



## Pengukuran dan analisa efektivitas mesin pencetak *paving* menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE)

Indira Kusuma Wardani\*, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, Judi Alhilman

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No.1, Terusan Buah Batu, Bandung, 40257, Indonesia

\*Corresponding author: [indirasena493@gmail.com](mailto:indirasena493@gmail.com)

### ARTICLE INFO

Received: 8 September 2021  
Revision: 29 Oktober 2021  
Accepted: 30 Oktober 2021

#### Keywords:

*Overall equipment effectiveness*  
*Six big losses*  
*Diagram fishbone*

### ABSTRACT

Machine effectiveness is one of the important factors in the production process in a manufacturing company to produce goods. The paving molding machine is one of the machines used to produce black paving at PT XYZ. Based on historical data from the Engineering Maintenance Department, this machine has the highest breakdown frequency which has an impact on the low effectiveness and productivity of the machine. To overcome this problem, an analysis of the effectiveness of the paving molding machine was carried out using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method. OEE aims to analyze machine indicators, which consist of machine availability, performance efficiency, and the quality level of the machine's production. The results of the OEE analysis show that the value of the paving molding machine is 68.18% and is still below the Japan Institute of Plant Maintenance standard of 85%. Six Big Losses is used to determine the low OEE value arising from the production process, on the paving molding machine. From the results of the analysis, two dominant loss factors have the most influence on the effectiveness of the paving molding machine, namely the high value of reduced speed loss (51.92%) and idling and minor stoppages loss (23.69%). These two dominant loss factors are then analyzed using a fishbone diagram to obtain the root causes and proposed solutions.

### 1. PENDAHULUAN

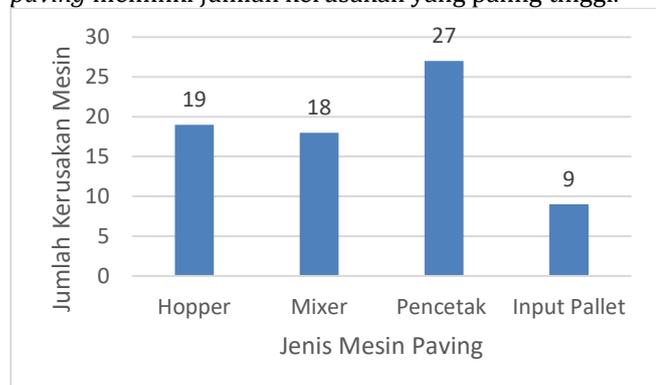
Mesin produksi adalah salah satu faktor produksi yang harus dioptimalkan penggunaannya [1]. Maka dari itu diperlukan suatu pemeliharaan yang optimum agar mesin dan seluruh elemen pada mesin dalam keadaan baik dan selalu siap digunakan [2]. Oleh karena itu, tiap perusahaan memiliki usaha dan target tersendiri untuk pemeliharaan mesin dan peralatan penunjang produksi dalam kondisi yang terbaik sehingga proses produksi tidak terjadi hambatan dan gangguan [3]. Produktivitas yang tinggi pada mesin akan berpengaruh terhadap target produksi yang telah ditetapkan perusahaan setiap harinya. Pentingnya mengevaluasi kinerja fasilitas produksi untuk dapat meningkatkan produktivitas suatu perusahaan sehingga mampu memperoleh keberhasilan dan mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan fasilitas industri terhenti, yaitu faktor manusia, mesin, dan lingkungan [4]. Tujuan dilakukannya evaluasi pemeliharaan mesin yaitu memperpanjang umur mesin, menjamin ketersediaan operasional seluruh fasilitas

industri, dan menjamin keselamatan operator dan pemakai fasilitas [5].

PT XYZ adalah salah satu perusahaan jasa konstruksi di Bali. Perusahaan ini telah membangun infrastruktur dan pemeliharaan proyek-proyek di Bali, baik proyek dari pemerintah maupun non pemerintah, seperti fasilitas umum termasuk bandara, jalan raya, jembatan, bendungan, pembangunan pabrik dan fasilitasnya, serta proyek pemeliharaan lingkungan. Salah satu produk yang diproduksi oleh PT XYZ adalah *paving* hitam dengan ukuran 10x20x8 cm. *Paving* hitam ukuran 10x20x8 cm ini, dalam satu *pallet*nya berisi 35 buah. Dalam memproduksi *paving* hitam 10x20x8 cm menggunakan empat mesin *paving*, yaitu mesin *hopper* yang digunakan untuk menimbang bahan baku produksi, mesin *mixer* yang digunakan untuk mencampur bahan baku, mesin *input pallet* yang digunakan untuk memasukkan *pallet* sesuai dengan ukuran *paving* ke pencetak, dan mesin pencetak *paving* untuk mencetak *paving* sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Waktu kerja mesin-mesin



tersebut yaitu delapan jam setiap hari Senin hingga hari Minggu. Keempat mesin tersebut bekerja secara terus-menerus dikarenakan disesuaikan dengan target dan permintaan konsumen sehingga mesin-mesin tersebut sering mengalami kerusakan. Berikut merupakan grafik kerusakan mesin pada periode Juni 2018–Desember 2019. Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa diantara keempat mesin yang digunakan, mesin pencetak *paving* memiliki jumlah kerusakan yang paling tinggi.



