

USULAN PENINGKATAN EFEKTIVITAS MESIN INJEKSI MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DI PT GRADIEN MANUFAKTUR INDONESIA

Azmi Fathan^{1*}, Dr. Dwi Kurniawan, S.T., M.T.²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, Jln. Phh. Mustofa No.23, Neglasari, Kec. Cibeunying Kaler, Kota Bandung

Email : Azmifathan000@gmail.com

Received 24 01 2024 | Revised 31 01 2024 | Accepted 31 01 2024

ABSTRAK

PT. Gradien Manufaktur Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur plastik. Perusahaan memiliki masalah pada proses produksi di mesin injeksi karena waktu kerja selama 24 jam yang mengakibatkan sering terjadinya kerusakan. Kerusakan yang terjadi yaitu mesin mati (Breakdown) yang mengakibatkan target produksi tidak tercapai dan kualitas produk yang dihasilkan kurang baik. Untuk meningkatkan produktivitas mesin injeksi, penelitian ini menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). Hasil perhitungan nilai OEE yang diperoleh selama bulan Februari hingga Maret 2023 adalah sebesar 56%. Hasil dari nilai rata-rata OEE dari 3 bulan tersebut termasuk kedalam klasifikasi tidak dapat diterima oleh karena itu diperlukan improve. Masalah yang harus di prioritaskan untuk dilakukan perbaikan adalah faktor idle and minor stoppage losses dengan nilai rata-rata sebesar 65,426%. Saran upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerugian adalah perbaikan jadwal maintenance mesin, memberikan checksheet instrumen pengecekan mesin dan bahan material secara berkala, serta membuat standar peraturan untuk setting mesin.

Kata Kunci : *OEE, Mesin Injeksi, Produktivitas, Maintenance*

ABSTRACT

PT. Gradien Manufaktur Indonesia is a company engaged in the plastic manufacturing sector. The company is facing issues in the injection machine production process due to operating 24 hours a day, leading to frequent breakdowns. The main problem is machine breakdowns, causing production targets to be unmet and resulting in poor product quality. To enhance the productivity of the injection machines, this study employs the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method. The OEE calculation results obtained from February to March 2023 indicate a value of 56%. The average OEE value over these three months falls into the classification of unacceptable therefore, improvements are necessary. The issue that needs prioritized attention for improvement is the idle and minor stoppage losses factor, with an average value of 65.426%. Recommendations for improvement efforts to reduce losses include enhancing

machine maintenance schedules, implementing periodic checksheets for machine and material inspections, and establishing standard regulations for machine settings.

Keyword : *OEE, Injection Molding Machine, Productivity, Maintenance*

1. PENDAHULUAN

PT. Gradien Manufaktur Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur plastik. Perusahaan ini proses produksinya menggunakan 6 mesin dan memproduksi 32 produk seperti moulds, press, tool, jig & fixture, spare parts, dan lain-lain. Mesin injeksi yang digunakan untuk memproduksi sering kali mengalami kerusakan ketika sedang beroperasi yang membuat efektivitas kerja berkurang dan tingginya waktu menganggur operator. Untuk mencapai target produksi perusahaan menggunakan mesin injeksi selama 24 jam secara terus menerus. Permasalahan tersebut yang membuat produktivitas perusahaan menurun yang mengakibatkan target produksi tidak tercapai dan membutuhkan biaya tambahan untuk melakukan perbaikan ataupun pergantian part mesin. Tidak tercapainya target produksi mengakibatkan perusahaan harus berkoordinasi lebih dahulu dengan customer untuk meminta waktu tambahan. Dasar dilakukan penelitian ini adalah meningkatkan produktivitas mesin injeksi supaya meminimasi biaya yang harus dikeluarkan perusahaan karena terjadi kerusakan pada mesin dan tercapainya target produksi.

2. METODOLOGI

2.1 Identifikasi Masalah

Salah satu produk yang di buat oleh PT. Gradien Manufaktur Indonesia yang memiliki permintaan tinggi adalah Undercase Shockbreaker. Perusahaan memiliki masalah pada proses produksi di mesin injeksi karena waktu kerja selama 24 jam yang mengakibatkan sering terjadinya kerusakan dan membuat tingginya waktu menganggur operator. Kerusakan yang terjadi adalah mesin mati mendadak (Breakdown) yang mengakibatkan target produksi tidak tercapai dan kualitas yang kurang baik karena terjadi produk yang reject maupun rework. Agar tidak terjadi penurunan produktivitas, maka perlu pengukuran tingkat efektivitas mesinnya. Untuk mengukur efektivitas mesin dan mencari tau faktor apa saja yang mempengaruhi penurunan produktivitas, penelitian ini menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE).

