



## Upaya Meningkatkan Produksi Pada Line Machining Crankcase K-58 Dengan Menggunakan Total Productive Maintenance (TPM) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Achmad Muhazir<sup>1</sup>, Zulkani Sinaga<sup>2\*</sup>, Firman Illahi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta, Indonesia 12550

\*Corresponding author: [achmad.muhazir@ubharajaya.ac.id](mailto:achmad.muhazir@ubharajaya.ac.id), [zulkani.sinaga@dsn.Ubaharajaya.ac.id](mailto:zulkani.sinaga@dsn.Ubaharajaya.ac.id)

### ARTICLE INFO

Received: 15-10-2024  
Revision: 01-11-2024  
Accepted: 07-11-2024

#### Keywords:

OEE  
TPM  
FMEA  
Crankcase K-58

### ABSTRACT

*This study aims to improve production achievement and minimize failures and losses that occur in the Machining Crankcase K-58 line at PT XYZ. The production target was not achieved due to the high frequency of setups on the Fine Boring machine, broken cutting tools, and the large number of product rejects during the production process. The analysis is carried out using the Total Productive Maintenance (TPM) method, namely by calculating the machine's KPI via OEE then identifying it based on the six big losses, so that the root cause of the damage can be identified, while Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) is to identify losses based on the mode of damage that occurs. from the known value of the Risk Priority Number (RPN) of critical components that cause machine failure. Based on the calculation of Overall Equipment Effectiveness (OEE) for the year 2023, an OEE value of 76.2% was obtained. The highest value of the Six Big Losses was in the Reduced Speed Losses category, with a percentage of 14.21%. After improvements with the 8-pillar TPM approach, particularly through autonomous maintenance, the OEE value increased by 9.3% to 85.5% in April 2023. The Availability Rate reached 96.3%, the Performance Rate was 91.2%, and the Quality Rate was 97.4%. The improvements included the implementation of autonomous maintenance, kaizen, and planned maintenance, which successfully enhanced the efficiency and effectiveness of production in the Machining Crankcase K-58 line.*

### 1. PENDAHULUAN

PT XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang perakitan dan distribusi sepeda motor. Salah satu proses penting dalam produksi perusahaan ini adalah line Machining Crankcase K-58, yang bertanggung jawab atas pembuatan crankcase sepeda motor. Selama tahun 2023, line produksi ini mengalami berbagai kendala yang menyebabkan target produksi tidak tercapai. Berdasarkan data dari PT XYZ, jumlah input Crankcase K-58 pada tahun 2023 adalah sebanyak 168.550 unit. Namun, output yang dihasilkan hanya sebesar 77.672 unit untuk Crankcase R dan 76.317 unit untuk Crankcase L, atau total pencapaian sebesar 89,6% dari target yang telah ditetapkan sebesar 92% [1].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan TPM dapat meningkatkan efisiensi produksi hingga 25% [2] dan mengurangi waktu henti mesin hingga 30% dengan penerapan FMEA yang efektif [3]. Dengan demikian, kombinasi kedua metode ini diyakini dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap produksi crankcase K-58. Tahapan aplikasi yaitu, Persiapan dan perencanaan membentuk tim yang terdiri dari operator, teknisi, dan manajer dibentuk untuk merencanakan implementasi TPM dan FMEA[4], Identifikasi dan Analisis Kegagalan: Melalui FMEA, tim mengidentifikasi semua komponen dalam proses machining yang berpotensi mengalami kegagalan. Setiap kegagalan dianalisis berdasarkan dampak, penyebab, dan kemungkinan terjadinya, serta diurutkan berdasarkan prioritas untuk perbaikan selanjutnya[5]. Implementasi TPM yaitu langkah-langkah perawatan proaktif diimplementasikan, dan diterapkan evaluasi dan Perbaikan Berkelanjutan Hasil dari implementasi TPM dan FMEA dievaluasi secara berkala [6],[7].

**Tabel 1.** Pencapaian produksi pada line Machining Crankcase K-58 selama tahun 2023

Bulan	Jumlah Input Crankcase (Pcs)	Output Crankcase R (Pcs)	Output Crankcase L (Pcs)	Pencapaian Crankcase R (%)	Pencapaian Crankcase L (%)	Pencapaian Total (%)
Jan	16.362	7.232	7.125	44,2%	43,5%	87,7%
Feb	29.458	13.940	13.881	47,3%	47,1%	94,4%
Mar	30.516	14.499	14.337	47,5%	47,0%	94,5%
Apr	2.056	910	926	44,3%	45,0%	89,3%
Mei	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%
Jun	5.084	2.160	2.070	42,5%	40,7%	83,2%
Jul	7.150	2.907	2.654	40,7%	37,1%	77,8%
Ags	16.450	7.718	7.195	46,9%	43,7%	90,7%
Sept	15.182	6.678	7.074	44,0%	46,6%	90,6%
Okt	16.908	7.421	7.183	43,9%	42,5%	86,4%
Nov	16.010	7.936	7.755	49,6%	48,4%	98,0%
Des	13.374	6.271	6.117	46,9%	45,7%	92,6%
Total	168.550	77.672	76.317	45,2%	44,3%	89,6%

Data ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa bulan di mana pencapaian produksi jauh di bawah target yang ditetapkan, terutama pada bulan Juni dan Juli yang hanya mencapai 83,2% dan 77,8% [2]. Hal ini mengindikasikan adanya masalah dalam proses produksi, yang menyebabkan terhambatnya pencapaian target. Dari permasalahan tersebut berdampak pada nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) pada line Machining Crankcase K-58 periode tahun 2023[8]. Oleh karena itu, untuk memperbaiki kinerja produksi, penelitian ini menggunakan pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi sumber-sumber kerugian (*losses*) dan mencari solusi yang dapat diterapkan di masa mendatang[9],[10].

Tujuan dari penelitian ini, meningkatkan tingkat produksi pada line machining crankcase K-58 melalui penerapan TPM dan FMEA, mengurangi downtime mesin dengan mengidentifikasi dan mengatasi potensi kegagalan sebelum terjadi seras membangun budaya perawatan mandiri di antara karyawan untuk mendukung keberlanjutan perbaikan yang dilakukan.