**Gambar 1.** Data jumlah kerusakan mesin *paving*

Tingginya jumlah kerusakan pada mesin pencetak *paving* ini akan menyebabkan *downtime* mesin tinggi dan dapat menghambat proses produksi. *Downtime* yang tinggi akan menyebabkan mesin terhenti dan mempengaruhi proses selanjutnya [6]. Selain menyebabkan proses produksi terhenti, hal ini juga berpengaruh terhadap jumlah produksi setiap bulannya. Hal tersebut menyebabkan kinerja mesin pencetak *paving* tidak optimal dan perlu adanya suatu perbaikan terhadap pemeliharaan yang mempengaruhi efektivitas mesin.

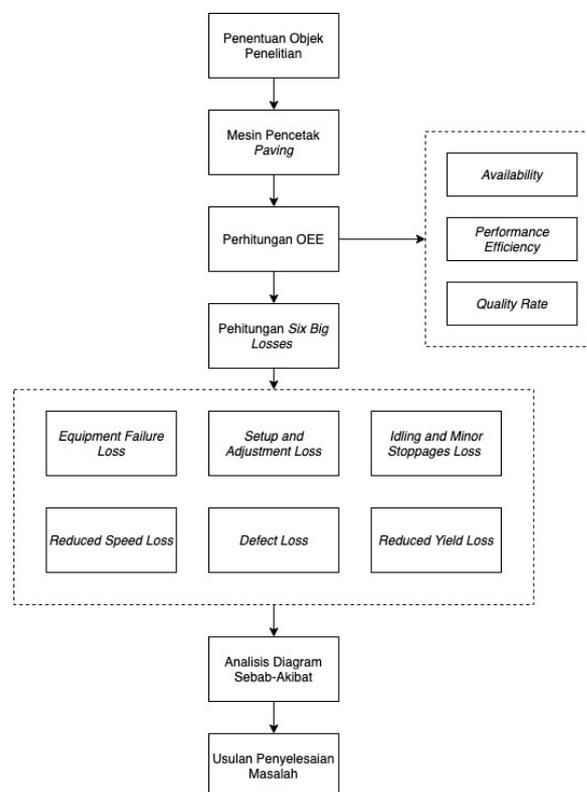
Beberapa hasil penelitian terdahulu untuk mengatasi masalah efektivitas pada mesin yang dapat dijadikan peneliti sebagai acuan atau parameter dalam penelitian yaitu penelitian yang dilakukan oleh Okpala Charles Chikwendu, Anozie Stephen Chima, Mgbemena Chika Edith: Hasil penelitian ini menunjukkan “Mesin yang terus mengalami kegagalan dapat menyebabkan efektivitas menurun dan dapat dioptimalkan dengan menggunakan metode OEE dengan mengidentifikasi dan mengurangi kerugian dan memfokuskan pada penyebab kerugian tersebut” [7]. Penelitian yang dilakukan Pardeep Gupta dan Sachit Vardhan: Hasil penelitian ini menunjukkan “Nilai OEE yang rendah dapat diatasi dengan mengimplementasikan *Total Productive Maintenance* (TPM) pada perusahaan” [8]. Menurut Manjeet Singh, DR. M.S. Narwal menjelaskan bahwa “Untuk meningkatkan produktivitas, menggunakan pendekatan efektivitas dan peralatan dan analisis sebab-akibat. Untuk meningkatkan nilai OEE perlu meningkatkan ketersediaan dan kualitas dengan meminimalkan kerusakan dan cacat pada mesin” [9].

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengukuran efektivitas mesin dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE adalah salah satu pengukuran efektivitas berdasarkan tiga indikator pengaruh efektivitas mesin yaitu ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance*

*efficiency*), dan kualitas (*quality rate*) [10]. Penelitian ini juga dilanjutkan dengan perhitungan *six big losses*. *Six big losses* adalah kerugian yang mempengaruhi menurunnya produktivitas berbasis peralatan di bidang manufaktur [11]. Perhitungan dilakukan dengan enam jenis kerugian tersebut dan dianalisis kerugian yang paling dominan yang mempengaruhi penurunan pada efektivitas mesin. Penelitian ini juga menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap tingginya nilai *losses*. Diagram sebab-akibat (*fishbone*) adalah sebuah diagram yang menyerupai tulang ikan yang menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari suatu permasalahan dan berbagai penyebab dari permasalahan tersebut [12]. Adapun kontribusi dari penelitian ini, dari sisi perusahaan tentunya mendapatkan informasi tentang efektivitas mesin, khususnya mesin *paving* dengan metode OEE dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi nilai efektivitas mesin tersebut. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu acuan bagi para peneliti lain yang berhubungan dengan tingkat efektivitas dan efisiensi mesin.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan untuk mendapatkan penyebab mesin sering mengalami kerusakan dan informasi faktor penyebab rendahnya efektivitas. Sedangkan data sekunder yang digunakan yaitu berupa data jam tersedia, total produksi, *planned downtime*, *breakdown*, *setup and adjustment time*, *manpower absence time*, dan *material shortages time*.



