

SKRIPSI

**PENGUKURAN EFEKTIVITAS MESIN SHODA NC-ROUTER
2001-1321 DENGAN PENDEKATAN *OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS (OEE) DAN SIX BIG LOSSES*
(Studi Kasus : PT. Maruki International Indonesia)**

Disusun dan diajukan oleh:

**MIKALISA ARYANI
D071191020**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

SKRIPSI

**PENGUKURAN EFEKTIVITAS MESIN SHODA NC-ROUTER
2001-1321 DENGAN PENDEKATAN *OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS (OEE) DAN SIX BIG LOSSES*
(Studi Kasus : PT. Maruki International Indonesia)**

Disusun dan diajukan oleh:

**MIKALISA ARYANI
D071191020**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGUKURAN EFEKTIVITAS MESIN SHODA NC-ROUTER 2001-1321
DENGAN PENDEKATAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*
(OEE) DAN *SIX BIG LOSSES*
(Studi Kasus : PT. Maruki International Indonesia)**

dan diajukan oleh

MIKALISA ARYANI

D071191020

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 24 Agustus 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

UNIVERSITAS HASANUDDIN

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Sapta Asmal, S.T., M.T., IPM
NIP. 19681005 199603 1 002

Ir. A. Besse Riyani Indah, S.T., M.T., IPM
NIP. 19891201 201903 2 013

Ketua Program Studi, Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU
NIP. 19740621 200604 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mikalisa Aryani
NIM : D071191020
Program Studi : Teknik Industri
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Pengukuran Efektivitas Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Dengan Pendekatan *Overall Equipment Effectiveness (Oee)* dan *Six Big Losses* (Studi Kasus : Pt. Maruki International Indonesia)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua Informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

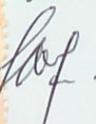
Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 24 Agustus 2023

Yang Menyatakan Tanda Tangan,




Mikalisa Aryani

ABSTRAK

MIKALISA ARYANI. Pengukuran Efektivitas Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Dengan Pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* (Studi Kasus: PT. Maruki International Indonesia) (dibimbing oleh Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPM dan Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM).

PT. Maruki International Indonesia merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang berfokus pada pembuatan *Butsudan*, yang membutuhkan sistem manajemen pemeliharaan yang efektif untuk mempertahankan kualitas dan meningkatkan produktivitas. Salah satu faktor penting yang harus diperhatikan adalah perawatan mesin dan fasilitas produksi, karena diperlukan sistem perawatan terbaik untuk mengurangi jumlah kerusakan mesin dan biaya perbaikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas mesin Shoda NC-Router 2001-1321 serta menganalisis faktor penyebab rendahnya nilai efektivitasnya. Hal ini dilakukan untuk menciptakan desain perbaikan dalam sektor pemeliharaan, sehingga *Six Big Losses* dapat diminimalkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yang fokus pada pengukuran tingkat efektivitas peralatan untuk mencegah kerugian waktu produksi akibat *Breakdown* mesin. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai OEE pada mesin Shoda NC-Router 2001-1321 pada bulan Juni-Juli 2023 adalah 78.69%. Faktor utama yang mempengaruhi nilai OEE pada mesin tersebut adalah *Idle & Minor Stoppages* sebesar 25.19% dan *Setup & Adjustment* sebesar 19.28%. Oleh karena itu, kedua faktor ini menjadi prioritas untuk diperbaiki.

Kata Kunci: *Overall Equipment Effectiveness*, *Six Big Losses*, Efektivitas Mesin



ABSTRACT

MIKALISA ARYANI. Pengukuran Efektivitas Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Dengan Pendekatan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Six Big Losses* (Studi Kasus: PT. Maruki International Indonesia) (dibimbing oleh Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPM dan Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM).

PT. Maruki International Indonesia is a company that specializes in manufacturing Butsudan and requires an effective maintenance management system to uphold quality and enhance productivity. One crucial aspect to consider is the maintenance of machinery and production facilities, as it necessitates the best maintenance system to reduce the number of equipment breakdowns and repair costs. This research aims to measure the effectiveness level of the Shoda NC-Router 2001-1321 machine and analyze the factors contributing to its low effectiveness. The objective is to design improvements in the maintenance sector to minimize Six Big Losses. The method used in this study is Overall Equipment Effectiveness (OEE), which focuses on measuring the equipment's efficiency to prevent production time losses due to machine breakdowns. The research findings reveal an average OEE value of 78.69% for the Shoda NC-Router 2001-1321 machine in June-July 2023. The main factors influencing the OEE value are Idle & Minor Stoppages at 25.19% and Setup & Adjustment at 19.28%. Hence, these two factors take precedence in the improvement process.

Keywords: Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Machine Effectiveness



DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR RUMUS	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	6
2.2 <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	9
2.3 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	13
2.4 <i>Six Big Losses</i>	16
2.5 <i>Cause and Effect Diagram</i>	18
2.6 <i>Failure Mode and Effect Criticality Analysis</i> (FMECA)	19
2.7 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	27
3.2 Sumber Data	27
3.3 Metode Pengumpulan Data	28
3.4 Metode Penelitian.....	28
3.5 Kerangka Berpikir	31
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	34
4.2 Pengumpulan Data.....	37
4.3 Pengolahan Data <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	41
4.4 Pengolahan Data <i>Six Big Losses</i>	53
4.5 Analisis <i>Cause and Effect Diagram</i>	62
4.6 Analisis <i>Failure Mode and Effect Criticality Analysis</i> (FMECA)	65
4.7 Rekomendasi Perbaikan	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Delapan pilar TPM.....	13
Gambar 2 <i>Six Big Losses</i>	18
Gambar 3 <i>Cause and effect diagram</i>	19
Gambar 4 Matriks kritikalitas	22
Gambar 5 Lokasi penelitian	27
Gambar 6 <i>Flowchart</i> penelitian	29
Gambar 7 Kerangka berpikir.....	31
Gambar 8 Mesin Shoda NC-Router 2001-1321.....	37
Gambar 9 Grafik OEE mesin Shoda NC-Router 2001-1321	53
Gambar 10 <i>Pareto Diagram Six Big Losses</i>	62
Gambar 11 Diagram sebab akibat <i>Idle & Minor Stoppages</i> mesin Shoda NC-Router 2001-1321	63
Gambar 12 Diagram sebab akibat <i>Setup & Adjustment</i> mesin Shoda NC-Router 2001-1321	64
Gambar 13 Matriks kritikalisasi mesin Shoda NC-Router 2001-1321	70



