

# Peningkatan Produktivitas Peralatan dan Perawatan Mesin *Total Productive Maintenance (TPM)* menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

## *Increased Productivity of Equipment and Machinery Maintenance Total Productive Maintenance (TPM) with the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method*

Farkhan Fajar Nurdin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

<sup>1</sup>farkhanfajarnurdin8@gmail.com

### **Abstract**

*Improper handling and maintenance can cause a decrease in the level and effectiveness of a machine, which will have an impact on the output of the products produced. Machines that are used continuously certainly affect the efficiency of the machine. To increase the productivity of the machine, the Total Productive Maintenance (TPM) method is used using the calculation of Overall equipment Effectiveness (OEE). This discussion is expected to provide information on an explanation of the explanation of machine repair with a calculation method that also provides an overview of how to apply the method, with data attached through references from journals that analyze the efficiency of a machine. The research was conducted by means of Literature Review, namely analyzing relevant journals or articles and focusing on improving the efficiency of a machine. after this research is carried out the results we can find out the purpose of TPM is to prevent the occurrence of six Big Losses. while OEE is a value expressed as a ratio between actual output divided by the maximum output of equipment at the best performance conditions. the cause of efficiency losses during the manufacturing process in each component or commonly called Six Big Losses, there are 6 losses that can affect the effectiveness of the equipment. In availability there are breakdown losses and setup and adjustment losses, while at the performance rate there are reduced speed losses and idling/ minor stoppages losses, and finally at the quality rate there are defect/ rework losses and yield/ scarp losses after Overall Equipment Effectiveness is known, it can be seen which effectiveness component has the lowest value and then analyze the cause.*

**Keywords:** *Availability, performance, Rate Of Quality Product, Six Big Losses*

### **Abstrak**

Penangan dan perawatan yang tidak tepat dapat menyebabkan menurunnya tingkat dan efektifitas sebuah mesin, yang akan berimbas pada output produk yang dihasilkan. Mesin yang dipergunakan secara terus menerus pastinya berpengaruh pada efisiensi mesin. Untuk meningkatkan produktifitas mesin maka digunakan metode *Total Productive Maintenance (TPM)* dengan menggunakan perhitungan *Overall equipment Effectiveness (OEE)*. Pembahasan kali ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang penjelasan mengenai peningkatan mesin dengan metode penghitungan yang juga memberikan gambaran bagaimana cara pengimplementasian metode tersebut, dengan data – data yang dilampirkan melalui referensi dari jurnal – jurnal yang menganalisa efisiensi sebuah mesin. Penelitian dilakukan dengan cara *Literature Review* yaitu menganalisis Jurnal atau artikel yang relevan dan berfokus pada peningkatan efisiensi sebuah mesin. setelah dilakukan penelitian ini hasilnya kita bisa mengetahui tujuan dari TPM adalah untuk mencegah terjadinya *six Big Losses*. Sedangkan OEE merupakan nilai yang dinyatakan sebagai rasio antara output aktual dibagi output maksimum dari peralatan pada kondisi kinerja yang terbaik. Penyebab terjadinya kerugian efisiensi saat proses manufaktur dalam setiap komponen atau biasa disebut *Six Big Losses*, terdapat 6 kerugian yang dapat mempengaruhi efektifitas dari peralatan. Dalam availability terdapat

breakdown losses dan setup and adjustment losses, sedangkan dalam performance rate terdapat reduced speed losses dan idling/minor stopages losses, dan yang terakhir dalam quality rate terdapat defect/rework losses dan yield/scrap losses setelah diketahui Overall Equipment Effectiveness, maka dapat diketahui pada komponen efektivitas mana memiliki nilai paling rendah kemudian di analisis penyebabnya.

**Kata kunci :** Ketersediaan, performa, Tingkat Kualitas Produk, Enam Kerugian Besar

## Pendahuluan

Produktivitas suatu perusahaan dibebankan dengan kelancaran proses produksi. Karena kelancaran sebuah produksi sangat berpengaruh dan merupakan sebuah inti dari perusahaan tersebut dimana hasil produksi terbaiklah yang menunjang keberlangsungan perusahaan tersebut agar tetap berjalan dan mendapatkan kepercayaan penuh. Ada tiga unsur yang mempengaruhi kelancaran proses sebuah produksi yaitu input (*raw material*), proses (mesin), dan output (*finish good*) [1]. Dalam ketiga unsur tersebut sangat berpengaruh dalam kelancaran sebuah proses produksi jika ada *abnormality* dari tiga unsur tersebut maka hasil yang didapat dan kepercayaan sebuah perusahaan dipertaruhkan. Perawatan berkala pada mesin juga perlu dilaksanakan untuk menunjang kelancaran dalam proses produksi, sebuah mesin yang prima dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Mesin memiliki bagian vital yang perlu dirawat secara berkala, jika tidak melakukan perawatan mesin secara teratur maka akan terjadi penurunan efektivitas sebuah mesin.