2.2 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan suatu aktivitas yang dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk penelitian. Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini yaitu data jumlah produk reject dan rework, target produksi, jumlah produksi produk undercase shockbreaker serta data kinerja mesin seperti waktu setup, waktu kerja mesin, waktu planned downtime, waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki mesin yang rusak dan waktu siklus ideal.

2.3 Perhitungan Nilai Availability Ratio

Availability Ratio adalah tingkat ketersediaan waktu beroperasinya mesin dan dinyatakan dalam bentuk persentase. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai Availability Ratio yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (1)$$

2.4 Perhitungan nilai Performance Efficiency

Performance Efficiency adalah suatu perbandingan yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai Performance Efficiency yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{(\text{Processed Amount} \times \text{Ideal c. time})}{\text{Operation Time}} \times 100\% \quad (2)$$

2.5 Perhitungan Nilai Rate of Quality Product

Rate of Quality Product menunjukkan produk yang dapat diterima per total produk yang dihasilkan. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai rate of Quality Product yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Rate of Qual. Product} = \frac{\text{Jumlah Produksi} - (\text{reduced yield} + \text{reject})}{\text{Processed amount}} \times 100\% \quad (3)$$

2.6 Perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Tiga faktor utama dalam mencari nilai OEE adalah availability ratio, performance efficiency, dan rate of quality product. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai OEE yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate of Quality Product} \quad (4)$$

2.7 Perhitungan Nilai Equipment Failure Losses

Equipment Failure Losses adalah kerugian yang terjadi karena mesin mengalami kerusakan, tidak dapat digunakan dan memerlukan perbaikan. Rumus mencari nilai Equipment Failure Losses yaitu:

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{Total Failure and Repair}}{\text{Total Loading Time}} \times 100\% \quad (5)$$

2.8 Perhitungan Nilai Setup and Adjustment Losses

Setup and Adjustment Losses adalah kerugian yang diakibatkan oleh waktu yang digunakan pada saat penyetelan dan penyesuaian mesin karena perubahan kondisi operasi. Rumus mencari nilai Setup and Adjustment Losses yaitu:

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

2.9 Perhitungan Nilai Idle and Minor Stoppage Losses

Idle and Minor Stoppage Losses adalah suatu kerugian akibat mesin berhenti karena ada permasalahan sementara. Rumus mencari nilai Idle and Minor Stoppage Losses yaitu:

$$\text{Idle & Min L.} = \frac{(\text{Act. Cycle T.} - \text{Ideal Cycle T.}) \times \text{Juml. Prod.}}{\text{Total Loading Time}} \times 100\% \quad (7)$$

2.10 Perhitungan Nilai Reduced Speed Losses

Reduced Speed Losses adalah kerugian akibat pengurangan kecepatan produksi. Rumus mencari nilai Reduced Speed Losses yaitu:

$$\text{Red. L.} = \frac{(\text{T.Target Prod} - \text{T.Juml. Produksi}) \times \text{Ideal Cycle T.}}{\text{Total Loading Time}} \times 100\% \quad (8)$$

2.11 Perhitungan Nilai Process Defect Losses

Process Defect Losses adalah kerugian akibat produk yang tidak sesuai spesifikasi sehingga harus di rework. Rumus mencari nilai Process Defect Losses yaitu:

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

2.12 Perhitungan Nilai Reduced Yield Losses

Reduced yield losses kerugian akibat bahan baku terbuang. Kerugian ini terbagi dua yaitu kerugian bahan baku dan kerugian waktu penyesuaian pada awal proses produksi dan saat pergantian. Rumus mencari nilai Reduced yield losses yaitu:

$$\text{Reduced yield losses} = \frac{\text{Total Red.Yield} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Total Loading Time}} \times 100\% \quad (10)$$

2.13 Analisis

Tahap ini merupakan tahap menganalisis setelah melakukan perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Nilai Availability Ratio

Perhitungan nilai availability ratio dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2023. Berikut ini merupakan contoh perhitungan availability ratio di bulan Februari 2023 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Availability di Bulan Februari 2023