DAFTAR TABEL

Tabel 1 <i>World Class OEE</i>	15
Tabel 2 <i>Ranking Severity</i>	20
Tabel 3 <i>Rating Occurance</i>	20
Tabel 4 <i>Rating Detection</i>	21
Tabel 5 Kategori <i>Criticality Analysis</i>	23
Tabel 6 Penelitian terdahulu.....	23
Tabel 7 Data Produksi Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Bulan Juni-Juli 2023	38
Tabel 8 Data Waktu Kerja Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Bulan Juni-Juli 2023.....	39
Tabel 9 Data <i>Unplanned Downtime</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Bulan Juni-Juli 2023.....	40
Tabel 10 <i>Availability Ratio</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Bulan Juni-Juli 2023.....	42
Tabel 11 Total <i>Downtime</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Bulan Juni-Juli 2023	44
Tabel 12 <i>Operating Time</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Bulan Juni-Juli 2023	45
Tabel 13 Perhitungan Persentase Jam Kerja Efektif bulan Juni 2023	45
Tabel 14 Perhitungan <i>Ideal Cycle Time</i> Bulan Juni-Juli 2023.....	46
Tabel 15 <i>Performance Ratio</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Bulan Juni-Juli 2023.....	43
Tabel 16 <i>Quality Ratio</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023	48
Tabel 17 Hasil Perhitungan OEE Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023.....	50
Tabel 18 EFL Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023.....	54
Tabel 19 <i>Setup & Adjustment</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023.....	55
Tabel 20 <i>Idle and Minnor Stoppage</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023.....	56
Tabel 21 <i>Reduce Speed Losses</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023.....	58
Tabel 22 <i>Rework Losses</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023	59
Tabel 23 <i>Scrap Losses</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023	60
Tabel 24 Hasil <i>Six Big Losses</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 bulan Juni-Juli 2023.....	61
Tabel 25 Hasil Rekapitulasi Kumulatif <i>Six Big Losses</i>	62
Tabel 26 Penilaian <i>Severity</i>	66
Tabel 27 Penilaian <i>Occurance</i>	66
Tabel 28 Penilaian <i>Detection</i>	67
Tabel 29 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> Mesin Shoda NC-Router 2001-132168	
Tabel 30 <i>Critical Analysis</i>	71

DAFTAR RUMUS

Rumus 1 <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	13
Rumus 2 <i>Availability Ratio</i>	14
Rumus 3 <i>Performance Ratio</i>	14
Rumus 4 <i>Quality Ratio</i>	14
Rumus 5 <i>Equipment Failure Losses</i>	16
Rumus 6 <i>Setup and Adjustment Losses</i>	17
Rumus 7 <i>Idle and Minor Stoppages Losses</i>	17
Rumus 8 <i>Reduced Speed Losses</i>	17
Rumus 9 <i>Rework Losses</i>	18
Rumus 10 <i>Scrap Losses</i>	18



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Objek Penelitian	81
Lampiran 2 Spesifikasi Mesin.....	82
Lampiran 3 Hasil Wawancara Penelitian.....	83
Lampiran 4 Hasil Pengamatan Waktu.....	85
Lampiran 5 Tabel Penilaian FMECA	86
Lampiran 6 Hasil Dokumentasi Penelitian	89



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "**Pengukuran Efektivitas Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 Dengan Pendekatan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Six Big Losses* (Studi Kasus: PT. Maruki International Indonesia)**".

Penulisan skripsi ini merupakan bagian dari perjalanan akademik penulis dalam menyelesaikan studinya untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi selama proses penelitian ini terutama kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis bisa menjalani menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa terbaik yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
3. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D., IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPM selaku dosen pembimbing I dan Ibu Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM selaku dosen pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan dengan baik, serta memotivasi penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D., IPU dan Ibu Ir. Diniary Ikasari Syamsul, ST., MT selaku dosen penguji yang telah memberi saran dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Rusni selaku Supervisor HRD PT. Maruki International Indonesia yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ini.

7. Bapak Abe selaku Kepala Departemen *Maintenance* dan Bapak Syamsuddin selaku Kepala Produksi beserta tim produksi yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian di PT. Maruki International Indonesia.
8. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak ilmu, nasihat, dan bantuan kepada penulis selama menempuh perkuliahan.
9. Sahabat-sahabat KMKI yang selalu menemani penulis dari awal perkuliahan hingga sekarang. Terima kasih atas motivasi dan nasihat yang selalu diberikan kepada penulis sehingga saya bisa menjalani masa perkuliahan dengan lancar.
10. Sahabat-sahabat HEURIZTIC19 yang selalu ada untuk membantu penulis dalam keadaan apapun.
11. Pihak-pihak terkait yang mendukung terselesaikannya tugas akhir ini.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dicatat sebagai amal ibadah oleh Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk peningkatan kualitas karya penulis dimasa yang akan datang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan menjadi inspirasi bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca yang ingin memperluas wawasan tentang topik yang sama atau terkait.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Gowa, Agustus 2023

Penulis

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu faktor yang mendukung kesuksesan industri manufaktur adalah kelancaran proses produksi. Proses produksi melibatkan serangkaian langkah yang harus dilakukan untuk menghasilkan barang atau jasa. Kelancaran proses produksi dapat dicapai melalui penggunaan mesin dan peralatan produksi yang efisien, serta pemeliharaan mesin yang efektif. Hal ini akan menghasilkan produk berkualitas, penyelesaian proses produksi yang tepat waktu, dan biaya produksi yang rendah (Muhaemin & Nugraha, 2022).

Dalam usaha meningkatkan kualitas tersebut, seringkali menghadapi hambatan seperti kerusakan mesin dan fasilitas produksi yang dapat menyebabkan kegagalan sistem. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah mengganti komponen mesin yang rusak sebagai bagian dari peremajaan, yang bertujuan untuk memperpanjang umur pakai mesin. Selain itu, tindakan pencegahan seperti *Preventive Maintenance* juga dilakukan untuk menjaga agar mesin tidak mengalami kerusakan atau gangguan saat beroperasi.

PT. Maruki Internasional Indonesia adalah sebuah perusahaan manufaktur yang berlokasi di Kawasan Industri Makassar yang berfokus pada pembuatan *Butsudan*, yaitu sebuah lemari kayu dengan pintu yang digunakan sebagai tempat penyimpanan *Gohonzon* atau objek keagamaan seperti patung atau lukisan dalam tradisi agama Buddha. PT. Maruki Internasional Indonesia memproduksi 2 jenis *Butsudan* yaitu *Butsudan* tradisional dan *Butsudan* modern yang diproduksi melalui *5 Factory*. PT. Maruki Internasional Indonesia melakukan kegiatan ekspor sebanyak 3-4 kali dalam satu bulan kerja melalui kantor pusat di Jepang, Maruki Co. Ltd.