Hal yang terjadi jika ada penurunan efektivitas sebuah mesin adalah terjadinya *downtime* atau *losstime* pada proses produksi, maka output yang dihasilkan akan berkurang dan target produksi sebuah perusahaan tidak tercapai. Perusahaan menggunakan Indikator Kinerja Utama yang berbeda dalam operasi sehari-hari untuk menindaklanjuti kinerja mereka dan secara sistematis meningkatkan proses produksi dan perakitan utama. [2]. Mengurangi downtime dalam proses produksi, telah menjadi kebutuhan karena ini juga berfungsi untuk memaksimalkan waktu kerja mesin. Dari adanya nilai downtime yang tinggi ini dapat mempengaruhi jumlah produksi. Selain itu, tingginya nilai downtime dapat menimbulkan maintenance cost yang merupakan bagian penting dari production cost [3]. Jika dibiarkan maka akan menurunkan nilai efektivitas dan efisiensi dalam proses produksi sehingga jumlah yang dihasilkan tidak sesuai dengan target.

## Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah menggunakan cara *Literature Review*, dimana menganalisis beberapa jurnal yang relevan dan berfokus pada tema yaitu tentang peningkatan Produktivitas dengan metode *Total Productive Maintenance* dan *Overall Equipment Effectiveness*. Metode penulisan ini merujuk pada bagaimana cara mengetahui efisiensi sebuah mesin dengan metode TPM dan OEE.

## Hasil dan Pembahasan

TPM adalah alternatif manajemen keperalatan guna meningkatkan produktivitas dan pemeliharaan yang efektif. TPM di sini adalah kondisi dimana tercapainya zero breakdown, zero defect, serta zero accident dalam suatu siklus produksi sehingga peralatan dapat bekerja secara efektif. Untuk membantu mewujudkan TPM yang baik diperlukan perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses untuk mengidentifikasi kinerja mesin industry [4].

Tujuan dari *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah untuk meningkatkan produktivitas pada perlengkapan dan peralatan produksi dengan Investasi perawatan yang seperlunya sehingga mencegah terjadi 6 kerugian besar (Six Big Losses) yaitu :

- a. *Breakdown*: Kerugian akibat kusaknya mesin (peralatan dan perlengkapan kerja)
- b. *Setup and Adjustments*: Kerugian yang diakibatkan perlunya Persiapan ulang peralatan dan

- perlengkapan kerja
- c. *Small Stops*: Kerugian akibat terjadinya gangguan yang menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi secara optimal
  - d. *Slow Running* : Kerugian yang terjadi karena mesin berjalan lambat tidak sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.
  - e. *Startup Defect* : Kerugian yang diakibatkan terjadi cacat produk saat Startup (saat awal mesin beroperasi)
  - f. *Production Defect* : Kerugian yang terjadi karena banyaknya produk yang cacat dalam proses produksi[1].

Menurut Nakajima, OEE merupakan nilai yang dinyatakan sebagai rasio antara output aktual dibagi output maksimum dari peralatan pada kondisi kinerja yang terbaik. Tujuan dari OEE adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem maintenance. Dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin atau peralatan (availability), efisiensi produksi (performance) dan kualitas output mesin atau peralatan[5]. OEE adalah sebuah perhitungan dari alat ukur metrik sebagai output TPM (*Total Productive Maintenance*) yang berguna untuk perawatan atau pemeliharaan suatu mesin . Suatu operasi produksi yang dijalankan dan diukur untuk mencari seberapa efektif dalam sebuah matrix merupakan pengertian dari *Overall Equipment Effectiveness*. *Overall Equipment Effectiveness* adalah sebuah pengukuran proses produksi yang diterima di seluruh dunia untuk mengetahui *losses* dalam produksi. Menurut Nakajima, OEE merupakan nilai yang dinyatakan sebagai rasio antara output aktual dibagi output maksimum dari peralatan pada kondisi kinerja yang terbaik. Tujuan dari OEE adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem maintenance. Dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin atau peralatan (availability), efisiensi produksi (performance) dan kualitas output mesin atau peralatan[6].

