

# PENGUKURAN EFEKTIVITAS MESIN *MELTER-2* BERBASIS *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* DI PERHUTANI *PINE CHEMICAL INDUSTRY (PPCI)* PEMALANG

Arinda Soraya Putri\*, Prasetyo Leksono Nur Widodo, Ahmad Kholid Alghofari

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

\*Email: asp835@ums.ac.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besarnya nilai efektivitas aset mesin yang beroperasi di Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) dengan memilih salah satu sampel mesin yang memiliki frekuensi kerusakan terbesar. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang mana merupakan metode yang bertujuan untuk mengukur besarnya efektivitas mesin, kemudian dilanjutkan dengan analisis Six Big Losses, dan cause and effect diagram untuk melihat akar permasalahan sehingga dapat diberikan usulan perbaikan. Mesin melter-2 merupakan salah satu mesin utama yang banyak mengalami kerusakan di Pabrik Gondorukem dan Terpentin. Berdasarkan perhitungan nilai OEE diperoleh kesimpulan bahwa efektivitas mesin melter-2 belum memenuhi standar Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), dengan faktor losses terbesar disebabkan oleh faktor idling/minor stoppages dan reduced speed sehingga diperlukan usulan perbaikan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai OEE terutama pada indikator performance.

**Kata kunci:** Japan Institute of Plant Maintenance, Mesin Melter, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses

## 1. PENDAHULUAN

Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) merupakan satu-satunya pabrik yang mengolah hasil derivat gondorukem dan terpentin di Indonesia, yang mana bahan baku pembuatan gondorukem dan terpentin adalah getah pinus. Selain itu kapasitas Pabrik Gondorukem dan Terpentin Perum Perhutani belum dapat dimanfaatkan secara optimum akibat kurangnya bahan baku getah pinus. Kurangnya bahan baku getah pinus dapat disebabkan oleh berbagai hal, salah satunya adalah ketersediaannya getah pinus di Indonesia yang belum mencukupi permintaan pasar, dengan demikian ketersediaan bahan baku yang terbatas ini jika tidak dikelola dengan baik maka dapat mengakibatkan terjadinya *losses* dan kurangnya efisiensi kegunaan getah pinus (Ariyanto, 2010).

Menurut Smith & Mobley (2008) kerugian produksi seperti *losses*, *waste*, dan kualitas produk di bawah standar dapat berdampak langsung pada laba atau keuntungan perusahaan, di mana kualitas suatu produk dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang mana salah satunya adalah keandalan fasilitas atau peralatan produksi. Sehingga sebagai upaya untuk mengurangi kerugian produksi maka diperlukan kegiatan yang bertujuan untuk menjaga performansi mesin tetap stabil. Oleh karena itu diperlukan analisis dan usulan perbaikan untuk meningkatkan performansi peralatan produksi dengan perhitungan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang merupakan salah satu pilar utama dalam penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)* (Alghofari dkk., 2012). TPM merupakan salah satu pendekatan yang dirancang untuk memaksimalkan efektivitas peralatan dengan menetapkan sistem pemeliharaan produktif yang mencakup perencanaan, penggunaan, & perawatan (Mwanza & Mbohwa, 2015).

