



ANALISIS EFEKTIFITAS MESIN INJECTION MOLDING PT.XYZ MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* DAN *FAULT TREE ANALYSIS*

Mohamad Fahri Haikal¹, Dwi Irwati², Miftah Rama Novanto³, Bagas Putra Pratama⁴, Reyza Habib Fahrizky⁵

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa
Jl. Inspeksi Kalimalang No.9, Cibatu, Kabupaten Bekasi

Email: mohamadfahrihaikal@gmail.com¹, dwi.irwati@pelitabangsa.ac.id², miftahrama57@gmail.com³, bpratama1211@gmail.com⁴, reyzahabib01@gmail.com⁵

ABSTRACT

The injection molding process is a widely used production method in the manufacturing industry, particularly for the production of plastic components. However, in practice, various problems are often encountered, such as machine downtime, suboptimal production speeds, and high levels of defective products. This study aims to analyze the effectiveness of injection molding machine performance using the method *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* And *Tree Analysis*. The OEE method is used to measure machine performance based on three main indicators: *Availability*, *Performance*, and *Quality*.

Next, the method *Tree Analysis* used to identify the root causes of low OEE values, thus identifying the factors that most influence the decline in efficiency. The analysis results indicate that there are several main factors that cause a decline in machine effectiveness, including long setup times, machine damage, and products that do not meet quality standards. By identifying the main causes, companies can take appropriate corrective actions to increase production efficiency and reduce product defect rates. This research contributes to efforts to increase productivity through a systematic analytical approach.

Low machine effectiveness values and high levels of *six big losses* in the injection molding process at PT. XYZ is caused by several factors, including machine damage (*breakdown*), decreased production speed, disruptions in the molding unit, and the continued discovery of products that do not meet quality standards. Based on the analysis, the company needs to make several improvements to enhance its production performance. Some of the recommended improvements include efforts to eliminate *six big losses*, holding training or seminars for all injection molding machine operators, and developing Standard Operating Procedures (SOPs) as work guidelines. These steps are expected to

Article History

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagiarism Checker No 235
Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under
a [Creative Commons
Attribution-NonCommercial
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



increase the value of *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* comprehensively.

Keywords: Injection Molding, *OEE*, *Tree Analysis*, Production Efficiency, Process Improvement

ABSTRAK

Proses injection molding merupakan salah satu metode produksi yang banyak digunakan dalam industri manufaktur, khususnya dalam pembuatan komponen berbahan dasar plastik. Namun, dalam praktiknya sering ditemukan berbagai permasalahan seperti downtime mesin, kecepatan produksi yang tidak optimal, serta tingginya jumlah produk cacat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kinerja mesin injection molding dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Tree Analysis. Metode OEE digunakan untuk mengukur performa mesin berdasarkan tiga indikator utama: Availability, Performance, dan Quality.

Selanjutnya, metode Tree Analysis digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari rendahnya nilai OEE, sehingga dapat diketahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap penurunan efisiensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor utama yang menyebabkan turunnya efektivitas mesin, antara lain waktu setup yang lama, kerusakan mesin, dan produk yang tidak memenuhi standar kualitas. Dengan mengetahui penyebab utamanya, perusahaan dapat melakukan tindakan perbaikan yang tepat guna meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi tingkat cacat produk. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan produktivitas melalui pendekatan analitis yang sistematis.

Nilai efektivitas mesin yang rendah serta tingginya tingkat six big losses pada proses injection molding di PT. XYZ disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain terjadinya kerusakan mesin (breakdown), penurunan kecepatan produksi, gangguan pada unit molding, serta masih ditemukannya produk yang tidak memenuhi standar kualitas. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, perusahaan perlu melakukan sejumlah perbaikan untuk meningkatkan kinerja produksinya. Beberapa usulan perbaikan yang direkomendasikan mencakup upaya eliminasi terhadap six big losses, penyelenggaraan pelatihan atau seminar bagi seluruh operator mesin injection molding, serta penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) sebagai pedoman kerja. Langkah-langkah tersebut diharapkan mampu meningkatkan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)



secara menyeluruh.