Selain itu, perhitungan Ketersediaan, Kinerja, dan Kualitas menghasilkan nilai OEE. Bekerja secara maksimal dalam mesin merupakan keinginan dari setiap perusahaan, baik dari terbuangnya waktu walaupun tentunya hal tersebut tidaklah mudah. Maka dari itu sangatlah diperlukan dalam mengukur menggunakan *Overall Equipment Effectiveness*. Terdapat 9 pilar yang untuk penerapan yaitu:

1. 5S: Implementasi manajerial perawatan terhadap stasiun kerja yang bersifat menyeluruh dan sistematis. . 5S sendiri merupakan istilah yang berasal dari Jepang, yang isinya antara lain Seiri, Seiton, Seiketsu, dan Shitsuke.
2. Education and Training: Menjelaskan pengetahuan yang diperlukan, bagaimana cara mengajarnya, dan bagaimana pengetahuan tersebut di serap dan dipahami. Hal tersebut penting karena kompetensi dari operator di konfirmasi.
3. Targeted Maintenance: Akan ada masalah diluar dugaan dengan peralatan atau proses yang harus dihilangkan dan sulit untuk diidentifikasi dari masa lalu.
4. Planned Maintenance: Perawatan yang terencana untuk mencari penyebab mendasar dari masalah dan mengidentifikasi serta mengimplentasikan akar penyebab masalah.
5. Autonomous Maintenance: Kewajiban setiap pekerja untuk melakukan inspeksi rutin, pelumasan, penggantian komponen, deteksi dini dari ketidak normalan peralatan dengan tujuan untuk melindungi peralatan sendiri.
6. Quality Maintenance: Setelah menemukan penyebab masalah, selanjutnya tim akan menyelidiki apakah modifikasi dapat di implementasikan untuk meningkatkan hasil, atau dapat mencari proses manufaktur yang berbeda yang mungkin tidak menunjukkan batasan yang sama.
7. Safety, Health, and Environment: Pentingnya melatih operator dalam melaksanakan tugas dan harus memahami penilaian risiko sampai beberapa konsep keselamatan lainnya secara rinci.
8. .Applied to Administration: Mengatasi masalah seperti kurangnya suku cadang, suku cadang tidak

tepat, bahan berkualitas rendah, suku cadang yang dikirim tidak sesuai dengan spesifikasi dan masalah lainnya.

9. Maintenance Prevention: kelompok TPM yang dipilih untuk memusatkan pengetahuannya tentang standar kinerja dalam hal pemeliharaan melibatkan seluruh organisasi[7].

Berikut ini adalah contoh standar *benchmark* global yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM):

- a. Nilai OEE = 100%, kegiatan produksi sempurna tanpa *defect* dalam hasil produksi, *performance* yang tinggi dan ketersediaan mesin yang baik (tidak adanya *downtime*).
- b. Nilai OEE = 85% , kegiatan produksi kelas dunia. Nilai ini merupakan goal perusahaan dalam jangka panjang.
- c. Nilai OEE = 60%, kegiatan produksi wajar tetapi perlu adanya tindakan *improvement* dari perusahaan.
- d. Nilai OEE = 40%, kegiatan produksi tidak wajar dengan skor rendah mengharuskan adanya *improvement* dan menganalisis penyebab terjadinya *downtime* suatu mesin[6].

Tabel 1. Deskripsi Pengukuran

Deskripsi	Nilai
<b>AVAILABILITY</b>	>90%
<b>PERFORMANCE</b>	>95%
<b>QUALITY RATE</b>	>99%
<b>OEE</b>	85%

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/ peralatan dan kinerjanya. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas ataupun efisiensi mesin atau peralatan dan juga dapat menunjukkan area bottleneck yang terdapat pada lintasan produksi. Berikut rumus – rumus yang digunakan untuk menerapkan metode *Overall Equipment Effectiveness*.