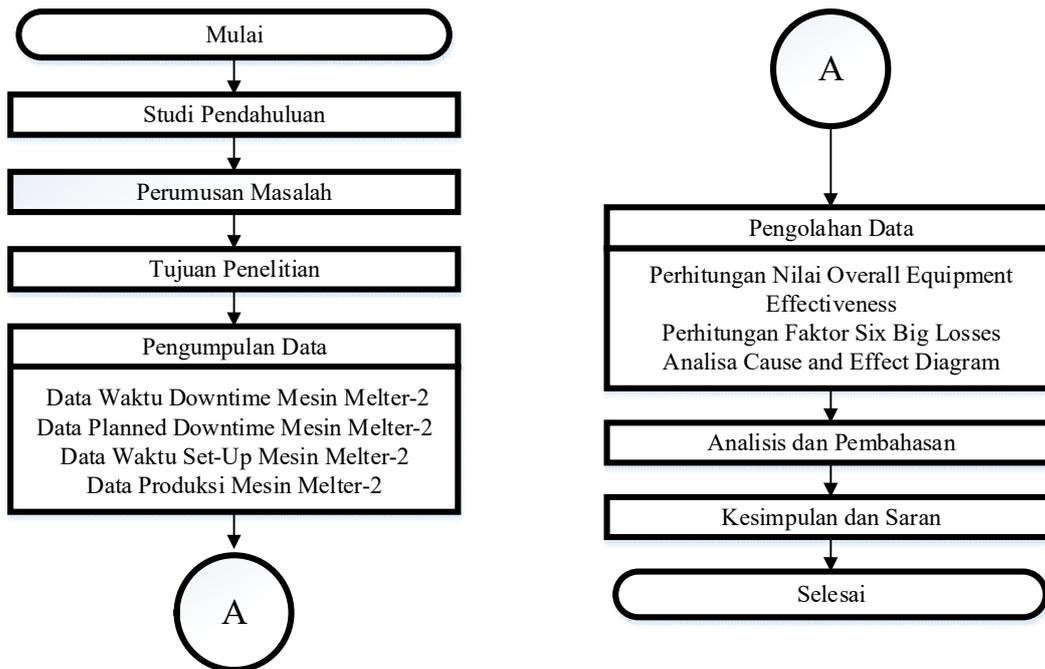
*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur efektivitas mesin yang didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu *availability* (ketersediaan mesin), *performance* (kinerja mesin), dan *quality* (kualitas *output* yang dihasilkan mesin) (Mainea dkk., 2010).

Pada penelitian ini dipilih objek mesin *Melter-2* karena memiliki frekuensi kerusakan terbesar pada periode Januari – Desember 2018. Mesin *Melter-2* tergolong di dalam kategori *important machine* di mana apabila mesin ini mengalami kerusakan maka akan mengakibatkan berhentinya proses produksi. Dilatarbelakangi oleh pentingnya kinerja mesin *melter-2* dalam menghasilkan produk yang memenuhi standar, maka diperlukan analisis perbaikan dengan indikator berupa besarnya nilai OEE serta mencari penyebab akar permasalahan sebagai bahan

disusunnya usulan perbaikan terhadap sistem pemeliharaan mesin *melter-2*. Adapun penilaian sebagai acuan besarnya nilai OEE mesin mengikuti standar *world class maintenance* yang dikeluarkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), yaitu sebesar 90% untuk nilai *availability*, 95% *performance*, 99% untuk *quality* dan 85% untuk nilai OEE (Hegde dkk., 2009).

## 2. METODE

Objek dari penelitian ini adalah mesin *Melter-2* yang beroperasi di *Line 2*, Pabrik Gondorukem. Penelitian ini dilakukan di Perum Perhutani unit Perhutani *Pine Chemical Industry* (PPCI) yang terletak di Jalan D.I Panjahitan, Saradan, Pemalang, Jawa Tengah dengan diagram alir penelitian sebagai berikut.



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

Berkaitan dengan diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 1, berikut merupakan penjelasan mengenai teknik pengumpulan dan pengolahan data.

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dibutuhkan seperti data produksi, jam kerja mesin, waktu *set-up* mesin, jumlah total produksi, *defect* produk, dan *downtime* mesin yang diperoleh dengan pengamatan dan wawancara.

### 2.2 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian digunakan untuk perhitungan nilai OEE. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) terdiri dari *availability*, *performance* dan *quality* sebagai berikut (Stephens, 2004).

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Loading time} - \text{downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Processed amount}}{\text{ideal run time} \times \text{operating time}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed amount} - \text{defect}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \times 100\% \quad (4)$$

Setelah itu perhitungan dilanjutkan dengan menghitung *Six Big Losses*. Berdasarkan rumus yang digunakan untuk menghitung *Six Big Losses* sebagai berikut (Stephens, 2004).