**Gambar 2.** Model konseptual

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode OEE. Alur pengerjaan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti Gambar 2. Tahap pertama yang dilakukan yaitu penentuan objek penelitian, yaitu mesin pencetak *paving* berdasarkan frekuensi kerusakan paling tinggi pada Juni 2018–Desember 2019. Setelah itu melakukan perhitungan nilai OEE.

Untuk perhitungan nilai OEE dilakukan dengan mengalikan tiga indikator yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *quality rate*. Setelah melakukan perhitungan OEE dilanjutkan perhitungan *six big losses* yang terdiri dari enam kerugian yaitu *equipment failure loss*, *setup and adjustment loss*, *idling and minor stoppages loss*, *reduced speed loss*, *defect loss*, dan *reduced yield loss*. Hasil *losses* yang paling dominan yang mempengaruhi penurunan efektivitas mesin akan dianalisis menggunakan diagram sebab-akibat. Diagram sebab-akibat ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab tingginya nilai *losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin yang terdiri dari empat aspek yaitu manusia, mesin, metode, material/*sparepart* dan kemudian dilakukan dengan pemberian usulan atas permasalahan. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing faktor OEE dan jenis *six big losses*:

2.1 Overall equipment effectiveness

OEE adalah suatu metode pengukuran tingkat efektivitas mesin atau peralatan dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dan faktor-faktor dalam proses perhitungannya [13]. Dalam OEE terdapat 3 faktor, yaitu sebagai berikut.

1. Availability

*Availability* yaitu perbandingan dari waktu operasi mesin dengan total mesin beroperasi [14]. Adapun rumus untuk menghitung *availability* yaitu:

$$A = \frac{\text{Actual Running Time}}{\text{Planned Production Time}} \quad (1)$$

2. Performance Efficiency

*Performance efficiency* adalah rasio tingkat produksi *actual* dengan tingkat produksi yang diharapkan [15]. Adapun rumus untuk menghitung *performance efficiency* yaitu:

$$P = \frac{\text{Quantity Produced} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Running Time}} \quad (2)$$

3. Quality Rate

*Quality rate* adalah rasio perbandingan antara jumlah produksi yang sesuai spesifikasi dengan jumlah total produk yang dihasilkan [16]. Adapun rumus untuk menghitung *quality rate* yaitu:

$$Q = \frac{\text{Quantity Produced} - \text{Quantity Product Defect}}{\text{Quantity Produced}} \quad (3)$$

4. Perhitungan OEE

Perhitungan OEE merupakan hasil perkalian dari ketiga faktor OEE yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *quality rate* [14].

$$OEE = A \times P \times Q \quad (4)$$

2.2 Six big losses

*Six big losses* adalah enam kerugian yang mempengaruhi nilai efektivitas dari mesin atau peralatan. *Six big losses* ini memiliki hubungan dari masing-masing faktor OEE, *availability* menyebabkan *equipment failure loss* dan *setup and adjustment loss*, *performance efficiency* menyebabkan *idling and minor stoppages loss* dan *reduced speed loss*, dan *quality rate* menyebabkan *defect loss* dan *reduced yield loss* [13].

1. Equipment Failure Loss

*Equipment failure loss* yaitu kerugian yang diakibatkan kerusakan dari peralatan sehingga dibutuhkan waktu untuk perbaikan. Adapun rumus untuk menghitung *equipment failure loss* yaitu:

$$\text{Equipment Failure Loss} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (5)$$

2. Setup and Adjustment Loss

*Setup and adjustment loss* yaitu kerugian yang diakibatkan oleh perubahan yang terjadi saat mesin beroperasi seperti pergantian *shift* kerja, penyesuaian kondisi pengoperasian. Adapun rumus untuk menghitung *setup and adjustment loss* yaitu:

$$\text{Setup \& Adjustment Loss} = \frac{\text{Total Setup and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (6)$$

3. Idling and minor stoppages loss

*Idling and minor stoppages loss* yaitu kerugian yang disebabkan oleh kesalahan sensor atau aktivitas menunggu material/suku cadang atau sedang saat proses produksi sehingga mesin terhenti dan adanya *idle time*. Adapun rumus untuk menghitung *idling and minor stoppages loss* yaitu:

$$\text{Idling \& Minor Loss} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (7)$$

4. Reduced Speed Loss

*Reduced speed loss* yaitu kerugian oleh mesin tidak bekerja optimal dikarenakan penurunan kecepatan mesin saat beroperasi. Adapun rumus untuk menghitung *reduced speed loss* yaitu:

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Processed Amount})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (8)$$

5. Defect Loss

Defect loss yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat pada produk yang dihasilkan (tidak sesuai dengan spesifikasi). Adapun rumus untuk menghitung *defect loss* yaitu:

$$Defect Loss = \frac{Ideal Cycle Time \times Total product Reject}{Loading Time} \times 100\% \quad (9)$$

6. *Reduced Yield Loss*

*Reduce yield loss* yaitu kerugian yang disebabkan oleh lamanya kondisi mesin melakukan penyesuaian untuk

stabil sehingga dihasilkannya produk cacat. Adapun rumus untuk menghitung *reduced yield loss* yaitu:

$$Reduced Yield Loss = \frac{Ideal Cycle Time \times Reject Production}{Loading Time} \times 100\% \quad (10)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Perhitungan OEE*

Perhitungan OEE dilakukan dengan mengalikan nilai *availability*, *performance efficiency*, dan *quality rate*. Berikut merupakan hasil perhitungan OEE periode Juni 2018 – Desember 2019 seperti Tabel 1.