OEE 85%

### **Availability**

*Availability* adalah keadaan dimana ketersediaan atau suatu mesin beroperasi dengan perbandingan antara *operation time* dan *loading time*. Rasio yang menunjukkan berapa banyak waktu yang digunakan untuk tugas tugas operasi mesin atau peralatan. Waktu produksi dan waktu henti yang efektif terkait erat dengan tingkat ketersediaan. Berikut merupakan rumus untuk mencari *Availability* sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation Time}{Loading time} \times 100\%$$

Keterangan:

*Loading time*: waktu tersedia mesin yang direncanakan

*Operation time*: mengurangi waktu pemuatan selama waktu henti mesin

### **Performance**

*Performance* merupakan perbandingan hasil dari perbandingan jumlah banyaknya yang diproduksi dikalikan dengan lamanya waktu untuk dilakukannya suatu proses produksi (*Operation time*). Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$Performance = Output \times \frac{Cycle Time}{Operation time} \times 100\%$$

**Rate of Quality Product**

Quality rate adalah rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang ditetapkan sebelumnya. Berdasarkan data laporan produksi losses maka dapat dihitung nilai quality rate [8]. Jadi *rate of quality product* adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut:

- Processed amount* (jumlah produk yang diproses / diproduksi)
- Defects amount* (jumlah produk yang cacat)

Rate of quality product dihitung sebagai berikut :

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Production Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Production Amount}} \times 100\%$$

Tujuan utama dari TPM dan OEE adalah mengurangi *six big losses* yang menjadi penyebab terjadinya kerugian efisiensi saat proses manufaktur dalam setiap komponen tersebut terdapat 6 kerugian yang dapat mempengaruhi efektivitas dari peralatan. Dalam availability terdapat breakdown losses dan setup and adjustment losses, sedangkan dalam performance rate terdapat reduced speed losses dan idling/minnor stopages losses, dan yang terakhir dalam quality rate terdapat defect/rework losses dan yield/scarp losses setelah diketahui Overall Equipment Effectiveness, maka dapat diketahui pada komponen efektivitas mana memiliki nilai paling rendah kemudian di analisis penyebabnya. Pengertian masing – masing losses adalah sebagai berikut :

**Breakdown Losses**

Kerugian yang disebabkan oleh kecacatan peralatan membutuhkan perbaikan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{Downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

**Setup and Adjustment Losses**

Kerugian waktu yang disebabkan oleh set up mesin sebelum memulai proses produksi. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Set Up and Adjustment} = \frac{\text{Set Up Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

**Idling and Minnor Stopages Losses**

Kerugian yang disebabkan karena mesin berhenti dalam waktu yang singkat dan harus di restart dan tidak diperlukan perbaikan. Rumus yang diunakan sebagai berikut :

$$\text{Idling and Minnor Losses} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

**Reduced Speed Losses**

Kerugian yang disebabkan karena mesin bekerja lebih lambat dari yang seharusnya. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycletime} \times \text{Total Production})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

**Quality Defect and Rework**

Kerugian yang disebabkan karena produk tidak di produksi dengan benar dari awal proses. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Ideal Cycletime} \times \text{Defect Amount}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

### Yiel/scarp Losess

Kerugian yang disebabkan karena adanya kecacatan di awal produksi. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycletime} \times \text{Scrap}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

### Alat Pemecahan Masalah

Dalam penelitian ini alat pemecahan masalah yang digunakan adalah diagram pareto dan fishbone / ishikawa diagram, berikut adalah penjelasan masing – masing alat pemecahan masalah tersebut :

#### Diagram Pareto

Diagram pareto adalah alat yang mengukur item dalam urutan berdasarkan besarnya kontribusi mereka, sehingga dapat mengidentifikasi dengan mengerahkan beberapa item pada ite yang memiliki pengaruh maksimal[9].

Diagram pareto merupakan diagram yang digunakan untuk menentukan suatu prioritas kategori kejadian, sehingga dapat diketahui nilai yang paling dominan dilakukan dengan melihat nilai kumulatifnya[10]. Prinsip pareto yang menyatakan dengan sebuah aturan 80/20 yang dapat diartikan bahwa 80% masalah kualitas dalam sebuah produk disebabkan oleh 20% penyebab kegagalan dari suatu produksi, sehingga dipilih jenis-jenis kegagalan/cacat dengan kumulatif mencapai 80% dengan asumsi bahwa dengan 80% tersebut dapat mewakili seluruh jenis cacat yang terjadi[11].