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Downtime}}{\text{Loading time}} \times 100 \% \quad (5)$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Setup}}{\text{loading time}} \times 100 \% \quad (6)$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{\text{Non-production time}}{\text{Loading time}} \times 100 \% \quad (7)$$

$$\text{Speed Losses} = \frac{\text{operating time} - (\text{cycle time} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading time}} \times 100 \% \quad (8)$$

$$\text{Quality Defect} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Defect amount}}{\text{Loading time}} \times 100 \% \quad (9)$$

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{Reject}}{\text{Loading time}} \times 100 \% \quad (10)$$

### 2.3 Evaluasi dan rekomendasi

Analisis dilakukan untuk membandingkan nilai OEE dengan standar *world class maintenance*, kemudian mengidentifikasi *six big losses*. Hasil perhitungan OEE digambarkan dengan grafik untuk menunjukkan perbandingan nilai efektivitas mesin. Identifikasi faktor-faktor dari *six big losses* digambarkan dengan diagram pareto untuk menunjukkan faktor yang paling besar mempengaruhi nilai OEE. Selanjutnya data tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan usulan perbaikan yang didukung dengan *cause-effect* diagram.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengumpulan Data

Berikut data yang diperlukan untuk menghitung nilai OEE:

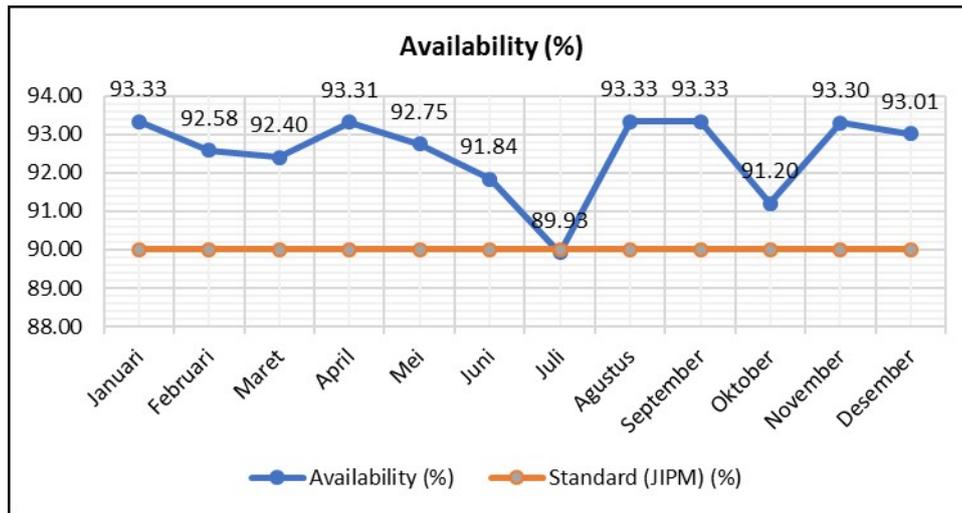
- a. Data waktu *downtime* mesin *melter-2*
- b. Data Planned downtime mesin *melter-2*
- c. Data waktu set-up mesin *melter-2*
- d. Data produksi mesin *melter-2*

Data yang dikumpulkan berupa data dengan rentang waktu periode Januari – Desember 2018. Sedangkan untuk menunjang kegiatan analisis, maka dilakukan kegiatan wawancara langsung dengan operator terutama operator produksi sebagai pengguna mesin, dan operator *maintenance* sebagai bagian yang melakukan perawatan mesin. Selain itu, dilakukan juga kegiatan observasi langsung terutama pada mesin *melter-2* di *line 2* Pabrik Gondorukem dan Terpentin.