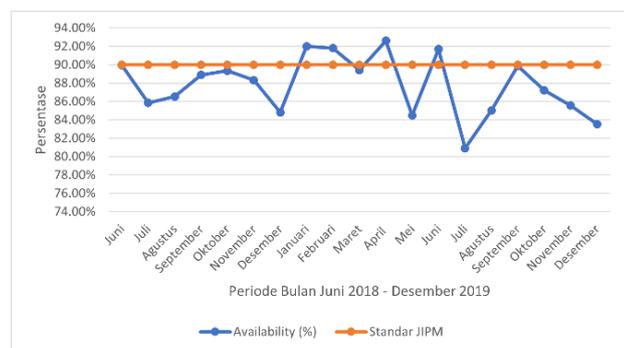
Tabel 1. Nilai OEE mesin pencetak paving Juni 2018 -Desember 2019

Tahun	Bulan	A (%)	P (%)	Q (%)	OEE (%)
2018	Juni	89.95%	74.04%	99.16%	66.04%
	Juli	85.86%	77.56%	99.68%	66.38%
	Agustus	86.54%	94.15%	99.57%	81.13%
	September	88.89%	83.56%	99.76%	74.10%
	Oktober	89.34%	83.74%	99.81%	74.66%
	November	88.32%	83.93%	99.41%	73.69%
	Desember	84.82%	86.61%	99.67%	73.22%
	Januari	92.01%	64.53%	99.54%	59.10%
	Februari	91.81%	99.80%	99.84%	91.48%
	Maret	89.41%	75.46%	99.67%	67.24%
	April	92.62%	85.36%	99.74%	78.86%
	Mei	84.49%	65.89%	99.17%	55.21%
2019	Juni	91.70%	65.79%	99.25%	59.88%
	Juli	80.91%	67.23%	99.14%	53.93%
	Agustus	85.03%	52.16%	99.03%	43.92%
	September	89.87%	77.40%	99.16%	68.98%
	Oktober	87.23%	88.84%	99.24%	76.91%
	November	85.56%	87.56%	99.15%	74.27%
	Desember	83.54%	68.06%	99.10%	56.35%

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat bulan yang tidak memenuhi standar nilai OEE yaitu sebesar 85%. Berikut merupakan rata-rata dari setiap faktor OEE dan nilai OEE.

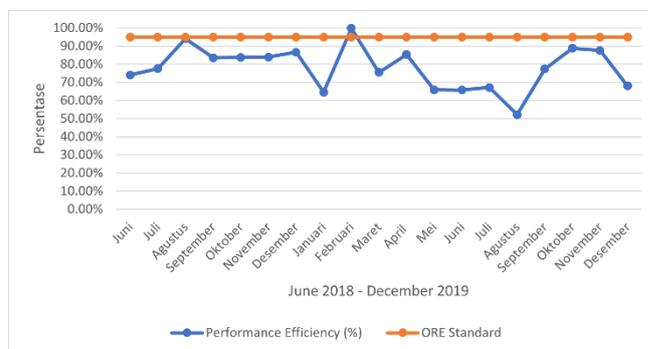
Tabel 2. Rata-rata nilai OEE mesin pencetak paving

Faktor OEE	Hasil	Standar JIPM
<i>Availability</i>	87.78%	90%
<i>Performance Efficiency</i>	77.98%	95%
<i>Quality Rate</i>	99.43%	99%
OEE	68.18%	85%



Gambar 3. *Availability*

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai *availability* dan *performance efficiency* tidak memenuhi standar dari standar JIPM. Nilai *availability* dan *performance efficiency* yang rendah tersebut mempengaruhi rendahnya nilai efektivitas mesin pencetak paving. Nilai rata-rata OEE hanya 68.18% yang berarti kurang dari 85%.

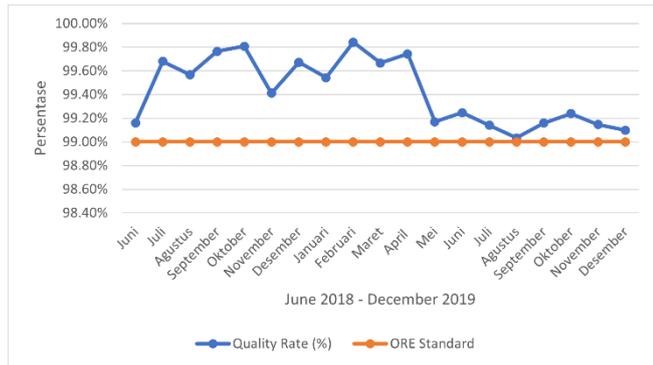


Gambar 4. *Performance efficiency*

Berdasarkan Gambar 3 rata-rata nilai *availability* mesin pencetak paving yaitu 87.78% dengan rentang nilai *availability* yaitu 80.91% hingga 92,69%. Nilai *availability* yang rendah tersebut dapat dipengaruhi oleh tingginya nilai *downtime* pada mesin pencetak paving.