#### Diagram sebab-akibat (diagram fishbone)

Analisis diagram Fishbone (atau Ishikawa) merupakan sebuah pendekatan terstruktur yang memungkinkan sebuah analisis lebih rinci dalam memperoleh penyebab-penyebab dari permasalahan, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang di teliti. Fishbone Diagram atau Ishikawa merupakan sebuah alat grafis yang dipakai untuk menganalisis, mengeksplorasi dan menggambarkan suatu persoalan, sebab dan akibat dari masalah tersebut[12].

Berikut adalah contoh implementasi metode OEE yang saya ambil referensi dari jurnal penelitian Septian J, Mandagie K, Tedja Bhirawa D[1] untuk memahami bagaimana cara penghitungan *Overall Equipment Effectiveness* dengan data- data yang disediakan pada jurnal tersebut. Dalam kasus tersebut mesin mengalami breakdown yang menimbulkan berkurang target produksi yang harus tercapai.

#### Tabel Data Kerusakan

Contoh perhitungan mencari presentase pada mesin mounter chip 1 (satu) sebagai berikut:

Tabel 2. Kerusakan

No	Mesin	Jumlah Kerusakan (Tahun)	Frekuensi Dalam %	Kumulatif %
1	Mounter Chips 1	13	20%	20%
2	Mounter Chips 2	11	17%	37%
3	Mounter Chips 5	10	15%	52%
4	Mounter Chips 4	9	14%	66%
5	Mounter Chips 3	8	12%	78%

6	Mounter Chips 6	8	12%	90%
7	Mounter Chips 7	5	8%	98%
8	Mounter Chips 8	2	3%	100%
<b>Total Kerusakan Mesin</b>		<b>66</b>	<b>100%</b>	

$$\text{Presentase Kerusakan} = \frac{\text{Jumlah Waktu Kerusakan per tahun}}{\text{Total Kerusakan}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase Kerusakan} = \frac{13}{66} \times 100\% = 19,70\% = 20\%$$

### Data Running Time

*Running time* adalah waktu keseluruhan yang menunjukkan jumlah jam kerja yang digunakan dalam proses produksi.

**Tabel 3.** Data Running Time

Periode	Bulan	Hari Kerja	Jam Kerja per-hari (menit)	Running Time (menit)
1	Januari	22	480	10560
2	Februari	19	480	9120
3	Maret	21	480	10080
4	April	18	480	8640
5	Mei	20	480	9600
6	Juni	15	480	7200
7	Juli	22	480	10560
8	Agustus	21	480	10080
9	September	19	480	9120
<b>Total</b>		<b>177</b>		<b>84960</b>

### Data downtime

*Downtime* adalah waktu dimana berhentinya mesin produksi dikarenakan keadaan hal yang tidak terduga, keadaan tersebut seperti mati listri, waktu set up mesin yang kurang, kegagalan fungsi mesin dan lain sebagainya[13], [14].

**Tabel 4.** Data Downtime(Waktu henti)

Hari Kerja	Jam Kerja per-hari (menit)	Running Time (menit)	Downtime (menit)	Downtime (%)
22	480	10560	50	47,35%
19	480	9120	23	25,22%
21	480	10080	80	79,37
18	480	8640	28	32,41
20	480	9600	28	29,17
15	480	7200	0	0
22	480	10560	25	23,67
21	480	10080	20	19,84
19	480	9120	0	0
<b>177</b>		<b>84960</b>	<b>254</b>	

### Data Planned Downtime

*Planned downtime* adalah waktu pemberhentian mesin yang telah ditetapkan oleh perusahaan, termasuk pemeliharaan terjadwal dan kegiatan meliputi meeting dan istirahat[15].

**Tabel 5.** Data Planned Downtime

Hari Kerja	22	19	21	18	20	15	22	21	19
Total Waktu Palaned Downtime (menit)	235	190	30	25	143	82	120	335	230

### Data Waktu Setup

Waktu setup adalah waktu produksi untuk memproduksi satu jenis produk setelah jenis produk lain selesai dilaksanakan.

**Tabel 6.** Data Waktu Setup Mesin

Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
Total Waktu Set Up (menit)	7,92	6,48	7,56	6,48	7,92	4,68	7,92	7,56	6,48

### Data Kapasitas Prooduksi dan Produksi cacat

Data ini ialah data kapasitas produksi dan produk cacat yang di dihasilkan dari hasil produk itu sendiri akibat di lolosnya dari hasil final tes dan siap packing.