Proses produksi *Butsudan* melalui *5 Factory* yang terdiri dari *Factory 0* (mengelolah material kayu dan *Harboard* menjadi komponen *Cutting Size* sesuai dengan gambar kerja), *Factory 2* (mengelolah komponen yang telah disiapkan oleh *Factory 1* menjadi komponen jadi sesuai dengan gambar dan model yang diinginkan), *Factory 3* (melakukan penghalusan/pengamplasan komponen dari

Factory 2 kemudian melakukan proses pewarnaan), dan *Factory 4* (melaksanakan proses *Assembling* dan *Packing*).

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Departemen *Maintenance* PT. Maruki Internasional Indonesia yang dapat dilihat pada lampiran 3, diketahui bahwa mesin yang sering mengalami masalah adalah mesin Shoda NC-Router 2001-1321. Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 adalah mesin yang berfungsi untuk membuat pola alur pada permukaan *Hardboard*. Operator akan menggunakan panel kontrol untuk mengoperasikan mesin. Namun, karena mesin harus beroperasi secara terus-menerus, mesin dapat rentan mengalami kerusakan. Kerusakan pada bagian mesin yang mengakibatkan gangguan dalam kinerja produksi. Kerusakan tersebut dapat mengurangi keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan karena produksi terhenti. PT. Maruki International Indonesia menerapkan sistem perawatan mesin yang terfokus pada perbaikan setelah terjadi kerusakan (*Corrective Maintenance*).

Contoh dari *Corrective Maintenance* yang dilakukan oleh PT. Maruki International Indonesia yaitu ketika terjadi kerusakan mata pisau pada *Spindle* yang mengalami aus atau patah akibat penggunaan berkepanjangan, maka dilakukan *Corrective Maintenance* berupa penggantian mata pisau yang rusak. Terjadi *Error* atau *Bug* pada *Software* mesin Shoda NC-Router 2001-1321 sehingga menyebabkan hasil pemahatan pola pada *Hardboard* menjadi tidak akurat. Maka diperlukan perbaikan *Software* dengan melakukan *Update* atau memperbaiki *Bug* yang ada. Selain itu, teknisi juga harus memeriksa kembali *Setting* pada program untuk memastikan *Software* bisa berjalan dengan benar. Mesin Shoda NC-Router 2001-1321 mengalami *Overheating* karena kipas dan saluran pendingin (*Coolant System*) terhalang oleh debu dan kotoran. Untuk mengatasi masalah ini, teknisi melakukan *Corrective Maintenance* dengan membersihkan kipas dan saluran pendingin menggunakan kompresor udara. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan debu dan sisa-sisa serpihan *Hardboard* yang menempel pada kipas dan saluran pendingin.

PT. Maruki International Indonesia hanya melakukan tindakan perawatan kecil seperti membersihkan mesin, namun tidak ada pencatatan histori kerusakan mesin yang lengkap. Karena itu, sulit untuk mendeteksi kerusakan yang telah

terjadi. PT. Maruki International Indonesia kurang melakukan perawatan pencegahan (*Preventive Maintenance*), dimana perawatan dilakukan sebelum terjadi kerusakan pada mesin. Dalam rangka mengatasi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, penulis memilih untuk melakukan studi kasus terhadap masalah yang terjadi pada *Factory 2* dan memfokuskan analisis pada kerusakan mesin Shoda NC-Router 2001-1321.

Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan langkah-langkah yang tepat dalam pemeliharaan mesin, salah satunya dengan melakukan pemantauan terhadap tingkat efektivitas mesin agar dapat beroperasi secara optimal dan efisien. Hal ini akan berdampak pada peningkatan produktivitas dan kualitas produksi. Salah satu metode pengukuran kinerja yang dapat digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yang dapat membantu mengatasi masalah terkait peralatan. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai alat yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui kinerja mesin atau peralatan yang dilanjutkan dengan perhitungan besarnya rasio ke-enam komponen dari *Six Big Losses* yaitu *Equipment Failure, Set Up and Adjustment, Idle and Minor Stoppages, Reduced Speed, Scrap Losses, and Rework Losses* untuk mengetahui komponen yang mana menjadi penyebab rendahnya nilai OEE dari mesin. Kemudian akan dilakukan analisa *Cause and Effect Diagram* dan *Failure Mode and Effect Criticality Analysis* (FMECA) untuk menganalisa faktor dominan *Six Big Losses* yang menyebabkan tidak optimalnya proses produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari mesin Shoda NC-Router 2001-1321?
2. Faktor *Losses* apa saja yang mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin Shoda NC-Router 2001-1321?
3. Apa tindakan yang diperlukan untuk meminimalisir *Six Big Losses* pada mesin Shoda NC-Router 2001-1321?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengukur tingkat *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin Shoda NC-Router 2001-1321 pada proses produksi.
2. Menganalisis *Losses* yang paling signifikan dalam mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin Shoda NC-Router 2001-1321.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimalisir *Six Big Losses* mesin Shoda NC-Router 2001-1321.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi perusahaan
Perusahaan dapat meminimalisir *Six Big Losses* mesin pada sistem produksinya dan hasil dari analisis tersebut dapat dijadikan rekomendasi perbaikan agar perusahaan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada sistem produksi.
2. Bagi perguruan tinggi
Hasil penelitian dapat digunakan sebagai rujukan dan referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan Teknik Industri khususnya yang berkaitan dengan *Total Productivity Maintenance*.
3. Bagi penulis
Memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Strata 1 pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin serta menambah wawasan dan untuk meningkatkan kompetensi serta kecerdasan intelektual.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan hanya pada mesin Shoda NC-Router 2001-1321.
2. Penelitian dilakukan hanya pada material jenis *Hardboard*.
3. Penelitian ini tidak membahas mengenai biaya yang ditimbulkan dari analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses*.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori dan konsep yang relevan dengan penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