No	Tanggal	Operation Time (Menit)	Loading Time (Menit)	Availability ratio (%)
1	06-Feb-23	1120	1200	93%
2	07-Feb-23	1380	1440	96%
3	08-Feb-23	1370	1440	95%
4	09-Feb-23	1333	1440	93%
5	11-Feb-23	1385	1440	96%
6	13-Feb-23	1333	1440	93%
7	14-Feb-23	1380	1440	96%
8	15-Feb-23	1380	1440	96%
9	17-Feb-23	1333	1440	93%
10	18-Feb-23	1363	1440	95%
11	20-Feb-23	1355	1440	94%
12	21-Feb-23	1390	1440	97%
13	24-Feb-23	1360	1440	94%
14	25-Feb-23	1390	1440	97%
15	26-Feb-23	1355	1440	94%
Total		20227	21360	1420%
Rata-Rata		1348	1424	95%

3.2 Nilai Performance Efficiency

Perhitungan nilai performance efficiency dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2023. Berikut ini merupakan contoh perhitungan performance efficiency di bulan februari 2023 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Performance Efficiency di Bulan Februari 2023

No	Tanggal	Jumlah Produksi (Produk/Hari)	Ideal Cycle Time (Menit)	Operation Time (%)	Performance Efficiency (%)
1	06-Feb-23	2300	0,25	1120	51%
2	07-Feb-23	3600	0,25	1380	65%
3	08-Feb-23	3900	0,25	1370	71%
4	09-Feb-23	2700	0,25	1333	51%
5	11-Feb-23	2300	0,25	1385	42%
6	13-Feb-23	4600	0,25	1333	86%
7	14-Feb-23	4300	0,25	1380	78%
8	15-Feb-23	3000	0,25	1380	54%
9	17-Feb-23	4400	0,25	1333	83%
10	18-Feb-23	5000	0,25	1363	92%
11	20-Feb-23	4900	0,25	1355	90%
12	21-Feb-23	2700	0,25	1390	49%
13	24-Feb-23	1600	0,25	1360	29%
14	25-Feb-23	5100	0,25	1390	92%
15	26-Feb-23	2300	0,25	1355	42%
Total		52700	3,75	20227	975%
Rata-Rata		3513	0,25	1348	65%

3.3 Nilai Rate of Quality Product

Perhitungan nilai rate of quality product dilakukan pada bulan Februari sampai April 2023. Berikut ini merupakan contoh perhitungan rate of quality product di bulan Februari 2023 yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rate of Quality Product di Bulan Februari 2023

No	Tanggal	Jumlah Produksi (Produk/Hari)	Ideal Cycle Time (Menit)	Operation Time (%)	Performance Efficiency (%)
1	06-Feb-23	2300	30	753	66%
2	07-Feb-23	3600	0	530	85%
3	08-Feb-23	3900	203	307	87%
4	09-Feb-23	2700	20	1104	58%
5	11-Feb-23	2300	4	124	94%
6	13-Feb-23	4600	20	130	97%
7	14-Feb-23	4300	15	125	97%
8	15-Feb-23	3000	14	110	96%
9	17-Feb-23	4400	102	456	87%
10	18-Feb-23	5000	143	507	87%
11	20-Feb-23	4900	275	834	77%
12	21-Feb-23	2700	63	238	89%
13	24-Feb-23	1600	40	327	77%
14	25-Feb-23	5100	142	833	81%
15	26-Feb-23	2300	50	250	87%
Total		52700	1121	6628	1266%
Rata-Rata		3513	75	442	84%

3.4 Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Pada bulan Februari sampai Maret 2023 didapatkan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Bulan	Availability ratio (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	Overall Equipment Effectiveness (%)
Februari	95%	65%	84%	52%
Maret	95%	77%	83%	60%
April	95%	68%	86%	56%
Rata-Rata				56%

3.5 Nilai Equipment Failure Losses

Pada bulan Februari sampai Maret 2023 didapatkan nilai Equipment Failure Losses yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Equipment Failure Losses (OEE)

Bulan	Total Failure and Repair (Menit)	Total Loading Time (%)	Equipment Failure Losses (%)
Februari	923	21360	4,321%
Maret	1115	30240	3,687%
April	889	22800	3,899%
Rata-rata			3,969%

3.6 Nilai Setup and Adjustment Losses

Pada bulan Februari sampai Maret 2023 didapatkan nilai Setup and Adjustment Losses yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Setup and Adjustment Losses (OEE)

Bulan	Total Setup and Adjustment (Menit)	Total Loading Time (%)	Setup and Adjustment Losses (%)
Februari	210	21360	0,983%
Maret	330	30240	1,091%
April	240	22800	1,053%
Rata-rata			1,042%