**Tabel 7.** Data Kapasitas Produksi dan Produksi Cacat

Produksi (unit)	Produk yang lolos uji (unit)	Produk yang cacat produksi (unit)	Produk yang lolos uji (%)	Target
4337	3674	663	84,71	95%
4648	4296	352	92,42	95%
4438	3876	562	87,33	95%
4711	4422	289	93,86	95%
4615	4230	385	91,65	95%
4750	4500	250	94,73	95%
4648	4296	352	92,42	95%
4737	4474	263	94,448	95%
4675	4350	325	93,04	95%

### Data Cycletime

Data ini ialah hasil data pengukuran waktu yang diperlukan untuk membuat 1 unit produk pada setiap stasiun kerja. Data waktu siklus saat dihitung setuipai 1 unit di peroleh hasil sebesar 6,41 menit/unit.

### Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini, akan dilakukan perhitungan dengan rumus yang sudah ditetapkan dari perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang terdiri dari *Availibility*, *Perfomance Efficiency*, *Rate Of Quality Product*, *Six big losses* kemudian dibuatkan diagram pareto dan diagram fishbone.

### Availbity

**Tabel 8.** Perhitungan Loading Time

Runing Time (menit)	10560	9120	10080	8640	9600	7200	10560	10080	9120
Total Waktu Palaned Downtime (menit)	235	190	30	25	143	82	120	235	230
Loading Time (menit)	10325	30	10050	8615	9457	7118	10440	9745	8890

Setelah didapatkan nilai loading time setiap bulannya, kemudian dihitung operation time yang dibutuhkan untuk menghitung availability, operating time adalah waktu produksi tanpa mempertimbangkan downtime yang terjadi, sehingga untuk menghitung operation time menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{operation time} = \text{loading time} - \text{downtime}$$

$$\text{operation time} = 10325 - 50 \text{ operation time} = 10275$$

Berikut adalah operation time bulan januari sampai september 2018 :

**Tabel 9.** Penghitungan Operation Time

Hari kerja	22	19	21	18	20	15	22	21	19
Loading Time (menit)	10325	8930	10050	8615	9457	7118	10440	9745	8890
Downtime (menit)	50	23	80	28	28	0	25	20	0
Operation Time (menit)	10275	8907	9970	8587	9429	7118	10415	9725	8890

Setelah di dapatkan nilai operation time setiap bulan, kemudian dilakukan perhitungan availability, perhitungan availability dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = \frac{10275}{10325} \times 100\% = 99,51\%$$

Untuk perhitungan hingga bulan januari sampai september 2018 disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 10.** Perhitungan Availability

Loading Time (Menit)	Down time (Menit)	Operation Time (Menit)	Availability
10325	50	10275	99,51%
8930	23	8907	99,74%
10050	80	9970	99,20%
8615	28	8587	99,67%
9457	28	9429	99,70%
7118	0	7118	100 %
10440	25	10415	99,7%
9745	20	9725	99,79
8890	0	8890	100%

**Tabel 11.** Perhitungan Performance Rate

Produksi (unit)	Operation Time (menit)	Cycle time	Performance rate
4337	10275	6,41	27,056
4648	8907	6,41	33,44
4438	9970	6,41	28,53
4711	8587	6,41	35,16
4615	9429	6,41	31,37
4750	7118	6,41	42,77
4648	10415	6,41	28,60
4737	9725	6,41	31,22
4675	8890	6,41	33,70

**Tabel 12.** Perhitungan Quality Rate

Produksi (Unit)	Produk Yang Lolos Uji (Unit)	Produk Yang Cacat Produksi (Unit)	Quality Rate
4337	3674	663	84.71
4648	4296	352	92.42
4438	3876	562	87.33
4711	4422	289	93.86
4615	4230	385	91.65
4750	4500	250	94.73
4648	4296	352	92.42
4737	4474	263	94.44
4675	4350	325	93.048

**Tabel 13.** Perhitungan OEE

Availability	Performa Nce Rate	Quality Rate	Oee
99,51	2,756	84.71	23,231
99,74	33,44	92.42	30,824
99,20	28,53	87.33	24,715
99,67	35,16	93.86	32,892
99,70	31,37	91.65	28,643
100%	42,77	94.73	40,516
99,7	28,60	92.42	26,352
99,79	31,22	94.44	29,422
100%	33,70	93.048	31,357