Downtime pada mesin dapat terjadi karena adanya *planned downtime, facilities downtime, manpower absence time, dan material shortages*. Semakin tinggi nilai *downtime*, maka nilai *availability* mesin pencetak *paving* akan semakin rendah.

Berdasarkan Gambar 4 nilai *performance efficiency* berada pada rentang 52.16% sampai 99.80% dengan rata-rata *performance efficiency* yaitu 77.98%. Nilai *performance efficiency* yang rendah diakibatkan karena adanya perbedaan antara waktu produksi yang sebenarnya dengan waktu produksi yang diharapkan sehingga mempengaruhi jumlah produksi *paving*.



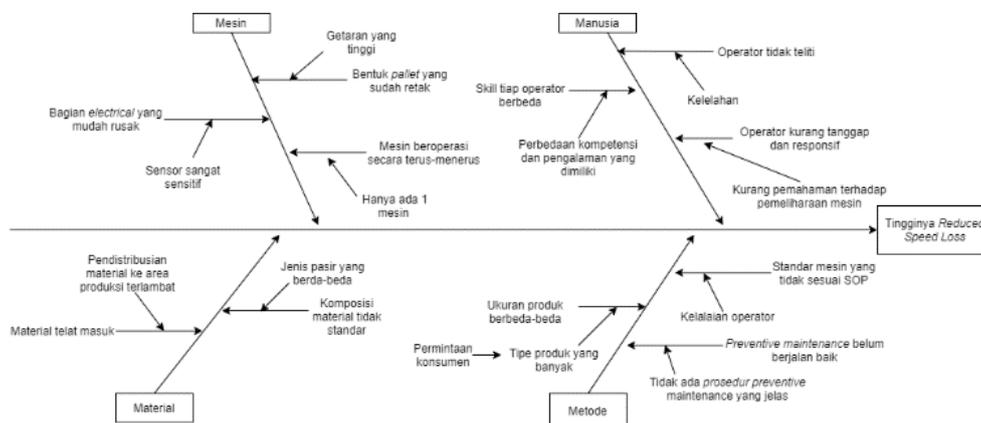
Gambar 5. Quality rate

Berdasarkan Gambar 5 nilai *quality rate* mesin pencetak *paving* bulan Juni 2018 – Desember 2019 semuanya sudah memenuhi standar 99%. Rata-rata nilai *quality rate* mesin pencetak *paving* yaitu 99.43%. Pemenuhan standar nilai *quality rate* ini dipengaruhi karena jumlah produksi *paving* 10x20x8 cm cacat yang rendah sehingga jumlah produksinya dapat memenuhi standar dari perusahaan.

### 3.2 Perhitungan Six Big Losses

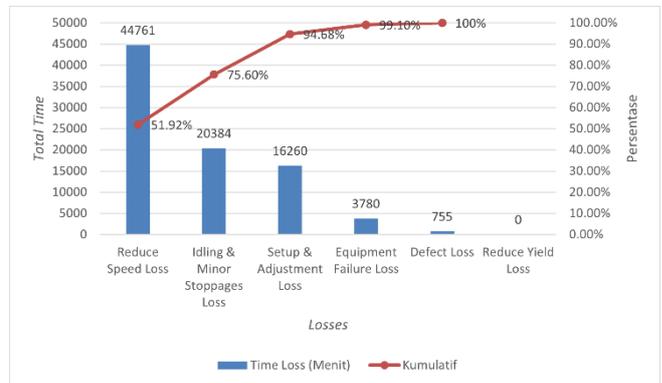
*Six big losses* dilakukan untuk mengetahui *losses* yang paling dominan yang mempengaruhi efektivitas mesin pencetak *paving*. Berikut merupakan grafik dari perhitungan *six big losses* pada gambar 6 yang disajikan dalam diagram pareto.

#### A. Analisis Sebab-Akibat Tingginya *Reduced Speed Loss*



Gambar 7. Diagram sebab akibat *reduced speed loss*

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa persentase *losses* terbesar yaitu pada *reduce speed loss* sebesar 51.92%, hal ini dikarenakan adanya perbedaan kecepatan mesin dalam beroperasi yang sebenarnya dengan kecepatan yang diharapkan. Persentase kedua terbesar yaitu *idling and minor stoppages loss* sebesar 23.69%, hal ini menunjukkan bahwa waktu *non-productive* mesin atau waktu dalam keadaan mesin mengganggu masih tinggi.