Kata kunci: Injection Molding, OEE, Tree Analysis, Efisiensi Produksi, Perbaikan Proses

1. Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur menuntut peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam setiap proses produksi. Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam industri plastik adalah mesin *injection molding*, karena kemampuannya memproduksi komponen dalam jumlah besar dengan bentuk yang presisi. Namun, dalam praktiknya, proses injection molding tidak lepas dari berbagai permasalahan operasional, seperti gangguan mesin, penurunan kecepatan produksi, hingga tingginya jumlah produk cacat. Permasalahan-permasalahan tersebut dapat mengakibatkan turunnya produktivitas dan menurunkan daya saing perusahaan di pasar.

Untuk menilai dan memperbaiki kinerja mesin produksi, diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengidentifikasi secara menyeluruh aspek-aspek yang memengaruhi efektivitas mesin. Salah satu metode yang telah banyak digunakan dalam dunia industri adalah ***Overall Equipment Effectiveness (OEE)***. OEE merupakan indikator komprehensif yang mengukur performa mesin berdasarkan tiga parameter utama, yaitu *availability* (ketersediaan waktu kerja mesin), *performance* (kecepatan produksi dibanding standar), dan *quality* (jumlah produk baik dibanding total produksi). Nilai OEE yang ideal menggambarkan bahwa mesin berjalan secara optimal dalam waktu yang tersedia, pada kecepatan maksimum, dan menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas.

Namun, perhitungan OEE saja belum cukup untuk mengetahui secara mendalam penyebab utama rendahnya efektivitas mesin. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan tambahan yang bersifat analitis, seperti ***Tree Analysis***, guna menelusuri akar penyebab dari setiap kategori kerugian produksi. Dengan memetakan penyebab-penyebab tersebut dalam bentuk pohon masalah, perusahaan dapat mengidentifikasi titik-titik kritis yang perlu segera diperbaiki.

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang injection molding plastik, dengan fokus pada pembuatan komponen elektronik, otomotif, dan sistem metering. Perusahaan ini telah berdiri sejak tahun 2013 dan terletak di kawasan industri Jababeka, Cikarang, Jawa Barat. Setelah melakukan pengamatan langsung di proses produksi, terdapat masalah mesin yang mengalami breakdown, gangguan pada molding yang digunakan dan masih terdapat produk yang reject dalam proses produksi.

2. Studi Literatur

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan indikator kinerja yang digunakan untuk mengukur seberapa efektif peralatan produksi beroperasi. Konsep OEE pertama kali diperkenalkan oleh Seiichi Nakajima pada tahun 1988 dalam konteks *Total Productive*



Maintenance (TPM), yang bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas mesin (Nakajima, 1988).

Menurut Hansen (2001), OEE adalah alat analisis yang kuat dalam mengukur efisiensi peralatan dan sangat penting dalam meningkatkan profitabilitas melalui perbaikan berkelanjutan di area produksi.

2.1 Availability

Availability (ketersediaan) adalah salah satu dari tiga komponen utama dalam pengukuran OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Komponen ini mengukur berapa besar waktu produksi yang tersedia yang benar-benar digunakan untuk menjalankan mesin atau peralatan.

Menurut Nakajima (1988): *Availability* adalah perbandingan antara waktu operasi aktual mesin dengan waktu operasi yang direncanakan. Dengan kata lain, *availability* menunjukkan seberapa sering mesin siap digunakan dibandingkan dengan waktu yang seharusnya bisa digunakan.