**2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua metode utama, yaitu *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)[11]. Adapun langkah-langkah penyelesaian masalah dan rumus yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Langkah-Langkah Penelitian

a. Pengumpulan Data Produksi

Data yang dikumpulkan mencakup:

- Jumlah Jam Kerja: Waktu operasional dari mesin selama periode penelitian.
- Downtime Mesin: Waktu saat mesin berhenti beroperasi karena masalah teknis atau kerusakan.
- Output Produksi: Jumlah produk yang dihasilkan selama periode tertentu.
- Jumlah Produk Reject: Jumlah produk yang tidak memenuhi standar kualitas dan harus dibuang atau diolah ulang[12].

b. Perhitungan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

OEE digunakan untuk mengukur efektivitas peralatan yang digunakan dalam proses produksi. Ada tiga elemen utama yang dihitung dalam OEE: *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate*. Tahapan perhitungan OEE, menggunakan persamaan sebagai berikut [13]:

$$OEE = Availability Rate \times Performance Rate \times Quality Rate \times 100\% \tag{1}$$

- 1) *Availability Rate* mengukur waktu operasional mesin dibandingkan dengan waktu yang direncanakan untuk digunakan:

$$Availability Rate = \frac{operation\ time}{loading\ time} \times 100\% \tag{2}$$

dimana:

- Operation Time* = Waktu operasi mesin
- Loading Time* = Waktu mesin bekerja yang direncanakan
- Availability Rate* = Persentase ketersediaan

- 2) *Performance Rate* mengukur kecepatan mesin dalam memproduksi produk dibandingkan dengan kecepatan ideal:

$$Performance\ Rate = \frac{total\ product\ processed\ x\ ideal\ cycle\ time}{operation\ time} x\ 100\% \quad (3)$$

dimana:

*Ideal Cycle Time* = Waktu standar  
*Total Product Processed* = Banyaknya produk yang dihasilkan  
*Operation Time* = Waktu mesin beroperasi (tanpa kerusakan)

3) Quality Rate mengukur persentase produk yang memenuhi standar kualitas:

$$Quality = \frac{total\ product\ processed - Reduced\ yield - Reject /rework}{Total\ Product\ Processed} x\ 100\% \quad (4)$$

### c. Identifikasi Six Big Losses

Dalam metode TPM, ada enam jenis kerugian utama (*Six Big Losses*) yang harus diidentifikasi dan dianalisis. Kerugian ini meliputi:

1) Breakdown Losses (kerugian akibat kerusakan mesin)

$$Breakdown\ Losses = \frac{Equipment\ Failure\ Loss}{loading\ time} x\ 100\% \quad (5)$$

2) Setup and Adjustment Losses (kerugian akibat pengaturan dan penyesuaian mesin)

$$Set\ Up\ and\ Adjusment\ Losses = \frac{set\ and\ adjusment\ Loss}{loading\ time} x\ 100\% \quad (6)$$

3) Idling and Minor Stoppage Losses (kerugian akibat mesin berhenti sebentar)

$$Idling\ and\ Minor\ Stoppage\ Loss = \frac{nonproductive\ Time}{loading\ time} x\ 100\% \quad (7)$$

4) Reduced Speed Losses (kerugian akibat kecepatan mesin di bawah optimal)

$$Reduced\ Speed\ Loss = \frac{Cycle\ Time\ x\ Total\ Productive\ Time}{loading\ time} x\ 100\% \quad (8)$$

5) Defect and Rework Losses (kerugian akibat produk cacat atau yang harus diolah ulang)

$$Rework\ Losses = \frac{Ideal\ Cycle\ Time\ x\ Reject\ and\ Rework}{loading\ time} x\ 100\% \quad (9)$$

6) Reduced Yield Losses (kerugian akibat produk yang tidak sesuai di awal produksi).

$$Reduced\ Yield\ Losses = \frac{Ideal\ Cycle\ Time\ x\ Reduced\ Yield}{loading\ time} x\ 100\% \quad (10)$$

## 2. Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

FMEA digunakan untuk menganalisis mode kegagalan mesin dan dampaknya terhadap keseluruhan proses produksi. Langkah-langkah dalam FMEA adalah sebagai berikut [14]:

1) Identifikasi Potensi Kegagalan: Setiap komponen mesin dianalisis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang dapat terjadi.

2) Penilaian Risiko Kegagalan: Setiap kegagalan dinilai berdasarkan tiga faktor utama:

- a. Severity (S): Seberapa parah dampak dari kegagalan.
- b. Occurrence (O): Seberapa sering kegagalan terjadi.
- c. Detection (D): Seberapa mudah mendeteksi kegagalan sebelum terjadi.

3) Perhitungan Risk Priority Number (RPN):

*Risk priority Number* (RPN) merupakan hasil dari perkalian antara keparahan efek (*severity*), kejadian penyebab (*occurrence*) dan deteksi penyebab (*detection*). Angka ini hanya menunjukkan urutan dari definisi desain sistem. RPN digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan terhadap kegagalan mesin Berikut ini merupakan rumus perhitungan nilai dari RPN:

$$RPN = S \times O \times D \quad (11)$$

Dimana :