3.7 Nilai Idle and Minor Stoppage

Pada bulan Februari sampai Maret 2023 didapatkan nilai Idle and minor stoppage yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Idle and Minor Stoppage Losses (OEE)

Bulan	Rata-rata Actual Cycle Time (Menit)	Rata-rata Ideal Cycle Time (%)	Jumlah Produksi (Unit)	Total Loading Time (%)	Idle and Minor Stoppage Losses (%)
Februari	0,431	0,25	52700	21360	44,685%
Maret	0,379	0,25	88450	30240	37,639%
April	0,486	0,25	59250	22800	61,401%
Rata-rata					47,908%

3.8 Nilai Reduced Speed Losses

Pada bulan Februari sampai Maret 2023 didapatkan nilai Reduced Speed Losses yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Reduced Speed Losses (OEE)

Bulan	Target Produksi (%)	Jumlah Produksi (Unit)	Rata-rata Ideal Cycle Time (%)	Total Loading Time (%)	Reduced Speed Losses (%)
Februari	60449	52700	0,25	21360	9,070%
Maret	103770	88450	0,25	30240	12,665%
April	67205	59250	0,25	22800	8,723%
Rata-rata					10,152%

3.9 Nilai Process Defect Losses

Pada bulan Februari sampai Maret 2023 didapatkan nilai Process Defect Losses yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Process Defect Losses (OEE)

Bulan	Total Reject (Unit)	Rata-rata Ideal Cycle Time (%)	Total Loading Time (%)	Process Defect Losses (%)
Februari	6628	0,25	21360	7,757%
Maret	12502	0,25	30240	10,336%
April	6977	0,25	22800	7,650%
Rata-rata				8,581%

3.10 Nilai Reduced Yield Losses

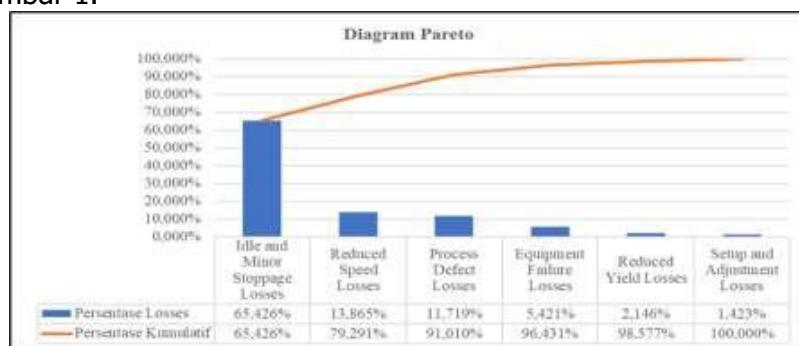
Pada bulan Februari sampai Maret 2023 didapatkan nilai Reduced Yield Losses yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Reduced Yield Losses (OEE)

Bulan	Total Reduced Yield (Unit)	Rata-rata Ideal Cycle Time (%)	Total Loading Time (%)	Reduced Yield Losses (%)
Februari	1121	0,25	21360	1,312%
Maret	2818	0,25	30240	2,330%
April	978	0,25	22800	1,072%
Rata-rata				1,571%

3.11 Identifikasi Losses Terbesar

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode six big losses, selanjutnya melakukan identifikasi dengan menggunakan diagram pareto untuk melihat prioritas masalah yang harus di selesaikan dan mencari tau penyebab nya. Berikut ini merupakan diagram pareto yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Pareto

3.12 Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Hasil perhitungan rata-rata nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) selama bulan Februari hingga Maret 2023 sebesar 56%. Hal tersebut terjadi dikarenakan waktu kerja mesin yang terganggu oleh kegiatan maintenance mesin yang sudah dijadwalkan (Planned Downtime), penyetelan mesin (Setup and Adjustment) dan terjadi kerusakan mesin secara tiba-tiba yang harus segera diperbaiki (Failure and Repair). Selain itu pada saat proses produksi berlangsung jika terjadi kerusakan mesin akan mengakibatkan jumlah produksi tidak tercapai karena nilai actual cycle time lebih lama daripada nilai ideal cycle time. Hasil dari nilai rata-rata OEE dari 3 bulan tersebut termasuk kedalam klasifikasi tidak dapat diterima oleh karena itu diperlukan improve melalui pengukuran secara langsung dengan menelusuri alasan terjadinya downtime dan diadakan perawatan mesin.