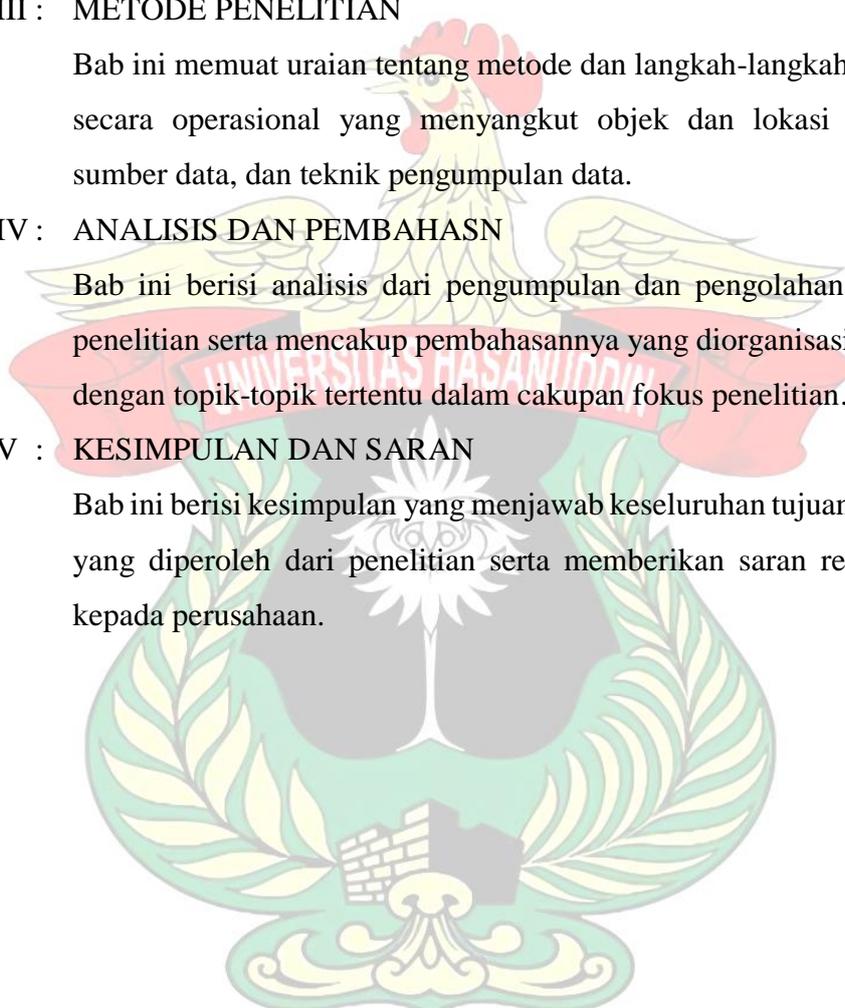
Bab ini memuat uraian tentang metode dan langkah-langkah penelitian secara operasional yang menyangkut objek dan lokasi penelitian, sumber data, dan teknik pengumpulan data.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi analisis dari pengumpulan dan pengolahan data pada penelitian serta mencakup pembahasannya yang diorganisasikan sesuai dengan topik-topik tertentu dalam cakupan fokus penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang menjawab keseluruhan tujuan penelitian yang diperoleh dari penelitian serta memberikan saran rekomendasi kepada perusahaan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan (*Maintenance*) mesin produksi yang tepat dan teratur menjadi faktor krusial bagi perusahaan manufaktur yang berorientasi pada efisiensi dan produktivitas. Mesin produksi yang berfungsi dengan optimal merupakan landasan bagi kelancaran operasional dan kualitas produk yang konsisten.

Pemeliharaan (*Maintenance*) adalah kegiatan untuk menjaga dan memelihara fasilitas atau peralatan pabrik dengan melakukan perbaikan, penyesuaian, atau penggantian yang diperlukan agar produksi dapat berjalan secara memuaskan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Assauri, 2008).

Pemeliharaan (*Maintenance*) dapat diartikan sebagai tindakan yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas suatu fasilitas agar fasilitas tersebut dapat beroperasi dengan baik dalam keadaan yang siap digunakan (Sudrajat, 2011).

Pemeliharaan (*Maintenance*) merupakan aktivitas yang bertujuan untuk memastikan kelancaran operasional sistem produksi, sehingga diharapkan sistem produksi tersebut mampu memberikan kinerja yang diharapkan dan beroperasi sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Harahap et al., 2021).

Berdasarkan definisi-definisi tersebut, maka pemeliharaan atau (*Maintenance*) atau pemeliharaan dapat diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjaga, memperbaiki, dan memelihara aset, fasilitas, atau peralatan agar tetap berfungsi dengan optimal dan sesuai dengan kebutuhan operasional yang diinginkan.

2.1.1 Tujuan Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan (*Maintenance*) merupakan kegiatan pendukung bagi proses produksi, maka pemeliharaan (*Maintenance*) harus efektif, efisien dan berbiaya rendah. Dengan adanya pemeliharaan (*Maintenance*) ini, maka mesin/peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan

selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan. Beberapa tujuan pemeliharaan (*Maintenance*) sebagai berikut (Sudrajat, 2011):

- a. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan pada produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
- c. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan (*Maintenance*) secara efektif dan efisien keseluruhannya.
- d. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
- e. Memaksimalkan ketersediaan semua peralatan sistem produksi (mengurangi *Downtime*).
- f. Untuk memperpanjang umur/masa pakai dari mesin tersebut.

2.1.2 Manfaat Pemeliharaan (*Maintenance*)

Manfaat dari proses pemeliharaan adalah memperpanjang masa penggunaan secara ekonomis pada mesin dan fasilitas lainnya. Untuk itu, semua elemen dalam perusahaan berperan dalam menjaga dan merawat fasilitas produksi agar selalu dalam kondisi optimal. Keadaan optimal ini memungkinkan proses produksi berjalan dengan lancar. Beberapa manfaat dari kegiatan pemeliharaan (*Maintenance*) sebagai berikut (Muhaemin & Nugraha, 2022):

- a. Kegiatan perbaikan dapat dilakukan secara berkelanjutan dan menjadi faktor penting dalam manajemen operasi, terutama pada perusahaan manufaktur dan jasa yang menggunakan mesin yang beroperasi secara terus-menerus.
- b. Fasilitas dan mesin yang dimiliki merupakan aset yang memiliki nilai jangka panjang, sehingga memerlukan ketahanan optimal dalam produksi.
- c. Upaya peningkatan kapasitas mesin dapat dilakukan melalui perbaikan yang berkelanjutan, sehingga tidak perlu melakukan pekerjaan ulang pada produk yang sudah selesai, dan kapasitas akan terus bertambah.
- d. Peningkatan kapasitas juga berdampak pada pengurangan persediaan bahan baku, sehingga kondisi penyimpanan akan relatif stabil dan selalu dalam keadaan optimal.
- e. Menghindari kerusakan berat pada fasilitas dan mesin produksi.

- f. Biaya operasional menjadi lebih rendah. Dengan peningkatan kapasitas dan persediaan yang rendah, secara otomatis biaya operasional akan lebih rendah. Tidak perlu menyimpan bahan baku dan tidak ada biaya tambahan akibat proses pekerjaan ulang.
- g. Produktivitas yang lebih tinggi. Dengan biaya operasional yang lebih rendah, rumus produktivitas menunjukkan bahwa dengan output konstan, produktivitas akan lebih besar.

Dalam keseluruhan, pemeliharaan memiliki peran penting dalam memastikan kelangsungan operasional yang efisien dan produktif dalam perusahaan.