◦Rumus *Availability*

$$\text{Availability} = \frac{\text{Planned production time} - \text{Downtime losses}}{\text{Planned production time}} \times 100\%$$

Atau

$$\text{Availability} = \frac{\text{Planned production time} - \text{Downtime losses}}{\text{Planned production time}} \times 100\%$$

- **Planned Production Time:** Total waktu produksi yang dijadwalkan
- **Downtime Losses:** Waktu berhenti mesin karena kerusakan, setup, atau perbaikan

2.2 Performance

Performance adalah salah satu dari tiga komponen utama dalam *OEE (Overall Equipment Effectiveness)* yang mengukur seberapa efisien mesin atau peralatan beroperasi dibandingkan dengan kecepatan ideal atau standar produksinya.

Menurut Willmott & McCarthy (2001) Dalam pendekatan Lean dan TPM: *Performance* mengukur kecepatan aktual produksi dibandingkan kecepatan maksimum yang dapat dicapai dalam kondisi ideal.

◦Rumus *Performance*

$$\text{Performance} = \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}} \times 100\%$$

- **Ideal Cycle Time:** Waktu ideal yang diperlukan untuk menghasilkan satu unit produk (biasanya dalam detik atau menit).
- **Total Output:** Jumlah seluruh produk yang dihasilkan (baik dan cacat).
- **Operating Time:** Waktu aktual saat mesin benar-benar beroperasi (waktu produksi)



dikurangi downtime).

2.3 Quality

Quality (kualitas) adalah suatu rasio pengukuran tingkat kualitas dari kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk. *Quality* biasa digunakan untuk melihat apakah produk telah sesuai dengan standar yang ditetapkan ataukah belum, dalam artian produk harus sempurna dan siap untuk dijual. *Quality* meliputi kegagalan pada tahap produksi biasanya pada mesin khusus atau garis produksi.

◦Rumus *Quality*

$$\text{Quality} = \frac{(\quad)}{\quad} \times 100\%$$

Berdasarkan ketiga faktor utama diatas maka untuk melakukan perhitungan nilai presentase dari Overall Equipment Effectiveness yaitu:

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

2.4 Six Big losses

Six Big Losses (Enam Kerugian Utama) adalah kategori penyebab utama hilangnya efektivitas mesin atau peralatan dalam proses produksi. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh Seiichi Nakajima dalam kerangka kerja TPM (*Total Productive Maintenance*) pada tahun 1988.

Berdasarkan pernyataan dari Nakajima tahun 1988 bahwa terdapat enam kerugian besar yang menjadi penyebab dari rendahnya kinerja mesin atau peralatan. Enam kerugian besar itu sering juga disebut dengan *Six Big Losses* dan terdiri dari:

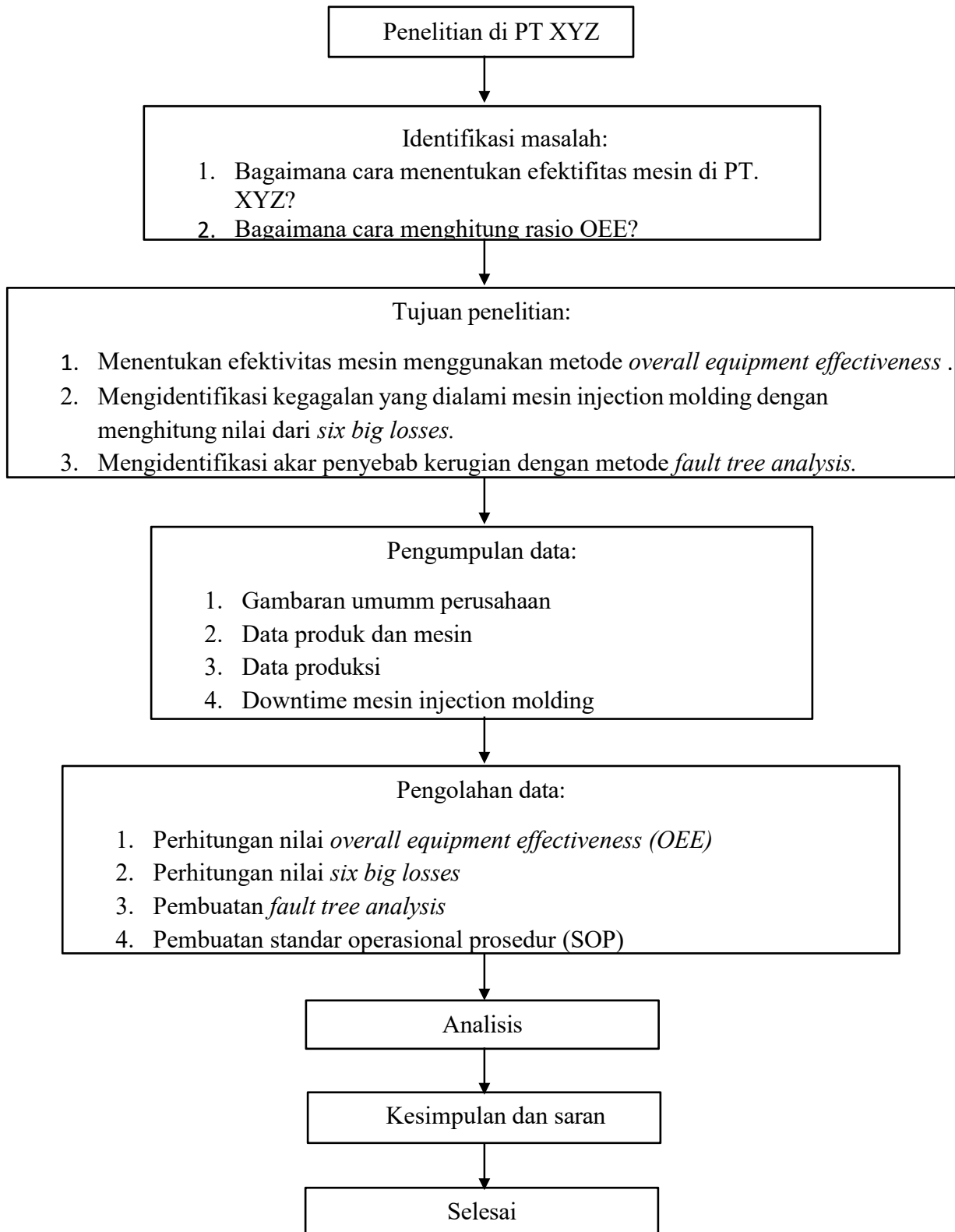
- Breakdown Losses
- Setup or Adjustment Losses
- Idle and Minor Stoppage Losses
- Reduced Speed Losses
- Defect in Process/Rework Losses
- Reduced Yield/Scrap Losses

Untuk dapat mengetahui penyebab dari rendahnya nilai OEE, maka haruslah dipahami macam-macam kerugian peralatan yang ada. Berdasarkan pernyataan Nakajima tahun 1988 pada buku total productive maintenance terdapat 6 kerugian peralatan atau mesin yang menjadi penyebab rendahnya kinerja dari peralatan atau mesin.



3. Metodologi Penelitian

Berikut merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian:





4. Pembahasan

4.1 Gambaran umum perusahaan

PT XYZ didirikan pada tahun 2013 Perusahaan ini merupakan Penanaman Modal Asing (PMA) dari Jepang yang berlokasi di kawasan industri Jababeka, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat.

Perusahaan ini fokus pada manufaktur komponen presisi berbahan plastik untuk industri elektronik, otomotif, dan sistem pengukuran, menggunakan teknologi injeksi plastik terbaru. Perusahaan ini terletak di Kawasan Industri Jababeka, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat.