S = *Severity*  
 O = *Occurance*  
 D = *Detection*

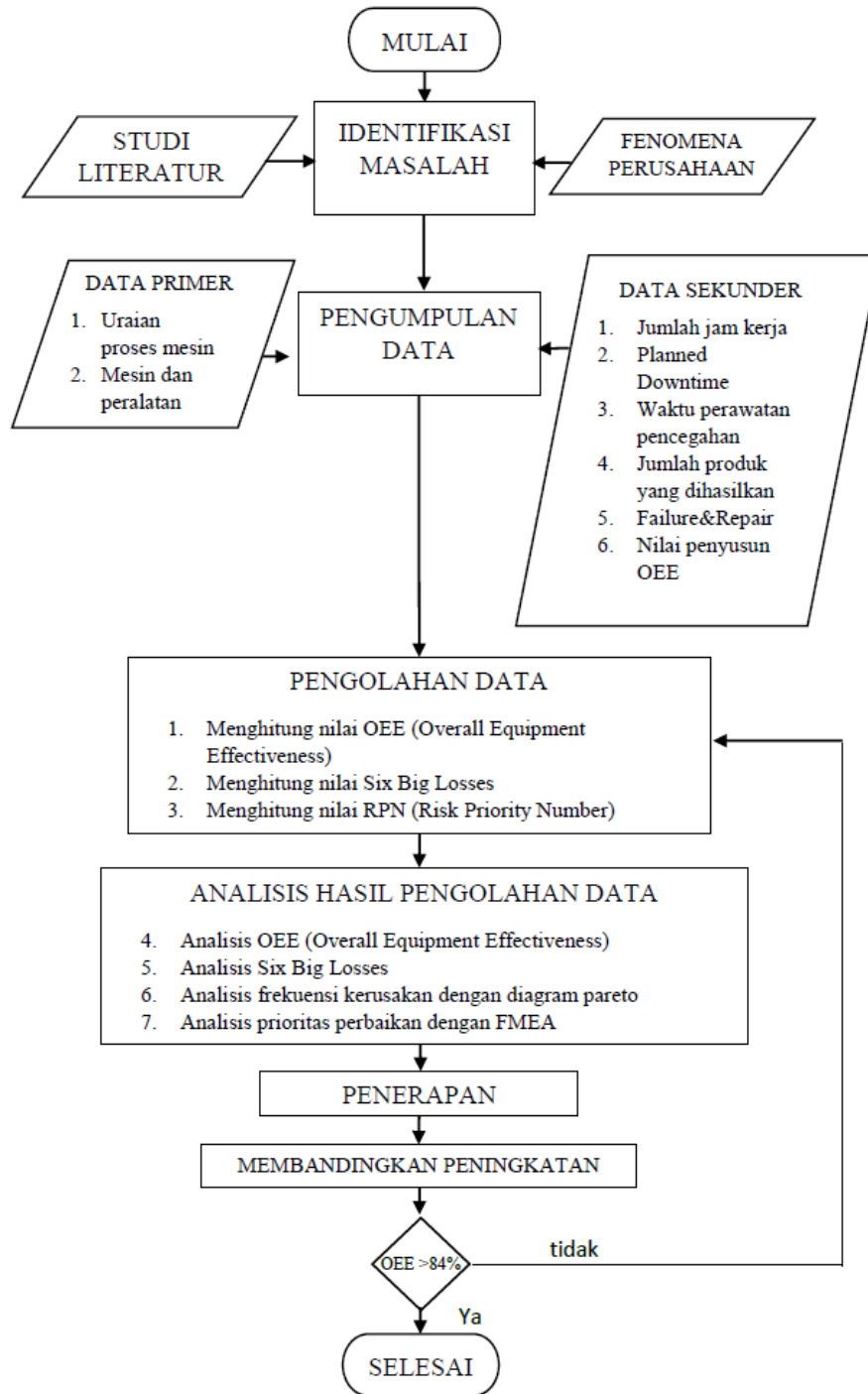
4) Penentuan Tindakan Perbaikan: Berdasarkan hasil perhitungan RPN, tindakan perbaikan ditentukan untuk mengurangi risiko kegagalan. Salah satu langkah perbaikan dalam penelitian ini adalah implementasi *autonomous maintenance*, di mana operator mesin dilatih untuk melakukan perawatan mandiri pada peralatan.

## 3. Implementasi Perbaikan dengan TPM

Perbaikan dilakukan dengan mengimplementasikan pilar TPM, seperti *autonomous maintenance*, *planned maintenance*, dan *quality maintenance*. Hasil dari perbaikan ini dianalisis untuk melihat peningkatan OEE setelah perbaikan dilakukan[10].

4. Pengukuran Hasil Setelah Perbaikan

Setelah perbaikan dilakukan, nilai OEE dihitung kembali untuk mengetahui peningkatan efektivitas mesin. Perbaikan diukur berdasarkan peningkatan nilai Availability, Performance, dan Quality setelah tindakan TPM diterapkan[11].



Gambar 1. Kerangka Berfikir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sistem Produksi Machining Crankcase K-58

Crankcase merupakan bagian utama yang terdapat pada mesin yang diproses dengan proses pemesinan yang berfungsi sebagai tempat pemasangan *counter gear*, *main gear*, *crank shaft* dan juga sebagai tempat tertampungnya oli atau minyak pelumas yang terbuat dari bahan-bahan logam yaitu aluminium dan baja yang diproses dengan cara dicetak. Berikut ini bentuk dari *Crankcase K-58* dapat dilihat pada Gambar 2. berikut.



**Gambar 2.** Ilustrasi Part Crankcase K-58

Proses *Machining Crankcase K-58* diawali dengan datangnya *raw material* berupa bentuk *blank casting* yang berasal dari proses *casting*, kemudian *raw material* tersebut di proses pada proses *machining* untuk menghasilkan *crankcase* yang sesuai dengan kebutuhan saat proses *assembling engine* sehingga dapat membentuk sebuah *engine* sepeda motor. Berikut ini Gambar 3. merupakan urutan proses pada *line Machining Crankcase K-58*.