2.1.3 Jenis-Jenis Pemeliharaan (*Maintenance*)

Berdasarkan kebijakan dalam melakukannya, pemeliharaan (*Maintenance*) dapat dibagi dalam beberapa cara, yaitu (Zein et al., 2019):

- a. *Preventive Maintenance*
Preventive Maintenance adalah jenis pemeliharaan yang direncanakan dan dilakukan sebelum terjadinya kerusakan pada bagian mesin atau peralatan. Melalui kegiatan ini, dapat dipastikan kehandalan baik pada bagian tertentu maupun keseluruhan mesin, serta menjaga keselamatan bagi pengguna mesin atau peralatan tersebut.
- b. *Breakdown Maintenance*
Breakdown Maintenance mengacu pada jenis pemeliharaan yang dilakukan setelah mesin atau peralatan mengalami kerusakan. Dalam pemeliharaan ini, mesin dapat diperbaiki atau bagian mesin yang membutuhkan pemeliharaan dapat diganti. Namun, jenis pemeliharaan ini memiliki dampak negatif yang signifikan, termasuk biaya yang tinggi dan waktu henti produksi yang lama.
- c. *Schedule Maintenance*
Schedule Maintenance dilakukan secara terjadwal sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Pemeliharaan ini didasarkan pada pengalaman atau rekomendasi dari pabrik pembuat mesin atau peralatan yang bersangkutan.

d. *Predictive Maintenance*

Predictive Maintenance melibatkan pemeliharaan berdasarkan pemantauan berkala mesin atau komponen mesin. Dengan demikian, keandalan mesin atau komponen mesin tetap terjaga.

e. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance adalah jenis dan pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada mesin atau peralatan. Tujuannya adalah memastikan bahwa peralatan dan mesin berfungsi dengan baik setelah perbaikan dilakukan.

f. *Reliability Centered Maintenance*

Reliability Centered Maintenance adalah proses yang dilakukan untuk menentukan langkah-langkah yang perlu diambil untuk mencegah terjadinya kegagalan, sehingga memastikan bahwa alat atau mesin dapat berfungsi secara optimal saat dibutuhkan.

2.2 *Total Productive Maintenance (TPM)*

Total Productive Maintenance adalah manajemen perusahaan yang dikembangkan sejak tahun 1970 oleh JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*). Pada tahun 1970-an, konsep TPM mulai digunakan oleh perusahaan Nippondenso Co di Jepang. TPM merupakan salah satu *Tools* pada *Lean Manufacturing* (LM) yang fokus pada optimalisasi produktivitas mesin dan proses serta merupakan pilar penting dalam proses *Continuous Improvement*. Dalam menerapkan *Lean Manufacturing*, ketersediaan alat atau mesin memiliki peran penting. Sehingga *Preventive Maintenance* menjadi aspek kunci untuk memastikan ketersediaan alat tersebut. Tentu kegiatan ini akan maksimal jika ada keterlibatan karyawan. Dengan kata lain penerapan TPM dan LM dapat meningkatkan efektivitas peralatan secara menyeluruh (Ahuja dan Khamba, 2008).

2.2.1 *Definisi Total Productive Maintenance (TPM)*

Total Productive Maintenance (TPM) adalah sebuah konsep yang dikemukakan oleh Nakajima (1988). Konsep ini memberikan penekanan pada penggunaan sumber daya manusia dan sistem *Preventive Maintenance* (pemeliharaan pencegahan) sebagai upaya untuk meningkatkan efektivitas kinerja

mesin dan peralatan. TPM melibatkan seluruh departemen dalam organisasi. Tujuan utama dari TPM adalah meningkatkan kualitas produk, mengurangi limbah yang berdampak negatif pada lingkungan, mengurangi biaya dalam proses produksi, meningkatkan kinerja mesin atau peralatan, dan mengembangkan sistem pemeliharaan secara menyeluruh yang terkait erat dengan proses produksi.

Japanese Institute of Plant Engineers (JIPE) mendefinisikan TPM sebuah strategi pemeliharaan yang berbasis tim untuk memaksimalkan efektifitas peralatan dengan menetapkan sistem pemeliharaan produktif secara menyeluruh meliputi seluruh peralatan mulai digunakan, memperpanjang usia peralatan dihubungkan dengan perencanaan, pemakaian dan pemeliharaan serta keterlibatan semua orang, mulai dari top eksekutif manajemen sampai operator produksi (Pratama et al., 2020).

Total Productivity Maintenance (TPM) didefinisikan sebagai alat untuk menjaga efisiensi peralatan, mengurangi kegagalan dan meningkatkan inisiatif pekerja. Dengan ini menampilkan budaya pemeliharaan peralatan baru, filosofi dan juga sikap (Sihab & Setiafindari, 2022).

Total Productivity Maintenance (TPM) memiliki dua tujuan utama, yaitu *Zero Breakdown* (tanpa kerusakan) dan *Zero Defect* (tanpa cacat). Dengan menghilangkan kerusakan, tujuan ini akan menghasilkan peningkatan operasional alat, penurunan biaya, peningkatan produktivitas tenaga kerja, dan pengurangan persediaan. Implementasi TPM dapat menghemat biaya yang signifikan dengan meningkatkan produktivitas mesin atau peralatan. Apabila satu peralatan atau mesin mengalami kerusakan dalam satu *Line* produksi, hal tersebut akan berdampak pada seluruh proses produksi.

2.2.2 Pilar *Total Productivity Maintenance (TPM)*

Dalam penerapan TPM, dikenal 8 pilar TPM yang merupakan panduan untuk penerapan TPM. Adapun 8 pillar dari TPM yaitu *Autonomous Maintenance*, *Planned Maintenance*, *Focus Improvement*, *Development Management*, *Quality Management*, *TPM in the Office*, *Education and Training*, *Safety, Healty and Environmental Management* (Borris, 2006).

a. *Autonomous Maintenance (Jishu Houzen)*

Autonomous Maintenance memberikan tanggung jawab pemeliharaan kepada operator. Sehingga operator melaksanakan tugas-tugas pengoperasian peralatan, meningkatkan peluang pekerjaan mereka, dan mengurangi biaya untuk melakukan pekerjaan tersebut. Dengan mengikuti prosedur "*Clean and Inspect*", operator diajari untuk mengenali operasi yang tidak normal dan mengidentifikasi masalah yang muncul. Seiring berjalannya waktu dan keterampilan operator semakin meningkat, operator dapat melanjutkan ke pemeliharaan yang lebih kompleks.

b. *Planned Maintenance (Pemeliharaan Terencana)*

Pemeliharaan terencana, baik itu pemeliharaan reaktif atau pemeliharaan preventif, adalah metode terbaik untuk mencegah *Downtime* dan kerusakan. Memastikan setiap aset tetap beroperasi dan berfungsi dengan baik merupakan langkah penting untuk menjaga kualitas, menghindari keluhan pelanggan, dan meningkatkan kepatuhan. Pemeliharaan terencana bertujuan untuk menemukan penyebab mendasar masalah peralatan dan mengidentifikasi serta menerapkan solusi yang dapat menangani masalah tersebut.

