

**UPAYA PENINGKATAN EFEKTIVITAS MESIN  
MENGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT  
EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAILURE MODE AND EFFECT  
ANALYSIS (FMEA) MESIN TOYO T235 GRINDING***  
(Studi Kasus: PT. SKF Indonesia)

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Dimas Rizal Wibowo  
No. Mahasiswa : 19522314

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 15 – 09 – 2023



(Dimas Rizal Wibowo)

19522314

**SURAT BUKTI PENELITIAN****SURAT KETERANGAN**  
**No. 019/HRGA/L-PKL/SKF/ IV/2023**

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

**Nama** : Dimas Rizal Wibowo  
**NIS/ NIM** : 19522314  
**Sekolah/ Universitas** : Universitas Islam Indonesia  
**Jurusan/Fakultas** : Teknik Industri

adalah benar telah mengikuti kerja praktik di PT SKF Indonesia mulai Tanggal 16 Januari – 14 April 2023 di Departemen Engineering.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 14 April 2023

**PT SKF Indonesia**

Syiasha Emandha Putri  
HR&GA Section Head

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**UPAYA PENINGKATAN EFEKTIVITAS MESIN  
MENGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT  
EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAILURE MODE AND EFFECT  
ANALYSIS (FMEA) MESIN TOYO T235 GRINDING***

**(Studi kasus: PT. SKF Indonesia)**



**(Dr. Agus Mansur, S. T., M.Eng.Sc.)**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**UPAYA PENINGKATAN EFEKTIVITAS MESING MENGGUNAKAN  
METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* DAN *FAILURE  
MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* PADA MESIN *TOYO T235  
GRINDING*  
(Studi kasus: PT. SKF Indonesia)**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Dimas Rizal Wibowo**  
**No. Mahasiswa : 19522314**

**Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta, 5 Oktober 2023**

**Tim Penguji**

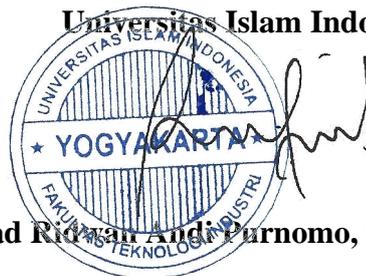
**Dr. Agus Mansur, S. T., M.Eng.Sc**  
Ketua

**Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.,  
IPM**  
Anggota I

**Elanjati Worldailmi, S.T, M.Sc.**  
Anggota II

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



**Ir. Muhammad Ridwan Andipurnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirabbil'alamin

Tugas akhir ini akan saya persembahkan sebagai hasil apresiasi terhadap diri sendiri sebagai hasil upaya dalam menyelesaikan penelitian ini.

Saya mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya yang senantiasa memberikan doa dan dukungan.

Saya ingin mengucapkan terimakasih khusus kepada Bapak Dr. Agus Mansur, S. T., M.Eng.Sc yang telah memberikan bimbingan serta bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Saya juga berterimakasih kepada Bapak Ibu dosen serta orang – orang lainnya yang telah berbagi ilmu dengan saya.

Terima kasih kepada teman – teman yang selalu memberikan dukungan dan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.

## **MOTTO**

“Allah akan meninggikan orang – orang yang beriman di antaramu dan orang – orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

Q.S. Al Mujadalah ayat 11

“Allah lah yang telah menundukkan laut untukmu agar kapal – kapal dapat berlayar di atasnya dengan perintah – Nya, agar kamu dapat mencari Sebagian karunia – Nya, dan agar kamu bersyukur.”

Q.S. Al Jasyah ayat 65

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,*

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala Rahmat, hidayah, dan karunia – Nya yang telah senantiasa mengiringi perjalanan peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Dengan penuh rasa Syukur Alhamdulillah atas semua anugerah dari Allah SWT berupa ilmu, kekuatan, dan kelancaran yang telah diberikan, maka Tugas Akhir ini dengan judul “**UPAYA PENINGKATAN EFEKTIVITAS MESIN MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) MESIN TOYO T235 GRINDING (Studi Kasus Pada PT. SKF Indonesia)*** ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan sebagai salah satu pra syarat untuk meraih gelar sarjana Strata-1 dalam program studi Teknik Industri di Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Melalui Tugas Akhir ini, diharapkan mahasiswa dapat mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa perkuliahan dalam situasi praktis di lapangan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, motivasi, serta koreksi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu ucapan terima kasih yang sedalam–dalamnya akan diberikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala Rahmat, hidayah, Kesehatan, serta kelancaran kepada peneliti dalam melaksanakan penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof., Dr., Ir., Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Dr. Agus Mansur, S. T., M. Eng. Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan motivasi selama penyusunan sampai dengan proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua saya, Bapak Endi Nugroho Sulistianto dan Ibu Woro Setiasih, adik saya Elvina Dwi Apsari serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, serta dukungan penuh kepada peneliti dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. PT. SKF Indonesia yang telah memperkenankan, memberikan ilmu serta memberikan dukungan kepada peneliti dalam melaksanakan Tugas Akhir.
7. Bapak Eri Dya Fadli selaku *Supervisor Engineering* PT. SKF Indonesia beserta rekan – rekan kerja sekaligus pembimbing lapangan.
8. Kepada kerabat peneliti yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat yang signifikan, bukan hanya dalam konteks akademik, tetapi juga dalam dunia industri. Peneliti menyadari bahwa masih terdapat banyak hal yang perlu dipelajari serta ditingkatkan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Aamiin Yaa Rabbal ‘Aalamin.

*Wassalamu’alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 15 September

2023



Dimas Rizal Wibowo

## ABSTRAK

PT. SKF Indonesia merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak pada produksi *bearing*. Dalam melakukan proses produksi *bearing*, mesin yang berperan cukup krusial yakni mesin *Toyo T235 Grinding* yang akan dijadikan sebagai objek penelitian karena memiliki *losses* yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas mesin *Toyo T235 Grinding* pada PT. SKF Indonesia dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan menganalisis *Six Big Losses* dengan diagram *Fishbone* serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). OEE digunakan untuk mengukur kinerja mesin dengan mempertimbangkan *Availability, Performance, dan Quality*. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai rata – rata OEE mesin sebesar 79,57% yang termasuk dalam kategori sedang. *Six Big Losses* berfungsi untuk mengetahui faktor apa yang mempengaruhi besarnya nilai OEE, dengan *idling and minor stoppage loss* menjadi *losses* tertingginya dengan nilai 20,28%. Untuk mengidentifikasi akar penyebab, digunakan diagram *Fishbone* dengan faktor *man, machine, methode, material, dan enviroenment* sebagai kontributor potensial. Selanjutnya, FMEA digunakan untuk menilai risiko yang mempengaruhi kinerja mesin. “*Idle* mesin yang terlalu lama” muncul sebagai *failure mode* dengan RPN tertinggi sebesar 192, yang menandai dampak signifikan. Rekomendasi upaya peningkatan efektivitas untuk *failure* tersebut adalah dengan memastikan pemeliharaan rutin dan *maintenance* dilakukan sesuai jadwal, serta merencanakan produksi dengan lebih baik guna menghindari periode *idle* yang tidak perlu. Diharapkan dengan rekomendasi yang diberikan ini dapat meningkatkan efektivitas kinerja mesin, mengurangi kerugian serta meningkatkan nilai OEE mesin.

Kata Kunci: *Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Diagram Fishbone, Failure Mode and Effect Analysis*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Kajian Empiris .....	7
2.2 Kajian Teoritis .....	13
2.2.1 Efektivitas .....	13
2.2.2 <i>Downtime</i> .....	14
2.2.3 Mesin .....	14
2.2.4 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	16
2.2.5 <i>Six Big Losses</i> .....	18
2.2.6 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	20
2.2.7 <i>Diagram Fishbone</i> .....	23
2.2.8 <i>Diagram Pareto</i> .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Subjek Penelitian .....	25
3.2 Objek Penelitian .....	25
3.3 Data Penelitian .....	25
3.3.1 Data Primer .....	26
3.3.2 Data Sekunder .....	26
3.4 Alur Penelitian .....	27
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>31</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	31
4.1.1 Sejarah Perusahaan .....	31
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan .....	32
4.1.3 Alur Produksi PT. SKF Indonesia .....	33
4.1.4 Logo Perusahaan .....	34

4.1.5 Lokasi Perusahaan .....	34
4.1.6 Produk Perusahaan.....	35
4.1.7 Data Produksi.....	36
4.2 Pengolahan Data .....	36
4.2.1 Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) .....	36
4.2.2 Perhitungan <i>Six Big Losses</i> .....	40
4.2.3 Diagram <i>Fishbone</i> .....	48
4.2.4 Perhitungan RPN dengan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) ..	48
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	51
5.1 Analisis Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) .....	51
5.2 Analisis Perhitungan <i>Six Big Losses</i> .....	52
5.3 Analisis Hubungan OEE dengan <i>Six Big Losses</i> .....	53
5.4 Analisis Diagram <i>Fishbone</i> .....	54
5.5 Analisis <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> dengan <i>Risk Priority Number</i> (RPN) .....	57
5.6 Usulan Perbaikan .....	62
BAB VI PENUTUP.....	68
6.1 Kesimpulan .....	68
6.2 Saran .....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur .....	12
Tabel 2. 2 Nilai Standar OEE .....	18
Tabel 2. 3 Tabel <i>Severity</i> .....	21
Tabel 2. 4 Tabel <i>Occurence</i> .....	22
Tabel 2. 5 Tabel <i>Detection</i> .....	23
Tabel 4. 1 Data Produksi.....	36
Tabel 4. 2 <i>Availability Ratio</i> .....	37
Tabel 4. 3 <i>Performance Ratio</i> .....	38
Tabel 4. 4 <i>Quality Ratio</i> .....	39
Tabel 4. 5 Presentase Nilai OEE .....	40
Tabel 4. 6 <i>Breakdown Losses</i> .....	41
Tabel 4. 7 <i>Setup and Adjustment Losses</i> .....	42
Tabel 4. 8 <i>Reduced Speed Losses</i> .....	43
Tabel 4. 9 <i>Defect Losses</i> .....	44
Tabel 4. 10 <i>Idling and Minor Stoppage Losses</i> .....	45
Tabel 4. 11 <i>Reduced Yield Scrap Losses</i> .....	46
Tabel 4. 12 Hasil <i>Six Big Losses</i> .....	46
Tabel 4. 13 Rata–Rata <i>Six Big Losses</i> .....	47
Tabel 4. 14 Perhitungan RPN .....	49
Tabel 5. 1 Analisis Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	51
Tabel 5. 2 Analisis Perhitungan <i>Six Big Losses</i> .....	52
Tabel 5. 3 Analisis FMEA dengan RPN .....	57
Tabel 5. 4 Usulan Perbaikan.....	62

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. 1 Data Produksi <i>Bearing</i> mesin <i>Grinding</i> Februari 2023 .....	3
Gambar 3. 1 Alur Penelitian .....	27
Gambar 4. 1 Logo PT. SKF .....	34
Gambar 4. 2 Lokasi PT. SKF Indonesia .....	35
Gambar 4. 3 Produk PT. SKF Indonesia .....	35
Gambar 4. 4 Diagram Pareto .....	47
Gambar 4. 5 Diagram <i>Fishbone</i> .....	48
Gambar 5. 1 Diagram <i>Pareto</i> .....	53
Gambar 5. 2 Diagram <i>Fishbone</i> .....	55
Gambar 5. 3 SOP Pengoperasian Mesin <i>Toyo T235 Grinding</i> .....	66

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pada era globalisasi saat ini, pertumbuhan industri semakin pesat seiring dengan kemajuan teknologi. Berkembangnya dunia industri di era globalisasi saat ini di Indonesia membuat beberapa perusahaan menjadi semakin kompetitif. Industri merupakan salah satu pilar utama perekonomian sebuah negara, yang memiliki peran penting dalam menyediakan produk serta layanan yang memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu sektor industri yang berkembang pesat yaitu industri manufaktur (Kemenperin, 2020). Pada industri manufaktur, peralatan dan mesin – mesin yang digunakan tentu saja memiliki peran yang sangat krusial dalam memastikan kelancaran proses produksi dan juga menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Oleh sebab itu, langkah – langkah untuk meningkatkan efektivitas serta kinerja mesin menjadi sangat penting dalam menjaga daya saing dan efisiensi di tengah persaingan kompetitif dalam dunia industri. Salah satu perusahaan industri manufaktur ternama di Indonesia saat ini yakni PT. SKF Indonesia.

Peningkatan efektivitas mesin bukan hanya merupakan sebuah tantangan untuk meningkatkan produktivitas, tetapi juga merupakan langkah tepat yang mampu mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang tersedia serta mengurangi dampak negatif yang terkait dengan perawatan yang tak terjadwal, *downtime* mesin, serta kerusakan – kerusakan lainnya yang tidak diinginkan (Ramayanti, Sastraguna, & Supriyadi, 2020). Untuk mencapai tujuan ini, dibutuhkan pendekatan yang terstruktur dan terukur sehingga dapat memberikan pemahaman yang mendalam mengenai performa mesin dan juga faktor – faktor yang mempengaruhinya.

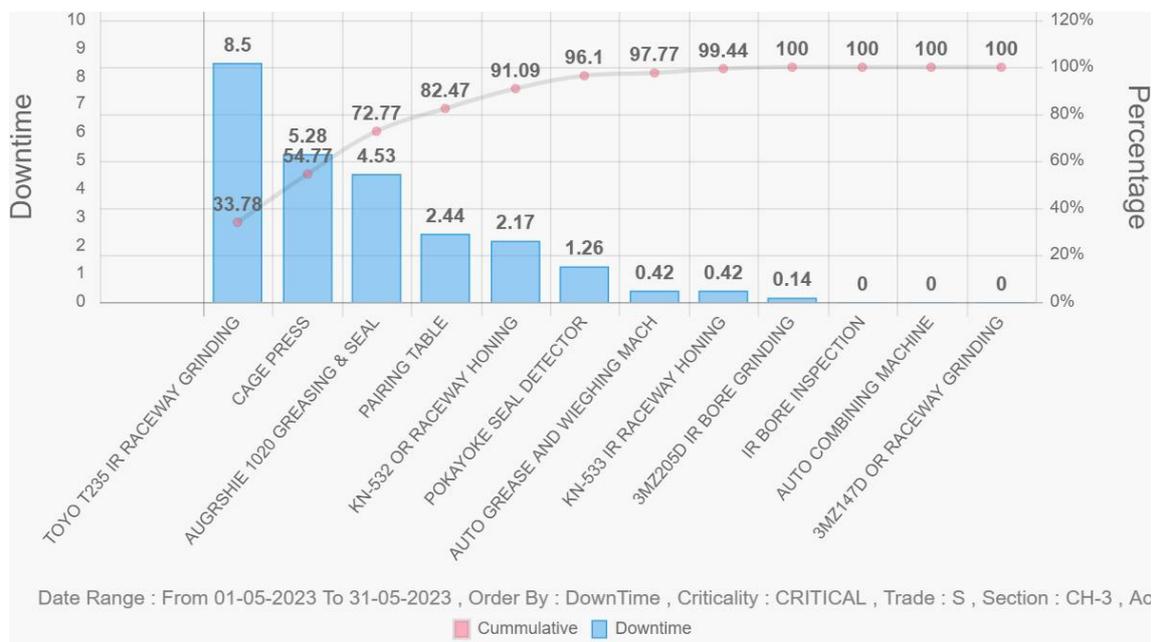
Salah satu metode yang telah diakui secara luas di tingkat internasional dalam pengukuran dan perbaikan efektivitas mesin adalah metode yang biasa dikenal dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode OEE ini mengintegrasikan aspek – aspek kunci seperti tingkat ketersediaan (*Availability Ratio*), kinerja (*Performance Ratio*), dan kualitas (*Quality Ratio*) untuk memberikan pandangan yang komprehensif mengenai sejauh mana mesin dapat berfungsi secara efektif dalam lingkungan produksi (Saiful, Rapi, & Novawanda, 2014). Meskipun demikian, supaya dapat memperoleh manfaat yang optimal dari penerapan OEE ini, langkah analisis mendalam terkait dengan akar penyebab permasalahan yang mungkin akan menjadi penghambat kinerja mesin menjadi suatu hal yang sangat diperlukan. OEE ini juga merupakan alat yang sangat berharga untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya selama proses produksi serta meningkatkan daya saing perusahaan dalam ranah industri yang kompetitif.

*Tools* atau metode analisis yang relevan dalam upaya meningkatkan efektivitas mesin dengan metode OEE adalah penggunaan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang muncul sebagai salah satu sarana yang efektif dalam melakukan pengenalan, analisis, serta Tindakan perbaikan terhadap potensi masalah yang memiliki dampak terhadap efektivitas operasional mesin. FMEA juga memberikan kontribusi yang signifikan dengan mengenali jenis – jenis *losses* (kerugian) yang mungkin dapat terjadi, menilai tingkat keparahan dampak dari *losses* yang terjadi, mengevaluasi probabilitas terjadinya kegagalan, serta menentukan sejauh mana kemampuan dalam mendeteksi masalah tersebut sebelum muncul dampak negatif (Putra, Subukti, & Rachmad, 2017).

PT. SKF Indonesia merupakan manufaktur asal Swedia yang berfokus pada produksi *bearing*. *Bearing* yang diproduksi di PT. SKF Indonesia ini beragam macamnya mulai dari *bearing* yang digunakan untuk sepeda motor, mobil, dan lain–lain. PT. SKF Indonesia memiliki beberapa jenis mesin yaitu mesin *Grinding*, *Assembling*, *Bore Inspection*, *Cage Press*, *Clearance Check*, *Laser Marking*, dan masih banyak mesin lainnya. Dikarenakan mesin – mesin tersebut terus menerus digunakan dengan skala produksi yang besar, maka diperlukan pemantauan untuk mengukur efektivitas mesin.