Gambar 6. Diagram Pareto *Six Big Losses*

Persentase ketiga yaitu *setup and adjustment loss* sebesar 19.08%, hal ini dikarenakan tingginya waktu penyesuaian mesin sehingga mengurangi ketersediaan mesin. Persentase keempat yaitu *defect loss* sebesar 4.42%, hal ini dikarenakan adanya produk cacat yang tidak sesuai dengan spesifikasi produk. Persentase kelima yaitu *equipment failure loss* sebesar 0.90%, hal ini dikarenakan adanya kerusakan pada mesin sehingga proses produksi terhambat. Terakhir, persentase keenam yaitu *reduced yield loss* sebesar 0%, hal ini berarti tidak terdapat produk cacat yang dihasilkan saat mesin dalam keadaan stabil. Berdasarkan perhitungan, dua jenis kerugian yang tinggi yaitu *reduced speed loss* dan *idling and minor stoppages loss*. Kedua *losses* yang dominan tersebut akan dianalisis menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab rendahnya nilai efektivitas mesin pencetak *paving*.

### 3.3 Diagram sebab-akibat (Fishbone)

Analisis diagram sebab-akibat dilakukan untuk mengetahui faktor penyebab dari tingginya nilai *losses* yang paling dominan yaitu *reduced speed loss* dan *idle and minor stoppages loss*.

Berdasarkan Gambar 7, terdapat empat faktor yang mempengaruhi tingginya nilai *reduced speed loss*, yaitu sebagai berikut.

1. Manusia

Faktor manusia yang mempengaruhi tingginya *reduced speed loss* yaitu *skill* tiap operator berbeda-beda disebabkan karena perbedaan kompetensi dan pengalaman yang dimiliki. Selain itu, ketelitian operator yang kurang dalam pengoperasian mesin disebabkan karena operator lelah sehingga tidak fokus dalam proses produksi. Operator mesin kurang tanggap dan responsif dikarenakan kurangnya pemahaman tentang pemeliharaan mesin. Untuk meminimasi faktor manusia tersebut, maka perlu diterapkannya *autonomous maintenance* untuk dapat meningkatkan kesadaran operator terhadap mesin dan dapat melakukan kegiatan pemeliharaan secara mandiri. Selain itu, operator diberikan pengetahuan terhadap kondisi mesin termasuk cara penanganan dan perbaikan kerusakan-kerusakan sederhana yang sering terjadi.

2. Mesin

Faktor mesin yang mempengaruhi tingginya *reduced speed loss* yaitu bagian *electrical* yang mudah rusak dikarenakan sensor pada mesin sangat sensitif sehingga sering mengalami kerusakan. Bentuk plat besi pada *pallet* sudah mengalami keretakan dikarenakan getaran yang sangat tinggi dalam proses pencetakan. Mesin pencetak *paving* ini beroperasi secara terus-menerus dikarenakan ketersediaan mesin

pencetak *paving* ini hanya ada satu buah. Untuk meminimasi faktor mesin tersebut, maka perlu adanya jadwal pemeliharaan *preventive maintenance* secara teratur dan terukur.