c. *Focus Improvement (Kobetsu Kaizen)*

Focus Improvement (perbaikan berkelanjutan) adalah salah satu elemen penting dalam *Total Productive Maintenance (TPM)*. Semua karyawan didorong untuk berpartisipasi dalam usaha perbaikan, bahkan jika perbaikan yang dilakukan terlihat kecil. Proyek perbaikan melibatkan tim lintas fungsi, sehingga setiap individu dapat memberikan masukan dan ide berdasarkan sudut pandang yang berbeda.

d. *Development Management*

Pilar ini digunakan untuk meningkatkan ketersediaan peralatan, langkah yang diambil adalah mengurangi waktu pengaturan ulang alat (*Tools Resetting Time*) guna mengurangi biaya pemeliharaan peralatan dan memperpanjang masa penggunaan peralatan tersebut.

e. *Quality Management*

Quality Maintenance membahas tentang aspek kualitas dengan memastikan bahwa peralatan atau mesin produksi memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mencegah kesalahan selama proses produksi. Dengan adanya kemampuan deteksi kesalahan ini, proses produksi menjadi lebih handal dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi pada tahap awal. Hal ini mengontrol tingkat kegagalan produk dan secara efektif mengurangi biaya produksi.

f. *TPM in The Office*

Salah satu pilar berikutnya dalam *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah mengintegrasikan konsep TPM ke dalam fungsi administrasi. Tujuan dari pilar TPM dalam administrasi ini adalah untuk memastikan bahwa semua pihak di dalam organisasi atau perusahaan memiliki pemahaman dan persepsi yang seragam, termasuk staf administrasi yang terlibat dalam pembelian, perencanaan, dan keuangan.

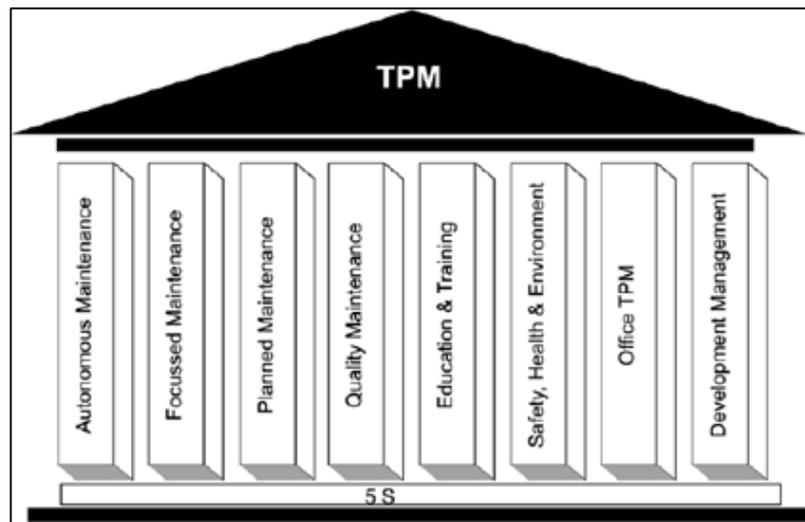
g. *Education and Training*

Education dan *Training* merupakan hal yang penting untuk mengatasi kesenjangan pengetahuan saat menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM). Kurangnya pemahaman terhadap alat atau mesin yang digunakan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan tersebut dan berdampak negatif terhadap produktivitas kerja, yang pada akhirnya merugikan perusahaan. Dengan memberikan pelatihan yang memadai, keterampilan operator dapat ditingkatkan sehingga mereka mampu melaksanakan kegiatan pemeliharaan dasar. Selain itu, teknisi juga dapat dilatih untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam melakukan upaya pencegahan dan analisis kerusakan mesin atau peralatan kerja.

h. *Safety, Healty, and Environmental Management*

Pekerja harus memiliki kemampuan untuk bekerja dan melaksanakan tugas mereka dalam lingkungan kerja yang aman dan sehat. Dalam aspek ini, perusahaan memiliki tanggung jawab untuk menyediakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan bebas dari kondisi berbahaya. Tujuan dari aspek ini

adalah mencapai target tempat kerja yang bebas dari kecelakaan, di mana tidak ada kecelakaan yang terjadi.



Gambar 1 Delapan pilar TPM
Sumber : (Borris, 2006)

2.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebuah metrik yang fokus pada tingkat efektivitas operasi produksi. OEE mengukur tingkat keefektifan fasilitas secara keseluruhan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti ketersediaan (*Availability Ratio*), tingkat kinerja (*Performance Ratio*), dan tingkat kualitas (*Quality Ratio*) (Wahid, 2020).

Menurut Stamatis (dalam Atikno & Purba, 2021), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah metode untuk mengukur efektivitas dan efisiensi dalam proses yang membantu untuk melihat dan mengukur masalah sehingga bisa menyiapkan metode standar untuk mengukur kemajuan dan untuk memperbaikinya. OEE mengidentifikasi dan melacak kerugian. Tujuan utama OEE adalah untuk meningkatkan produktivitas, menurunkan biaya, meningkatkan kesadaran akan kebutuhan produktivitas alat, dan meningkatkan umur peralatan.

Nilai OEE diperoleh dari tiga perkalian ketiga faktor OEE, yaitu *Availability Ratio*, *Performance Ratio* dan *Quality Ratio*. Formula perkalian ketiga faktor tersebut adalah sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \dots \dots \dots (1)$$

Ketiga aspek tersebut dijelaskan dalam Tsarouhas (2019) sebagai berikut :

1. *Availability* (ketersediaan)

Availability Ratio adalah kemampuan mesin untuk beroperasi sesuai jadwal yang ditentukan atau ketersediaan mesin untuk melakukan operasi.

$$A = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} = \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \dots\dots\dots (2)$$

dimana,

Operating Time = waktu operasi yang tersedia setelah waktu-waktu *Downtime* mesin dikeluarkan dari total *Available Time*.

Loading Time = waktu yang tersedia (*Available Time*) untuk produksi dalam periode tertentu, seperti hari, minggu, atau bulan.

Downtime = total waktu ketika sistem tidak beroperasi karena berbagai alasan seperti kegagalan peralatan, persiapan atau penyesuaian, dan perlengkapan lainnya.

2. *Performance Ratio* (kinerja)

Performance adalah rasio kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk. Dalam *Performance Ratio* ada tiga faktor penting yang perlu diketahui yaitu *Ideal Cycle Time*, *Product Processed*, dan *Operating time*.

$$P = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Product Processed}}{\text{Operating Time}} \dots\dots\dots (3)$$

dimana,

Ideal Cycle Time = Waktu ideal dari suatu proses produksi

Product Processed = Jumlah produk yang dihasilkan.

Operating Time = Waktu operasi mesin tanpa kerusakan.