Mesin *Toyoto T235 Grinding* merupakan salah satu komponen integral dalam proses produksi *bearing* yang memiliki peran dalam melakukan proses pengalusan (*grinding*)

bagian permukaan *bearing* dari yang permukaannya masih kasar dan warnanya cenderung lebih gelap menjadi mengkilap dan halus. Dengan peran yang cukup sentral ini, keberadaan mesin *Toyo T235 Grinding* ini menjadi krusial dalam proses produksi *bearing* pada PT. SKF Indonesia. Namun, disayangkan, mesin ini kerap kali menghadapi *losses* (kegagalan) dalam bentuk kerusakan mesin yang lebih sering terjadi jika dibandingkan dengan mesin produksi yang lainnya. Salah satu permasalahannya yakni karena *downtime* yang cukup tinggi, sehingga berpotensi besar untuk mengganggu kelancaran keseluruhan proses produksi yang seharusnya berjalan dengan baik dan efisien. Adapun data *downtime* mesin *Toyo T235 Grinding* bulan Mei 2023 yang tertera pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Data Produksi *Bearing* mesin *Grinding* Februari 2023

Dapat dilihat dari grafik diatas, didapatkan bahwa *downtime* tertinggi terdapat pada mesin *Toyo T235 Grinding* dengan *downtime* selama 8.5 jam dalam satu bulan yang apabila tidak segera diperbaiki akan dapat memicu penurunan produktivitas dari mesin tersebut serta dapat berpengaruh pada banyaknya *losses* yang dapat muncul.

Penelitian kali ini menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang digunakan sebagai pengukur tingkat produktivitas berdasarkan tingkat kinerja yang diharapkan secara spesifik (Susetyo, 2009). Dalam menghitung OEE, berbagai faktor

penting menjadi pertimbangan, termasuk lamanya waktu yang diperlukan untuk proses produksi, efisiensi kerja mesin, volume produksi, serta mutu hasil produksi yang dihasilkan. Seluruh faktor – faktor ini saling berinteraksi untuk memberikan gambaran tentang kinerja mesin atau sistem atau produksi secara keseluruhan. Kemudian dilanjutkan untuk melakukan analisis *six big losses* yang digunakan untuk mengidentifikasi kategori kerugian yang memiliki dampak signifikan terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yang pada gilirannya mempengaruhi efektivitas dari mesin *Toyo T235 Grinding*. Untuk memperdalam lebih lanjut, penyebab munculnya *losses* (kerugian) tersebut akan dianalisis melalui penerapan diagram fishbone yang dapat membantu dalam mengidentifikasi akar penyebab yang mendasari kegagalan – kegagalan tersebut. Kemudian untuk metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi semua resiko yang mungkin terjadi selama proses produksi (Anthony, 2018) *bearing* dan dapat digunakan untuk mengevaluasi kesalahan manusia atau mesin yang digunakan (Badariah, 2012) berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN) yang pada akhirnya akan diberikan rekomendasi upaya peningkatan efektivitas mesin *Toyo T235 Grinding* PT. SKF Indonesia.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi serta menganalisis faktor – faktor yang mempengaruhi kinerja mesin, serta mengusulkan upaya perbaikan yang diperlukan berdasarkan temuan dari analisis yang dibuat.

Dengan demikian, harapan dari penelitian kali ini adalah dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam ranah industri, dengan membuka peluang bagi perusahaan untuk meraih peningkatan dalam produktivitas mereka, mengurangi kerugian operasional, dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang ada pada penelitian ini, yaitu:

1. Mengukur besarnya nilai *Overall equipment effectiveness* (OEE) pada mesin *Toyo T235 Grinding* di PT. SKF Indonesia?
2. Apa saja faktor – faktor yang menjadi penyebab terjadinya *losses* pada mesin *Toyo T235 Grinding*

3. Bagaimana rekomendasi *improvement* dari mesin *Toyo R235 Grinding* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengatasi faktor - faktor yang mempengaruhi efektivitas mesin?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian menjawab rumusan masalah. Berikut adalah contoh tujuan penelitian:

1. Mendapatkan hasil perhitungan nilai *Overall equipment effectiveness* (OEE) pada mesin *Toyo T235 Grinding* di PT. SKF Indonesia.
2. Mengetahui faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya *losses* pada mesin *Toyo T235 Grinding*.
3. Mendapatkan upaya perbaikan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) untuk mengatasi faktor - faktor yang mempengaruhi efektivitas mesin.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang ada pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagi Penulis

Dapat dijadikan sebagai kesempatan untuk menerapkan teori – teori yang didapatkan selama masa perkuliahan dan juga dapat melatih peneliti untuk dapat berpikir secara kritis dalam menyelesaikan permasalahan yang sedang terjadi pada suatu perusahaan serta memiliki cara pengambilan keputusan yang baik.

2. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti dapat dijadikan sebagai bahan usulan bagi perusahaan supaya dapat meningkatkan efektivitas mesin *Toyo T235 Grinding* PT. SKF Indonesia serta dapat menurunkan *defect*.

### 1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yang ada pada penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada mesin *Toyo T235 Grinding* PT. SKF Indonesia.
2. Penelitian ini dilakukan hanya berfokus pada kinerja mesin, tidak ada menganalisa tentang biaya perawatan mesin.

3. Data penelitian yang diambil hanya pada bulan Januari 2023 – Juni 2023.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Empiris

Kajian empiris merupakan metode penelitian yang terfokus pada pengumpulan data konkret melalui metode seperti observasi, eksperimen, atau survei, kemudian mengolah data tersebut untuk mendapatkan pemahaman yang kuat atau bukti konkret yang mendukung temuan terkait suatu fenomena, hipotesis, atau isu yang sedang diinvestigasi. Tujuan dari kajian empiris ini adalah untuk mengandalkan data yang dapat diukur dan diamati secara langsung, sehingga dapat memberikan dasar yang kuat untuk membuat kesimpulan atau generalisasi berdasarkan ilmiah.

Penelitian Tri Ngudi Wiyanto et al., (2018) tentang Implementasi Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Guna Mengukur Efektivitas Mesin Produksi. Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang berfokus pada produksi keramik yang menghasilkan keramik berglazur yang selalu berusaha untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses. Dalam melakukan penelitian ini, peneliti akan menerapkan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) yang salah satu caranya yaitu dengan mengimplementasikan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) terhadap mesin yang digunakan untuk produksi. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil OEE dari mesin *press* pada bulan April 2018 sebesar 77,50% dengan nilai *Availability Ratio* sebesar 92,71%, *Performance Ratio* 85,93%, *Rate of Quality* 97,28%, dapat disimpulkan bahwa nilai OEE mesin *press* pada bulan April 2018 masih dalam kategori “normal” namun belum masuk dalam kategori nilai OEE kelas dunia yang mana memiliki nilai 85%.

Penelitian Richard Liberty Hutajulu et al., (2018) tentang Pengukuran dan Upaya Peningkatan Efektivitas Mesin *Bias Cutting* di PT.XYZ Dengan Menggunakan Metode

*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang produksi ban yang menghasilkan ban bias dan ban radial. Terdapat beberapa kendala yang dapat menghambat proses produksi salah satu diantaranya adalah masalah tentang rendahnya efektivitas pada mesin produksi sehingga tidak mencapai target produksi. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data *breakdown* mesin, waktu operasi mesin, total produksi, waktu siklus, normal dan baku serta data *scrap* atau *reject* produksi. Data – data tersebut diolah dengan metode OEE dan dianalisis menggunakan diagram *pareto*, *fishbone* diagram, matriks kualitas (CTQ), dan FMEA. Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan bahwa faktor penyebab rendahnya efektivitas pada mesin *Bias Cutting* adalah nilai *performance ratio* yang disebabkan oleh salah satu penyebab masalah pada *reduced speed*, yakni frekuensi pergantian *roll* di *wind up* secara bergantian sebesar 58.687 menit.

Penelitian Khafizh Rosyidi et al., (2015) tentang Peningkatan Efektivitas Perawatan Mesin Perontok Bulu Unggas Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Penelitian ini dilaksanakan di perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan ayam kampung. Tidak jarang perusahaan ini mengalami kerusakan mesin yang menyebabkan banyak cacat produk, sebagai bentuk penanganannya peneliti langkah – langkah untuk pemeliharaan mesin tersebut. Langkah pertamanya adalah mengukur efektivitas mesin perontok bulu menggunakan metode OEE. Kemudian mengidentifikasi masalah utama yang menjadi kerugian akibat kerusakan mesin menggunakan diagram sebab akibat. Selanjutnya analisis FMEA untuk menentukan prioritas perbaikan pada periode berikutnya. Didapatkan hasil perhitungan OEE dari September 2013 – Agustus 2014 adalah 65,14%. Masalah yang mempengaruhi nilai OEE berdasarkan diagram sebab akibat yakni kurangnya pemeliharaan mesin.

Penelitian Mochammad Irfan (2021) tentang Analisis *Overall Equipment Effectiveness* Untuk Meningkatkan Keefektifan Pada Mesin *Press*. Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif di Indonesia. Perusahaan ini memiliki kebijakan untuk meningkatkan kapasitas produksi dengan menambahkan mesin ataupun meningkatkan *output* pada setiap mesin. Untuk mengukur kinerja mesin, PT.XYZ menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang didasari dari *Total Productive Maintenance (TPM)*. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil nilai OEE pada bulan Agustus 2019

sebesar 70 % yang mana masih dibawah standar nilai yang ditetapkan yaitu 85 %. Untuk meningkatkan *performance* mesin *press* PT.XYZ harus memberikan pelatihan kepada operator terhadap *maintenance* mesin, membuat penjadwalan terkait pemeriksaan *die* secara rutin serta menyediakan *stock* suku cadang krusial.

Penelitian Dendi & Ferida (2021) tentang Analisis Efektivitas Mesin Jahit dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang tekstil dengan memproduksi sarung tangan golf. Ada 4 kategori cacat yang terjadi, yaitu *open seam* 6%, berlubang 2%, jaitan lompat 4% dan salah *size* 2% dalam kurun waktu 1 tahun. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai efektivitas mesin, mengetahui penyebab kegagalan mesin serta mencari solusi dari kegagalan tersebut. Dari hasil perhitungan nilai OEE untuk 1 tahun dari bulan Januari – Desember 2020 adalah 54% yang mana masih berada dibawah rata – rata nilai OEE sebesar 84%. Hal ini dikarenakan masih terdapat banyak *defect* dari hasil produksi dan didapatkan prioritas dari *Risk Priority Number* (RPN) pada mode jahitan kencang kendur memiliki nilai RPN terbesar (288) dengan penyebab hasil jahitan tidak merekat tidak sempurna sehingga harus dijahit ulang.

Penelitian Resa Miftahul Jannah et al., (2017) tentang Analisis Efektivitas Pada Mesin *Centrifugal* dengan Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai efektivitas mesin, mengetahui penyebab kegagalan mesin dan mencari solusi dari suatu kegagalan. Penelitian yang dilakukan dengan metode OEE dan FMEA ini ditujukan sebagai langkah memperbaiki permasalahan yang terjadi. Hasil perhitungan OEE didapatkan bahwa nilai *Availability* sebesar 99,03%, *Performance* sebesar 84,24%, *Quality* sebesar 100%, dengan nilai OEE sebesar 83,37%. Komponen kritis pada mesin *centrifugal* yaitu komponen *Charge Valve* no 2 yang terdiri dari *Shaft*, *Blide*, *EPDM* dan *Akuator*, dengan nilai *Task Selection* dalam RPN nilai tertinggi yaitu 336 pada komponen EPDM dan *Seal Kit* masuk dalam tingkat *Adequate Maintenance* (tindakan yang memadai).

Penelitian May Dian Susanto et al., (2022) tentang Analisis Efektivitas Mesin *Injection Moulding* Menggunakan Metode OEE dan FMEA (Studi Kasus di PT. Cahaya Bintang Plastindo). Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang memproduksi plastik kebutuhan rumah tangga, seperti almari, kursi, meja, dll. Metode OEE digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin *injection moulding*. Tingkat efektivitas mesin *injection*

*moulding* dapat dilihat berdasarkan perhitungan OEE, dengan rata – rata nilai OEE sebesar 63,27% maka hasil tersebut belum memenuhi standar dunia dengan nilai 85%. Kemudian hasil dari *six big losses* dan analisis *fishbone* diagram menunjukkan bahwa faktor terbesar yang mempengaruhi mesin tersebut adalah *breakdown losses* dan *speed losses*.

Penelitian Arif & Surya (2019) tentang Analisis produktivitas Mesin Percetakan *Perfect Binding* Dengan Metode OEE dan FMEA. Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak pada industri percetakan. Masalah yang kerap kali muncul ketika proses produksi adalah permasalahan *downtime*, *breakdown*, *setup and adjustment* pada mesin *perfect binding* yang mengakibatkan berkurangnya produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan mengetahui nilai OEE serta mengetahui penyebab turunnya produktivitas dengan menggunakan *fishbone* diagram dan FMEA pada mesin *perfect binding*. Berdasarkan penghitungan nilai OEE periode April – Juni 2016 periode April – Juni 2017, terjadi peningkatan di bulan April 2017 sebesar 2,24%, Mei 2017 sebesar 11,88% dan Juni 2017 sebesar sebesar 4,53%, secara umum nilai tersebut masih jauh dari standar *World Class OEE*. Faktor penyebab rendahnya nilai OEE tersebut adalah, kurang pengetahuan terkait mesin (*Man*), ketidakstabilan temperatur lem (*Machine*), keterlambatan suplai dari vendor (*Material*) dan waktu ganti pisau yang tidak efisien (*Method*).

Penelitian Yoseph & Yurida (2016) tentang Pengukuran Efektivitas Mesin Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* Untuk Dasar Usulan Perbaikan. Penelitian ini dilakukan di perusahaan manufaktur bidang percetakan. Permasalahan yang terdapat pada perusahaan ini yaitu terkait *downtime* akibat kerusakan mesin. Nilai rata – rata OEE pada tahun 2014 tergolong rendah dengan nilai sebesar 57%. Rendahnya nilai OEE akan dianalisis menggunakan metode FMEA dan *fishbone diagram* untuk mengetahui penyebab permasalahan. Penerapan usulan berupa pemindahan lokasi *raw material* dan pembuatan katalog warna pada bulan April – Mei 2016 untuk meningkatkan efektivitas waktu kerja. Hasil yang didapat menunjukkan nilai rata – rata OEE sebesar 60%.

Penelitian Angga Novian et al., (2022) tentang Usulan Peningkatan Efektivitas Mesin Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Pada Mesin *Moulding* PT. TFM. Penelitian ini dilakukan di perusahaan manufaktur yang memproduksi lantai kayu. Permasalahan yang ada pada perusahaan ini yaitu terkait *downtime* yang mempengaruhi ketidakefektifan dari produksi. Maka dari itu, perlu dilakukan

pengukuran efektivitas mesin untuk mengetahui penyebab dengan menggunakan metode OEE kemudian diberikan usulan perbaikan menggunakan metode FTA serta *six big losses*. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa rata – rata nilai OEE sebesar 82%. *Losses* yang paling berpengaruh yaitu pada *reduced speed losses* dengan 10,8% dan total nilai presentase 64,8%, total *time losses* 6.315 menit dengan rata – rata 1.053 menit. Kurangnya nilai efektivitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu *Man, Material, and Method*.

Penelitian Lu'lu et al., (2016) tentang Penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Untuk Mengevaluasi Kinerja Mesin – Mesin di Stasiun Giling Pabrik Gula Krebet II Malang. Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak pada industri pabrik gula. Perusahaan ini memiliki kenaikan *downtime* sebesar 66,64% dari tahun sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja mesin – mesin di stasiun giling menggunakan metode OEE dan menemukan faktor yang paling mempengaruhi nilai OEE dengan metode *six big losses*. Hasil perhitungan nilai OEE didapatkan bahwa, *Availability* sebesar 70%, *Performance* sebesar 78%, dan *Quality* sebesar 81%. Nilai tersebut masih tergolong rendah, serta faktor yang mempengaruhi nilai OEE tersebut adalah faktor *reduced speed loss* dengan nilai antara 49,67% - 63,50%.

Penelitian Muthi Maitsa et al., (2020) tentang Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE) Pada Mesin PL1250 di PT XYZ. Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang industri produk pertahanan dan keamanan serta produk komersial. Permasalahan yang dialami perusahaan ini adalah terkait *downtime* yang menghambat produktivitas mesin karena tidak dapat menghasilkan produk dengan maksimal. Maka, evaluasi terhadap kinerja mesin dilakukan pada mesin PL 1250 menggunakan metode OEE dan ORE dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas mesin serta mengetahui kerugian yang terjadi selama proses produksi. Didapatlah hasil bahwa rata – rata nilai OEE sebesar 76.54% dan nilai ORE sebesar 73.53%. *Losses* paling tinggi terdapat pada *speed losses* dengan presentase 36.27% sehingga mempengaruhi rendahnya efektivitas mesin yang dipengaruhi oleh aspek *Man, Machine, Material and Method*.

Penelitian Hafiz & Erwin (2019) tentang Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Mesin *Caterpillar Type 3512B* di PT. PLN (Persero) UPLTD Bagan Besar PLTD Bengkalis). Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang Pembangkit

Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan mesin menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Berdasarkan perhitungan nilai OEE, didapatkan bahwa *Availability* sebesar 75%, *Performance Efficiency* sebesar 90%, dan *Rate of Quality* sebesar 68%, sehingga rata – rata perhitungan nilai OEE sebesar 46% yang berarti nilai tersebut belum memenuhi nilai *World Class Ideal* OEE sebesar 85%.

Penelitian Oni & Dian (2019) tentang Perbaikan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada *Line Assembly* 3 di PT. Mesin Isuzu Indonesia. Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur otomotif perakitan mesin merk isuzu. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan ini adalah proses produksi yang tidak optimal karena volume produksi yang tidak stabil, kerusakan mesin, dan kualitas. Penelitian ini menggunakan OEE yang merupakan metode untuk mengukur kualitas, kinerja dan ketersediaan peralatan produksi. Didapatkan hasil bahwa rata – ra nilai OEE setelah dilakukan perhitungan yaitu sebesar 67,78%, kemudian dilakukan *Focus Group Discussion* (FGD) yang digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan serta Langkah perbaikan. Dari hasil FGD dan *fishbone* diagram didapatkan bahwa akar penyebab masalahnya adalah pada mesin. Setelah dilakukan perbaikan pada mesin *pokayoke*, nilai OEE dihitung kembali dan menghasilkan nilai rata – rata 77,88% dengan peningkatan 10,10%.