### 3.2 Pengolahan Data

#### 3.2.1 Perhitungan *Availability*

*Availability* adalah rasio waktu ketersediaan mesin dalam melakukan proses produksi dengan total waktu yang tersedia (Borris, 2006). Hasil perhitungan nilai *availability* periode Januari – Desember 2018 pada mesin *melter-2*, dapat dilihat pada grafik berikut.

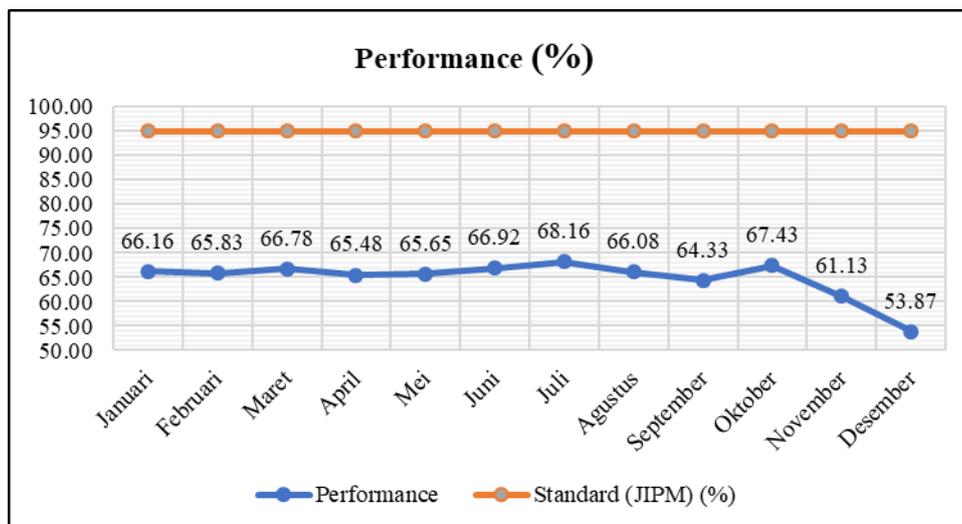


**Gambar 2. Availability Mesin Melter Periode Tahun 2018**

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *availability* berada di bawah standar JIPM, yaitu sebesar 90%, hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan mesin dalam memenuhi waktu produksi belum optimal.

### 3.2.2 Perhitungan Performance

*Performance* adalah rasio kuantitas produk yang dibuat dengan kuantitas seluruh produk yang bisa dibuat tanpa melihat aspek kualitas (Borris, 2006). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *performance* pada periode Januari – Desember 2018 sebagai berikut.

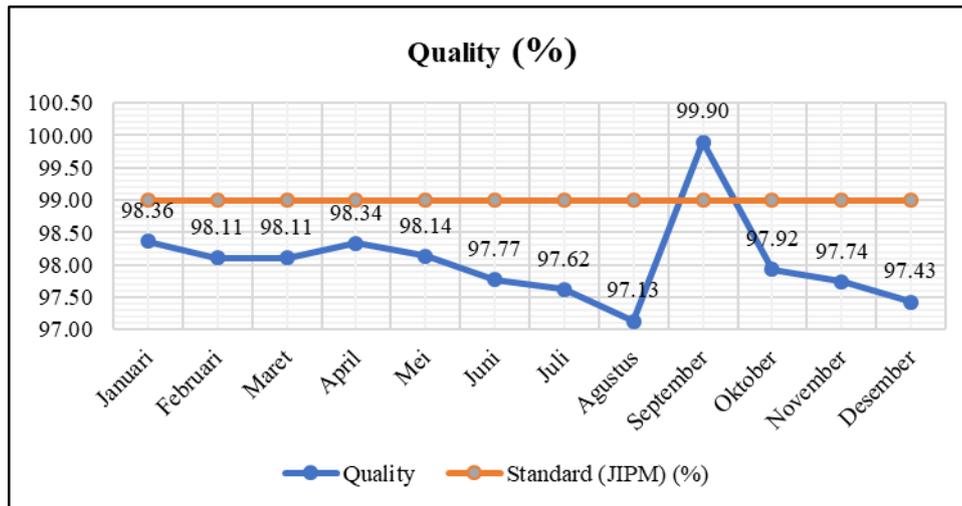


**Gambar 3. Performance Mesin Melter-2**

Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *performance* masih berada di bawah standar JIPM, yaitu sebesar 95%. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja mesin untuk melakukan proses produksi masih belum bisa dikatakan baik.