**Tabel 14.** Perhitungan Equipment Failure Losses

Loading Time (Menit)	Downtime (Menit)	Equipment Failure Losses
10325	50	48,426
8930	23	25,756
10050	80	79,602
8615	28	32,501
9457	28	29,608
7118	0	0
10440	25	23,946
9745	20	20,523

**Tabel 15.** Perhitungan Set Up and Adjustment

Loading Time (Menit)	Non Produktive Time(Menit)	Iddiling And Minor Stopages Losses
10325	990	95,88
8930	810	90,70
10050	945	94,02
8615	855	99,24
9457	990	104,68
7118	585	82,18
10440	990	94,82
9745	945	96,97
8890	855	96,17

**Tabel 16.** Perhitungan idling and Minor Stopages Losses

Loading Time (Menit)	Total Waktu Set Up (Menit)	Set Up And Adjusment Losses
10325	7,92	0,7670
8930	6,48	0,0725
10050	7,56	0,7522
8615	6,84	0,0793
9457	7,92	0,0837
7118	4,68	0,0657
10440	7,92	0,0758
9745	7,56	0,0775
8890	6,84	0,0769

**Tabel 17.** Perhitungan Recuded

Produksi (Unit)	Operation Time (Manit)	Loading Time (Menit)	Recuded Speed Losses
4337	10275	10325	27,80
4648	8907	8930	23,38
4438	9970	10050	28,43
4711	8587	8615	30,19
4615	9429	9457	29,58
4750	7118	7118	30,44
4648	10415	10440	29,79
4737	9725	9745	30,36
4675	8890	8890	29,96

**Tabel 18.** Perhitungan Defect Losses

Loading Time (Menit)	Produksi (Unit)	Produk Yang Cacat (Unit)	Cycle Time	Defect Losses
10325	4337	663	6,41	41,16
8930	4648	352	6,41	25,26
10050	4438	562	6,41	35,84
8615	4711	289	6,41	21,50
9457	4615	385	6,41	26,09
7118	4750	250	6,41	22,51
10440	4648	352	6,41	21,61
9745	4737	263	6,41	17,29
8890	4675	325	6,41	23,43

### Diagram Pareto

Dari hasil perhitungan rata - rata nilai yang di dapat oleh overall equipment effectiveness selama masa perhitungan ialah sebagai berikut :

Tabel 19. Nilai Rata -Rata Overall Equipment Effectives

No	Overall Equipment Effectiveness	Rata-Rata Nilai Oee
1	Availability	100%
2	OEE	27,56
3	Performance Rate	92
4	Quality Rate	29,77

## Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan melalui *Literature Review* bisa disimpulkan bahwa *Total Productive Maintenance* adalah alternatif manajemen keperalatan guna meningkatkan produktivitas dan pemeliharaan yang efektif. Sedangkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dan kinerjanya. Efektifitas mesin bisa dilihat dari bagaimana penanganan dan perawatan mesin secara berkala dengan penghitungan melalui metode *Overall Equipment Effectiveness*. Tujuan utama dari TPM dan OEE adalah mengurangi *six big losses* yang menjadi penyebab terjadinya kerugian efisiensi saat proses manufaktur dalam setiap komponen tersebut terdapat 6 kerugian yang dapat mempengaruhi efektivitas dari peralatan. Dalam availability terdapat breakdown losses dan setup and adjustment losses, sedangkan dalam performance rate terdapat reduced speed losses dan idling/minor stopages losses, dan yang terakhir dalam quality rate terdapat defect/rework losses dan yield/scrap losses setelah diketahui Overall Equipment Effectiveness, maka dapat diketahui pada komponen efektivitas mana memiliki nilai paling rendah kemudian di analisis penyebabnya. Pengertian masing – masing losses. Faktor manusia dimana sang operator merasa kelelahan karena lingkungan yang panas atau kurang nyaman dapat mengakibatkan kurang telitnya dalam menjalankan proses produksinya juga termasuk downtime non mesin yang berpengaruh pada output produksi yang dihasilkan.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih yang paling utama adalah kepada Dosen Pengampu yang telah memberikan arahan dan juga kepada media pembantu tersusunya karya ini yaitu referensi jurnal, artikel *google scholar, sciencedirect, scimago jurnal* dan *country rank* (SJR) sebagai bahan perbandingan dan referensi mengenai pengetahuan studi Teknik Industri yang bertema metode penghitungan efisiensi kinerja mesin dan control produk di dalamnya.