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Author, Year	Metode			
		OEE	FMEA	FTA	ORE
1	(Tri Ngudi Wiyanto et al., 2018)	✓			
2	(Richard Liberty Hutajulu et al., 2018)	✓	✓		
3	(Khafizh Rosyidi et al., 2015)	✓	✓		
4	(Mochammad Irfan, 2021)	✓			
5	(Dendi & Ferida, 2021)	✓	✓		
6	(Resa Miftahul Jannah et al., 2017)	✓			
7	(May Dian Susanto et al., 2022)	✓	✓		
8	(Arif & Surya, 2019)	✓	✓		

No	Author, Year	Metode			
		OEE	FMEA	FTA	ORE
9	(Yoseph & Yurida, 2016)	✓			
10	(Angga Novian et al., 2022)	✓		✓	
11	(Lu'lu et al., 2016)	✓			
12	(Muthi Maita e al., 2020)	✓			✓
13	(Hafiz & erwin (2019), 2019)	✓			
14	(Oni & Dian, 2019)	✓			

## 2.2 Kajian Teoritis

Landasan teori merupakan kumpulan–kumpulan teori yang akan digunakan dalam penelitian. Berikut merupakan landasan teori pada penelitian ini:

### 2.2.1 Efektivitas

Efektivitas adalah suatu tingkat keberhasilan yang dihasilkan oleh seseorang atau organisasi dengan cara tertentu sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai. Dengan kata lain, semakin banyak rencana yang berhasil dicapai maka suatu kegiatan dianggap semakin efektif.

Efektivitas berarti dapat mencapai tujuan maksimal seperti yang diharapkan. Jika kita ingin melakukan sesuatu, kita harus melakukannya dengan efektif agar hasilnya tidak mengecewakan. Tidak ada salahnya untuk berjuang dengan efektif jika Anda mengerjakan usaha dengan baik. Seseorang tampaknya efektif karena tidak mudah menyerah pada tugasnya.

Berdasarkan keterangan dari Ravianto (2014), definisi efektivitas merupakan seberapa baik kegiatan yang dilakukan, sejauh mana orang menghasilkan keluaran cocok dengan yang diharapkan. Artinya, bilamana suatu kegiatan dapat ditamatkan sesuai dengan perencanaan, baik dalam waktu, biaya, maupun mutunya, maka dapat disebutkan efektif.

### **2.2.2 Downtime**

*Downtime* atau yang biasa juga dikenal sebagai waktu henti operasional, adalah masalah yang dapat memengaruhi kinerja bisnis, kepuasan pelanggan, dan akhirnya keuntungan bisnis. Penyebabnya beragam, termasuk kesalahan manusia, masalah teknis, pemeliharaan rutin, atau bahkan bencana alam. Oleh karena itu, penting bagi setiap manajer operasional atau pemilik bisnis untuk memahami konsep *downtime* dan bagaimana mencegahnya terjadi di perusahaan.

Istilah "*downtime*" digunakan untuk menggambarkan waktu ketika sebuah sistem, mesin, atau layanan tidak berfungsi atau tidak dapat diakses. Ketika operasional terhenti, baik teknis maupun non-teknis, masalah *downtime* dapat menyebabkan kerugian finansial bagi perusahaan. Ini terutama benar untuk perusahaan yang bergantung pada sistem teknologi informasi untuk menjalankan operasionalnya.

Kesalahan manusia, kegagalan sistem atau peralatan, serta pemeliharaan atau peningkatan rutin adalah penyebab utama *downtime*, yang dapat mempengaruhi kinerja perusahaan. Kesalahan manusia, seperti kelalaian atau kecelakaan, dapat terjadi pada berbagai tingkat dan mempengaruhi kinerja perusahaan. Kegagalan sistem atau peralatan biasanya terkait dengan sistem TI atau mesin produksi karena berbagai alasan, seperti perubahan lingkungan atau kegagalan *hardware*.

Pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan (Gasper, 1992).

### **2.2.3 Mesin**

Mesin adalah salah satu inovasi terpenting yang mendorong kemajuan manusia di dunia modern ini. Mereka memungkinkan kita untuk meningkatkan produktivitas dan menghemat tenaga secara signifikan. Dengan menggunakan mesin, perusahaan dapat mengurangi tingkat kegagalan produk, meningkatkan standar kualitas serta mencapai ketepatan waktu dalam menyelesaikan suatu produk sesuai dengan permintaan pelanggan. Selain itu, penggunaan sumber bahan baku akan lebih efisien dikarenakan perusahaan dapat lebih mengontrol penggunaan sumber bahan baku. Mesin adalah suatu

peralatan yang digerakan oleh suatu kekuatan atau tenaga yang dipergunakan untuk membantu manusia dalam mengerjakan produk atau bagian–bagian produk tertentu (Assauri, 2008). Mesin dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. Mesin – mesin yang bersifat umum atau serba guna (*General Purpose Machine*)  
Mesin yang serba guna adalah mesin yang dirancang untuk melakukan tugas tertentu untuk berbagai macam barang, produk, atau bagian dari produk. Ciri – ciri dari *General Purpose Machine* adalah:
  - a. Mesin dibuat dengan bentuk yang standar dan selalu atas dasar kebutuhan pasar dan bukan atas dasar pesanan.
  - b. Mesin ini memproduksi dengan jumlah yang cukup besar sehingga harga dari mesin tersebut pun relatif lebih murah.
  - c. Penggunaan dari mesin tersebut sangat fleksibel dan bervariasi.
  - d. Diperlukan kegiatan pemeriksaan atau inspeksi atas apa yang dikerjakan pada mesin serba gun aini.
  - e. Biaya operasi produk tersebut lebih mahal.
  - f. Biaya pemeliharaan mesin serba gun aini cenderung lebih murah, karena bentuk dari mesinnya standar.
  - g. Mesin ini tidak mudah ketinggalan zaman.
2. Mesin yang bersifat khusus (*Special Purpose Machine*).  
Mesin tersebut dirancang serta dibuat untuk mengerjakan satu atau beberapa jenis kegiatan yang sama. Berikut beberapa ciri dari *Special Purpose Machine*:
  - a. Mesin tersebut dibuat berdasarkan pesanan dan jumlah yang sedikit. Oleh karena itu, harga mesin – mesin tersebut biasanya mahal, sehingga investasi dalam mesin ini menjadi mahal.
  - b. Mesin bersifat khusus ini biasanya otomatis, sehingga pekerjaannya akan lebih cepat dan biasanya dipergunakan dalam pabrik yang memproduksi dalam skala besar.
  - c. Biaya pemeliharaan dari mesin ini lebih mahal daripada mesin yang serbaguna.
  - d. Biaya produksi per unit relatif lebih rendah.
  - e. Mesin ini rentan untuk ketinggalan zaman.

### 2.2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Di industri manufaktur dan perindustrian, OEE bukanlah hal baru. Metode pengukuran ini telah dipelajari setiap tahun untuk menyempurnakan penghitungan, dan pengujian OEE dapat membantu memperbaiki kerusakan mesin di industri manufaktur dan perindustrian. OEE adalah perkiraan aliran produksi yang dapat digunakan untuk membandingkan jalur kinerja perusahaan di seluruh departemen, menunjukkan aliran mana yang tidak memberikan kontribusi yang signifikan.

OEE berfungsi untuk mengatasi dan menghilangkan gangguan atau kegagalan seperti *downtime* mesin saat beroperasi yang dapat diterapkan di suatu perusahaan karena metode ini sangat detail dalam sudut pandang perhitungannya melalui indikator aspek dari ketersediaan waktu, kinerja mesin, kualitas produk, dan untuk menemukan kerugian dengan menggunakan indikator *six big losses*. Nilai OEE dapat dihitung dengan menggunakan konsep yang telah ditetapkan oleh 3 faktor utama, yakni *Availability Ratio*, *Performance Ratio*, dan *Quality Ratio*

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metrik utama TPM, yaitu statistik yang mengukur efisiensi mesin. Persentase OEE yang benar biasanya menunjukkan apakah mesin berjalan pada kapasitas terbaiknya, menghasilkan kualitas output, atau mengalami *downtime* yang tidak perlu. OEE ini adalah indikator kondisi yang lengkap yang digunakan untuk waktu operasi mesin, kinerja, dan kualitas. OEE dapat digunakan untuk menilai seberapa efisien pabrik meningkatkan nilai.

Menurut (Muwajih, 2015) penggunaan OEE sebagai *performance indicator*, mengambil periode basis waktu tertentu, seperti: *shiftly*, harian, mingguan, bulanan, maupun tahunan. Pengukuran OEE lebih efektif digunakan pada suatu peralatan produksi. OEE dapat digunakan dalam beberapa jenis tingkatan pada sebuah lingkungan perusahaan.

#### 2.2.4.1 Pengukuran Nilai OEE

Dalam menghitung nilai OEE ini ada 3 indikator utama yang perlu ditentukan terlebih dahulu yakni *Availability Ratio*, *Performance Ratio* dan *Quality Ratio*. Berikut penjelasan beserta rumus perhitungan dari masing–masing indikator menurut (Suliantoro, et al., 2017) yaitu:

### 1. *Availability Ratio*

Merupakan rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia sebagai kegiatan operasi mesin dan peralatan. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan terhadap *loading time* (Saiful, Rapi, & Novawanda, Pengukuran Kinerja Mesin Defekator I dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus pada PT. Perkebunan XY), 2014). Indikator ini mengacu kepada berapa lamanya mesin dapat beroperasi, lamanya waktu tersebut adalah untuk *adjustment* dan *set up*, dan juga untuk lamanya *downtime*. Berikut rumus untuk mencari *Availability Ratio*:

$$Availability (A) = \frac{Operation Time}{Loading Time} = \frac{Loading Time - Downtime}{Loading Time} \times 100\% \quad (2.1)$$

$$Loading Time = Available Time - Planned Downtime$$

Keterangan:

*Operartion Time* : Total waktu operasi mesin

*Loading Time* : Waktu yang tersedia per hari

*Downtime* : Waktu kerusakan mesin

*Available Time* : Waktu kerja mesin

*Planned Downtime* : Waktu perawatan mesin terencana

### 2. *Performance Ratio*

Merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dan efisiensi kinerja mesin atau peralatan yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk. Terdapat 3 indikator utama yang digunakan dalam menentukan *Performance Ratio*, yakni *Ideal Cycle Time*, *Processed Amount* dan *Opertion Time*. Berikut rumus untuk mencari *Performance Ratio*:

$$Performance Ratio = \frac{Ideal Cycle time \times Processed Amount}{Operation Time} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

*Ideal Cycle Time* : Waktu ideal untuk membuat produk

*Processed Amount* : Jumlah produk yang diproses (*Good Product*)

*Operation Time* : Total waktu operasi mesin

### 3. *Quality Ratio*

Merupakan suatu rasio yang menggambarkan peralatan dalam menghasilkan produk sesuai dengan standar (Saiful, Rapi, & Novawanda, Pengukuran Kinerja Mesin Defektor I dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus pada PT. Perkebunan XY), 2014). Berikut merupakan rumus untuk mencari *Quality Ratio*:

$$Quality\ Ratio = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan:

*Processed Amount* : Jumlah produk yang diproses (*Good Product*)

*Defect Amount* : Jumlah produk cacat

Setelah didapatkan nilai dari masing–masing indikator diatas, maka dapat dimasukkan kedalam perhitungan rumus OEE yaitu:

$$OEE\ (\%) = Availability\ (\%) \times Performance\ (\%) \times Quality\ (\%) \quad (2.4)$$

Hasil akhir dari perhitungan nilai OEE akan disajikan berupa presentase, dimana angka tersebut akan menunjukkan gambaran dari tingkat efektifitas mesin. Nilai standar kelas dunia dari OEE yakni sebesar 85% dan beberapa standar nilai lainnya akan disajikan pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Nilai Standar OEE

<b>Indikator OEE</b>	<b>Nilai Standar</b>
<i>Availability Ratio</i>	90%
<i>Performance Ratio</i>	95%
<i>Quality Ratio</i>	99%
OEE	85%

#### 2.2.5 *Six Big Losses*

Untuk mencapai nilai OEE, langkah pertama yang perlu dilakukan yakni menghilangkan *Six Big Losses* yang menjadi penghambat kinerja mesin. *Six Big Losses* sendiri merupakan enam kerugian yang dapat menyebabkan mesin menjadi kurang efektif serta berkurangnya produktivitas mesin yang bisa merugikan perusahaan karena kinerja mesin

yang tidak maksimal. Tujuan dari *Six Big Losses* ini adalah untuk mengetahui nilai efektivitas keseluruhan dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Six Big Losses* ini berawal dari *downtime losses* yakni *adjustment losses* dan *breakdown losses*. *Defect losses* yakni *reduced yield losses* dan *process defect losses*. *Speed losses* yakni *reduced speed losses*, dan *minor stoppages and idle* (Suliantoro, et al., 2017).

#### 2.2.5.1 Perhitungan *Six Big Losses*

Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan menurut (Suliantoro, et al., 2017), yaitu:

##### 1. *Breakdown Losses*

Kerusakan mesin secara tiba – tiba pada mesin atau peralatan yang tentu saja akan menyebabkan kerugian, karena kerusakan pada mesin akan menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi dan menghasilkan *output* yang ditargetkan.

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (2.5)$$

##### 2. *Setup and Adjustment Losses*

Kerugian karena pemasangan dan penyetelan mencakup semua waktu pemasangan, termasuk waktu penyesuaian, serta waktu yang dibutuhkan untuk proses penganti produk ke jenis produk lainnya dalam proses produksi.

$$\text{Setup and Ajd. Losses} = \frac{\text{Total setup and adjustment}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (2.6)$$

##### 3. *Idle and Minor Stoppage Losses*

Kejadian–kejadian seperti pemberitahuan mesin sementara, mesin macet, serta *idle time* atau waktu tunggu dari mesin.

$$\text{Idle and Minor Stoppage} = \frac{\text{Actual cycle time} - \text{Ideal cycle time} \times \text{Total produksi}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (2.7)$$

##### 4. *Reduced Speed Losses*

Kerugian yang terjadi apabila kecepatan operasi mesin atau peralatan sebenarnya lebih rendah dari kecepatan yang dirancang atau optimal. Hal ini mengakibatkan penurunan kecepatan operasi mesin.

$$\text{Reduced Speed Losses} = \quad (2.8)$$

$$\frac{\text{Operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{Total output})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

#### 5. *Defect Losses*

Kerugian yang disebabkan oleh produk yang cacat atau sehingga pekerjaan yang tersebut harus diproses ulang. Lama atau singkatnya waktu yang diperlukan untuk membenahi produk yang cacat, keadaan ini bisa saja memunculkan permasalahan yang semakin besar.

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{total process defect}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (2.9)$$

#### 6. *Reduced Yield Losses (Scrap)*

Kerugian material dan waktu yang memerlukan peralatan atau mesin untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas dan spesifikasi produk yang telah ditetapkan. Kerugian ini biasanya disebabkan oleh hal – hal seperti pemasangan peralatan atau operator yang tidak memahami aktivitas produksi yang sedang dilaksanakan, penanganan yang tidak tepat, ataupun keadaan operasi yang tidak stabil.

$$\text{Reduced Yield Losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{total reduced yield}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (2.10)$$

### **2.2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu analisis yang dilakukan untuk mengidentifikasi efek atau dampak yang berpotensi menyebabkan kesalahan pada produk maupun proses produksi dengan melakukan evaluasi tingkat keandalan dari suatu sistem untuk menentukan efek dari kegagalan dari sistem tersebut, kegagalan digolongkan berdasarkan atas dampak yang diberikan terhadap keberhasilan suatu tujuan dari sebuah sistem. Metode FMEA ini memiliki fungsi untuk mencegah kesalahan yang diprediksi terjadi pada produk atau proses produksi yang akan dibuat atau dilakukan di masa yang akan datang. Faktor yang didapatkan dari identifikasi FMEA kemudian akan dijadikan sebagai prioritas utama dalam penanganan kegagalan (Surya, Sutrisno, & Punuhsingon, 2017).

Dalam melakukan identifikasi serta penilaian, FMEA memiliki kriteria dalam penjalanannya. Menurut (Anthony, 2018) terdapat tiga kriteria dalam FMEA, yaitu:

1. *Severity*

*Severity* merupakan nomor peringkat yang terkait dengan efek paling serius untuk mode kegagalan tertentu yang bertujuan untuk menilai dampak dari mode kegagalan. Peringkat keparahan didasarkan pada skala *relative* mulai dari 1 sampai dengan 10. Untuk menilai kriteria keseriusan, terdapat rating dari tingkat keseriusan yang dialami. Berikut ini merupakan tingkatan keseriusan pada kriteria *severity* yang akan ditunjukkan pada tabel 2.3:

Tabel 2. 3 Tabel *Severity*

<i>Severity</i>		
Severity merupakan penilaian dari keseriusan atau tingkat efek yang dihasilkan oleh potensi modus kegagalan. Severity digunakan untuk mengetahui kriteria dampak yang timbul dikarenakan adanya suatu kegagalan.		
<b>Tabel <i>Severity</i></b>		
<i>Effect</i>	<i>Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada akibat	Tidak ada efek	1
Akibat sangat ringan	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah	2
Akibat ringan	Tidak terdapat efek dan pekerja menyadari adanya masalah	3
Akibat minor	Perubahan fungsi dan banuak pekerja menyadari adanya masalah	4
Akibat moderat	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan	5
Akibat signifikan	Kehilangan kenyamanan fungsi penggunaan	6
Akibat major	Pengurangan fungsi utama	7
Akibat ekstrem	Kehilangan fungsi utama	8
Akibat serius	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan	9
Akibat bahaya	Tidak berfungsi sama sekali	10

2. *Occurance*

*Occurance* bertujuan untuk menilai kemungkinan kegagalan yang terjadi, *occurance* ini mencerminkan probabilitas atau peluang terjadinya suatu kegagalan (Nugraha & Sari, 2019). Peringkat didasarkan pada seberapa sering penyebab kegagalan mungkin

terjadi, dengan 1 mewakili kejadian terendah berarti lebih sedikit kemungkinan kegagalan dan 10 mewakili kejadian terendah berarti banyak peluang kegagalan. Berikut ini merupakan tingkatan frekuensi kriteria *occurrence* yang akan ditunjukkan pada tabel 2.4:

Tabel 2. 4 Tabel *Occurrence*

<i>Occurrence</i>			
<i>Occurrence</i> merupakan penyebab-penyebab yang memiliki potensi untuk mengakibatkan kegagalan pada suatu proses atau kemungkinan suatu penyebab yang spesifik akan muncul			
<b>Tabel <i>Occurrence</i></b>			
<i>Probability of Failure</i>	<i>Occurrence of Effect for FMEA</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Rating</i>
Hampir tidak pernah	Kerusakan hampr tidak pernah terjadi	> 10.000 jam operasi	1
<i>Remote</i>	Kerusakan jarang terjadi	6001 – 10.000 jam operasi	2
Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3001 – 6000 jam operasi	3
Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	2001 – 3000 jam operasi	4
Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah	1001 – 2000 jam operasi	5
Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	400 - 1001 jam operasi	6
Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101 – 400 jam operasi	7
Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11 – 100 jam operasi	8
Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2 – 10 jam operasi	9
Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	< jam operasi	10

### 3. *Detection*

*Detection* merupakan penilaian kemungkinan kegagalan yang terdeteksi yang didasarkan pada kemungkinan kegagalan akan terdeteksi sebelum pelanggan menemukannya atau dengan kata lain, *detection* ini merupakan peluang terjadinya kegagalan (Nugraha & Sari, 2019). Terdapat skala peringkat *detection* 1 sampai

dengan 10, dengan 1 mewakili peluang deteksi tertinggi dan 10 mewakili peluang deteksi terendah. Berikut merupakan tingkatan pada kriteria *detection* yang akan ditunjukkan pada tabel 2.5:

Tabel 2. 5 Tabel *Detection*

<i>Detection</i>		
<i>Detection</i> merupakan sebuah antisipasi atau pengendalian terhadap kegagalan – kegagalan yang terjadi untuk meminimalisir protensi terjadinya kegagalan tersebut		
<b>Tabel <i>Detection</i></b>		
<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Rank</i>
Deteksi dapat dilakukan dengan mudah	Dapat diduga seringnya terjadi mengakibatkan pada potensi penyebab dan kejadian	1
Sangat mudah untuk terdeteksi	Sangat mudah terkontrol untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan	2
Mudah untuk terdeteksi	Mudah terkontrol untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	3
Untuk terdeteksi menengah keatas	Hampir mudah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	4
Untuk terdeteksi sedang	Hampir tidak mudah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	5
Untuk terdeteksi rendah	Rendah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	6
Untuk terdeteksi sangat rendah	Sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	7
Sulit untuk terdeteksi	Sulit untuk mengkontrol perubahan untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	8
Sangat sulit untuk terdeteksi	Sangat sulit untuk mengkontrol perubahan untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	9
Mustahil untuk terdeteksi	Tidak adanya kontrol dan pendeteksian adanya penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	10

### 2.2.7 Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* merupakan sebuah kerangka berpikir yang digunakan untuk membantu mengidentifikasi dan mencari solusi masalah bisnis. Diagram *fishbone* biasa digunakan untuk mengidentifikasi penyebab potensial dari masalah, terutama ketika suatu tim berfokus pada sebuah rutinitas.