3.13 Analisis Data Perhitungan Six Big Losses

Berdasarkan perhitungan Six big losses yang telah dilakukan diperoleh nilai keenam kerugian yang dapat dilihat pada Tabel 11.

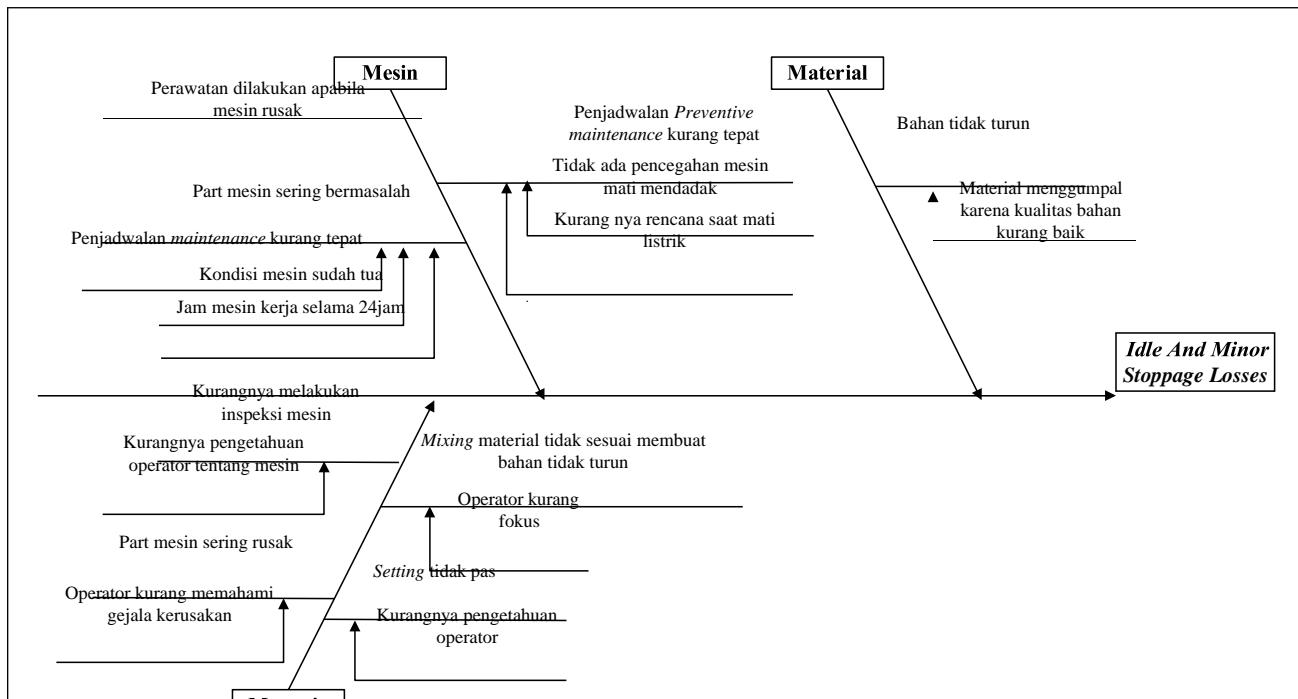
Tabel 11. Data Perhitungan Six Big Losses

Losses	Rata-Rata Losses	Persentase Losses	Persentase Kumulatif
Idle and Minor Stoppage Losses	47,908%	65,426%	65,426%
Reduced Speed Losses	10,152%	13,865%	79,291%
Process Defect Losses	8,581%	11,719%	91,010%
Equipment Failure Losses	3,969%	5,421%	96,431%
Reduced Yield Losses	1,571%	2,146%	98,577%
Setup and Adjustment Losses	1,042%	1,423%	100,000%

Faktor yang harus diprioritas kan adalah faktor idle and minor stoppage dikarenakan faktor tersebut memiliki nilai persentase losses terbesar yaitu 65,426%. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan waktu ideal perusahaan dan waktu aktual untuk membuat 1 produk memiliki selesih waktu yang besar. Jika waktu siklus aktual memiliki nilai selisih yang besar akan mengakibatkan jumlah produksi tidak tercapai. Permasalahan tersebut bisa terjadi dikarenakan mesin breakdown, mesin malfungsi, mati listrik, kualitas material kurang baik, operator tidak fokus dan kurang memiliki pengetahuan tentang mesin.