Data Rekapitulasi Produksi Bulan Desember 2024

No	Nama Mesin	Rata-Rata Produksi (Unit)	Target Produksi (Unit)	Ideal Cycle Time (Hour)	Actual Cycle Time (Hour)	Rata-Rata Reject (Unit)	% Reject
1.	A01	3.773	3.900	0.019	0.023	75	2.0%
2.	A02	3.701	3.860	0.021	0.024	147	4.0%
3.	A03	3.685	3.920	0.020	0.025	258	7.0%
4.	A04	3.793	3.840	0.022	0.022	113	3.0%
5.	A05	3.719	3.870	0.020	0.024	185	5.0%
6.	A06	3.765	3.930	0.018	0.023	45	1.2%
7.	A07	3.741	3.880	0.019	0.024	112	3.0%
8.	A08	3.689	3.900	0.021	0.025	92	2.5%
9.	A09	3.777	3.850	0.022	0.022	264	7.0%
10.	A10	3.703	3.860	0.020	0.024	74	2.0%
11.	B01	3.745	3.890	0.019	0.023	122	3.0%
12.	B02	3.793	3.830	0.018	0.022	95	2.5%
13.	B03	3.369	3.880	0.021	0.024	55	1.5%
14.	B04	3.707	3.920	0.022	0.025	89	2.4%
15.	B05	3.673	3.890	0.019	0.023	131	3.5%
16.	B06	3.755	3.870	0.020	0.022	94	2.5%
17.	B07	3.783	3.860	0.018	0.023	175	4.6%
18.	B08	3.739	3.890	0.021	0.024	73	2.0%
19.	B09	3.675	3.930	0.020	0.025	37	1.0%
20.	B10	3.779	3.840	0.022	0.022	250	6.6%
21.	C01	3.693	3.880	0.019	0.024	136	3.7%
22.	C02	3.767	3.900	0.018	0.023	106	2.8%
23.	C03	3.781	3.860	0.022	0.022	199	5.3%
24.	C04	3.723	3.930	0.021	0.023	56	1.5%
25.	C05	3.757	3.890	0.020	0.024	86	2.3%



4.2 Pengolahan Data

a) Overall equipment effectiveness (OEE)

Dari tabel data rekapitulasi produksi bulan Oktober – Desember 2024 didapatkan sebagai berikut:

Tabel nilai rata-rata overall equipment effectiveness (OEE) mesin injection molding periode Oktober 2024 – Desember 2024

Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Oktober	96,79%	80,95%	90,29%	70,83%
November	95,30%	85,98%	90,55%	74,25%
Desember	96,52%	87,91%	92,55%	78,66%

b) Perhitungan Six Big Losses

Six Big Losses menurut Total Productive Maintenance (TPM) dikategorikan ke dalam 3 area utama dari OEE: Availability, Performance, dan Quality. Dari dokumen, kita akan gunakan data produksi Desember dan rincian kerusakan untuk estimasi tiap kategori.

1. Breakdown Losses (kerusakan mesin)

Waktu berhenti mesin karena kerusakan mendadak. Perhitungannya:

$$\text{Breakdown loss (\%)} = \frac{\text{Total downtime karena breakdown}}{\frac{\text{Planned Time}}{\text{Production}}} \times 100\%$$

2. Setup and Adjustment Losses

Waktu hilang karena setup atau penyesuaian mesin (termasuk ganti cetakan/molding).

$$\text{Setup Loss (\%)} = (\text{Waktu setup} / \text{Planned Production Time}) \times 100\%$$

$$\text{Setup loss (\%)} = \frac{\text{waktu Setup}}{\frac{\text{Planned Time}}{\text{Production}}} \times 100\%$$

3. Idling and Minor Stoppages

Gangguan kecil seperti sensor error, material habis, dll.