3.2. Analisa Data

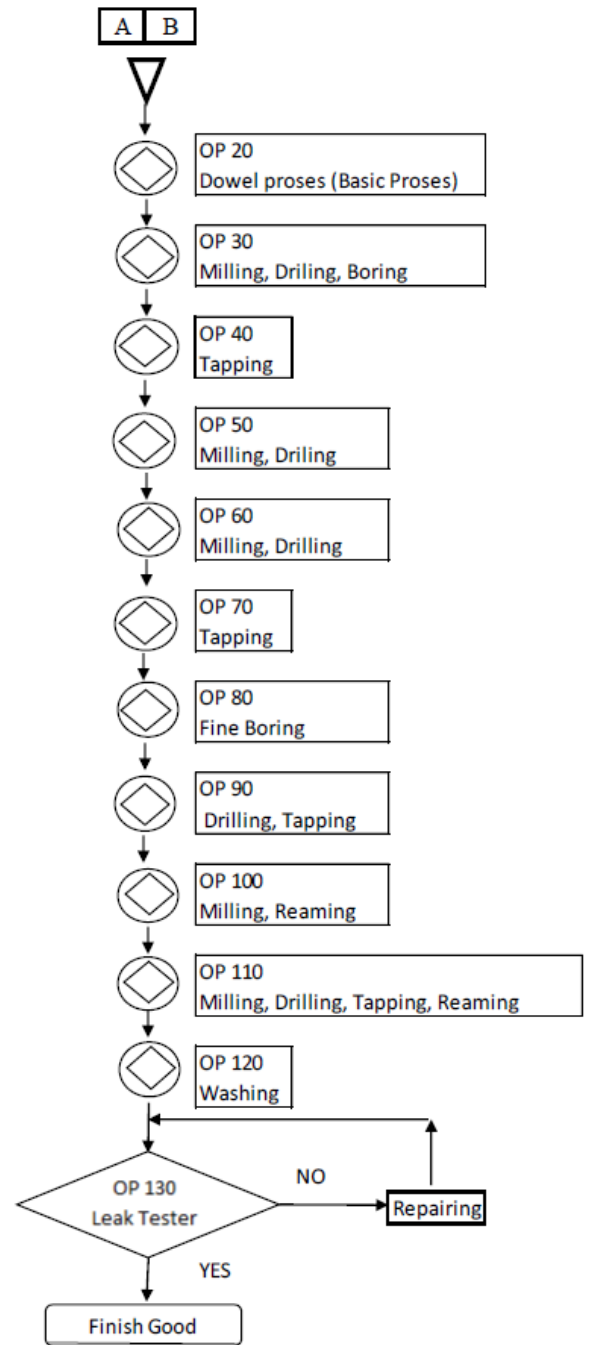
3.2.1. Data jam kerja

Jam kerja pada *line Machining Crankcase K-58* hanya 8 jam kerja pada *shift 1* dan 7 jam kerja untuk *shift 2*. Untuk *shift 1*

**Tabel 2.** Jam Kerja pas *Line Machining Crankcase*

Bulan	Jumlah Hari Kerja	Total Shift Per Hari	Jumlah Waktu Kerja (Menit)
Januari	19	1	9.120
Februari	21	2	18.900
Maret	21	2	18.900
April	2	1	1.380
Mei	0	0	0
Juni	7	1	3.360
Juli	10	1	4.800
Agustus	19	1	9.120
September	19	1	9.120
Oktober	18	1	8.640
Nopember	20	1	9.600
Desember	14	1	6.720
<b>Total</b>			<b>99.660</b>

**Gambar 3.** Proses *Machining Crankcase K-58*



Ket: Jumlah jam kerja Januari = 19 x 480 menit = 9.120 menit

3.2. Data output, finish good dan reject produksi

Data *Output* merupakan data yang didapat dari hasil total keseluruhan produksi baik itu produk *finish good* maupun produk yang *reject*. Tabel 3. merupakan jumlah *output, finish good* dan *reject* produksi periode tahun 2023.

**Tabel 3.** Output, Finish Good dan Reject Tahun 2023

Bulan	Output Produksi (Unit)		Finish Good (Unit)		Reject Produksi (Unit)	
	(A)		(B)		(A-B)	
	Crankcase L	Crankcase R	Crankcase L	Crankcase R	Crankcase L	Crankcase R
Januari	7.232	7.125	7.044	6.925	188	200
Februari	13.940	13.881	13.681	13.579	259	302
Maret	14.499	14.337	14.105	13.691	394	646
April	910	926	884	914	26	12
Mei	0	0	0	0	0	0
Juni	2.160	2.070	2.071	1.891	89	179
Juli	2.907	2.654	2.768	2.560	139	94
Agustus	7.718	7.195	7.564	6.425	154	770
September	6.678	7.074	6.559	6.944	119	130
Oktober	7.421	7.183	7.052	6.980	369	203
Nopember	7.936	7.755	7.692	7.522	244	233
Desember	6.271	6.117	6.139	5.949	132	168
<b>Total</b>	<b>77.672</b>	<b>76.317</b>	<b>75.559</b>	<b>73.380</b>	<b>2.113</b>	<b>2.937</b>

Ket: Reject produksi crankcase L Januari = 7.232 – 7.044 = 188 unit

3.3. Data downtime mesin

Berdasarkan hasil penelitian pada line Machining Crankcase K-58, terdapat beberapa jenis downtime. Berikut ini Tabel 4. adalah downtime mesin yang terjadi di line Machining Crankcase K-58 periode tahun 2023.

**Tabel 4.** Downtime Line Machining Crankcase K-58

Bulan	Waktu Breakdown (Menit)	Waktu Set Up (Menit)	Total Downtime (Menit)
	(A)	(B)	(A+B)
Januari	206	380	586
Februari	264	820	1.084
Maret	249	820	1.069
April	54	60	114
Mei	0	0	0
Juni	12	140	152
Juli	73	200	273
Agustus	345	380	725
September	232	380	612
Oktober	132	360	492
Nopember	103	400	503
Desember	173	280	453
<b>Total</b>	<b>1.843</b>	<b>4.220</b>	<b>6.063</b>

Downtime bulan Januari = 206 + 380 = 586 menit

3.4. Data net production time

Net Production Time merupakan waktu sebenarnya yang tersedia untuk kegiatan produksi. Net Production Time berasal dari hasil perhitungan antara loading time dikurang dengan machine downtime.

**Tabel 5.** Net Production Time

Bulan	Loading Time (Menit)	Total Downtime (Menit)	Waktu Produksi (Menit)
	(A)	(B)	(A-B)
Januari	8.930	586	8.344
Februari	18.480	1.084	17.396
Maret	18.480	1.069	17.411
April	1.360	114	1.246
Mei	0	0	0
Juni	3.290	152	3.138
Juli	4.700	273	4.427
Agustus	8.930	725	8.205
September	8.930	612	8.318
Oktober	8.460	492	7.968
Nopember	9.400	503	8.897
Desember	6.580	453	6.127
<b>Total</b>	<b>97.540</b>	<b>6.063</b>	<b>91.477</b>

Ket: Net production time Januari = 8.930 – 586 = 8.344 menit

3.5. Cycle time line machining crankcase K-58

Cycle time merupakan catatan berdasarkan lamanya waktu yang digunakan dan diperlukan untuk melakukan proses produksi. Cycle Time tiap mesin di line produksi Machining Crankcase K-58 memiliki variasi dan nilai yang berbeda-beda tiap mesinnya.