3. *Quality Ratio* (kualitas)

Quality merupakan rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar kualitas yang ditentukan.

$$Q = \frac{\text{Product Processed} - \text{Defect Product}}{\text{Product Processed}} \dots\dots\dots (4)$$

dimana,

Product Processed = Jumlah produk yang dihasilkan.

Defect Product = jumlah produk yang cacat.

2.3.1 Tujuan Implementasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Penggunaan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai indikator performa dilakukan dengan mengambil periode waktu tertentu, seperti *Shift*, harian, mingguan, bulanan, atau tahunan. OEE dapat digunakan dalam beberapa tingkatan di lingkungan perusahaan, antara lain:

- a. OEE dapat digunakan sebagai "*Benchmark*" untuk mengukur pencapaian rencana perusahaan dalam hal performa.
- b. Nilai OEE dapat digunakan untuk membandingkan kinerja produksi antara perusahaan-perusahaan, sehingga dapat terlihat perbedaan dalam aliran produksi yang tidak efisien.

Selain sebagai alat untuk mengevaluasi performa peralatan, ukuran OEE juga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam keputusan pembelian peralatan baru. Dalam hal ini, keputusan pembelian dapat didasarkan pada pemahaman yang jelas tentang kapasitas peralatan yang ada guna memenuhi permintaan pelanggan. Dengan menggabungkan metode lain, seperti *Basic Quality Tools* (seperti *Pareto Diagram* dan *Cause-Effect Diagram*), nilai OEE dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab penurunan nilai OEE. Dengan mengetahui faktor-faktor tersebut, langkah-langkah perbaikan dapat segera dilakukan.

2.3.2 Penilaian Skor *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Dalam menentukan apakah nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebuah perusahaan sudah dalam kondisi yang baik, maka digunakan standar penilaian yang telah dirumuskan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Adapun standar penilaian dari OEE dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 *World Class OEE*

<i>OEE Factor</i>	<i>World Class</i>
<i>Availability</i>	> 90.0%
<i>Performance</i>	> 95.0%
<i>Quality</i>	> 99.9%
<i>OEE</i>	> 85.0%

Sumber : (Singh et al., 2018)

- a. Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna. Hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam *Performance* yang cepat, dan tidak ada *Downtime*.

- b. Jika OEE = 85% - 99%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan *Goal* jangka panjang.
- c. Jika OEE = 60% - 84%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk *Improvement*.
- d. Jika OEE = < 60 %, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-*Improve* melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan *Downtime* dan menangani sumber-sumber penyebab *Downtime* secara satu per satu).

2.4 Six Big Losses

Six Big Losses (enam kerugian besar) merujuk pada kerugian yang disebabkan oleh penggunaan mesin dan peralatan yang tidak efisien dan efektif, sehingga mengakibatkan tingkat produktivitas yang rendah. Untuk meningkatkan produktivitas mesin dan peralatan, diperlukan analisis terhadap produktivitas dan efisiensi mesin atau peralatan terkait *Six Big Losses* yang terbagi dalam tiga kategori (Saputra & Suroso, 2022).

1. *Downtime Losses (Availability)*

Downtime merupakan waktu yang terbuang dimana proses produksi terhenti atau tidak berjalan normal akibat kerusakan mesin. *Downtime Losses* terdiri dari dua jenis kerugian, yaitu kerusakan peralatan (*Equipment Failure Losses*) dan waktu penyesuaian dan persiapan (*Setup and Adjustment Loss*).

a. *Equipment Failure Losses (Breakdown Losses)*

Kerugian yang diakibatkan karena terjadinya kerusakan mesin saat proses produksi berlangsung. Untuk menghitung persentase kerugian yang diakibatkan karena kerusakan mesin menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

b. *Setup and Adjustment Losses*

Kerugian yang disebabkan oleh waktu yang dibutuhkan saat mesin disesuaikan dengan spesifikasi produk, ketidaktersediaan material produksi, penggantian suku cadang pada mesin maupun pemeliharaan mesin secara keseluruhan akan mengakibatkan mesin tersebut harus dihentikan terlebih

dahulu, dan faktor lainnya. Untuk menghitung persentase kerugian yang disebabkan oleh *Setup and Adjustment*, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Setup and Adjustment} = \frac{\text{Total Setup and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

2. *Speed Losses (Performance)*

Speed Losses adalah kondisi dimana kecepatan proses produksi terganggu, sehingga produksi tidak mencapai tingkat yang diharapkan. *Speed Losses* terdiri dari dua jenis kerugian, yaitu mesin menganggur dan berhenti sebentar (*Idle and Minor Stoppages*) dan penurunan kecepatan produksi (*Reduced Speed*).

a. *Idle and Minor Stoppages*

Idle and Minor Stoppages adalah kerugian yang terjadi ketika mesin mengalami berhenti dan menyerap *Loading Time*. Hal ini bisa terjadi karena mesin tidak menghasilkan keluaran, mesin perlu dibersihkan, terjadi hambatan dalam pengiriman material produksi, tidak adanya operator, dan berbagai faktor lainnya. Untuk menghitung persentase kerugian yang disebabkan oleh *Idle and Minor Stoppages*, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Idle and Minor Stoppages} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

b. *Reduced Speed*

Situasi ini terjadi ketika ada perbedaan antara kecepatan yang direncanakan saat peralatan didesain dengan kecepatan yang sebenarnya saat dioperasikan. Untuk menghitung persentase kerugian yang disebabkan oleh *Reduced Speed*, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Product Processed}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

3. *Quality Losses*

Quality Losses adalah kondisi dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang diminta (tidak sesuai standar). *Quality Losses* terdiri dari dua jenis kerugian, *Rework Losses* dan *Scrap Losses*.

a. *Rework Losses*

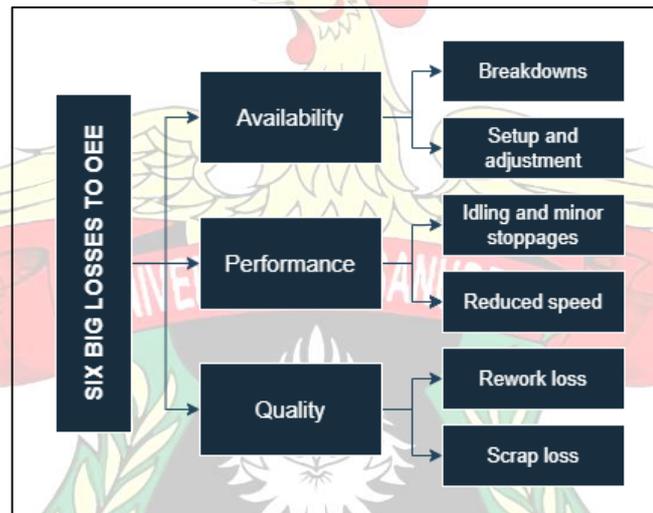
Kondisi dimana peralatan tidak sesuai dengan spesifikasi kualitas dan dibutuhkan perbaikan untuk memperbaiki cacat. Tujuannya ialah *Zero Defect*.