Diagram *fishbone* ini memiliki konsep yaitu suatu permasalahan yang sedang diidentifikasi penyebabnya akan diletakkan pada ujung kerangka kepala ikan dan penyebab masalahnya akan diletakkan pada duri kerangka ikan. Faktor-faktor yang akan menjadi penyebab utama yang mempengaruhi kualitas pada diagram *fishbone* yaitu *machine* (mesin), *man* (manusia), *method* (metode), *material* (bahan produksi), *measurement* (pengukuran), dan *environment* (lingkungan). Selain keenam faktor tersebut, apabila terdapat penyebab yang ingin ditambahkan, dapat dilakukan *brainstorming* (Kuswardana, Mayangsari, & Amrullah, 2017).

### **2.2.8 Diagram Pareto**

Diagram pareto merupakan alat visual yang biasa digunakan untuk mengidentifikasi dan mengutamakan faktor – faktor atau isu – isu yang memiliki dampak paling signifikan dalam suatu situasi. Prinsip yang menjadi dasar diagram ini menyatakan bahwa sejumlah kecil faktor, sekitar 20% dari penyebab, dapat menghasilkan sebagian besar efek atau masalah, yaitu sekitar 80% dari hasil (Heizer & Render, 2014). Contoh penerapan diagram ini bisa ditemukan dalam berbagai konteks, seperti dalam manajemen kualitas di mana tujuannya yaitu untuk menemukan akar penyebab utama dari cacat produk, dalam manajemen proyek untuk mengidentifikasi tugas – tugas yang kritical dalam menentukan kesuksesan proyek, atau dalam analisis data bisnis, dimana fokus utama adalah mengatasi permasalahan yang paling signifikan guna meningkatkan kinerja perusahaan (Kiran, 2016).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Subjek Penelitian**

Subjek penelitian yaitu memberi batasan subjek penelitian sebagai benda, hal atau orang tempat data untuk variable penelitian melekat, dan yang dipermasalahkan (Arikunto, 2016). Subjek pada penelitian ini adalah area kerja departemen *Engineering* tepatnya pada mesin *Toyo T235 Grinding* PT. SKF Indonesia.

#### **3.2 Objek Penelitian**

Objek penelitian adalah sesuatu yang secara umum memetakan atau menggambarkan wilayah penelitian atau sasaran penelitian secara komprehensif, yang meliputi karakteristik wilayah, sejarah pengembangan, struktur organisasi, tugas pokok dan fungsi lain-lain sesuai dengan pemetaan wilayah penelitian yang dimaksud (Satibi, 2011). Objek penelitian ini yang diamati yaitu berupa data keefektifan mesin *Toyo T235 Grinding* PT. SKF Indonesia pada bulan Januari–Maret 2023. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas dari *Toyo T235 Grinding* yang kemudian setelah dilakukan analisis akan diberikan usulan upaya peningkatan efektivitas mesin tersebut.

#### **3.3 Data Penelitian**

Data penelitian adalah fakta (kenyataan–kenyataan) atau informasi yang diperoleh dari hasil pengukuran tertentu. Data ini dapat digunakan untuk menganalisis penelitian dan dapat dalam bentuk angka atau kata–kata (Siswantoro, 2010). Data penelitian ini dapat digunakan untuk analisis atau penelitian karena merupakan fakta atau informasi yang murni tanpa campur tangan manusia.

### **3.3.1 Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh dari sumber pertama, baik yang berasal dari individu maupun perseorangan, seperti hasil wawancara atau kuesioner yang dilakukan oleh peneliti (Umar, 2013). Data primer dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu:

1. Observasi

Observasi sebagai metode untuk melihat dan mengamati berbagai perubahan fenomena sosial yang berkembang secara konsisten (Margono, 2020). Kegiatan dari observasi ini yaitu peneliti melakukan pengamatan secara langsung mengenai proses produksi dan pengumpulan data untuk digunakan sebagai dasar penelitian.

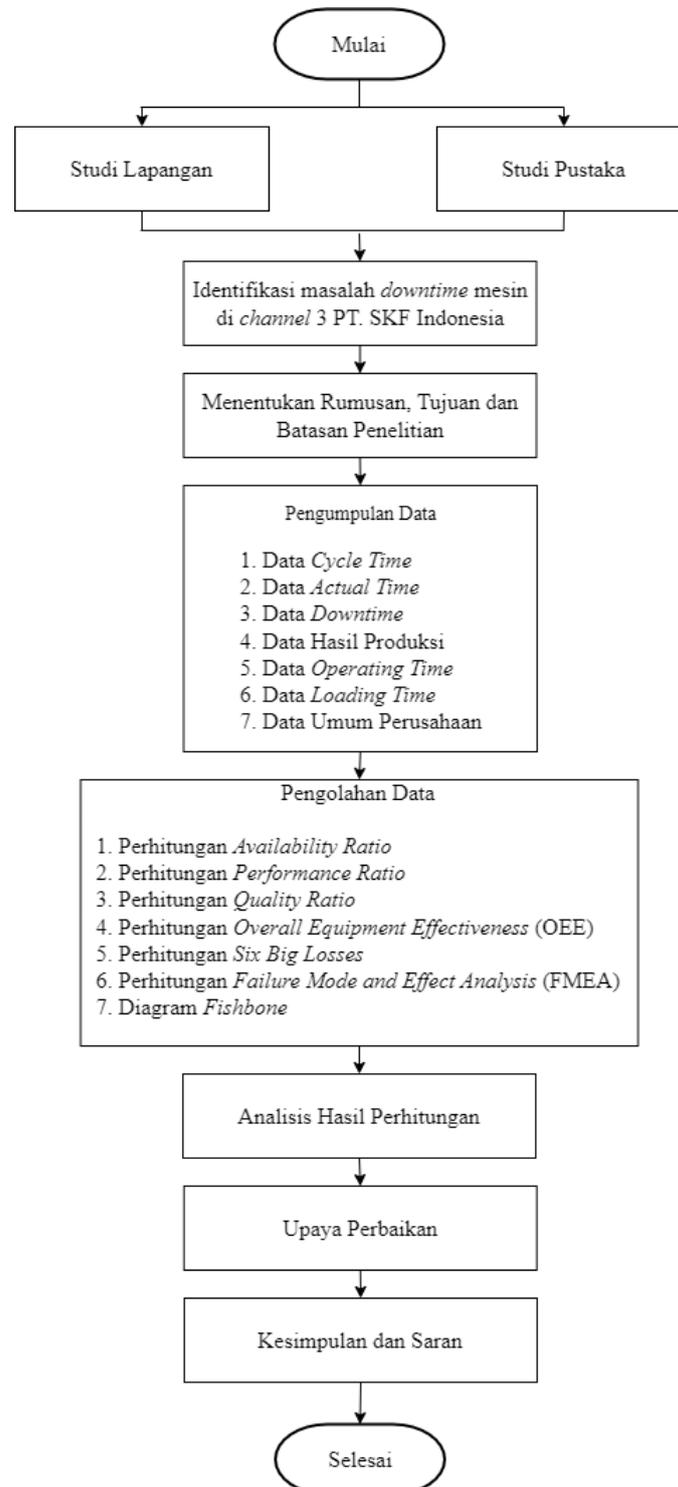
2. Wawancara

Wawancara merupakan suatu metode pengumpulan data terstruktur maupun tidak terstruktur yang dapat dilakukan secara tatap muka atau melalui jaringan telepon. Pada proses wawancara, peneliti dapat melakukan wawancara secara langsung kepada operator produksi maupun kepala bidang terkait mengenai aktivitas produksi yang berlangsung yang dapat menunjang data yang sedang diteliti.

### **3.3.2 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan dari data sebelumnya, biasanya dari peneliti sebelumnya maupun dari instansi terkait. Data sekunder kemungkinan besar tidak spesifik untuk tujuan penelitian, karena data ini untuk umum. Dalam definisi lain, data sekunder ini merupakan data yang diperoleh melalui kajian literatur maupun referensi tertentu yang menunjang penelitian seperti jurnal, artikel, buku, dan lainnya.

### 3.4 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

### 1. Studi Lapangan

Studi lapangan ini dimulai dengan menentukan lokasi, responden, serta terjun langsung ke lapangan untuk melakukan penelitian (observasi). Dalam studi lapangan ini, peneliti mencoba untuk mengidentifikasi ruang produksi PT. SKF Indonesia terutama pada *mesin Toyo T235 Grinding* dan yang dianalisa adalah terkait kinerja mesin tersebut. Setelah dilakukan observasi, sebagai pendukungnya adalah mendokumentasikan serta melakukan wawancara kepada informan.

### 2. Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan dengan melakukan penelusuran sumber, baik primer maupun sekunder. Pada tahap ini peneliti membaca buku atau jurnal yang berkaitan dengan permasalahan yang ingin dibahas. Cara ini dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan berbagai teori terkait dengan masalah yang akan dihadapi. Kemudian setelah mendapatkan sumber referensi terkait, maka dapat menentukan penelitian apa yang akan dilakukan.

### 3. Identifikasi Masalah

Proses identifikasi masalah dimulai dengan meloihat objek yang akan diteliti, yaitu dengan melakukan observasi. Hal ini dilakukan supaya dapat mengetahui segala pekerjaan yang dilakukan dan menemukan masalah yang dapat diselesaikan. Pada *mesin Toyo T235 Grinding* ini didapatkan mesin – mesin nya memiliki waktu *downtime* yang cukup tinggi sehingga dapat menghambat untuk mencapai target produksi.

### 4. Identifikasi Rumusan, Tujuan, dan Batasan Masalah

Setelah dilakukan observasi lapangan, selanjutnya membuat perumusan masalah yaitu dengan menentukan poin – poin permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian dan menentukan tujuan penelitian, yang mencakup tujuan dan keberhasilan penelitian yang dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perhitungan *Availability Ratio*, *Performance Ratio*, dan *Quality Ratio* mesin *Toyo T235 Grinding* PT. SKF Indonesia serta mengetahui cara untuk mengidentifikasi kegagalan atau kecacatan dalam proses produksi. Selanjutnya adalah menentukan

batasan masalah, penentuan batasan masalah ini bertujuan supaya peneliti dapat menentukan fokus permasalahan yang akan diteliti.

#### 5. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini, peneliti mengumpulkan data-data yang dibutuhkan sebagai penunjang proses penelitian yang dilakukan. Data–data yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu:

##### 1. Perusahaan

Pada tahapan ini membahas beberapa sejarah dan identitas singkat perusahaan, tahun berdirinya perusahaan serta alamat perusahaan berada

##### 2. Produk

Pada bagian ini akan diberikan contoh produk yang dihasilkan oleh perusahaan beserta dengan deskripsi singkatnya.

##### 3. Data Khusus

Data khusus yang dimaksud adalah data yang akan diolah oleh peneliti seperti, data proses produksi, data jam kerja, data *downtime*, data hasil produksi, data *operating time*, dan data *loading time*.

#### 6. Pengolahan Data

Setelah didapatkan data–data dari observasi dan wawancara dari informan terkait, selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan rumus–rumus yang telah dijelaskan pada landasan teori supaya mendapatkan hasil yang diinginkan. Berikut adalah data–data yang akan digunakan pada penelitian kali ini:

a. Perhitungan *Availability Ratio*

b. Perhitungan *Performance Ratio*

c. Perhitungan *Quality Ratio*

d. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

e. Perhitungan *Six Big Losses*

f. Perhitungan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

g. Diagram *Fishbone*

#### 7. Analisa Faktor Pencapaian *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Setelah dilakukan pengolahan data, selanjutnya adalah menganalisa hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Toyo T235 Grinding*. Nilai yang didapatkan pada perhitungan nilai OEE ini adalah nilai *Availability Ratio*, *Performance Ratio*, dan *Quality Ratio*.

#### 8. Analisa *Six Big Losses*

Selanjutnya adalah melakukan Analisa *Six Big Losses* yang merupakan suatu hal yang dapat menjadi penghalang dari efektivitas mesin. Dari penghitungan *Six Big Losses* ini didapatkan nilai-nilainya yaitu:

- a. *Breakdown Losses*
- b. *Setup and Adjustment Loss*
- c. *Idle and Minor Stoppage Loss*
- d. *Reduced Speed Loss*
- e. *Defect Loss*
- f. *Reduced Yield Loss (Scrap)*

#### 9. Analisa *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Terakhir yaitu ada analisa menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang dilakukan dengan analisis *potential failure*, *causes failure*, dan *current control* dengan para ahli. Setelah melakukan analisis tersebut, selanjutnya adalah melakukan penilaian terhadap kriteria FMEA seperti *severity*, *occurance*, dan *detection*. Kemudian yang terakhirnya adalah dilakukan perhitungan terhadap penilaian FMEA untuk mendapatkan *Risk Priority Number* (RPN).

#### 10. Upaya Perbaikan

Setelah serangkaian perhitungan dan analisa dari penelitian ini dilakukan, maka peneliti dapat memberikan solusi perbaikan supaya dapat mengevaluasi kinerja yang telah berjalan sebelumnya.

#### 11. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan ringkasan dari isi penelitian yang dilakukan dan juga merupakan jawaban dari tujuan penelitian yang telah ditetapkan diawal, kemudian saran diberikan berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebagai penunjang perusahaan dalam melakukan perbaikan kedepannya.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Sejarah Perusahaan

Pada awalnya Perusahaan *bearing* / klaher SKF ini didirikan oleh seorang *engineer* di sebuah pabrik tekstil yang bernama Sven Wingqyist dengan nama *Syenska Kullager Fabriken* (SKF) yang didirikan pada tahun 1907. Arti dari nama *Syenska Kullager Fabriken* (SKF) ini berasal dari Bahasa Swedia, yang berarti *bearing* yang diproduksi di negara Swedia. *The SKF Group* saat ini terdiri dari sekitar 150 perusahaan. Sejak didirikan, markas SKF berada di Gothenburg Swedia.

Kemudian, salah satu lokasi manufaktur SKF tersebut terdapat di Indonesia, PT. SKF Indonesia merupakan salah satu industri manufaktur yang bergerak di bidang produksi *bearing* yang dimulai pada tahun 1928, di kota Surabaya. Yang pertama menggagas berdirinya PT.SKF Indonesia ini adalah Bapak H. Wiratno, dengan tujuan utama beliau mendirikan PT.SKF Indonesia ini yaitu untuk memenuhi semua kebutuhan dan permintaan *bearing* di dalam negeri, sehingga tidak perlu untuk melakukan *import* negara luar.

Pabrik *bearing* pertama di Indonesia didirikan pada tahun 1986 atas persetujuan BPKM, dengan nama PT. Logam Sari Bearindo. Kemudian pada tahun 1988 PT. Federal Motor membeli saham sebanyak 26.5%, sampai pada tahun 1997 membeli saham sampai 68.4%. Pada tahun 1992, Perusahaan ini telah mendapatkan lisensi dari Perusahaan SKF asal Swedia. Lalu pada tahun 1997, Perusahaan ini dikuasai oleh SKF yang pada akhirnya berganti nama menjadi PT. SKF Indonesia. Pada tahun 2000, PT. SKF Indonesia

mempromosikan produknya yaitu SKF Enduro dan SKF Genio. Pada tahun 2006, PT. SKF Indonesia melakukan ekspansi, kemudian pada tahun 2011 PT. SKF Indonesia dapat melakukan ekspor produk *bearing* nya ke luar negeri dan pada akhirnya tepat di bulan Juni tahun 2013, Astra Otopart membeli saham SKF sebesar 40%.