### 3.2.3 Perhitungan Quality

*Quality* adalah rasio antara jumlah produk yang berkualitas dibandingkan keseluruhan output yang diproduksi, termasuk produk yang cacat (Borris, 2006). Nilai *quality* pada periode Januari – Desember 2018 sebagai berikut.

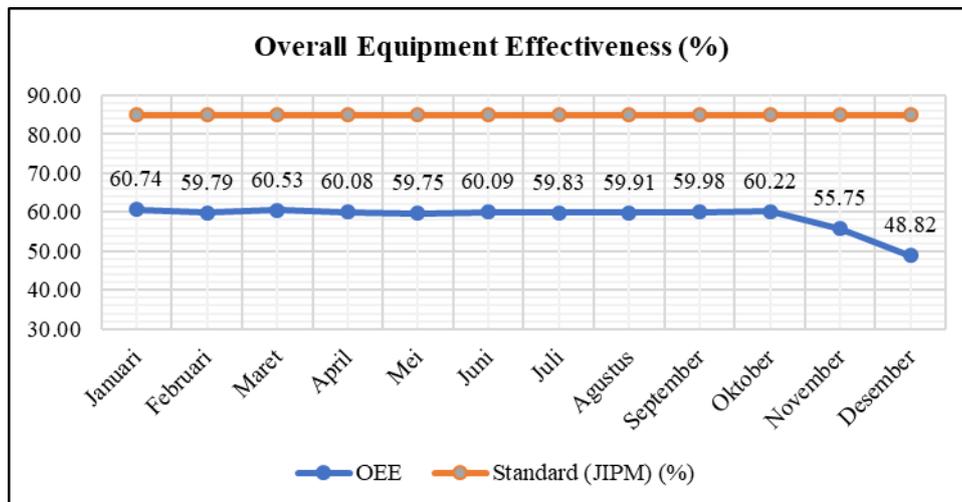


**Gambar 4. Quality Mesin Melter-2**

Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *quality* berada di bawah standar JIPM, yaitu sebesar 99%. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja mesin untuk menghasilkan produk yang memenuhi standar produksi belum optimal.

### 3.2.4 Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness

Nilai OEE merupakan ukuran efektivitas mesin dalam kurun waktu tertentu, dan dapat dijadikan ukuran nilai produktivitas dalam menjalankan fungsinya (Sivakumar & Manivel, 2019). Nilai OEE periode Januari - Desember 2018, dapat dilihat pada grafik sebagai berikut.



**Gambar 5. Nilai OEE Mesin Melter-2**

Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai OEE berada di bawah standar JIPM, sehingga diperlukan usulan perbaikan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai tersebut.

### 3.2.5 Perhitungan Six Big Losses

Setelah dilakukan analisis nilai OEE, langkah berikutnya adalah mencari faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan *losses* dengan menyoroti faktor-faktor *six big losses*. Dengan menggunakan *six big losses*, perusahaan dapat mengetahui kerugian apa saja yang menyebabkan nilai OEE berada dibawah standar (Alvira dkk., 2015).