4. Reduced Speed Losses

Kerugian karena kecepatan aktual lebih rendah dari ideal. Gunakan rumus:

$$\text{Reduced Speed Loss (\%)} = 1 - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Output}) / \text{Operating Time}$$



$$\text{Reduced Speed Loss (\%)} = 1 - \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Output}}{\text{Operating Time}}$$

Contoh: Mesin A01

- Ideal: 0.019 jam = 68.4 detik
- Aktual: 0.023 jam = 82.8 detik
- Rata-rata output: 3.773 unit

$$\text{Reduced Speed Efficiency} = \frac{0.019}{0.023} = 82.6\% \Rightarrow \text{Loss} = 17.4\%$$

5. Defects and Rework Losses

Produk cacat setelah proses normal.

$$\text{Defect Loss (\%)} = \frac{\text{Jumlah reject}}{\text{Total output}} \times 100\%$$

Mesin A01:

- Reject = 75
- Total output = 3.773 + 75 = 3.848
- Loss = $\frac{75}{3848} \times 100\% = 1.95\%$

6. Startup Losses

Cacat saat startup atau percobaan awal.

c) Pembuatan Fault Tree Analysis (FTA)

FTA digunakan untuk mencari akar penyebab dari kegagalan mesin. Berikut contoh struktur FTA berdasarkan temuan di dokumen:

Rendahnya Efektivitas Mesin Injection Molding

Level 1 – Penyebab Utama:

1. Downtime Mesin (Availability loss)
2. Produksi Lambat (Performance loss)
3. Produk Cacat (Quality loss)

Level 2 – Rinciannya:



1. Downtime Mesin

- Kerusakan mesin utama (motor, hidrolik)
- Keterlambatan teknisi
- Waktu setup yang lama

2. Produksi Lambat

- Cycle time melebihi standar
- Operator kurang terampil
- Bahan baku bermasalah

3. Produk Cacat

- Cacat dimensi
- Suhu tidak stabil
- Cetakan aus

d) Pembuatan standar operasional prosedur (SOP)

Operasional Mesin Injection Molding

1. Tujuan

Menetapkan prosedur standar untuk mengoperasikan mesin injection molding agar tercapai efisiensi maksimal, meminimalkan kerugian produksi (Six Big Losses), dan menjaga kualitas produk.

2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku untuk seluruh operator mesin injection molding di PT XYZ.

3. Tanggung Jawab

- **Operator:** Mengikuti SOP dengan disiplin dan melaporkan penyimpangan.
- **Leader Produksi:** Melakukan supervisi, pengecekan, dan evaluasi harian.
- **Teknisi Mesin:** Menindaklanjuti gangguan teknis.
- **Quality Control (QC):** Mengevaluasi kualitas hasil produksi.



4. Peralatan

- Mesin injection molding
- Alat ukur dimensi
- Formulir pengecekan harian
- Alat keselamatan kerja (sarung tangan, helm, kaca mata)

5. Prosedur Operasional

A. Sebelum Operasi

1. Gunakan APD sesuai ketentuan.
2. Cek kondisi mesin (hidrolik, heater, cetakan) menggunakan checklist harian.
3. Pastikan cetakan terpasang dengan benar dan terkunci.
4. Pastikan material baku sesuai jenis produk dan dalam kondisi kering.
5. Lakukan pemanasan awal mesin selama 15–20 menit sesuai standar.
6. Input parameter produksi ke HMI mesin (tekanan, suhu, cycle time).

B. Selama Operasi

1. Jalankan mesin sesuai parameter yang telah ditentukan.
2. Lakukan pengambilan sampel setiap 1 jam untuk inspeksi QC.
3. Catat hasil produksi, jam mulai/selesai, jumlah OK, dan reject di log sheet.
4. Apabila terdengar suara tidak normal atau cycle time melebihi batas, hentikan mesin dan laporkan ke teknisi.
5. Pastikan tidak ada jeda idle lebih dari 5 menit tanpa alasan jelas.

C. Setelah Operasi

1. Matikan mesin sesuai urutan (off heater → off hidrolik).
2. Bersihkan area kerja dan mesin dari sisa material.
3. Simpan mold dan alat bantu di tempat yang telah ditentukan.
4. Laporkan hasil produksi harian kepada leader.