**Tabel 6.** Cycle Time Machining Crankcase K-58

No	Stasiun Operasi	Cycle Time (Detik)	
		Jan 20 - Nov 20	Des 20
1	OP 20	45	45
2	OP 30	45	45
3	OP 40	45	45
4	OP 50	45	45
5	OP 60	45	45
6	OP 70	45	45
7	OP 80	60	60
8	OP 90	65	62
9	OP 100	54	57
10	OP 110	55	55
11	OP 120	25	25
12	OP 130	45	45

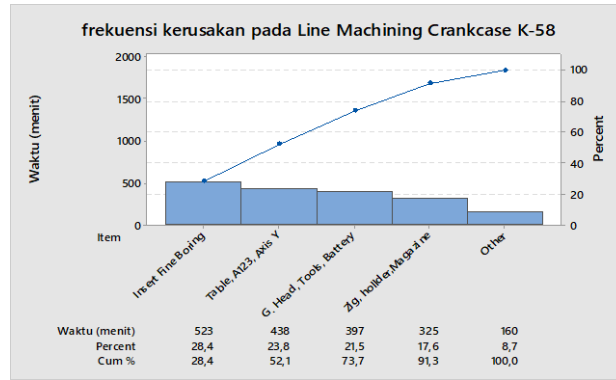
3.6. Data frekuensi kerusakan line machining crankcase K-28

Berdasarkan histori data yang telah didapatkan pada tahun 2023 terdapat beberapa jenis kegagalan maupun kerusakan yang telah terjadi pada mesin maupun peralatan produksi yang ada di line Machining Crankcase K-58 dan menyebabkan *breakdown* sehingga mengakibatkan mesin yang terjadi *trouble* tersebut berhenti dan mengakibatkan *bottleneck* di line tersebut.

**Tabel 7.** Frekuensi Kerusakan pada Line Machining Crankcase K-58

Item	Frekuensi	Waktu (Menit)	Kumulatif Frekuensi	Kumulatif Waktu (Menit)	Kumulatif Frekuensi %	Kumulatif Waktu %
Insert Fine Boring	27	523	27	523	36%	28%
Unit Hidrolik	1	5	28	528	37%	29%
Tools	17	167	45	695	60%	38%
Tools Proses A123	1	182	46	877	61%	48%
Unit Chip Conveyor	4	50	50	927	67%	50%
Indeks Table	3	191	53	1118	71%	61%
Unit Spindel	1	24	54	1142	72%	62%
Motor Axis X	2	37	56	1179	75%	64%
Unit Zig	4	152	60	1331	80%	72%
Tools Magazine	2	76	62	1407	83%	76%
Motor Axis Y	1	65	63	1472	84%	80%
Hollder	2	97	65	1569	87%	85%
Unit Gear Head	5	178	70	1747	93%	95%
Safety Door	1	32	71	1779	95%	97%
Unit Lubrikasi	1	12	72	1791	96%	97%
Battery	3	52	75	1843	100%	100%
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>1.843</b>				

Berdasarkan tabel diatas terdapat beberapa tipe kerusakan dengan total waktu *breakdown* yaitu 1.843 menit. *Breakdown* tersebut dapat dihindari ataupun di minimalisir dengan menggunakan berbagai metode. Metode yang digunakan untuk menganalisa kasus ini yaitu menggunakan TPM dan FMEA. Dan berikut ini Gambar 4. merupakan gambar diagram pareto frekuensi kerusakan pada line Machining Crankcase K-58 periode tahun 2023.



Gambar 4. Diagram Pareto Frekuensi Kerusakan pada Line Machining Crankcase K-58

3.7. OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Nilai OEE terdiri dari nilai-nilai efektivitas line Machining Crankcase K-58. Nilai tersebut terdiri dari Rasio Ketersediaan (Availability), Rasio Performa (Performance) dan Tingkat Kualitas (Quality), dengan persamaan 1 sd 4, didapat:

Tabel 8. Nilai OEE Line Machining Crankcase K-58

Item	Tahun 2023		
	Aktual	Target	World Class
Availability Rate	93,7%	95,0%	90,0%
Performance Rate	83,7%	91,0%	95,0%
Quality Rate	97,1%	97,2%	99,0%
<b>OEE</b>	<b>76,2%</b>	<b>84,0%</b>	<b>85,0%</b>

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai OEE aktual line Machining Crankcase K-58 periode Januari 2023 sampai dengan Desember 2023 adalah 76,2% dengan pencapaian nilai Availability Rate sebesar 93,7%, Performance Rate sebesar 83,7% dan Quality Rate sebesar 97,1%. Sedangkan target nilai OEE line Machining Crankcase K-58 adalah 84,0%.

3.8. Six Big Losses

Analisis OEE (Overall Equipment Effectiveness) yang telah dilakukan memaparkan 6 kerugian (Six Big Losses) yang menyebabkan peralatan dan mesin produksi mengalami kegagalan pada saat proses produksi. Berdasarkan aspek kerugiannya, Six Big Losses terbagi menjadi 3 losses yaitu downtime losses, speed losses dan quality losses. Dengan persamaan 5 sd 10, berikut ini Six Big Losses atau 6 kerugian utama diantaranya adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Persentasi Faktor-Faktor Six Big Losses Line Machining Crankcase K-58 Tahun 2023

No	Six Big Losses	Persentase (%)	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Persentase (%)	OEE Line Machining Crankcase K-58
1	Breakdown Losses	1,97%	Availability Rate	93,73%	76,2%
2	Set up and Adjusment Losses	4,30%			
3	Reduced Speed Losses	14,21%	Performance Rate	83,70%	
4	Idling Minor Stoppage Losses	2,09%			
5	Defect/ Rework Losses	2,81%			
6	Reduced Yield Losses	0,06%	Quality Rate	97,13%	

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa faktor Six Big Losses dengan persentasi terbesar adalah Reduced Speed Losses sebesar 14,21% dan Set Up and Adjusment Losses sebesar 4,30%.

3.9. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Failure Mode and Effect Analysis merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan yang terjadi dan kemudian selanjutnya dibuatkan langkah dalam penanganannya. RPN (Risk Priority Number) merupakan bagian dari FMEA dan digunakan untuk menganalisa serta mendeteksi adanya kegagalan, masalah serta kerusakan sedini mungkin untuk menentukan masalah serta perbaikan yang perlu dijadikan prioritas untuk lebih dahulu diperbaiki dan biasanya memiliki nilai resiko yang tinggi. Berikut ini Tabel 10. merupakan tabel Failure Mode and Effect Analysis.