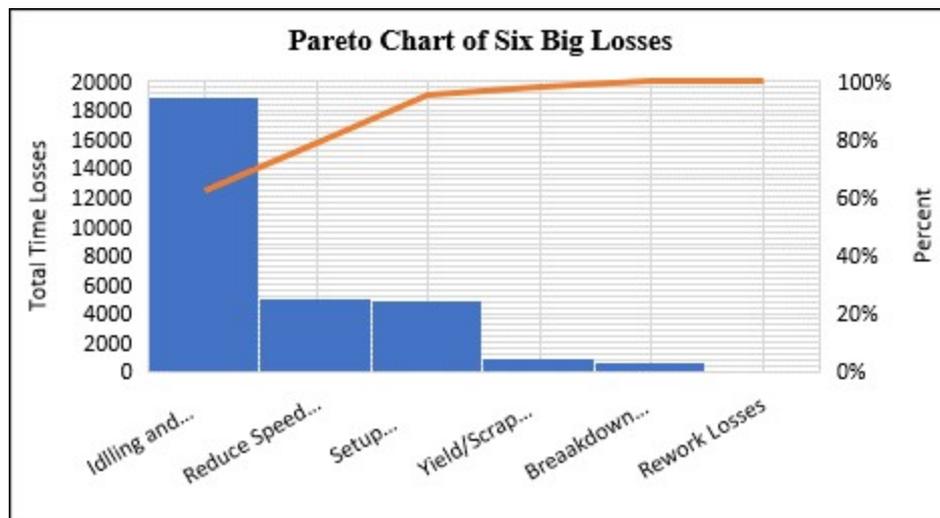
**Tabel 1. Persentase Faktor Six Big Losses**

No	Six Big Losses	Total Time Losses (menit)	Persentase (%)
1	Breakdown Losses	588	2%
2	Setup/Adjustment Losses	4920	16,3%
3	Idling and Stoppages	18897	62,4%
4	Reduce Speed Losses	5001,58	16,5%
5	Rework Losses	0	0%
6	Yield/Scrap Losses	858,77	2,8%

Dari tabel 1 dapat dilihat banyaknya waktu yang menjadi kerugian (*losses*). Pada *rework loss* total waktu yang terbuang sebesar 0% dikarenakan tidak adanya aktivitas *rework* di lantai produksi.

### 3.2.6 Analisis Faktor Dominan

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi faktor-faktor kerugian terbesar dengan diagram pareto sebagai berikut.



**Gambar 6. Diagram Pareto Six big losses Mesin Melter-2**

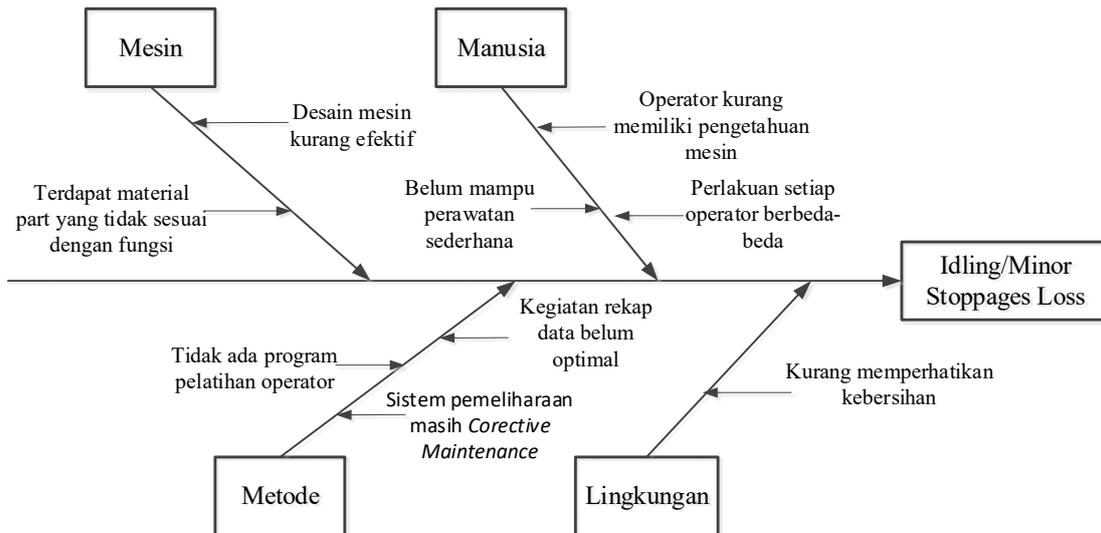
Diagram Pareto sangat cocok untuk data non-numerik dan digunakan untuk mengidentifikasi *downtime* dan kerugian lainnya dengan cara mengurutkan masalah berdasarkan frekuensi, tingkat keparahan, sifat, atau sumber, dan menampilkan ukuran masalah mana yang merupakan masalah vital (Hossen dkk., 2017). Berdasarkan diagram pada gambar 6, diketahui bahwa faktor tertinggi yang menjadi prioritas adalah faktor *idling and minor stoppages*, *reduced speed losses*, dan *setup/adjustment losses* yang mana persentase kerugian yang diakibatkan berturut-turut sebesar 62,4%, 16,5%, dan 16,3%.