#### **4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan**

PT. SKF Indonesia merupakan perusahaan manufaktur *bearing* terkemuka di Indonesia untuk kendaraan bermotor roda dua maupun roda empat. PT. SKF Indonesia sendiri memiliki visi dan misi Perusahaan, yaitu:

##### **Visi**

Melengkapi kebutuhan *bearing* dunia dengan produk SKF

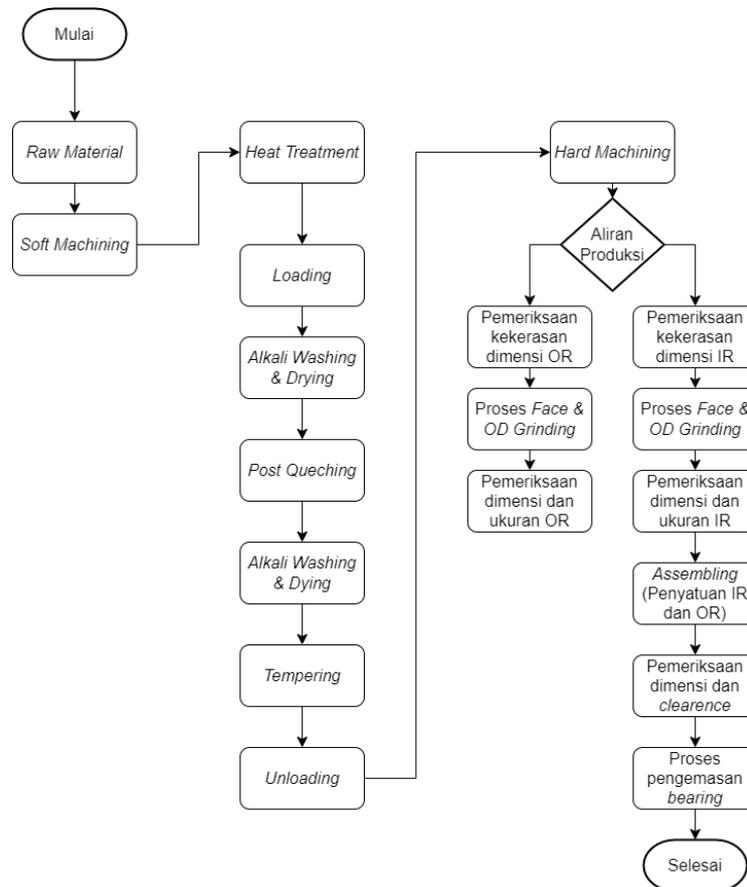
##### **Misi**

Menjadi Perusahaan pilihan bagi para pelanggan, distributor dan pemasok Perusahaan,

Menjadi Perusahaan pilihan bagi karyawan,

Menjadi Perusahaan pilihan bagi pemegang saham.

### 4.1.3 Alur Produksi PT. SKF Indonesia



Gambar 4. 1 Alur Produksi PT. SKF Indonesia

Penjelasan dari alur produksi PT. SKF Indonesia yaitu:

#### A. *Raw Material*

Material yang dipesan dari *supplier* tiba dan diterima di bagian *receiving*. PT. SKF Indonesia memesan *ball bearing*, *ring (outer ring & inner ring)*, *cage*, *seal* dan *shield*. Material disimpan di *storage*. Pengeluaran material dari *storage* menuju *line* produksi bergantung pada permintaan konsumen yang disampaikan ke department pemasaran, yang akan berkoordinasi dengan produksi untuk memenuhi permintaan tersebut

#### B. *Soft Machining*

*Soft machining* ini digunakan untuk mengubah bahan mentah menjadi sesuai spesifikasi yang diinginkan. PT. SKF Indonesia tidak melakukan *soft machining* lagi

dikarenakan mereka membeli komponen bearing siap pakai. Fokus mereka adalah pada *heat treatment*, *hard machining*, dan *assembly*.

#### C. *Heat Treatment*

Proses *heat treatment* ini dilakukan setelah material sampai di PT. SKF Indonesia dari *supplier*. Banyaknya material bergantung pada permintaan konsumen yang disampaikan oleh bagian *marketing*.

#### D. *Hard Machining*

Setelah selesai proses *heat treatment*, langkah berikutnya adalah *hard machining* pada *channel 00* dan *channel 1-15*. *Channel 00* digunakan untuk *face and OD grinding*, dimana *face grinding* diperlukan oleh IR dan OR, sedangkan *OD grinding* hanya untuk OR. Setelah selesai pada *channel 00* ini, *ring* akan dikirim ke *channel – channel* yang sesuai dengan jenis *bearing* yang sesuai dengan jenis *bearing* yang akan diproduksi di setiap *channel* tersebut.

#### 4.1.4 Logo Perusahaan

PT. SKF sendiri memiliki logo yang diperuntukkan sebagai lambing citra dari Perusahaan tersebut. Berikut ini merupakan logo dari PT. SKF



Gambar 4. 2 Logo PT. SKF

#### 4.1.5 Lokasi Perusahaan

Lokasi PT. SKF Indonesia berada di Jalan Inspeksi Cakung Drain, Cakung Barat, Jakarta Timur 13910. Dengan luas area yang mencapai 53.000 m<sup>2</sup> yang terbagi menjadi beberapa area, seperti area pabrik (pusat produksi) dengan luas 22.000 m<sup>2</sup> dan area kantor serta

administrasi seluas 7.000 m<sup>2</sup>. Berikut merupakan gambar dari lokasi PT. SKF Indonesia yang akan ditunjukkan oleh gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Lokasi PT. SKF Indonesia

#### 4.1.6 Produk Perusahaan

PT. SKF sendiri merupakan perusahaan industri yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi *bearing* untuk kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat. Berikut ini merupakan contoh dari produk yang dihasilkan oleh PT. SKF Indonesia.



Gambar 4. 4 Produk PT. SKF Indonesia

#### 4.1.7 Data Produksi

Data produksi pada *mesin Toyo T235 Grinding* PT. SKF Indonesia yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Waktu kerja mesin merupakan jumlah waktu yang dapat digunakan mesin dalam satu bulan.
2. Waktu aktual produksi merupakan total waktu aktual selama satu bulan yang digunakan untuk produksi
3. *Ideal cycle time* merupakan waktu yang paling ideal bagi lini produksi untuk menyelesaikan suatu produk.
4. Total produksi merupakan jumlah produk yang diproduksi dalam satu bulan.
5. Produk NG merupakan jumlah produk cacat dalam kurun waktu satu bulan.

Tabel 4. 1 Data Produksi

No	Bulan	<i>Available Time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Ideal Cycle Time</i> (menit)	<i>Output</i> (pcs)	<i>Product NG</i> (pcs)
1	Januari	7200	7196	0.16	40,467	75
2	Februari	8640	8508	0.16	50,884	100
3	Maret	8640	8507	0.16	42,668	80
4	April	4320	4048	0.16	17,179	30
5	Mei	7200	7032	0.16	37,649	70
6	Juni	5760	5626	0.16	20,697	40

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Pada saat melakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), digunakan *Software Microsoft Excel* sebagai media untuk melakukan pengolahan dari data–data yang telah dikumpulkan sebagai bahan penelitian.

1. Perhitungan *Availability Ratio*

*Availability Ratio* merupakan suatu rasio yang menunjukkan jumlah waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. Untuk mendapatkan data *Availability Ratio* yaitu dengan cara membandingkan *Operation Time* dengan data *Loading Time*. Berikut ini merupakan rumus dari perhitungan nilai *Availability Ratio*:

$$Availability (A) = \frac{Operation Time}{Loading Time} \times 100\%$$

Berikut ini contoh perhitungan *Availability Ratio* pada bulan Januari 2023 dengan rumus yang telah ditentukan, maka akan didapatkan presentase nilai *Availability Ratio* seperti berikut ini:

$$\begin{aligned} Availability (A) &= \frac{7190}{7196} \times 100\% & (4.1) \\ &= 99.92\% \end{aligned}$$

Untuk melakukan perhitungan *Availability* pada bulan-bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase *Availability Ratio* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 *Availability Ratio*

Bulan	Operating Time	Loading Time	Availability
Januari	7190	7196	99.92%
Februari	8193	8508	96.30%
Maret	8122	8507	95.47%
April	3915	4048	96.71%
Mei	6522	7032	92.75%
Juni	5377	5626	95.57%

## 2. Perhitungan *Performance Ratio*

*Performance Ratio* merupakan sebuah rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan untuk memenuhi waktu standar yang telah ditentukan untuk menyelesaikan suatu produksi. Data yang digunakan untuk menghitung *Performance Ratio* ini adalah jumlah total *Output*, *Ideal Cycle Time* dan waktu operasi. Berikut ini rumus yang digunakan untuk mencari *Performance Ratio*:

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

Berikut ini contoh perhitungan *Performance Ratio* pada bulan Januari 2023 dengan rumus yang telah ditentukan, maka akan didapatkan presentase nilai *Performance Ratio* seperti berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Performance Ratio} &= \frac{40467 \times 0.16}{7190} \times 100\% & (4.2) \\ &= 90.05\% \end{aligned}$$

Untuk melakukan perhitungan *Performance* pada bulan-bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase *Performance Ratio* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4. 3 *Performance Ratio*

<b>Bulan</b>	<b>Total Output</b>	<b>Operating Time</b>	<b>Ideal Cycle Time</b>	<b>Performance</b>
Januari	40,467	7190	0.16	90.05%
Februari	50,884	8193	0.16	99.37%
Maret	42,668	8122	0.16	84.05%
April	17,179	3915	0.16	70.21%
Mei	37,649	6522	0.16	92.36%
Juni	20,697	5377	0.16	61.59%

### 3. Perhitungan *Quality Ratio*

*Quality Ratio* merupakan rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan atau mesin untuk menghasilkan produk sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Dalam penghitungan *Quality Ratio* ini diperlukan data *Total Output*, *Good Product*, serta *Product NG*. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung *Quality Ratio*:

$$\text{Quality Ratio} = \frac{\text{Total Output} - \text{Product NG}}{\text{Total Output}} \times 100\%$$

Berikut ini contoh perhitungan *Quality Ratio* pada bulan Januari 2023 dengan rumus yang telah ditentukan, maka akan didapatkan presentase nilai *Quality Ratio* seperti berikut ini:

$$\text{Quality Ratio} = \frac{40467 - 75}{40467} \times 100\% \quad (4.3)$$

$$= 99.81\%$$

Untuk melakukan perhitungan *Quality* pada bulan–bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase *Quality Ratio* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4. 4 *Quality Ratio*

<b>Bulan</b>	<b>Total Output</b>	<b>Good Product</b>	<b>Product NG</b>	<b>Quality</b>
Januari	40,467	40,392	75	99.81%
Februari	50,884	50,784	100	99.80%
Maret	42,668	42,588	80	99.81%
April	17,179	17,149	30	99.83%
Mei	37,649	37,579	70	99.81%
Juni	20,697	20,657	40	99.81%

#### 4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan yang dilakukan selanjutnya apabila telah diketahui nilai *Availability Ratio*, *Performance Ratio* dan *Quality Ratio* adalah menghitung nilai OEE, dengan rumus yang digunakan untuk mengukur nilai OEE adalah sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

Berikut merupakan contoh dalam melakukan perhitungan presentase nilai OEE pada bulan Januari 2023:

$$\begin{aligned} OEE &= Availability \times Performance \times Quality && (4.4) \\ &= 96.12 \% \times 82.94 \% \times 99.81\% \\ &= 79.57\% \end{aligned}$$

Untuk melakukan perhitungan presentase nilai OEE pada bulan–bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase nilai OEE untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4. 5 Presentase Nilai OEE

Bulan	Availability	Performance	Quality	OEE
Januari	99.92%	90.05%	99.81%	89.81%
Februari	96.30%	99.37%	99.80%	95.50%
Maret	95.47%	84.05%	99.81%	80.10%
April	96.71%	70.21%	99.83%	67.78%
Mei	92.75%	92.36%	99.81%	85.50%
Juni	95.57%	61.59%	99.81%	58.75%

#### 4.2.2 Perhitungan *Six Big Losses*

Perhitungan *Six Big Losses* ini bertujuan untuk mengetahui penyebab dari belum tercapainya nilai OEE atau biasa disebut dengan *Zero Losses*.

##### 1. *Breakdown Losses*

*Breakdown Losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh penundaan proses produksi yang terjadi sebelum tenggat waktu yang direncanakan atau kerusakan yang tidak terduga. Perhitungan *Breakdown Losses* ini dilakukan dengan membandingkan *Total Breakdown Time* dengan *Loading Time*. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung presentase *Breakdown Losses*:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Berikut merupakan contoh dalam melakukan perhitungan presentase nilai *Breakdown Losses* pada bulan Januari 2023:

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Losses} &= \frac{10}{7196} \times 100\% && (4.5) \\ &= 0.1\% \end{aligned}$$

Untuk melakukan perhitungan presentase nilai *Breakdown Losses* pada bulan-bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase nilai *Breakdown Losses* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4. 6 *Breakdown Losses*

<b>Bulan</b>	<b>Breakdown</b>	<b>Loading Time</b>	<b>Breakdown Loss</b>
Januari	10	7196	0.1%
Februari	447	8508	5%
Maret	518	8507	6%
April	405	4048	10%
Mei	678	7032	10%
Juni	383	5626	7%

## 2. *Setup and Adjustment Losses*

*Setup and Adjustment Losses* merupakan kerugian yang penyebabnya karena persiapan pada saat proses produksi yang terhambat sehingga jalannya proses produksi menjadi terlambat karena menunggu datangnya material maupun masih melakukan *setting mesin*. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung presentase *Setup and Adjustment Losses*:

$$\text{Setup and Ajd. Losses} = \frac{\text{Total Setup and adjustment}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Berikut merupakan contoh dalam melakukan perhitungan presentase nilai *Setup and Adjustment Losses* pada bulan Januari 2023:

$$\begin{aligned} \text{Setup and Ajd. Losses} &= \frac{34}{7196} \times 100\% && (4.6) \\ &= 0.5\% \end{aligned}$$

Untuk melakukan perhitungan presentase nilai *Setup and Adjustment Losses* pada bulan-bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase nilai *Setup and Adjustment Losses* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4. 7 *Setup and Adjustment Losses*

<i>Setup and Adjusment Loss</i>			
<b>Bulan</b>	<b><i>Setup and Adjusment</i></b>	<b><i>Loading Time</i></b>	<b><i>Setup Loss</i></b>
Januari	34	7196	0.5%
Februari	42	8508	0.5%
Maret	395	8507	4.6%
April	122	4048	3.0%
Mei	510	7032	7.3%
Juni	307	5626	5.5%

### 3. *Reduced Speed Losses*

*Reduce Speed Losses* merupakan kecepatan produksi aktual dan kecepatan desain untuk mesin tertentu yang dipisahkan dengan jumlah tertentu. Data yang digunakan untuk menghitung *Reduced Speed Losses* yaitu *Operating Time*, *Ideal Cycle Time*, *Total Output* dan *Loading Time*. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung presentase *Reduced Speed Losses*:

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Operating time} - (\text{Ideal cycle time} \times \text{Total Output})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Berikut merupakan contoh dalam melakukan perhitungan nilai *Reduced Speed Losses* pada bulan Januari 2023:

$$\begin{aligned} \text{Reduced Speed Losses} &= \frac{7190 - (0.16 \times 40467)}{7196} \times 100\% & (4.7) \\ &= 9.94\% \end{aligned}$$

Untuk melakukan perhitungan presentase nilai *Reduced Speed Losses* pada bulan-bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase nilai *Reduced Speed Losses* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut:

Tabel 4. 8 *Reduced Speed Losses*

<i>Reduced Speed Loss (rumus baru)</i>					
<b>Bulan</b>	<i>loading time</i>	<i>operating time</i>	<b>total product</b>	<i>ideal cycle time</i>	<i>reduced speed losses</i>
Januari	7196	7190	40467	0.16	9.94%
Februari	8508	8193	50884	0.16	0.61%
Maret	8507	8122	42668	0.16	15.22%
April	4048	3915	17179	0.16	28.81%
Mei	7032	6522	37649	0.16	7.08%
Juni	5626	5377	20697	0.16	36.71%

#### 4. *Defect Losses*

*Defect Losses* merupakan kerugian yang diakibatkan karena terdapat produk cacat ataupun terdapat kriteria produk yang diproses ulang. Dari adanya produk cacat tersebut, dapat mengakibatkan kerugian baik berupa kerugian material maupun pengurangan jumlah produksi. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung presentase *Defect Losses*:

$$Defect Losses = \frac{Ideal\ cycle\ time \times Product\ NG}{Loading\ time} \times 100\%$$

Berikut merupakan contoh dalam menghitung presentase *Defect Losses* pada bulan Januari 2023:

$$Defect Losses = \frac{0.16 \times 75}{7196} \times 100\% \quad (4.8)$$

$$= 0.17$$

Untuk melakukan perhitungan presentase nilai *Defect Losses* pada bulan-bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase nilai *Defect Losses* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 4. 9 *Defect Losses*

<b>Bulan</b>	<b>Loading Time</b>	<b>Cycle Time</b>	<b>Total Reject</b>	<b>Defect Losses</b>
Januari	7196	0.16	75	0.17%
Februari	8508	0.16	100	0.19%
Maret	8507	0.16	80	0.15%
April	4048	0.16	30	0.12%
Mei	7032	0.16	70	0.16%
Juni	5626	0.16	40	0.11%

### 5. *Idling and Minor Stoppages*

*Idling and Minor Stoppages* merupakan bentuk kerugian yang penyebabnya adalah proses produksi yang terhenti sementara, mesin macet, maupun *idle time* atau waktu tunggu dari mesin yang cukup sering terjadi. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung presentase nilai *Idling and Minor Stoppages*:

$$\text{Idle and Minor Stop} = \frac{\text{Actual cycle time} - \text{Ideal cycle time} \times \text{Total output}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Berikut merupakan contoh dalam menghitung presentase *Idling and Minor Stoppages* pada bulan Januari 2023:

$$\begin{aligned} \text{Idle and Minor Stop} &= \frac{0.18 - 0.16 \times 40467}{7196} \times 100\% && (4.9) \\ &= 10.02\% \end{aligned}$$

Untuk melakukan perhitungan presentase nilai *Idling and Minor Stoppages* pada bulan-bulan berikutnya akan menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil presentase nilai *Idling and Minor Stoppages* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2023 yang dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut:

Tabel 4. 10 *Idling and Minor Stoppage Losses*

<i>Idling and Minor Stoppage Loss</i>					
<b>Bulan</b>	<b>Total Produksi (Pcs)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Actual Cycle Time (Menit)</b>	<b>Ideal Cycle Time (Menit)</b>	<b>Idling and Minor Stoppage Loss (%)</b>
Januari	40,467	7,196	0.18	0.16	10.02%
Februari	50,884	8,508	0.17	0.16	4.31%
Maret	42,668	8,507	0.20	0.16	19.75%
April	17,179	4,048	0.24	0.16	32.10%
Mei	37,649	7,032	0.19	0.16	14.34%
Juni	20,697	5,626	0.27	0.16	41.14%