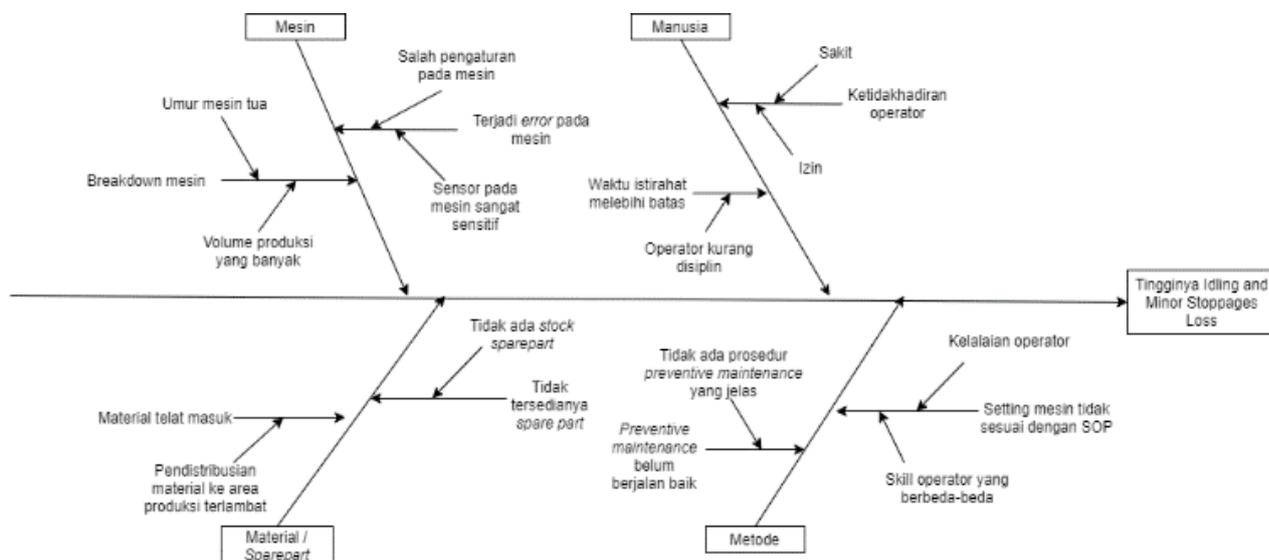
3. Metode

Faktor metode yang mempengaruhi tingginya *reduced speed loss* yaitu *setting* mesin yang tidak sesuai standar SOP disebabkan karena kelalaian operator dalam mengoperasikannya sehingga dapat menghasilkan produk yang tidak sesuai. *Preventive maintenance* dalam perusahaan belum berjalan baik disebabkan tidak ada prosedur *preventive maintenance* yang jelas. Ukuran produk *paving* yang berbeda-beda disebabkan karena tipe produk yang banyak dan disesuaikan dengan permintaan konsumen. Untuk meminimasi faktor metode tersebut, maka perlu adanya pelatihan terhadap kemampuan operator agar sesuai dengan SOP perusahaan yang berlaku. Selain itu, adanya perencanaan terhadap jadwal pembuatan *paving* sesuai dengan ukurannya agar waktu tunggu mesin dapat berkurang.

4. Material/Sparepart

Faktor material yang mempengaruhi tingginya *reduced speed loss* yaitu komposisi material yang tidak standar dikarenakan salah satu bahan baku yang dipakai yaitu pasir memiliki jenis yang berbeda-beda. Selain itu, material mengalami keterlambatan saat masuk area produksi disebabkan karena pendistribusian material ke area produksi terlambat. Untuk meminimasi faktor material/*sparepart* tersebut, maka perlu dilakukan pengujian terhadap bahan baku pasir secara tepat agar sesuai dengan kualitas *paving* yang dihasilkan dan membuat penjadwalan terhadap pendistribusian bahan baku ke area produksi.

### B. Analisis Sebab-Akibat Tingginya *Idling and Minor Stoppages Loss*



Gambar 8. Diagram sebab akibat *idling and minor stoppages loss*

Berdasarkan gambar 8, terdapat empat faktor yang mempengaruhi tingginya nilai *idling and minor stoppages loss*, yaitu sebagai berikut.

1. Manusia

Faktor manusia yang mempengaruhi tingginya *idling and minor stoppages loss* yaitu ketidakhadiran operator disebabkan karena operator izin dan sakit. Waktu istirahat melebihi batas disebabkan karena operator kurang disiplin dalam waktu kerja. Hal tersebut dapat menyebabkan mesin tidak beroperasi atau mengganggu. Untuk meminimasi faktor manusia tersebut, maka perlu adanya konfirmasi oleh operator jika operator tidak hadir, SOP tingkat kedisiplinan dan *system punishment*.

2. Mesin

Faktor mesin yang mempengaruhi tingginya *idling and minor stoppages loss* yaitu terjadi *breakdown* mesin sehingga proses produksi terhenti dan mesin tidak dapat beroperasi. Hal ini disebabkan karena umur mesin yang sudah tua dan tergantung pula dengan volume produksi yang banyak. Selain itu, terjadinya *error* pada mesin dikarenakan salah pengaturan pada mesin sehingga waktu pencetakan tidak sesuai dan sensor pada mesin sangat sensitif. Untuk meminimasi faktor mesin tersebut, maka perlu diberikan *training regular* untuk pemahaman terhadap untuk kode pemrograman pada mesin sebagai acuan standar pengoperasian mesin pencetak *paving*.

3. Metode

Faktor metode yang mempengaruhi tingginya *idling and minor stoppages loss* yaitu setting mesin yang tidak sesuai standar SOP disebabkan karena perbedaan keterampilan yang dimiliki oleh operator dan kelalaian operator karena disesuaikan berdasarkan pengetahuan operator saja. Selain itu, *preventive maintenance* dalam perusahaan belum berjalan baik disebabkan tidak ada prosedur *preventive maintenance* yang jelas. Untuk meminimasi faktor metode tersebut, maka perlu pembuatan jadwal *preventive maintenance* dan memberikan penegasan terhadap operator agar mengoperasikan mesin sesuai dengan standar SOP yang berlaku di perusahaan.

4. Material/Sparepart

Faktor material yang mempengaruhi tingginya *idling and minor stoppages loss* yaitu tidak tersedianya spare part disebabkan karena *stock spare part* kosong. Selain itu, material mengalami keterlambatan saat masuk area produksi disebabkan karena pendistribusian material ke area produksi terlambat. Untuk meminimasi faktor material/*sparepart* ini, maka perlu adanya pengaturan terhadap *stock spare part* mesin pencetak *paving* dan membuat penjadwalan terhadap pendistribusian bahan baku ke area produksi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode OEE didapatkan nilai OEE sebesar 68.18%, Nilai OEE tersebut masih berada di bawah standar kelas dunia yaitu 85%. Rendahnya nilai OEE dipengaruhi oleh rendahnya nilai *availability* yang tidak memenuhi standar 90% dan nilai *performance efficiency* tidak memenuhi standar 95%. Rendahnya nilai efektivitas ini dipengaruhi oleh tingginya nilai *reduced speed loss* dan *idling and minor stoppages loss* sebesar 51.92% dan 23.69%. Berdasarkan hasil analisa diagram sebab-akibat, faktor penyebab rendahnya nilai OEE mesin pencetak *paving* disebabkan oleh beberapa dari faktor manusia, mesin, metode, dan material/*spare part* sehingga perlu adanya suatu usulan perbaikan untuk dapat meningkatkan efektivitas mesin. Untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan seluruh aspek-aspek untuk penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) di perusahaan, serta beberapa metode optimasi di bidang pemeliharaan mesin, seperti membuat jadwal *preventive maintenance* yang optimal dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), optimasi sistem spare part dengan metode *Reliability Centered Spare* (RCS) dan metode-metode optimasi *maintenance* yang lain.