### 3.2.7 Analisis Akar Masalah

Setelah diketahui bahwa faktor kerugian terbesar adalah *idling/minor stoppages loss* maka selanjutnya dilakukan analisis akar masalah dengan menggunakan *cause and effect diagram* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya kerugian tersebut.

Penggunaan *cause and effect diagram* untuk menggambarkan faktor-faktor penyebab penurunan produktivitas dan dampak terhadap produktivitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab tersebut. Penyebab-penyebab utama diidentifikasi menggunakan konsep 4M + 1 E yaitu *Machine* (mesin/peralatan), *Method* (metode), *Material* (bahan baku), *Man* (operator), dan *Environment* (lingkungan) (Rahmad, Pratikto, & Wahyudi, 2012). Pada kasus ini indikator Material tidak dimasukkan karena kondisi bahan baku yang diolah sudah melewati proses seleksi oleh *supplier* dan proses pengendalian kualitas pada tahap sebelum dilakukannya proses produksi.

Berikut merupakan diagram sebab akibat untuk kerugian yang disebabkan oleh faktor *idling and minor stoppages*.



**Gambar 7. Diagram Sebab Akibat *Idling/Minor Stoppages Loss***

### 3.2.8 Usulan Perbaikan Untuk Meningkatkan Nilai OEE

Berdasarkan diagram sebab akibat pada gambar 7. Selanjutnya dilakukan identifikasi dan diperoleh akar permasalahan sebagai berikut.

**Tabel 2. Usulan Perbaikan Untuk Meningkatkan Nilai OEE**

Aspek	Akar Permasalahan	Usulan Perbaikan
Manusia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operator kurang memiliki pengetahuan mesin.</li> <li>- Perlakuan setiap operator berbeda-beda.</li> <li>- Belum mampu melakukan perawatan sederhana.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Mengadakan kegiatan pendidikan dan pelatihan terhadap operator tentang mesin yang digunakan.</li> <li>b. Melakukan kegiatan monitoring atau pemantauan kegiatan pekerja yang lebih ketat untuk menyeragamkan aktivitas pekerja.</li> <li>c. Mengadakan kegiatan pendidikan dan pelatihan terhadap operator tentang mesin yang digunakan.</li> </ol>
Mesin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desain mesin kurang efektif dalam menjalankan fungsinya.</li> <li>- Terdapat komponen mesin yang tidak sesuai dengan fungsi yaitu karet melter.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu dilakukan kegiatan improvement maintenance berupa modifikasi mesin.</li> <li>b. Komponen karet melter tidak sesuai dengan fungsi karena berbahan dasar karet alam yang mana bahan ini tidak tahan terhadap temperatur yang tinggi serta minyak. Maka perlu dilakukan pergantian bahan dasar karet melter dengan bahan yang tahan terhadap panas dan minyak.</li> </ol>
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurang memperhatikan kebersihan.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Diperlukan komitmen atau kegiatan rutin yang bertujuan untuk membersihkan area kerja, terutama setelah melakukan proses produksi.</li> </ol>
Metode	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kegiatan rekapitulasi data belum optimal.</li> <li>- Sistem pemeliharaan mesin masih bersifat corrective maintenance.</li> <li>- Tidak ada program pelatihan operator</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Melakukan kegiatan rekapitulasi data secara detail, karena keberadaan data sangat penting untuk melihat kondisi perusahaan.</li> <li>b. Menggunakan sistem pemeliharaan bersifat preventif agar kerusakan mesin tidak mengganggu kegiatan produksi.</li> <li>c. Perusahaan memerlukan komitmen dan support dari seluruh pihak perusahaan untuk mendukung</li> </ol>