6. *Reduced Yield Scrap Losses*

Kerugian material dan waktu yang memerlukan peralatan atau mesin untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas dan spesifikasi produk yang telah ditetapkan. Kerugian ini biasanya disebabkan oleh hal – hal seperti pemasangan peralatan atau operator yang tidak memahami aktivitas produksi yang sedang dilaksanakan, penanganan yang tidak tepat, ataupun keadaan operasi yang tidak stabil. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung presentase nilai *Reduced Yield Scrap Losses*:

$$\text{Reduced Yield Losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{total reduced yield}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Berikut merupakan contoh dalam menghitung presentase *Reduced Yield Scrap Losses* pada bulan Januari 2023:

$$\begin{aligned} \text{Reduced Yield Losses} &= \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{total reduced yield}}{\text{Loading time}} \times 100\% & (4.10) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan *Reduced Yield Scrap Losses* pada mesin *Toyo T235 Grinding* periode Januari – Juni 2023 ditunjukkan pada tabel 4.11:

Tabel 4. 11 *Reduced Yield Scrap Losses*

<b>Bulan</b>	<b>Loading Time</b>	<b>Cycle Time</b>	<b>Yield</b>	<b>Yield/Scrap Losses</b>
Januari	7196	0.16	0	0
Februari	8508	0.16	0	0
Maret	8507	0.16	0	0
April	4048	0.16	0	0
Mei	7032	0.16	0	0
Juni	5626	0.16	0	0

7. Hasil *Six Big Losses*

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi presentase tiap faktor pada *Six Big Losses* pada bulan Januari sampai Juni 2023 yang ditunjukkan pada tabel 4.12:

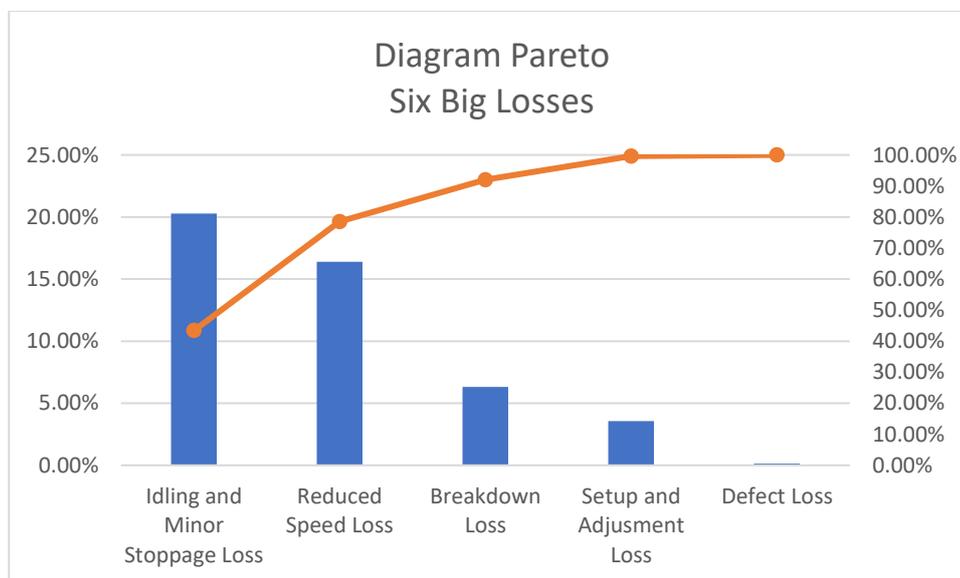
Tabel 4. 12 Hasil *Six Big Losses*

<b>No</b>	<b>Bulan</b>	<b>Breakdown Losses (%)</b>	<b>Setup and Adjustment (%)</b>	<b>Reduced Speed Losses (%)</b>	<b>Defect Losses (%)</b>	<b>Idling and Minor Stoppages (%)</b>
<b>1</b>	Januari	1%	0.5%	9.52%	0.17%	10.02%
<b>2</b>	Februari	3%	0.5%	2.53%	0.19%	4.31%
<b>3</b>	Maret	4%	4.6%	17.45%	0.15%	19.75%
<b>4</b>	April	10%	3.0%	28.39%	0.12%	32.10%
<b>5</b>	Mei	4%	7.3%	12.57%	0.16%	14.34%
<b>6</b>	Juni	4%	5.5%	39.54%	0.11%	41.14%

Setelah merekapitulasi data dari perhitungan presentase *Six Big Losses*, maka langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata dari setiap *Losses* yang terjadi untuk mengetahui faktor *Losses* apa yang paling dominan penyebab terjadinya kerugian. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan rata-rata *Losses* yang akan ditunjukkan oleh tabel 4.13:

Tabel 4. 13 Rata-Rata *Six Big Losses*

<i>Six Big Losses</i>	Nilai	jumlah	Presentase Kumulatif
<i>Idling and Minor Stoppage Loss</i>	20.28%	20.28%	43.42%
<i>Reduced Speed Loss</i>	18.33%	38.61%	82.68%
<i>Breakdown Loss</i>	4.38%	43.00%	92.07%
<i>Setup and Adjusment Loss</i>	3.56%	46.55%	99.68%
<i>Defect Losses</i>	0.15%	46.70%	100.00%
<i>Yield Losses</i>	0%	46.70%	100.00%

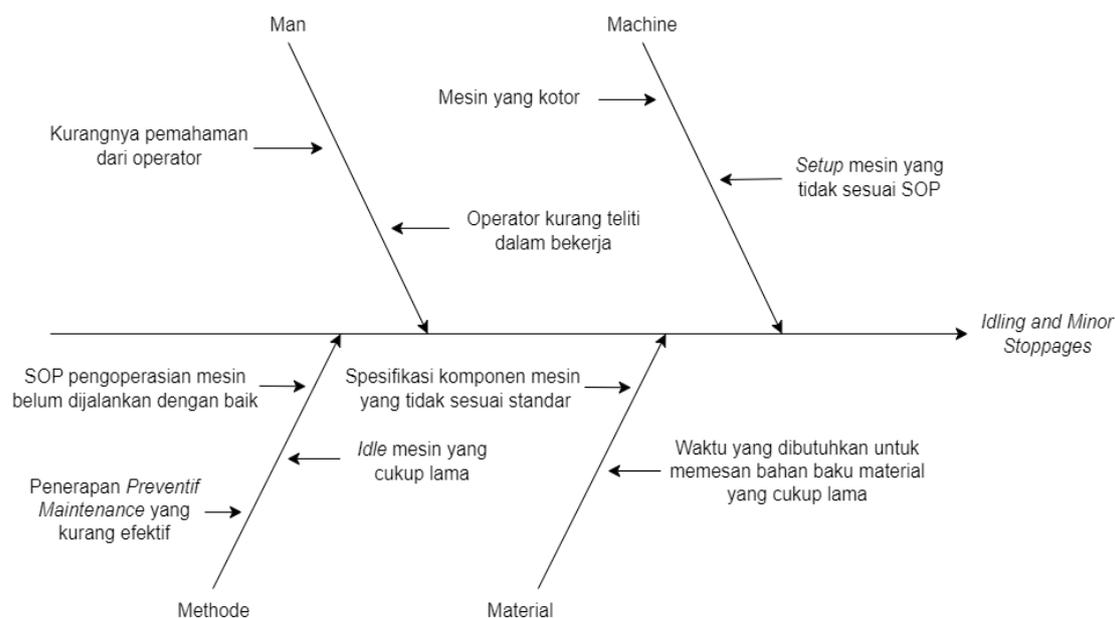


Gambar 4. 5 Diagram Pareto

Berdasarkan data yang ditampilkan pada gambar 4.5 diagram pareto diatas, dapat disimpulkan bahwa faktor *losses* yang paling tinggi dalam mesin *Toyo R235 Grinding* ialah *Idling and Minor Stoppages*.

### 4.2.3 Diagram *Fishbone*

Sebelum melakukan analisis FMEA menggunakan perhitungan RPN, maka harus melakukan analisis mengenai potensi penyebab *losses* tertinggi pada mesin *Toyo T235 Grinding*. Analisis yang digunakan yaitu dengan diagram *fishbone* yang merupakan alat analisis visual yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memahami berbagai penyebab yang berpotensi memengaruhi suatu masalah atau efek tertentu. Diagram ini digunakan dalam berbagai konteks. Diagram *fishbone* ini mengambil bentuk menyerupai tulang ikan, dengan garis tengah yang mewakili masalah atau efek yang ingin dipecahkan. Berikut ini merupakan diagram *fishbone* pada proses produksi *bearing* serta tabel faktor penyebab terjadinya *losses* pada mesin *Toyo T235 Grinding*:



Gambar 4. 6 Diagram *Fishbone*

### 4.2.4 Perhitungan RPN dengan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Pada bagian ini diuraikan hasil dari pengolahan data sesuai dengan tahapan yang telah diuraikan pada Bab III Metode Penelitian. Gambar atau tabel yang dipaparkan diberikan penjelasan. Untuk langkah – langkah dalam menghitung *Risk Priority Number (RPN)* ini yang harus dilakukan adalah melakukan wawancara dengan operator terkait dengan apa saja faktor - faktor yang mempengaruhi faktor *losses idling and minor stoppage*

mengenai nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Kemudian setelah didapatkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* peneliti dapat melakukan perhitungan RPN dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

Tabel 4. 14 Perhitungan RPN

Faktor Penyebab Kerusakan	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Jumlah Skala			Hasil nilai RPN
			S	O	D	
<i>Man</i>	Kurangnya pemahaman dari operator, sehingga mesin dapat terhenti karna kecepatan yang ditetapkan tidak sesuai	Minimnya pengalaman kerja dari operator	2	3	1	6
	Operator yang bekerja tidak teliti dalam mengoperasikan mesin, sehingga mesin tidak bekerja sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan	Kurangnya fokus dari operator dalam mengoperasikan mesin	5	4	7	140
<i>Method</i>	SOP pengoperasian mesin yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal, sehingga dapat terjadi kerusakan mesin	Operator yang tidak sepenuhnya memahami atau mengikuti SOP yang telah ditetapkan mengakibatkan penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan yang dapat menyebabkan kerusakan	3	3	3	27
	Kasus <i>idle</i> mesin yang cukup lama yang disebabkan karena waktu <i>downtime</i> yang terlalu tinggi, akibatnya proses produksi dapat terhambat	Waktu <i>downtime</i> yang terlalu tinggi	6	8	4	192

Faktor Penyebab Kerusakan	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Jumlah Skala			Hasil nilai RPN
			S	O	D	
	<i>Preventif Maintenance</i> yang diterapkan kurang efektif sehingga menyebabkan waktu <i>downtime</i> yang tinggi	Kurangnya pemahaman, pelatihan, serta perencanaan yang kurang memadai	2	1	2	4
<i>Machine</i>	Mesin yang kotor karna hasil dari pengikisan <i>ring</i> , sehingga dapat merusak komponen mesin yang terdapat pada mesin <i>grinding</i> .	Hasil dari pengikisan <i>ring</i> yang tersisa pada mesin	4	4	1	16
	<i>Setup</i> mesin yang tidak sesuai SOP, sehingga sering menimbulkan kerusakan mesin	Kurangnya pemeriksaan secara berkala	2	2	2	8
<i>Material</i>	Waktu yang dibutuhkan untuk memesan bahan baku material yang cukup lama, sehingga mesin tidak dapat beroperasi	Kendala pada saat proses pengiriman <i>raw material</i>	3	5	4	60
	Spesifikasi komponen mesin <i>grinding</i> yang tidak sesuai standart, sehingga menimbulkan perbedaan kualitas komponen material yang dapat mengganggu berjalan nya proses <i>grinding</i>	Kesalahan pada saat merancang desain komponen mesin <i>grinding</i> dan pemesanan komponen dilakukan secara terburu buru	2	3	2	12

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Dengan merujuk kepada pengolahan data yang telah dilakukan dalam bab sebelumnya, tujuan utama adalah menghitung *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *Toyo T235 Grinding* untuk periode Januari hingga Juni 2023. Hasil dari perhitungan tersebut kemudian disusun untuk dilakukan analisis dengan tujuan mengklasifikasikannya sesuai dengan standar OEE yang berlaku. Adapun hasil yang didapatkan dari perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *Toyo T235 Grinding* periode Januari hingga Juni 2023:

Tabel 5. 1 Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

<b>Bulan</b>	<b>Availability</b>	<b>Performance</b>	<b>Quality</b>	<b>OEE</b>
Januari	99.92%	90.05%	99.81%	89.81%
Februari	96.30%	99.37%	99.80%	95.50%
Maret	95.47%	84.05%	99.81%	80.10%
April	96.71%	70.21%	99.83%	67.78%
Mei	92.75%	92.36%	99.81%	85.50%
Juni	95.57%	61.59%	99.81%	58.75%
<b>Rata - Rata</b>	<b>96.12%</b>	<b>82.94%</b>	<b>99.81%</b>	<b>79.57%</b>

Merujuk pada data yang tercantum pada tabel 5.1 di atas, terlihat bahwa rata-rata nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) selama 6 bulan dari bulan Januari hingga Juni 2023 adalah sekitar 79.57%. Ini mengindikasikan bahwa PT. SKF Indonesia memanfaatkan mesin *Toyo T235 Grinding* dengan efektif sebesar 79.57% dalam periode 6 bulan tersebut. Nilai rata-rata OEE ini dihitung berdasarkan komponen-komponen berikut: Nilai *Availability ratio* sebesar 96.12%, yang berarti mesin berhasil memanfaatkan waktu operasi sekitar 96.12% dari total waktu yang tersedia selama 6

bulan. Kemudian, *Performance ratio* sebesar 82.94%, menunjukkan bahwa mesin berhasil menghasilkan produk sebesar 82.94% dari waktu yang ideal. Selain itu, *Quality ratio* sebesar 99.81% yang menunjukkan bahwa sekitar 99.81% dari produk yang dihasilkan selama 6 bulan memenuhi standar spesifikasi yang tinggi.

Setelah didapatkan hasil perhitungan nilai OEE pada mesin *Toyo T235 Grinding* ini, dapat disimpulkan bahwa tingkatan nilai efektivitas mesin yang belum memenuhi standar terdapat pada *Performance ratio* sebesar 82.94%, sedangkan standar yang ditentukan yaitu sebesar 95%. Untuk mengetahui sumber permasalahan pada *Performance ratio* tersebut harus dilakukan analisis lebih lanjut terhadap pengaruh rendahnya nilai *Performance ratio* dengan menganalisis faktor–faktor pada *Six big losses*.

## 5.2 Analisis Perhitungan *Six Big Losses*

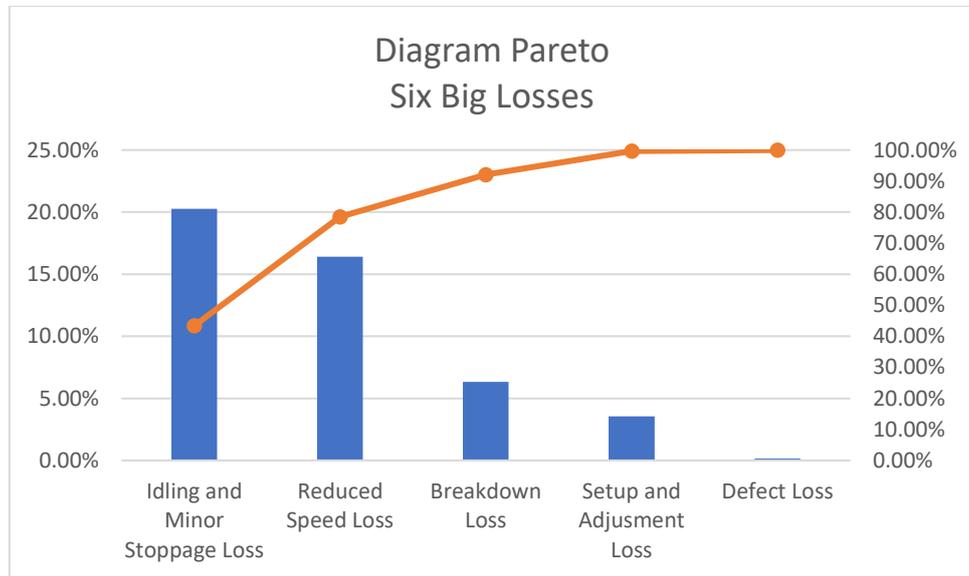
Bagian ini menggambarkan analisis hasil perhitungan *losses* yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi *losses* utama yang memiliki dampak signifikan terhadap nilai OEE. Adapun hasil perhitungan *Six big losses* dapat dilihat pada tabel 5.2 di bawah ini:

Tabel 5. 2 Analisis Perhitungan *Six Big Losses*

<i>Six Big Losses</i>	Nilai	Jumlah	Presentase Kumulatif
<i>Idling and Minor Stoppage Loss</i>	20.28%	20.28%	43.42%
<i>Reduced Speed Loss</i>	18.33%	38.61%	82.68%
<i>Breakdown Loss</i>	4.38%	43.00%	92.07%
<i>Setup and Adjustment Loss</i>	3.56%	46.55%	99.68%
<i>Defect Losses</i>	0.15%	46.70%	100.00%

Berdasarkan data pada tabel 5.2 di atas, hasil perhitungan rata–rata *losses* untuk keenam jenis *losses* mendapatkan hasil dengan *Idling and minor stoppagse losses* menjadi jenis *losses* yang memiliki tingkat yang paling tinggi dengan presentase 20.28%. Presentase *losses* dalam tabel tersebut mencerminkan andil presentase masing – masing jenis *losses* dari total *losses* yang mencapai 46.70%. Kumulatif presentase ini merupakan

hasil akumulasi dari presentase *losses* yang telah dihitung sebelumnya. Adapun presentase perhitungan pada tabel di atas selanjutnya akan digunakan untuk membuat diagram pareto:



Gambar 5. 1 Diagram Pareto

Seperti yang tertera pada gambar 5.1 diagram pareto perhitungan *six big losses* di atas, terlihat bahwa terdapat *losses* yang dominan, yakni *idling and minor stoppage loss* sebesar 20.28%. Tingginya presentase *idling and minor stoppage loss* disebabkan oleh mesin atau komponen yang berhenti karena gangguan sementara yang terdapat pada mesin.

### 5.3 Analisis Hubungan OEE dengan Six Big Losses

Berdasarkan hasil perhitungan nilai OEE di dapatkan presentase sebesar 79.57% dan belum memenuhi standar *world class* OEE yakni di angka 85%.