**Tabel 10.** Urutan Nilai RPN

No	Kategori Six Big Losses	Penyebab Six Big Losses	O	S	D	RPN
1	<i>Reduced Speed Losses</i>	Kehandalan mesin <i>Fine boring</i> menurun karena tingginya frekuensi <i>setting &amp; ganti insert</i>	6	6	6	216
2	<i>Adjusment Losses</i>	<i>Setting Insert</i>	6	6	3	108
3	<i>Defect Losses</i>	Konsentrasi <i>coolant</i> tidak sesuai standar	4	4	6	96
4	<i>Breakdown Losses</i>	Kerusakan pada <i>cutting tools</i>	4	5	4	80
5	<i>Defect Losses</i>	<i>Insert</i> aus/ tumpul	4	5	4	80
6	<i>Defect Losses</i>	<i>Scrap</i> menepel pada <i>tools</i> dan <i>jig</i>	3	4	5	60
7	<i>Breakdown Losses</i>	<i>Alarm conveyor and chip conveyor</i>	4	3	4	48
8	<i>Reduced Yield Losses</i>	Percobaan saat ganti <i>insert</i>	2	4	4	32
9	<i>Breakdown Losses</i>	<i>Jig &amp; clamp abnormal</i>	6	2	2	24
10	<i>Adjusment Losses</i>	Penggantian <i>cutting tools</i>	3	2	4	24
11	<i>Reduced Yield Losses</i>	Percobaan saat penggantian <i>tools</i>	2	4	3	24
12	<i>Breakdown Losses</i>	<i>Battery low</i>	2	2	4	16
13	<i>Reduced Yield Losses</i>	Percobaan saat akurasi <i>Axis (X, Y&amp; Z)</i>	2	2	4	16
14	<i>Idling and Minor Stoppage Losses</i>	Aliran <i>coolant</i> ke tanki <i>coolant</i> tersumbat	3	2	2	12

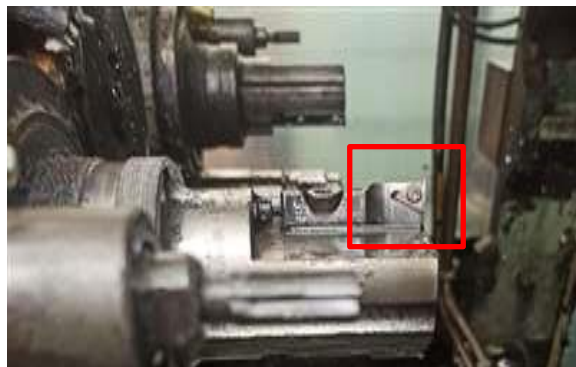
Berdasarkan Tabel 10. diatas merupakan tabel urutan nilai RPN dari yang terbesar ke terkecil dapat dilihat bahwa nilai RPN terbesar yaitu pada kehandalan mesin *fine boring* menurun sebesar 216 sehingga memiliki prioritas untuk ditangani terlebih dahulu agar tingkat kerusakan dapat ditekan. Sedangkan nilai RPN terendah yaitu aliran *coolant* ke tanki *coolant* tersumbat dengan nilai RPN sebesar 12. Penanganan perbaikan tidak hanya pada kegagalan yang memiliki nilai RPN tebesar saja, akan tetapi semua penyebab kegagalan harus diminimalisir.

3.10. Rekomendasi Perbaikan

3.10.1. Autonomous maintenance

Berikut ini program *autonomous maintenance* ataupun perawatan secara mandiri yang harus dilakukan antara lain:

1. Dari hasil analisa *Reduced Speed Losses* bahwa ada permasalahan pada stasiun operasi OP 80 yaitu frekuensi penyetingan serta kerusakan *insert* yang sering terjadi karena *insert* yang cepat aus/ tumpul sehingga membuat *output* produksi yang dihasilkan tidak sesuai dengan waktu standar produksi. Selain itu penggantian *inset* yang dilakukan hampir setiap seminggu sekali yang membuat penggunaan *insert* menjadi boros. Untuk tipe *insert* yang digunakan pada proses *fine boring* OP 80 menggunakan bahan baku CBN (*Corone Boron Nitride*). Berikut ini Gambar 5. merupakan *insert* yang terpasang pada mesin proses *Fine Boring* (OP 80).



**Gambar 5.** *Insert* (Pahat sisipan)

Untuk itu usulan yang diberikan yaitu operator harus melakukan pengecekan pada saat belum dimulainya kegiatan produksi (*start up*) atau *warming up* agar proses produksi tidak terhambat. Pengecekan dilakukan dengan cara mengecek secara visual *insert* yang terpasang pada pemegang pahat (*tool holder*) apakah pahat sudah terlihat aus/ tumpul atau belum. Selain itu visualisasi perlu dibuatkan sebagai indikator kondisi *insert* sesuai standar agar setiap operator dapat mengetahui ketidaksesuaian yang terjadi.

2. Selanjutnya berdasarkan *Set Up and Adjusment Losses* yang terjadi pada mesin *Fine Boring* OP 80 serta beberapa *tools* pada mesin lain yang patah dan tidak tercapai *life time tools* nya. Sehingga membuat banyaknya waktu yang terpakai untuk *Set Up* mesin saat pergantian *cutting tools*. *Set up* yang dilakukan yaitu pasang *tools* baru kemudian *input offset* lalu *reset conter tools* dan itu membutuhkan waktu paling sedikit 10 menit sehingga banyak waktu yang terbuang. Oleh karena itu rekomendasi yang perlu dilakukan yaitu operator melakukan pengecekan konsentrasi *coolant* secara rutin setiap harinya agar konsentrasi *coolant* sesuai standar yang dibutuhkan. Hal ini dilakukan agar *tools* memiliki umur pakai yang lebih lama. Alat yang digunakan untuk melakukan pengecekan *coolant* yaitu

*refractometer* untuk mengecek konsentrasi *coolant* serta *pH paper* untuk mengecek *pH coolant* tersebut. Berikut Gambar 6. merupakan gambar *Refractometer* dan *pH paper*.

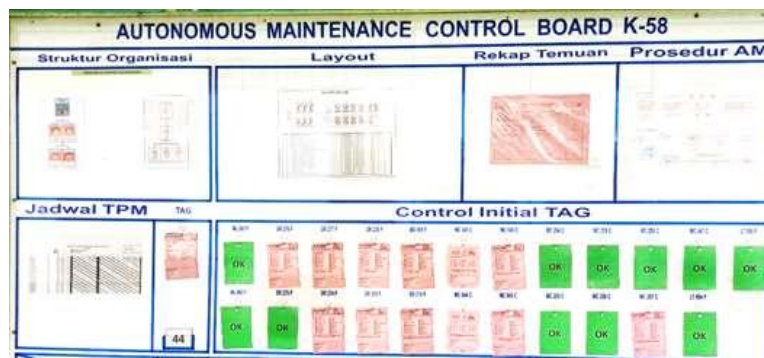


**Gambar 6.** *Refractometer* dan *PH Paper*

- Operator harus melakukan *basic* konsep *autonomous maintenance*. Konsep tersebut meliputi pembersihan (*cleaning*), pelumasan (*lubrication*), pemeriksaan (*inspection*) dan pengencangan (*tightening*). Konsep tersebut bisa dijalankan saat *start up* sehingga tidak mengganggu waktu berjalannya proses produksi. Selain itu untuk mempermudah dalam pelaksanaan konsep-konsep tersebut maka harus dibuatkan *checksheet autonomous maintenance*. *Checksheet* tersebut berisikan *control item* yang perlu dilakukan pemeriksaan, standar normal kondisi *part* dan mesin serta metode dan alat bantu yang digunakan untuk melakukan aktivitas pembersihan (*cleaning*), pelumasan (*lubrication*), pemeriksaan (*inspection*) dan pengencangan (*tightening*).