Aspek	Akar Permasalahan	Usulan Perbaikan
	terkait mesin.	program pelatihan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perhitungan dapat diambil kesimpulan berikut:

1. Rata-rata nilai OEE pada periode bulan Januari - Desember 2018 adalah sebesar 58,79% di mana nilai *availability*, *performance*, dan *quality* berturut-turut sebesar 92,53%, 64,82%, 98,05%. Dari hasil perhitungan tersebut, dengan standar nilai ideal OEE JIPM sebesar  $\geq 85\%$ , maka dapat disimpulkan bahwa efektivitas mesin *Melter-2* masih dibawah standar.
2. Faktor yang memberikan pengaruh terbesar terhadap rendahnya efektivitas mesin adalah faktor *reduced speed* dan *idle/minor stoppages*.
3. Usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengurangi *loss* yang diakibatkan oleh faktor *reduced speed* dan *idle/minor stoppages* adalah dengan cara melakukan *improvement maintenance* / modifikasi mesin.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penulisan laporan ini penulis banyak menerima masukan, kritik, dan saran dari berbagai pihak. Dalam hal ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak Perum Perhutani atas bimbingan dan pengarahannya sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alghofari, A. k., Anis, M., & As'Ari, A. (2012). Upaya Peningkatan Performansi Mesin Pada Industri Manufaktur. *Spektrum Industri*, 10(2), 146–154.
- Alvira, D., Helianty, Y., & Prassetiyo, H. (2015). Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness ( Oee ) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses. *Itenas Bandung*, 03(03), 240–251.
- Ariyanto DN. 2006. Analisis biaya pengolahan gondorukem dan terpentin di PGT Sindangwangi, KPH Bandung Utara, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat – Banten [skripsi]. Bogor (ID): *Institut Pertanian Bogor*.
- Borris, S. (2006). Total Productive Maintenance. In *McGraw-Hill*. <https://doi.org/10.1036/0071467335>
- Hegde, H. G., Mahesh, N. S., & Doss, K. (2009). Overall Equipment Effectiveness Improvement by TPM and 5S Techniques in a CNC Machine Shop. *Sastech*, 25(2), 25–32.
- Hossen, J., Ahmad, N., & Ali, S. M. (2017). An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram ( CED ) to examine stoppage losses : a textile case from Bangladesh. *The Journal of The Textile Institute*, 5000(March), 0.
- Mainea, M., Duta, L., Patic, P. C., & Caciula, I. (2010). A Method to Optimize the Overall Equipment Effectiveness. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*. <https://doi.org/10.3182/20100908-3-PT-3007.00046>
- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing*, 4(Iess), 461–470.
- Rahmad, R., Pratikto, P., & Wahyudi, S. (2012). Penerapan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) (Studi Kasus Di Pabrik Gula PT. “Y”). *Rekayasa Mesin*, 3(3), 431–437.
- Sivakumar, R., & Manivel, R. (2019). Materials Today : Proceedings Analysis on overall equipment effectiveness of a PEMAMEK panel processing machine. *Materials Today: Proceedings*.
- Smith, R., & Mobley, R. K. (2008). *Rules of Thumb For Maintenance and Reliability Engineers*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Stephens, M. P. (2004). *Productivity and Reliability-Based Maintenance Management*. United States of America: Purdue University Press. {