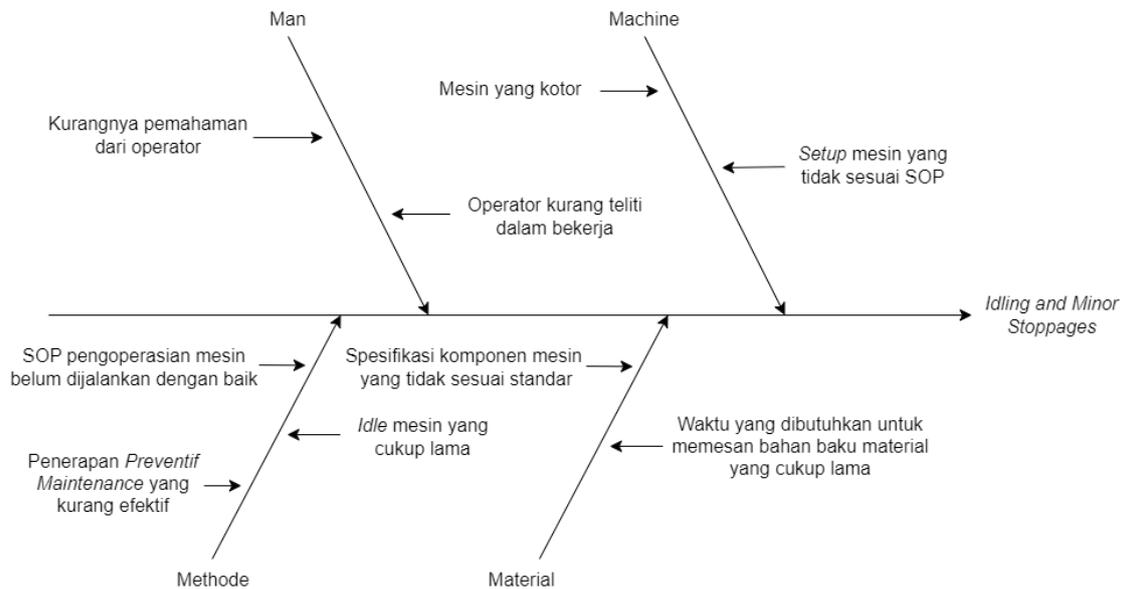
Hubungan antara *Six big losses* dan OEE memiliki keterkaitan secara invers, artinya semakin tinggi nilai OEE maka nilai *six big losses* akan semakin rendah, begitupun sebaliknya, semakin rendah nilai OEE maka akan semakin tinggi nilai *six big losses* nya. Pada PT. SKF Indonesia, mesin *Toyo T235 Grinding* belum mencapai kategori “*world class*” karena faktor *performance ratio* yang belum memenuhi standar yang ditetapkan.

Hal ini sejalan dengan tingginya tingkat *losses*, terutama pada *idling and minor stoppage loss*. *Idling and minor stoppage loss* ini masuk ke dalam kategori *speed losses*, yang memiliki kontribusi besar pada nilai *performance ratio*. Oleh karena itu, langkah pertama adalah yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi penyebab dari *losses* tersebut sebagai panduan untuk merumuskan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan efektivitas mesin *Toyo T235 Grinding*.

#### **5.4 Analisis Diagram *Fishbone***

Pada tahap ini akan mencari akar penyebab terjadinya *losses* pada perhitungan OEE. Identifikasi akar penyebab terjadinya *losses* ini dilakukan dengan menggunakan *tools* berupa diagram *fishbone* atau biasa disebut dengan diagram sebab akibat. Permasalahan *losses* yang paling besar yaitu terdapat pada *idling and minor stoppage loss*.

*Idling and minor stoppage loss* adalah jenis *losses* yang terjadi ketika mesin mengalami berhenti sementara atau terdapat gangguan dalam proses produksi yang hanya berlangsung dalam waktu yang relatif singkat. Oleh karena itu, akan dilakukan proses identifikasi akar penyebab yang memicu terjadinya *idling and minor stoppage loss* pada mesin *Toyo T235 Grinding*. Terdapat lima aspek yang digunakan dalam proses identifikasi ini, diantaranya adalah *man, machine, material, methode and environtment*. Kelima aspek tersebut berkontribusi pada terjadinya *idling and minor stoppage loss*.



Gambar 5. 2 Diagram *Fishbone*

Menurut diagram *fishbone* yang disajikan sebelumnya, berikut adalah hasil analisis untuk mengidentifikasi penyebab dari terjadinya *idling and minor stoppage loss*, dengan mempertimbangkan empat aspek yang mempengaruhi faktor ini. Karena tidak ditemukan penyebab permasalahan pada aspek *environment* maka hanya dijelaskan empat aspek saja, diantaranya adalah:

1. *Man* (Manusia)

Aspek manusia yang menyebabkan terjadinya *idling and minor stoppage loss* yaitu kurangnya pemahaman dari operator. Kurangnya pemahaman dari operator ini menyebabkan operator menjadi lalai akan pekerjaannya, sehingga *losses* tersebut dapat terjadi. Kemudian penyebab berikutnya adalah operator yang kurang teliti dalam bekerja. Hal ini dapat membahayakan keselamatan operator sendiri dan juga dapat membuat angka *losses* menjadi tinggi.

2. *Machine* (Mesin)

Penyebab terjadinya kerugian dari faktor *machine* ini yaitu berupa mesin yang kotor karena hasil dari pengikisan *ring* yang tersisa di dalam mesin, sehingga dapat merusak komponen mesin yang terdapat pada mesin *grinding*. Komponen mesin yang rusak juga dapat menghambat proses produksi, sehingga akan berdampak pada

*losses*. Kemudian penyebab dari aspek mesin ini adalah *setup* mesin yang tidak dilakukan sesuai SOP nya, hal ini disebabkan karena kurangnya pemeriksaan secara berkala sehingga mengakibatkan penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan yang dapat menyebabkan kerusakan mesin.

### 3. Material

Spesifikasi komponen mesin *Toyo T235 Grinding* yang tidak sesuai standar yang disebabkan karena kesalahan pada saat merancang desain komponen mesin tersebut dan juga pemesanan komponen dilakukan secara terburu buru sehingga menimbulkan perbedaan kualitas komponen material yang dapat mengganggu berjalannya proses *grinding*. Kemudian waktu yang dibutuhkan untuk memesan bahan baku material yang cukup lama yang disebabkan karena terkendala pada saat proses pengiriman *raw material* sehingga mesin tidak dapat beroperasi.

### 4. *Method* (Metode)

Beberapa penyebab yang terdapat pada aspek metode ini adalah SOP pengoperasian mesin yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal, karena operator yang tidak sepenuhnya memahami atau mengikuti SOP yang telah ditetapkan mengakibatkan penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan yang dapat menyebabkan kerusakan mesin. Adapun penyebab lainnya yaitu *idle* mesin yang cukup lama yang disebabkan karena waktu *downtime* yang terlalu tinggi, akibatnya proses produksi dapat terhambat. Penerapan *preventif maintenance* yang kurang efektif juga dapat menjadi penyebab *losses* yang disebabkan karena kurangnya pemahaman, pelatihan, serta perencanaan yang kurang memadai.

### 5.5 Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* dengan *Risk Priority Number* (RPN)

*Failure mode and effect analysis* (FMEA) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan dan bertujuan untuk mengurangi potensi terjadinya kegagalan. Dalam langkah-langkahnya, FMEA akan menghitung nilai *risk priority number* (RPN) dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari potensi risiko yang telah ditetapkan. Hasil RPN digunakan untuk menentukan prioritas risiko yang dapat menyebabkan kegagalan.

Tabel 5. 3 Analisis FMEA dengan RPN

No	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Jumlah Skala			Hasil nilai RPN	Rank
			<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>		
1	Kurangnya pemahaman dari operator, sehingga mesin dapat terhenti karna kecepatan yang ditetapkan tidak sesuai	Minimnya pengalaman kerja dari operator	2	3	1	6	8
2	Operator yang bekerja tidak teliti dalam mengoperasikan mesin, sehingga mesin tidak bekerja sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan	Kurangnya fokus dari operator dalam mengoperasikan mesin	5	4	7	140	2

No	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Jumlah Skala			Hasil nilai RPN	Rank
			<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>		
3	SOP pengoperasian mesin yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal, sehingga dapat terjadi kerusakan mesin	Operator yang tidak sepenuhnya memahami atau mengikuti SOP yang telah ditetapkan mengakibatkan penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan yang dapat menyebabkan kerusakan	3	3	3	27	4
4	Kasus <i>idle</i> mesin yang cukup lama yang disebabkan karena waktu <i>downtime</i> yang terlalu tinggi, akibatnya proses produksi dapat terhambat	Waktu <i>downtime</i> yang terlalu tinggi	6	8	4	192	1
5	<i>Preventif Maintenance</i> yang diterapkan kurang efektif sehingga menyebabkan waktu <i>downtime</i> yang tinggi	Kurangnya pemahaman, pelatihan, serta perencanaan yang kurang memadai	2	1	2	4	9
6	Mesin yang kotor karna hasil dari pengikisan <i>ring</i> , sehingga dapat merusak komponen mesin yang terdapat pada mesin <i>grinding</i> .	Hasil dari pengikisan <i>ring</i> yang tersisa pada mesin	4	4	1	16	5
7	<i>Setup</i> mesin yang tidak sesuai SOP, sehingga sering	Kurangnya pemeriksaan secara berkala	2	2	2	8	7

No	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Jumlah Skala			Hasil nilai RPN	Rank
			<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>		
	menimbulkan kerusakan mesin						
8	Waktu yang dibutuhkan untuk memesan bahan baku material yang cukup lama, sehingga mesin tidak dapat beroperasi	Kendala pada saat proses pengiriman <i>raw material</i>	3	5	4	60	3
9	Spesifikasi komponen mesin <i>grinding</i> yang tidak sesuai standart, sehingga menimbulkan perbedaan kualitas komponen material yang dapat mengganggu berjalannya proses <i>grinding</i>	Kesalahan pada saat merancang desain komponen mesin <i>grinding</i> dan pemesanan komponen dilakukan secara terburu buru	2	3	2	12	6

Menurut tabel 5.3 yang membahas perhitungan RPN, terdapat nilai RPN tertinggi pada kasus *idle* mesin yang cukup lama, yang memiliki nilai RPN sebesar 192. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 6 dengan akibat signifikan, frekuensi kejadian tinggi yaitu sebesar 8 yang terjadi dalam kurun waktu 11–100 jam dan dengan tingkat deteksi menengah keatas dengan nilai 4.

Nilai RPN peringkat kedua yaitu kasus operator yang bekerja tidak teliti, yang memiliki nilai RPN sebesar 140. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 5 dengan akibat moderat, frekuensi kejadian sedikit yaitu sebesar 4 yang terjadi dalam kurun waktu 2001-3000 jam dan dengan tingkat deteksi sangat rendah dengan nilai 7.

Nilai RPN peringkat ketiga yaitu kasus waktu yang dibutuhkan untuk memesan bahan baku material yang cukup lama, yang memiliki nilai RPN sebesar 60. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 3 dengan akibat ringan, frekuensi kejadian rendah yaitu sebesar 5 yang terjadi dalam kurun waktu 1001-2000 jam dan dengan tingkat deteksi menengah keatas dengan nilai 4.

Nilai RPN peringkat keempat yaitu kasus SOP pengoperasian yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal, yang memiliki nilai RPN sebesar 27. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 3 dengan akibat ringan, frekuensi kejadian sangat sedikit yaitu sebesar 3 yang terjadi dalam kurun waktu 3001-6000 jam dan dengan tingkat deteksi mudah terdeteksi dengan nilai 3.

Nilai RPN peringkat kelima yaitu kasus mesin yang kotor, yang memiliki nilai RPN sebesar 16. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 4 dengan akibat minor, frekuensi kejadian sedikit yaitu sebesar 4 yang terjadi dalam kurun waktu 2001-3000 jam dan dengan tingkat deteksi dapat dilakukan dengan mudah dengan nilai 1.

Nilai RPN peringkat keenam yaitu kasus spesifikasi komponen mesin *grinding* yang tidak sesuai standar, yang memiliki nilai RPN sebesar 12. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 2 dengan akibat sangat ringan, frekuensi kejadian sangat sedikit yaitu sebesar 3 yang terjadi dalam kurun waktu 3001-6000 jam dan dengan tingkat deteksi sangat mudah terdeteksi dengan nilai 2.

Nilai RPN peringkat ketujuh yaitu kasus *setup* mesin yang tidak sesuai SOP, yang memiliki nilai RPN sebesar 8. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 2 dengan akibat sangat ringan, frekuensi kejadian *remote* yaitu sebesar 2 yang terjadi dalam kurun waktu 6001–10.000 jam dan dengan tingkat deteksi sangat mudah terdeteksi dengan nilai 2.

Nilai RPN peringkat kedelapan yaitu kasus kurangnya pemahaman dari operator, yang memiliki nilai RPN sebesar 6. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 2 dengan akibat sangat ringan, frekuensi kejadian sangat sedikit yaitu sebesar 3 yang terjadi dalam kurun waktu 3001–6000 jam dan dengan tingkat deteksi dapat dilakukan dengan mudah dengan nilai 1.

Nilai RPN peringkat kesembilan yaitu kasus *Preventif Maintenance* yang diterapkan kurang efektif, yang memiliki nilai RPN sebesar 4. Nilai tersebut diperoleh karena tingkat kerusakan mencapai 2 dengan akibat sangat ringan, frekuensi kejadian hampir tidak pernah yaitu sebesar 1 yang terjadi dalam kurun waktu > 10.000 jam dan dengan tingkat deteksi sangat mudah terdeteksi dengan nilai 2.

## 5.6 Usulan Perbaikan

Berdasarkan urutan prioritas kegagalan yang telah ditemukan melalui perhitungan RPN, maka peneliti akan memberikan rekomendasi terkait potensi masalah yang mungkin terjadi pada mesin *Toyo T235 Grinding*. Usulan perbaikan yang peneliti sampaikan didasarkan pada hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan. Serta, usulan perbaikan ini juga dipertimbangkan berdasarkan analisis penyebab permasalahan yang didasarkan pada diagram *fishbone*, dengan mempertimbangkan situasi yang ada di perusahaan tempat penelitian dilaksanakan. Adapun usulan perbaikan yang diberikan yaitu:

Tabel 5. 4 Usulan Perbaikan

<b>Faktor Penyebab Kerusakan</b>	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	<b>Usulan Perbaikan</b>
	Kurangnya pemahaman dari operator, sehingga mesin dapat terhenti karena kecepatan yang ditetapkan tidak sesuai	Minimnya pengalaman kerja dari operator	Operator yang masih minim pengalaman kerja diberikan pendamping yang berpengalaman, serta diberikan dokumentasi prosedur pengoperasian mesin yang tertera secara detail
<i>Man</i>	Operator yang bekerja tidak teliti dalam mengoperasikan mesin, sehingga mesin tidak bekerja sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan	Kurangnya fokus dari operator dalam mengoperasikan mesin	Berikan pengawasan rutin dan inspeksi kualitas untuk memastikan operator tetap berfokus pada pekerjaannya

Faktor Penyebab Kerusakan	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Usulan Perbaikan
<i>Method</i>	SOP pengoperasian mesin yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal, sehingga dapat terjadi kerusakan mesin	Operator yang tidak sepenuhnya memahami atau mengikuti SOP yang telah ditetapkan mengakibatkan penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan yang dapat menyebabkan kerusakan	Tinjau ulang dan perbarui SOP untuk mesin <i>Toyo T235 Grinding</i> . Pastikan SOP mencakup langkah – Langkah yang jelas dan mudah dimengerti. Berikan kesempatan karyawan untuk memberikan <i>feedback</i> terhadap efektivitas SOP.
	Kasus <i>idle</i> mesin yang cukup lama yang disebabkan karena waktu <i>downtime</i> yang terlalu tinggi, akibatnya proses produksi dapat terhambat	Waktu <i>downtime</i> yang terlalu tinggi	Lakukan analisis <i>downtime</i> secara mendalam untuk memahami penyebab <i>idle</i> mesin yang terlalu lama. Rencanakan produksi dengan lebih baik guna menghindari periode <i>idle</i> yang tidak perlu.
	<i>Preventif Maintenance</i> yang diterapkan kurang efektif sehingga menyebabkan waktu <i>downtime</i> yang tinggi	Kurangnya pemahaman, pelatihan, serta perencanaan yang kurang memadai	Perbaiki rencana dengan menambahkan atau mengubah langkah – langkah <i>preventif maintenance</i> apabila ditemukan kelemahan dalam program <i>preventif maintenance</i> . Lakukan audit rutin terhadap program <i>preventif maintenance</i> yang ada untuk memastikan bahwa langkah – langkah yang diperlukan telah dijalankan secara efektif

Faktor Penyebab Kerusakan	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Usulan Perbaikan
<i>Machine</i>	Mesin yang kotor karena hasil dari pengikisan <i>ring</i> , sehingga dapat merusak komponen mesin yang terdapat pada mesin <i>grinding</i> .	Hasil dari pengikisan <i>ring</i> yang tersisa pada mesin	Melakukan <i>Autonomous Maintenance</i> dengan mengikutsertakan operator produksi tanpa bergantung pada tim <i>maintenance</i> , melibatkan kegiatan pembersihan mesin di area yang kotor baik sebelum maupun setelah mesin digunakan. Buat jadwal rutin untuk pembersihan dan pemeliharaan mesin
	<i>Setup</i> mesin yang tidak sesuai SOP, sehingga sering menimbulkan kerusakan mesin	Kurangnya pemeriksaan secara berkala	Lakukan evaluasi dan perbarui prosedur dan proses kinerja berdasarkan <i>feedback</i> karyawan dan hasil pemantauan kinerja mesin. Penerapan SOP mesin yang ketat, pastikan semua operator dan teknisi memiliki pemahaman yang baik tentang SOP yang berlaku dengan memberikan pelatihan rutin.
<i>Material</i>	Waktu yang dibutuhkan untuk memesan bahan baku material yang cukup lama, sehingga mesin tidak dapat beroperasi	Kendala pada saat proses pengiriman <i>raw material</i>	Buat jadwal pemesanan yang lebih tepat waktu dan sesuai dengan kebutuhan produksi. Pertimbangkan kesepakatan jangka panjang dengan pemasok utama untuk mengoptimalkan pengiriman

Faktor Penyebab Kerusakan	<i>Potential Failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Usulan Perbaikan
	Spesifikasi komponen mesin <i>grinding</i> yang tidak sesuai standart, sehingga menimbulkan perbedaan kualitas komponen material yang dapat mengganggu berjalannya proses <i>grinding</i>	Kesalahan pada saat merancang desain komponen mesin <i>grinding</i> dan pemesanan komponen dilakukan secara terburu buru	Tinjau spesifikasi mesin yang ada untuk memastikan bahwa komponen tersebut sesuai dengan kebutuhan produksi dan standar industri terbaru.