### 3.10.2. *Kaizen* atau *focused improvement*

*Focused improvement* atau *kaizen* merupakan perbaikan yang terfokus pada masalah-masalah yang terjadi di lini produksi serta dilakukan secara berkelanjutan untuk meminimalisir *losses* yang terjadi di lini produksi sehingga dapat mempengaruhi produktivitas dan efisiensi. Aktivitas perbaikan diusulkan berdasarkan hasil analisa *Six Big Losses* dan perhitungan RPN dari hasil analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). *Kaizen* dan *Focused improvement* yang dilakukan yaitu dengan membuat papan *control autonomous maintenance*. Tujuan dibuatkannya papan tersebut yaitu agar dapat mengontrol *autonomous maintenance* yang dilakukan sehingga apabila ada kerusakan yang terjadi pada mesin di *line* tersebut *staff maintenance* hanya perlu melihat permasalahan yang ada pada mesin cukup dengan melihat papan kontrol tersebut. Berikut ini Gambar 7. merupakan gambar *Autonomous Maintenance Control Board line Machining Crankcase K-58*.



**Gambar 7.** *Autonomous Maintenance Control Board K-58*

Berdasarkan gambar tersebut terdapat beberapa poin yang berkaitan dengan *autonomous maintenance*. *Point-point autonomous control board* tersebut meliputi:

- **Struktur Organisasi**  
Struktur organisasi merupakan diagram yang menggambarkan rantai perintah, hubungan pekerjaan serta bagaimana pekerjaan dibagi, dikelompokkan serta dikoordinasikan secara formal.
- **Layout Line Machining Crankcase K-58**  
*Layout* merupakan suatu tata letak fasilitas-fasilitas yang ada pada proses produksi.
- **Rekap Temuan**  
Rekap temuan berisikan hasil dari perbaikan permasalahan/ *abnormal* yang terjadi pada mesin-mesin di *line Machining Crankcase K-58*.
- **Prosedur *Autonomous Maintenance***

Prosedur *Autonomous Maintenance* merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan *autonomous maintenance*.

- *Control Initial Tag*  
*Control initial tag* berfungsi untuk memberitahu *staff engineering* tentang temuan *abnormal* yang ditemukan operator pada mesin-mesin yang ada di lini produksi. Apabila mesin itu oke maka tagnya berwarna hijau dan bertuliskan OK. Sedangkan apabila mesin tersebut tagnya berwarna pink, maka mesin tersebut terjadi *abnormal* dan di *tag* tersebut bertuliskan permasalahan *abnormal* yang ada.
- *Tag and Number*  
*Tag* berisikan keterangan temuan *abnormal* yang terdapat pada mesin-mesin di *line Machining Crankcase K-58*. Sedangkan *number* merupakan angka dari nomor *tag*. *Tag Number* ini kemudian diikat di bagian mesin. Sehingga ketika *staff engineering* melakukan perbaikan di area mesin, maka mereka mudah menemukan *abnormal* pada mesin tersebut.
- *Jadwal TPM*  
*Jadwal TPM* merupakan jadwal perawatan mesin yang sudah direncanakan (*Planned Maintenance*) dengan kurun waktu selama 1 tahun.

### 3.10. *Planned maintenance*

Berdasarkan hasil analisis dari *Six Big Losses*, nilai RPN dan FMEA tahapan sebelumnya, perawatan terencana pada *line Machining Crankcase K-58* dapat diwujudkan dengan cara yaitu menjalankan program *preventive maintenance* berdasarkan tingkat kegagalan yang terjadi pada periode tahun 2023. *Preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan. Perawatan tersebut meliputi pengecekan kondisi mesin, pembersihan serta perbaikan yang dilakukan secara berkala. Frekuensi 1 bulan sekali dilakukan pada tiap-tiap mesin meliputi aspek elektrik maupun aspek mekanik. Dari jadwal periodik yang sudah di buat maka terdapat *point-point* perawatan pada tiap-tiap *maker* mesin. *Point-point* perawatan tersebut berdasarkan frekuensi kegagalan yang terjadi periode tahun 2023

### 3.11. *Quality maintenance*

Berdasarkan hasil analisa OEE pada tahap sebelumnya, nilai *quality rate* selama tahun 2023 memiliki nilai yaitu 97,1% dan nilai tersebut masih di bawah standar perusahaan yaitu 97,2% dan standar nilai *world class* yaitu 99%. Hal itu menunjukkan bahwa jumlah cacat produk masih terbilang cukup tinggi. Hal ini terjadi karena belum maksimalnya perawatan yang dilakukan, terutama perawatan pada *coolant* yang berpengaruh langsung terhadap *cutting tools* dan hasil dari proses produksi. *Defect* yang terjadi seperti hasil proses kasar, diameter plus, misrun dan *defect* lainnya yang diakibatkan karena rusaknya *tools*. Untuk itu rekomendasinya membuat *checksheet* pengecekan harian *coolant*, agar *coolant* dapat terjaga konsentrasi dan kualitasnya serta tingkat *reject* produksi menurun.

### 3.12. *Early equipment management*

Berdasarkan analisis *Set Up and Adjustment Losses*, tingginya frekuensi *set up* yang terjadi pada mesin *fine boring* diakibatkan karena permasalahan pada *insert*. Dan *insert* yang dipakai terbuat dari material jenis CBN (Cubic Boron Nitride). Dengan *insert* tersebut masih tinggi tingkat frekuensi penyetingan karena *insert* dengan jenis CBN tersebut mudah tumpul dan dalam periode seminggu sekali sudah dilakukan penggantian *insert*. Untuk itu rekomendasi yang dapat diusulkan adalah pembuatan *clamp* tambahan dan penggantian material *insert* yang semula menggunakan *insert* yang terbuat dari bahan CBN untuk selanjutnya diganti dengan *insert* yang terbuat dari intan (*diamond*).