3.14 Analisis Diagram Fishbone

Faktor idle and minor stoppage losses dalam six big losses tersebut akan menjadi prioritas permasalahan dikarenakan nilai persentase yang mendekati 80%. Terdapat 3 faktor dalam analisa diagram fishbone yaitu mesin, material, manusia. Faktor yang dominan atau paling mempengaruhi Idle and minor stoppage losses adalah faktor mesin. Diagram fishbone untuk faktor kerugian idle and minor stoppage losses dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Fishbone

Pada faktor mesin bisa terjadi dikarenakan perusahaan masih belum memiliki maintenance management yang baik sehingga masalah tersebut membuat mesin mati yang mengakibatkan nilai kerugian atau losses besar. Pada faktor material bisa terjadi dikarenakan perusahaan belum menerapkan pengecekan bahan. Pada faktor manusia bisa terjadi karena operator kurang paham tentang gejala-gejala kerusakan mesin dan terdapat kesalahan pada saat setting mesin karena tidak ada standar peraturan untuk melakukan setting di perusahaan. Permasalahan tersebut yang mengakibatkan terjadinya penurunan produktivitas pada perusahaan.

3.15 Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan tersebut menghasilkan beberapa usulan perbaikan untuk perusahaan yang dapat dilakukan dalam upaya untuk mengurangi kerugian dan meningkatkan produktivitas. Berikut ini merupakan usulan perbaikan untuk perusahaan yang dapat dilihat sebagai berikut:

1. Perbaikan jadwal maintenance mesin injeksi
2. Memberikan checksheet instrumen pengecekan mesin dan bahan material secara berkala
3. Membuat standar peraturan untuk setting mesin

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat dilihat sebagai berikut:

1. Hasil nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang diperoleh selama bulan Februari hingga Maret 2023 adalah sebesar 56%. Hasil dari nilai rata-rata OEE dari 3 bulan tersebut termasuk kedalam klasifikasi tidak dapat diterima oleh karena itu diperlukan improve. Hal tersebut terjadi dikarenakan waktu kerja mesin yang terganggu oleh kegiatan maintenance

mesin yang sudah dijadwalkan (Planned Downtime), penyetelan mesin (Setup and Adjustment) dan terjadi kerusakan mesin secara tiba-tiba yang harus segera diperbaiki (Failure and Repair). Selain itu pada saat proses produksi berlangsung jika terjadi kerusakan mesin akan mengakibatkan jumlah produksi tidak tercapai karena nilai actual cycle time lebih lama daripada nilai ideal cycle time.

2. Masalah yang harus di prioritaskan untuk dilakukan perbaikan adalah faktor idle and minor stoppage losses dengan nilai rata-rata sebesar 65,426%. kerugian semakin besar jika waktu ideal perusahaan dan waktu aktual untuk membuat 1 produk memiliki selisih waktu yang besar. Jika waktu siklus aktual memiliki nilai selisih yang besar akan mengakibatkan jumlah produksi tidak tercapai. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan mesin breakdown, mesin malfungsi, mati listrik, kualitas material kurang baik, operator tidak fokus dan kurang memiliki pengetahuan tentang mesin.
3. Beberapa saran upaya perbaikan yang perlu perusahaan lakukan untuk mengurangi kerugian adalah perbaikan jadwal maintenance mesin, memberikan checksheet instrumen pengecekan mesin dan bahan material secara berkala, serta membuat standar peraturan untuk setting mesin.

DAFTAR PUSTAKA

Alvira, D., Heliandy, Y., & Prassetiyo, H. (2015). Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses. Reka Integra ISSN : 2338-5081.

Charantimath, P. M. (2011). Total Quality Management Secont Edition. India: Pearson Education.

Hansen, R. C. (2001). Overall Equipment Effectiveness : A Powerful Production/Maintenance Tool for in Creased Profit. New York: 1st Edition Industrial Press Inc

Heizer, J., & Render, B. (2014). Manajemen Operasi. Jakarta: Salemba Empat.

Liliana, L. (2016). A New Model of Ishikawa Diagram for Quality Assessment. Materials Science and Engineering, IOP Publishing.

Nakajima, S. (1988). Introduction To TPM (Total Productive Maintenance). Cambridge: 1st Edition; Productivity Inc.

Nayak, D. M., Kumar, V., Naidu, G., Shankar, V., & Manager, A. (2013). Evaluation of OEE in a Continous Process Industry on an Insulation Line in a Cable Manufacturing. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 2, No. 5.

Shirose, K. (1992). TPM for Workshop Leaders. Portland: Productivity Press