6. Penanganan Gangguan

Gangguan	Tindakan
Mesin tidak menyala	Periksa suplai listrik, laporkan ke teknisi
Produk cacat berulang	Hentikan produksi, koordinasi dengan QC & teknisi
Molding sulit dilepas	Cek pelumas & tekanan ejector, panggil teknisi
Material tidak keluar	Periksa nozzle & hopper, bersihkan bila perlu

7. Dokumentasi Wajib

- Formulir checklist mesin harian
- Formulir log hasil produksi
- Form laporan kerusakan mesin

8. Evaluasi & Revisi

SOP ini dievaluasi setiap 6 bulan sekali atau segera jika terjadi perubahan signifikan pada sistem mesin atau produk.

5. Analisis

Penelitian ini menganalisis kinerja mesin injection molding di PT XYZ dengan menggunakan metode **Overall Equipment Effectiveness (OEE)** dan **Fault Tree Analysis (FTA)**.

Hasil utama dari analisis:

- **Nilai OEE** rata-rata selama Oktober–Desember 2024 berada di bawah standar dunia (85%), yaitu:
 - Oktober: 70,83%
 - November: 74,25%
 - Desember: 78,66%
- Penyebab utama rendahnya OEE dikategorikan ke dalam tiga aspek:
 - **Availability Losses**: disebabkan oleh breakdown mesin dan waktu setup yang lama.
 - **Performance Losses**: disebabkan oleh cycle time aktual yang lebih lambat dari ideal.
 - **Quality Losses**: tingginya jumlah produk reject (tertinggi 7% pada beberapa mesin).
- **Six Big Losses** teridentifikasi sebagai sumber kerugian utama, dengan komponen paling



dominan adalah:

- *Breakdown Losses* (kerusakan mesin),
 - *Reduced Speed Losses* (produksi lebih lambat),
 - *Defect Losses* (produk cacat).
- Analisis **Fault Tree (FTA)** menunjukkan akar penyebab kegagalan berasal dari kombinasi faktor teknis (kerusakan mesin, kualitas cetakan), manusia (kurangnya keterampilan operator), dan sistem (SOP tidak baku atau belum tersedia).

6. Kesimpulan

- Mesin injection molding di PT XYZ belum bekerja secara optimal. Hal ini ditunjukkan oleh nilai OEE yang masih di bawah standar ideal.
- Penyebab utama rendahnya efektivitas mesin adalah:
 - Waktu downtime yang tinggi akibat breakdown dan setup.
 - Produksi lambat karena waktu siklus melebihi standar.
 - Banyaknya produk cacat karena kondisi mold dan kontrol suhu yang kurang stabil.
- Penggunaan metode OEE dan FTA terbukti mampu mengidentifikasi faktor-faktor kerugian secara sistematis dan rinci.

DAFTAR PUSTAKA

Haidar, Gabriel Sianturi (2019). *ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN INJECTION MOLDING DI BAGIAN PRODUKSI PT. DIAN MEGAH INDO PERKASA MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN FAULT TREE ANALYSIS*

May Dian Susanto, Deny Andesta, dan Mohammad Jufriyanto (2021). *ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN INJECTION MOULDING MENGGUNAKAN METODE OEE DAN FMEA(STUDI KASUS DI PT. CAHAYA BINTANG PLASTINDO)*

Bimo Satriyo, Diana Puspitasari. *ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS UNTUK MEMINIMUMKAN CACAT PADA CRANK BED DI LINI PAINTING PT. SARANDI KARYA NUGRAHA.*

Apriawan Nur Huda, Ignatius Aris Hendaryanto, Benidiktus Tulung Prayoga, Agustinus Winarno (2024). Analisis Pengaruh Temperatur dan Durasi Preheat Terhadap Cacat Produk pada Mesin Injection Molding Manual