#### REFERENCES

- [1] P. Tarigan, E. Ginting, and I. Siregar, "Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance Dengan Modularity Design Pada Pt. RXZ," *J. Tek. Ind. USU*, vol. 3, no. 3, pp. 35–39, 2013, [Online] <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jti/article/view/5040>.
- [2] F. T. D. Atmaji, "Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di Pt Ksm, Yogyakarta," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 2, no. 02, pp. 7–11, 2015, [Online]. Available: <https://jrsl.sie.telkomuniversity.ac.id/JRSL/article/view/83>.
- [3] H. Hasrul, M. J. Shofa, and H. Winarno, "Analisa Kinerja Mesin Rounding Stand dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 3, no. 2, p. 55, 2017, doi: 10.30656/intech.v3i2.879.
- [4] D. Alvira, Y. Helianty, and H. Prasetyo, "Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses," *J. Itenas Bandung*, vol. 03, no. 03, pp. 240–251, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/888>.
- [5] C. Prasetyo, "Evaluasi Manajemen Perawatan dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II pada Mesin Cane Cutter 1 dan 2 di Stasiun Gilingan PG Meritjan-Kediri," *Rekayasa*, vol. 10, no. 2, pp. 99–107, 2017, doi: 10.21107/rekayasa.v10i2.3611.
- [6] M. M. Zulfatri, J. Alhilman, and F. T. D. Atmaji, "Pengukuran efektivitas mesin dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) dan overall resource effectiveness (ORE) pada mesin PL1250 di PT XZY," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 7, no. 2, pp. 123–131, Sep. 2020, doi: 10.24853/jisi.7.2.123-131.
- [7] O. C. Chikwendu, A. S. Chima, and M. C. Edith, "The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company," *Heliyon*, vol. 6, no. 4, p. e03796, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03796.
- [8] P. Gupta and S. Vardhan, "Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: A case study," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 54, no. 10, pp. 2976–2988, 2016, doi: 10.1080/00207543.2016.1145817.
- [9] M. Tech, "Measurement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) of a Manufacturing Industry: An Effective Lean Tool," *Int. J. Recent Trends Eng. Res.*, vol. 3, no. 5, pp. 268–275, 2017, doi:

- 10.23883/ijrter.2017.3222.wct1o.
- [10] I. G. A. Widyadana, "Pengukuran Overall Equipment Effectiveness ( OEE ) di PT Astra Otoparts Tbk. Divisi Adiwira Plastik," *J. Titra*, vol. 3, no. 1, pp. 41-48, 2015, [Online]. Available: <http://studentjournal.petra.ac.id/index.php/teknik-industri/article/download/2981/2686>.
- [11] A. P. Wibowo, F. T. D. Atmaji, and E. Budiasih, "Maintenance policy of jet dyeing machine using life cycle cost (LCC) and overall equipment effectiveness (OEE) in PT.XYZ," vol. 2, no. IcoIESE 2018, pp. 144-147, 2019, doi: 10.2991/icoiese-18.2019.26.
- [12] H. Murnawan and Mustofa, "Pernecanaan produktivitas kerja dari hasil evaluasi produktivitas dengan metode fishbone di perusahaan percetakan kemasan PT . X," *HEURISTIC*, vol. 11, no. 1, pp. 27-46, 2014, doi: 10.30996/he.v11i01.611.
- [13] M. Darsin, "Aplikasi overall equipment effectiveness (OEE) dalam upaya mengatasi tingginya downtime pada stasiun ketel di PG X Jawa Timur," *MULTITEK INDONESIA*, vol. 13, no. 2, pp. 95-103, Jan. 2020, doi: 10.24269/mtkind.v13i2.1614.
- [14] M. J. Syaputra, U. Utomo, and E. Rimawan, "Analisa kinerja mesin kemas primer, dengan metode overall equipment effectiveness (OEE) dalam industri farmasi (Studi kasus PT. MAP)," *Journal Industrial Servicess*, vol. 5, no. 2, Apr. 2020, doi: 10.36055/jiss.v5i2.7991.
- [15] J. Alhilman, F. T. D. Atmaji, and N. Athari, "Software application for maintenance system: A combination of maintenance methods in printing industry," in *2017 5th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICoICT.2017.8074719.
- [16] J. Alhilman and A. F. Abdillah, "Analysis of Double indian Ballbreaker Net Sorter Machine Based on Overall Equipment Effectiveness Method Cases in Tea Plantation Plants," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 528, no. 1, p. 12046, May 2019, doi: 10.1088/1757-899X/528/1/012046.