b) Pelatihan operator secara berkala terkait SOP, penanganan gangguan, dan pencatatan data.
- c) Standarisasi input material sejak tahap awal pengolahan.
- d) Implementasi monitoring OEE berbasis dashboard untuk pencatatan data otomatis dan analisis cepat.
- e) Optimalisasi tata letak fasilitas guna mengurangi waktu tunggu dan bottleneck proses.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa metode OEE mampu mengidentifikasi titik-titik kritis efektivitas peralatan, serta memberikan dasar yang kuat untuk strategi perbaikan dalam meningkatkan kinerja operasional TPST Belahan Rejo.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, penulis memberikan beberapa saran untuk pengelola TPST Belahan Rejo dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

#### 1. Bagi Pengelola TPST:

- a) Segera menerapkan sistem pemeliharaan preventif yang terjadwal dengan baik untuk mesin-mesin utama seperti Crusher, Dryer Organik, dan Vertical Chopper.
- b) Melakukan pelatihan rutin kepada operator mengenai prosedur operasional standar (SOP), penanganan gangguan, dan pentingnya pencatatan data operasional harian.
- c) Meninjau ulang tata letak mesin dan alur material, khususnya jalur antara mesin Bag Opener – Meja Sortir – Conveyor – Mesin Pemroses, untuk mengurangi waktu tunggu dan antrian material.
- d) Mengembangkan sistem monitoring OEE berbasis digital agar data downtime, output, dan defect dapat tercatat secara otomatis dan dianalisis lebih cepat.

#### 2. Bagi Peneliti Selanjutnya:

- a) Disarankan untuk melakukan analisis OEE dalam rentang waktu lebih panjang, serta mempertimbangkan variabel eksternal seperti kondisi cuaca, komposisi sampah musiman, dan kapasitas timbangan atau kendaraan pengangkut.
- b) Penelitian lanjutan juga dapat menggabungkan metode OEE dengan pendekatan Lean Manufacturing atau Total Productive Maintenance (TPM) untuk strategi peningkatan yang lebih komprehensif.
- c) Disarankan pula untuk melakukan perbandingan antar TPST di wilayah lain guna memperoleh benchmark dan praktik terbaik dalam pengelolaan efektivitas peralatan pengolah sampah.

### Daftar Pustaka

- [1] Syafrudin, S., Trihadiningrum, Y., & Kurniawan, T. A. (2019). Material recovery facility (MRF) sebagai strategi peningkatan daur ulang sampah perkotaan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 235–244.
- [2] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.10/MENLHK/SETJEN/PLB.0/4/2018 tentang Pengelolaan Sampah.
- [3] Setiawan, A., & Hadi, M. (2022). Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) sebagai pusat ekonomi sirkular di kawasan perkotaan. *Jurnal Ekonomi dan Lingkungan Berkelanjutan*, 4(3), 87–96.
- [4] Amalia, R., & Saputra, D. (2020). Analisis Efektivitas Mesin Pencacah Sampah Menggunakan Metode OEE di TPST Surabaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(2), 45–52.
- [5] Effendy, A. (2020). Analisis Efektivitas Mesin dengan Metode OEE (Overall Equipment Effectiveness). *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 8, No. 1, 33–41. Retrieved from <https://ejournal.unair.ac.id/jti/article/view/effendy-oee>.

- [6] Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Portland, Oregon: *Productivity Press*.
- [7] Siregar, H., & Wibowo, R. (2019). Pengukuran Kinerja Mesin Produksi Menggunakan Metode OEE pada Industri Manufaktur. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 12, No. 2, 101–110.
- [8] Muchsin, I. (2014). Total Productive Maintenance (TPM). Yogyakarta: Deepublish