## Daftar Rujukan

- [1] J. A. Septian, K. L. Mandagie, e D. W. Tedja Bhirawa, “ANALISIS SISTEM PEMELIHARAAN PADA MESIN MOUNTER CHIP MENGGUNAKAN PERHITUNGAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DI PT. DHARMA ANUGERAH INDONESIA”.
- [2] P. Dobra e J. J6svai, “Enhance of OEE by hybrid analysis at the automotive semi-automatic assembly lines”, em *Procedia Manufacturing*, 2020, vol. 54, p. 184–190. doi: 10.1016/j.promfg.2021.07.028.
- [3] A. Rahmawan, T. N. Ma’rifat, e A. B. F. Azka, “EFISIENSI PROSES PRODUKSI MELALUI ANALISIS DOWNTIME PADA PROSES PACKAGING (STUDI KASUS: CARGILL INDONESIA PLANT)”, *Agroindustrial Technology Journal*, vol. 4, no 2, p. 157, jan. 2021, doi: 10.21111/atj.v4i2.5044.
- [4] M. Musyafa’ah e A. Sofiana, “Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Application Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses on Disamatic Machine PT. XYZ”, *OPSI*, vol. 15, no 1, p. 56, jun. 2022, doi: 10.31315/opsi.v15i1.6630.
- [5] M. B. Anthony, “Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall

- Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cold Leveller PT. KPS”, vol. 2, no 2, p. 94–103, 2019.
- [6] S. Widiyanti Putri, A. Momon, e S. Fikri, “Analisis Efektivitas Mesin Injection 2500 Ton di Bagian Produksi PT.XYZ Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness”, vol. VII, no 4, 2022.
- [7] A. G. Ramadhani, D. Zahra Azizah, F. Nugraha, e M. Fauzi, “ANALISA PENERAPAN TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) DAN OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) PADA MESIN AUTO CUTTING DI PT XYZ”, *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 2, no 1, p. 2022–59, doi: 10.46306/tgc.v2i1.
- [8] D. Wibisono, “Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisasi Six Big Losses Pada Mesin Bubut (Studi Kasus di Pabrik Parts PT XYZ)”, *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, vol. 03, no 01, p. 7–13, 2021.
- [9] SEPTIAN, J. A., MANDAGIE, K. L., & BHIRAWA, W. T. Analisis Sistem Pemeliharaan Pada Mesin Mounter Chip Menggunakan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. Dharma Anugerah Indonesia. *JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, vol. 10, no 1, 2021.
- [10] Saputra, R., & Santoso, D. T. Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di Pt. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto. *Barometer*, vol. 6, no 1, p.322-327, 2021.
- [11] Saputra Reynaldi e Santoso Deri teguh, “ANALISIS KEGAGALAN PROSES PRODUKSI PLASTIK PADA MESIN CUTTING DI PT. PKF DENGAN PENDEKATAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN DIAGRAM PARETO”, *Barometer, Volume 6 No.1, Januari 2021, Halaman 322-327*, vol. 6, p. 322–323, jan. 2021.
- [12] I. Putu Widnyana, W. Ardiana, E. Wolok, e T. Lasalewo, “Penerapan Diagram Fishbone dan Metode Kaizen untuk Menganalisa Gangguan pada Pelanggan PT. PLN (Persero) UP3 Gorontalo”, *Jambura Industrial Review*, vol. 2, no 1, p. 2022, doi: 10.37905/jirev.2.1.11-19.
- [13] Hidayat, H., Jufriyanto, M., & Rizqi, A. W. Analisis overall equipment effectiveness (OEE) pada mesin CNC cutting. *ROTOR*, vol.13, no 2, p.61-66, 2020.
- [14] Rahman, A. Analisis Perawatan Elematic Extrude E9 dan Elematic SAW S5-400 Guna Meningkatkan Kinerja Perusahaan Dengan Metode Total Productive Maintenance (TPM) Di PT. XYZ. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol.9, no 1, p.39, 2022.
- [15] Tammya, E., & Herwanto, D. Analisis Efektivitas Mesin Debarker Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. XYZ Kuningan, Jawa Barat. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol.19, no 1, p.20-27. 2021.