Pada penelitian kali ini peneliti akan memfokuskan pembuktian hipotesa kegagalan pada faktor *man* yakni pada kurangnya pemahaman operator dan *methode* yaitu SOP pengoperasian mesin yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal dengan rekomendasi upaya perbaikannya yaitu tinjau ulang dan perbarui SOP untuk mesin *Toyo T235 Grinding*. Adapun SOP pengoperasian mesin *Toyo T235 Grinding* pada PT. SKF Indonesia seperti berikut:

1. *Education and Training*

Pemberian ilmu serta pelatihan memegang peran yang cukup sentral dalam membentuk pekerja yang kompeten, yang dilengkapi dengan keterampilan, pengetahuan teknis, serta pemahaman mendalam yang diperlukan untuk menjalankan tugas pemeliharaan secara mandiri (D.R. Kiran, 2016). Pendekatan ini melibatkan berbagai upaya, termasuk penyelenggaraan program pelatihan kesadaran yang dirancang secara menyeluruh meningkatkan pemahaman dan kesadaran yang dirancang untuk secara menyeluruh meningkatkan pemahaman dan kesadaran pekerja terkait praktik pengoperasian mesin. Melalui peningkatan pemahaman ini, diharapkan bahwa kinerja karyawan akan lebih efisien, mereka

akan menjadi lebih proaktif, dan akan mengambil tanggung jawab yang akan lebih besar dalam menjalankan tugas – tugas pemeliharaan mereka.

## 2. Pembaharuan SOP pengoperasian mesin *Toyo T235 Grinding*

 <b>PT SKF Indonesia</b>		<b>MANUFACTURING PROCESS</b>			Section :	
<b>HB</b>	<b>INSTRUCTION</b>	<b>STANDART OPERATING PROCEDURE</b> <b>MACHINE TOYO T235 IR GRINDING CH.3</b>			Complied :	
					Approved :	
					Verified :	
		1/	2/	3/	4/	5/
<p><b>I. LANGKAH MENGHIDUPKAN MESIN</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Putar switch panel mesin ke posisi "On"</li> <li>2 Saluran udara dibuka (check tekanan yang diizinkan)</li> <li>3 Periksa tekanan oil conditioner yang diizinkan pada wheel spindle (Wheel Head)</li> <li>4 Periksa tekanan lubrication</li> <li>5 Periksa seluruh level oil tank</li> <li>6 Tekan tombol hydraulic pump motor - start</li> <li>7 Check tekanan yang diizinkan pada hydraulic pump</li> </ol> <p><b>II. LANGKAH MENJALANKAN MESIN</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Putar (Selector Switch) Cycle ke posisi "Auto"</li> <li>2 Putar (Selector Switch) Feed ke posisi "Auto"</li> <li>3 Putar &amp; tekan (Switch Push Button) Loader ke posisi "Up"</li> <li>4 Putar dan tekan (Switch Push Button) index pada posisi "Re-Traction"</li> <li>5 Putar (Selector Switch) magnet chuck pada posisi "Off"</li> <li>6 Putar &amp; tekan (Switch Push Button) Work Spindle pada posisi continuous (lihat monitor besar putaran/rpm)</li> <li>7 Putar (Selector Switch) Feed ke posisi Feed</li> <li>8 Tekan tombol wheel head start (secara berulang - ulang)</li> <li>9 Putar (Selector Switch) coolant pada posisi "Auto"</li> <li>10 Tekan tombol "Auto Cycle Start", mesin dalam kondisi langsung running</li> </ol> <p><b>III. LANGKAH MEMATIKAN MESIN</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Tekan tombol Auto Cycle Stop</li> <li>2 Putar (Selector Switch) coolant pada posisi Stop</li> <li>3 Tekan tombol Wheel Head Stop</li> <li>4 Tekan tombol Master Stop, (dilakukan setelah Wheel Head benar - benar berhenti)</li> <li>5 Tutup Saluran Udara</li> <li>6 Tutup Saluran Coolant</li> <li>7 Switch Panel mesin di Off</li> </ol>						

Gambar 5. 3 SOP Pengoperasian Mesin *Toyo T235 Grinding*

Pengoperasian mesin merupakan fondasi utama dalam seluruh proses produksi yang menjadi inti dari operasional perusahaan. Keberhasilan dan efektivitas operasi ini sangat bergantung pada Standar Operasional Prosedur (SOP) yang ada. Dengan dibuatnya Standar Operasional Prosedur (SOP) ini, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi

produksi, menjaga keamanan pekerja, serta menjaga kualitas produk yang konsisten. Pada SOP pengoperasian mesin *Toyo T235 Grinding* ini sudah dijelaskan secara rinci terkait langkah – langkah atau SOP pengoperasian dari mesin *Toyo T235 Grinding* hanya saja belum terdapat gambar yang memvisualisasikan kendali dari mesinnya tersebut.

Peneliti ingin merekomendasikan untuk mengambil tindakan konkret dengan mempertimbangkan untuk memasukkan gambar pusat kendali yang relevan ke dalam Standar Operasional Prosedur (SOP) yang digunakan dalam pengoperasian mesin, terutama jika saat ini dokumen tersebut belum dilengkapi dengan visualisasi yang memadai. Hal ini dapat membantu dalam memperjelas dan mempermudah pemahaman mengenai langkah–langkah yang harus diikuti oleh operator mesin.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan yang didapatkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan OEE pada mesin *Toyo T235 Grinding* PT. SKF Indonesia selama periode Januari hingga Juni 2023 menghasilkan rata – rata OEE sekitar 79.57%. Dalam konteks standar *JIPM* untuk nilai OEE, kinerja mesin *Toyo T235 Grinding* ini dapat dikategorikan sebagai “sedang”. Kategori ini mengindikasikan bahwa mesin dalam kondisi yang memadai untuk produksi rutin, tetapi masih terdapat potensi perbaikan dan peningkatan yang diperlukan guna mencapai kelas dunia, yang biasanya memiliki OEE melebihi atau yang setara dengan 85%. Adapun beberapa aspek yang terdapat pada perhitungan OEE ini, didapatkan bahwa nilai *Availability ratio* sebesar 96.12%, nilai *Performance ratio* sebesar 82.94%, *Quality ratio* sebesar 99.81%.
2. Faktor–faktor penyebab *losses* pada mesin *Toyo T235 Grinding* pada PT. SKF Indonesia dengan urutan ranking 1 yaitu tentang *idle* mesin yang cukup lama dengan nilai RPN 192 pada faktor *methode* (metode), pada ranking 2 yaitu tentang operator yang bekerja tidak teliti dalam mengoperasikan mesin dengan nilai RPN 140 pada faktor *man* (manusia), pada ranking 3 yaitu tentang waktu yang dibutuhkan untuk memesan bahan baku material yang cukup lama dengan nilai RPN 60 pada faktor *material*, pada ranking 4 yaitu tentang SOP pengoperasian mesin yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal dengan RPN 27 pada faktor *methode* (metode),

pada ranking 5 yaitu tentang mesin yang kotor dengan RPN 16 pada faktor *machine* (mesin), pada ranking 6 yaitu tentang spesifikasi komponen mesin *grinding* yang tidak sesuai standar dengan RPN 12 pada faktor *material*, pada ranking 7 yaitu tentang *setup* mesin yang tidak sesuai SOP dengan RPN 8 pada faktor *machine* (mesin), pada ranking 8 yaitu tentang kurangnya pemahaman dari operator dengan RPN 6 pada faktor *man* (manusia), kemudian yang terakhir pada ranking 9 yaitu tentang *preventif maintenance* yang diterapkan kurang efektif dengan RPN 4 pada faktor *methode* (metode).

3. Setelah didapatkan faktor–faktor penyebab *losses* pada mesin *Toyo T235 Grinding*, peneliti akan memberikan solusi dari permasalahan tersebut.
  - Pada faktor kurangnya pemahaman dari operator dapat diusulkan dengan operator yang masih minim pengalaman kerja diberikan pendamping yang berpengalaman, serta diberikan dokumentasi prosedur pengoperasian mesin yang tertera secara detail.
  - Pada faktor operator yang bekerja tidak teliti dalam mengoperasikan mesin dapat diusulkan dengan diberikan pengawasan rutin dan inspeksi kualitas untuk memastikan operator tetap berfokus pada pekerjaannya.
  - Pada faktor SOP pengoperasian mesin yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal dapat diusulkan untuk melakukan peninjauan ulang dan memperbarui SOP untuk mesin *Toyo T235 Grinding*. Pastikan SOP mencakup langkah – langkah yang jelas dan mudah dimengerti, serta berikan kesempatan karyawan untuk memberikan *feedback* terhadap efektivitas SOP.
  - Pada faktor kasus *idle* mesin yang cukup lama, dapat diusulkan dengan melakukan analisis *downtime* secara mendalam untuk memahami penyebab *idle* mesin yang terlalu lama, kemudian rencanakan produksi dengan lebih baik guna menghindari periode *idle* yang tidak perlu.
  - Pada faktor *preventif maintenance* yang diterapkan kurang efektif, dapat diusulkan dengan perbaiki rencana dengan menambahkan atau mengubah langkah – langkah *preventif maintenance* apabila ditemukan kelemahan dalam program

*preventif maintenance*, serta dengan melakukan audit rutin terhadap program *preventif maintenance* yang ada untuk memastikan bahwa langkah – langkah yang diperlukan telah dijalankan secara efektif.

- Pada faktor mesin yang kotor dapat diusulkan dengan melakukan *autonomous maintenance* dengan mengikutsertakan operator produksi tanpa perlu bergantung pada tim *maintenance*, melibatkan kegiatan pembersihan mesin di area yang kotor baik sebelum maupun setelah mesin digunakan, serta membuat jadwal rutin untuk pembersihan dan pemeliharaan mesin.
- Pada faktor *setup* mesin yang tidak sesuai SOP, dapat diusulkan dengan lakukan evaluasi dan perbarui prosedur dan proses kinerja berdasarkan *feedback* karyawan dan hasil pemantauan kinerja mesin, serta dengan menerapkan SOP mesin yang ketat, pastikan semua operator dan teknisi memiliki pemahaman yang baik tentang SOP yang berlaku.
- Pada faktor waktu yang dibutuhkan untuk memesan bahan baku material yang cukup lama, dapat diusulkan dengan buat jadwal pemesanan yang lebih tepat waktu dan sesuai dengan kebutuhan produksi, serta pertimbangkan kesepakatan jangka panjang dengan pemasok utama untuk mengoptimalkan pengiriman.
- Pada faktor spesifikasi komponen mesin *grinding* yang tidak sesuai dengan standar, dapat diusulkan dengan meninjau spesifikasi mesin yang ada untuk memastikan bahwa komponen tersebut sesuai dengan kebutuhan produksi dan standar industri terbaru.

Peneliti memfokuskan pembuktian hipotesa kegagalan pada faktor *methode* yaitu SOP pengoperasian mesin yang ditetapkan belum dijalankan secara maksimal dengan rekomendasi upaya perbaikannya yaitu tinjau ulang dan perbarui SOP untuk mesin *Toyo T235 Grinding*.

Dari analisis yang dilakukan, peneliti ingin merekomendasikan untuk mengambil tindakan konkret dengan mempertimbangkan untuk memasukkan gambar pusat kendali yang relevan ke dalam Standar Operasional Prosedur (SOP) yang digunakan dalam pengoperasian mesin, terutama jika saat ini dokumen tersebut belum

dilengkapi dengan visualisasi yang memadai. Hal ini dapat membantu dalam memperjelas dan mempermudah pemahaman mengenai langkah – langkah yang harus diikuti oleh operator mesin. Serta merekomendasikan untuk memberikan *education and training* terkait dengan pemahaman operator tentang kesadaran dalam bekerja.

## **6.2 Saran**

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, saran yang bisa peneliti ajukan kepada Perusahaan dan penelitian mendatang adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat melakukan evaluasi performa dan efisiensi pada semua mesin produksinya. Disarankan supaya Perusahaan mencatat semua informasi dan data terkait proses produksi dan operasi mesin supaya dapat dengan mudah diakses pada saat diperlukan. Usulan perbaikan yang telah diajukan oleh peneliti dapat dijadikan sebagai acuan pertimbangan bagi perusahaan dalam upaya meningkatkan efektivitas kinerja mesin.
2. Perhitungan OEE harus dilakukan untuk seluruh mesin produksi, bukan hanya pada satu jenis mesin saja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, M. B. (2018). Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.30656/intech.v4i1.851>.
- Arikunto, S. (2016). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi 4*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Badariah, N. S. (2012). Analisa Supply Chain Risk Management Berdasarkan Metode Failure Mode and Effects ANalysis (FMEA). *Jurnal Teknik Industri*, 110-112.
- Bilianto, B. Y., & Ekawati, Y. (2016). Pengukuran Efektivitas Mesin Menggunakan Overall Equipment Effectiveness Untuk Dasar Usulan Perbaikan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 116-126.
- Dendi, Ferida. (2021). Analisis Efektivitas Mesin Jahit dengan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *JIE. UPY (Journal of Industrial Engineering Universitas PGRI Yogyakarta)*, 1(1): 24-30.
- Gasper, V. (1992). *Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*. Bandung: Tarsito.
- Hafiz, K., & Martianis, E. (2019). Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Caterpillar Type 3512B di PT. PLN (Persero) UPLTD Bagan Besar PLTD Bengkalis). *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(2): 87-96.
- Heizer & Render. (2014). *Operations Management Sustainability and Supply Chain Management (11th ed.)*. New York: Pearson Education.
- Irfan, M. (2021). Analisis Overall Equipment Efectiveness Untuk Meningkatkan Keefektifan Pada Mesin Press. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(7): 1173-1182.
- Jannah, R. M., Supriyadi, & Nalhadi, A. (2017). Analisis Efektivitas Pada Mesin Centrifugal dengan Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Seminar Nasional Riset Terapan (SENASSET)*, 70-75.
- Kemenperin. (2020).
- Kiran, D. R. (2016). *Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies provides the full range of management*. Elsevier Science.
- Kuswardana, Mayangsari, & Amrullah. (2017). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5-Why Analysis) 2 November 2020 D04.10 di PT. PAL Indonesia. *Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application*, (pp. 141-145, ISSN: 2581-1770).
- Maknunah, L. U., Achmadi, F., & Astuti, R. (2016). Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Mengevaluasi Kinerja Mesin – Mesin di Stasiun Giling Pabrik Gula Krebet II Malang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 26(2): 189-198.

- Margono, H. (2020). *Asas Keadilan Kemanfaatan & Kepastian Hukum Dalam Putusan Hakim*. Jakarta: Sinar Grafika.
- Muwajih, M. (2015). Analisa Overall Equipment Effectiveness (OEE) Plan 2A Welding Section Stasiun Rear Frame Assy Dalam Menunjang Kelancaran Proses Produksi (Studi Kasus PT. XYZ Manufacture Otomotif). *Jurnal MIX, Universitas Mercu Buana Jakarta*, 5(3), 1-12. ISSN 2088-1231.
- Nugraha & Sari. (2019). Analisis Defect dengan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode Effect Analysis. *Jurnal Saintifik Manajemen dan Akuntansi*, 64.
- Putra, A. N., Prabowo, R., & Mollah, M. K. (2022). Usulan Peningkatan Efektivitas Mesin Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Fault Tree Analysis (FTA) Pada Mesin Moulding PT. TFM. *Industrial Engineering Journal*, 11(2): 1-11.
- Putra, H. N., Subukti, A., & Rachmad, A. N. (2017). Analisis risiko menggunakan metode FMCEA dan metode topsi untuk penentuan prioritas perbaikan pada steam turbine di perusahaan pembangkit listrik tenaga panas bumi. *Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application*. Surabaya, Indonesia: Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja - Politeknik Perkapalan Negeri .
- Rahman, A., & Perdana, S. (2019). Analisis produktivitas Mesin Percetakan Perfect Binding Dengan Metode OEE dan FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(1): 34-42.
- Ramayanti, G., Sastraguna, G., & Supriyadi, S. (2020). Analisis Produktivitas dengan Metode Objective Matrix (OMAX) di Lantai Produksi Perusahaan Botol Minuman. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 31-38.
- Ravianto, J. (2014). *Produktivitas dan Pengukuran*. Jakarta: Binaman Aksara.
- Richard, Derajat. (2018). Pengukuran dan Upaya Peningkatan Efektivitas Mesin Bias Cutting di PT.XYZ Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Inovisi*, 14(1): 12-24.
- Rosyidi, K., Santoso, P. B., & Sasongko, M. N. (2015). Peningkatan Efektivitas Perawatan Mesin Perontok Bulu Unggas Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *JEMIS*, 3(2): 70-75.
- Saiful, Rapi, A., & Novawanda, O. (2014). Pengukuran Kinerja Mesin Defektor I dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus pada PT. Perkebunan XY). 2.
- Saiful, Rapi, A., & Novawanda, O. (2014). Pengukuran Kinerja Mesin Defektor I dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus pada PT. Perkebunan XY).
- Satibi, I. (2011). *Teknik Penulisan Skripsi, Tesis & Disertasi*. Bandung: Ceplas.
- Siswanto. (2010). *Metode Penelitian Sastra*. Surakarta: Pusat Pelajar.
- Suliantoro, H., Susanto, N., Prastawa, H., Sihombing, I., Mustikasari, A., & et, a. (2017). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree

- Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2): 105-118. <https://doi.org/10.14710/jati.12.2.105-118>.
- Sulistiardi, O., & Prasetio, D. E. (2019). Perbaikan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Line Assembly 3 di PT. Mesin Isuzu Indonesia. *Jurnal Baut dan Manufaktur*, 1(1): 7-16.
- Surya, A., Sutrisno, A., & Punuhsingon, C. (2017). Penerapan Metode FMEA (Failure Measure and Effect Analysis) Untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Risiko Akibat Terjadinya Lean Waste. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), 45-57.
- Susanto, M. D., Andesta, D., & Jufriyanto, M. (2022). Analisis Efektivitas Mesin Injection Moulding Menggunakan Metode OEE dan FMEA (Studi Kasus di PT. Cahaya Bintang Plastindo). *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 2(3): 412-421.
- Susetyo, J. (2009). Analisis pengendalian kualitas dan efektivitas dengan integrasi konsep failure mode & effect analysis dan faulttree analysis serta overall equipment effectiveness. *J Teknol Technoscientia*, 2(1): 70-77.
- Tri, Fatchan, Andri. (2018). Implementasi Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Guna Mengukur Efektivitas Mesin Produksi. *Seminar Rekayasa Teknologi (Semrestek)*, 559-566.
- Umar, H. (2013). *Metode Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis*. Jakarta: Rajawali.
- Zulfatri, M. M., Alhilman, J., & Atmaji, F. T. (2020). Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Overall Resource Effectiveness (ORE) Pada Mesin PL1250 di PT XYZ. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(2): 123-131.