### 3.13. *Hasil Perbaikan*

Setelah perbaikan dilakukan berdasarkan rekomendasi yang diberikan, *management* PT. XYZ menjalankan saran serta rekomendasi perbaikan secara bertahap. Selain itu *management* juga menerapkannya sehingga hasil yang didapat yaitu terdapat perbedaan dalam peningkatan performa yang terjadi pada *line Machining Crankcase K-58*. Terdapat peningkatan nilai OEE dibandingkan dengan periode tahun 2023 sehingga terealisasikan upaya untuk meminimalisir nilai *Six Big Losses*. Berikut ini Tabel 4.22. merupakan tabel perbandingan nilai OEE periode tahun 2023 dengan periode April 2024.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan OEE 2023 dan April 2024

Kategori	OEE 2023 (%)	OEE April 2024 (%)
Availability Rate	90.0	96.3
Performance Rate	85.0	91.2
Quality Rate	99.0	97.4
OEE	76.2	85.5

Perbandingan OEE Tahun 2023 dan April 2024

Berikut adalah tabel hasil perhitungan OEE pada tahun 2023 dan April 2024 yang menunjukkan peningkatan pada setiap indikator setelah dilakukan perbaikan. Dari hasil perhitungan, kita bisa melihat bahwa nilai OEE meningkat dari 76,2%

pada tahun 2023 menjadi 85,5% pada April 2024, yang dipengaruhi oleh peningkatan *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate* setelah implementasi TPM.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis setelah dilakukan perbaikan terjadi peningkatan availability dari 90,0% menjadi 96,33%, Performance dari 85,0% menjadi 91,2% sedangkan Quality rate terjadi penurunan 99,0% menjadi 97,4%, ini perlu dikaji pada penelitian berikutnya. Sedangkan nilai Overall Equipment Effectiveness meningkat dari 76,2% menjadi 85,5% ini menunjukkan bahwa proses produksi sesudah mengalami perbaikan sesuai dengan standar world Class. Hasil perhitungan RPN menunjukkan penurunan yang signifikan pada setiap kategori Six Big Losses. Reduced Speed Losses yang memiliki RPN tertinggi sebesar 216 pada tahun 2023, turun menjadi 150 setelah perbaikan. Penurunan RPN juga terjadi pada kategori Breakdown Losses dan Setup & Adjustment Losses, yang menunjukkan bahwa risiko kegagalan pada mesin berkurang. Dengan perbaikan-perbaikan ini, PT XYZ berhasil meningkatkan efektivitas produksi dan mencapai nilai OEE yang mendekati standar kelas dunia, serta mengurangi risiko kerusakan mesin secara signifikan.

#### REFERENCES

- [1] Pranoto, Jeffrynarndo., Nazaruddin M., dan Ikhsan S. (2013, April 3). *Impelentasi Studi Preventive Maintenance Fasilitas Produksi Dengan Metode Reliability Maintenance pada PT XYZ*. (20 April 2021). from e-Jurnal Teknik Universitas Sumatera Utara: //media.neliti.com/media/publications/219246-none.pdf.
- [2] Fitri, P dan Sari, R.Y. (2015). Analisis pengukuran produktivitas perusahaan alsintan cv. cherry sarana argo. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. 14(1), 138-155)
- [3] Bhaduri, A., et al. (2014). "Impact of Total Productive Maintenance on Manufacturing Performance." *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- [4] Sari, R., et al. (2021). "Role of Cross-Functional Teams in TPM Implementation." *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 150-152.
- [5] Prasetyo, A., et al. (2022). "Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing: A Comprehensive Review." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(1-2), 230-235.
- [6] Wibowo, S., & Setiawan, D. (2023). "Implementing Total Productive Maintenance: A Case Study in Automotive Industry." *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29(1), 45-48.
- [7] Aditya, R., et al. (2023). "Continuous Improvement through TPM: Lessons from Practice." *Manufacturing Technology Journal*, 12(4), 300-302.
- [8] Gaspersz, Vincent. (2002). *Pedoman implementasi program Six Sigma terintegrasi dengan ISO: 2000, MBNQA Dan HACCP*. Jakarta: Gramedia Utama.
- [9] Nakajima, Seiichi. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press Inc.
- [10] Stamatis, D.H. (1995). *FMEA from Theory to Execution*. Winconsin: ASQ Quality Press.
- [11] Stamatis, D.H. (2010). *The OEE Primer*, New York: Productivity Press Inc
- [12] Osada, Takashi. (2004). *Sikap kerja 5S*. Jakarta: PPM
- [13] Levitt, Joel. (2010.) *TPM Reloaded Total Productive Maintenance*. New York: Industrial Press Inc.
- [14] McDermott, R.E., Raymon J.M., dan Michael R.B. (2009). *The Basic of FMEA 2<sup>nd</sup> Edition*. New York: Taylor and Francis Group.
- [15] Nakajima, seiichi dan Benjamin, S.B. (1989). *TPM development program implementing Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press Inc.
- [16] Nawawi, Mamun. (2017). *Analisis peningkatan produktivitas pada line custrad dengan menurunkan six big losses menggunakan metode TPM & FMEA di PT.SFI Cikarang*. Bekasi: President University
- [17] Adiningsih, Sri. (1999). *Manajemen produksi dan operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- [18] Al Rasyid, Harun. (2018). Peningkatan Nilai Overall Equipent Effectiveness Pada Proses Pembuatan Kaca Cermin dengan Metode FMEA. *Operatons Excellence*. 10(1), 47-64.
- [20] Assauri, S. (1999). *Manajemen produksi dan operasi: Edisi revisi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- [21] Mawardi (2007). *Ekonomi Islam*. Pekanbaru: Alaf Riau
- [22] Nawawi, Mamun. (2017). *Analisis peningkatan produktivitas pada line custrad dengan menurunkan six big losses menggunakan metode TPM & FMEA di PT.SFI Cikarang*. Bekasi: President University
- [23] Suzaki, Kiyoshi. (1987). *The new manufacturing challenge*. New York: Free Press.
- [24] Tannady, Hendry. (2015). *Pengendalian kualitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [25] Waluyo, Minto. (2008). *Produktivitas Untuk Teknik Industri*. Sidoarjo: Dian Samudra.
- [26] Yamit, Z. (2007). *Manajemen produksi dan operasi*.