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework Product}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

b. *Scrap Losses*

Kerugian yang disebabkan karena adanya kecacatan diproduksi yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang ditentukan. Untuk menghitung persentase kerugian yang disebabkan oleh *Scrap Losses* digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap Product}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

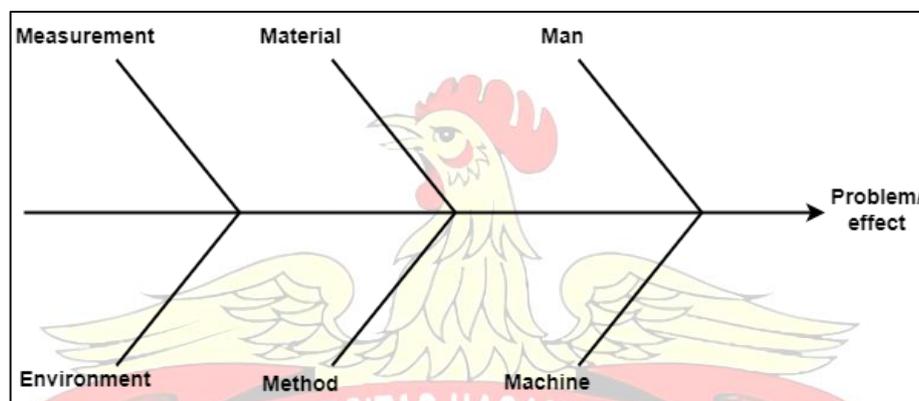


Gambar 2 *Six Big Losses*
Sumber : (Perdana, 2018)

2.5 Cause and Effect Diagram

Dr. Kauro Ishikawa mengembangkan diagram sebab-akibat (*Cause and Effect Diagram*) pada tahun 1943. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antara penyebab dan akibat suatu masalah, dengan tujuan mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan yang dapat diambil. Penyajian diagram ini melibatkan garis-garis dan simbol-simbol yang menggambarkan hubungan antara penyebab dan akibat yang terkait. Penyebab masalah dapat berasal dari berbagai sumber utama seperti metode kerja, peralatan, bahan, pengukuran, karyawan, lingkungan, dan lain-lain. Sumber-sumber ini kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab yang lebih spesifik dan terperinci (Maitimu & Pattiapon, 2020)

Menurut Kusnadi (dalam Ponda et.al., 2022) *Cause and Effect Diagram* adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai penyebab potensial dari suatu efek atau masalah tertentu. Melalui *Brainstorming*, masalah tersebut dianalisis dengan memecahkannya menjadi beberapa kategori. Setiap kategori tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut melalui sesi *Brainstorming* untuk menguraikan penyebab-penyebab yang mungkin terkait dengan masalah yang ada.



Gambar 3 *Cause and effect diagram*
Sumber : (Antony, 2016)

2.6 Failure Mode and Effect Criticality Analysis (FMECA)

Failure Mode and Effect Criticality Analysis (FMECA) adalah sebuah metodologi yang merupakan pengembangan dari metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA adalah metode kuantitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kerusakan. FMECA kemudian menambahkan analisis pada titik kritis atau *Critical Points*. FMECA ialah strategi untuk mendeteksi mode kegagalan potensial untuk suatu produk atau proses, serta menilai risiko yang terkait dengan mode kegagalan tersebut, menilai masalah yang paling penting, dan mengidentifikasi dan memperbaiki masalah yang paling penting. Metode ini berguna untuk mengevaluasi risiko-risiko yang berasal dari potensi terjadinya kegagalan dengan menggunakan perhitungan RPN (*Risk Priority Number*). RPN terdiri dari tiga faktor, yaitu tingkat keparahan (*Severity*), frekuensi terjadinya gangguan yang dapat menyebabkan kegagalan (*Occurrence*), dan tingkat deteksi (*Detection*) (Rosita & Rada, 2021).

1. *Severity* (keparahan)

Severity adalah tingkat seriusnya dampak yang dapat timbul dari suatu kegagalan. Dalam hal ini, perlu mengidentifikasi semua jenis kegagalan dan

efek yang ditimbulkan. Penilaian *Severity* diberikan dalam skala 1 hingga 10, dimana 10 menunjukkan tingkat keparahan yang paling tinggi dan 1 menunjukkan dampak yang paling minimal (Parsana & Patel, 2014).

Informasi tentang *ranking severity* dapat ditemukan pada tabel 2.

Tabel 2 *Ranking Severity*

Ranking	Kriteria
1	<i>Neglible Severity</i> , pengaruh buruk yang dapat diabaikan ketika kegagalan memiliki dampak yang tidak begitu penting dan pengguna produk tidak terlalu memperhatikan atau terganggu oleh kegagalan ini.
2 3	<i>Mild Severity</i> , pengaruh buruk yang ringan atau sedikit ketika kegagalan memiliki efek yang kurang signifikan. Pengguna produk tidak akan merasakan perubahan besar dalam kinerja.
4 5 6	<i>Moderate Severity</i> , pengguna produk akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan, tetapi masih dalam batas toleransi yang dapat diterima.
7 8	<i>High Severity</i> , pengaruh buruk yang tinggi ketika kegagalan memiliki dampak yang sangat serius. Dalam hal ini, pengguna akhir akan mengalami konsekuensi yang tidak dapat diterima dan melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan.
9 10	<i>Catastrophic</i> , masalah potensial terkait keselamatan dan keamanan situasi yang sangat berbahaya. Efek yang timbul sangat serius dan bisa terjadi tanpa adanya peringatan atau pemberitahuan sebelumnya.

Sumber : (Gaspersz, 2002)

2. *Occurance* (kejadian)

Occurrence adalah peluang atau kemungkinan terjadinya suatu insiden yang menyebabkan kegagalan. Pada tahap ini, dapat melihat seberapa sering kegagalan dapat terjadi dan seberapa besar dampaknya. Penilaian *Occurance* diberikan dalam skala 1 hingga 10, dimana 10 menunjukkan kejadian tingkat kegagalan yang paling sering terjadi, dan 1 menunjukkan situasi yang jarang atau bahkan tidak pernah terjadi (Parsana & Patel, 2014).

Informasi tentang *ranking severity* dapat ditemukan pada tabel 3.

Tabel 3 *Rating Occurance*

Ranking	Kriteria	Tingkat Kegagalan
1	Tidak mungkin penyebab ini mengakibatkan kegagalan	1 dari 1.000.000
2 3	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20.000 1 dalam 4.000
4 5 6	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80
7 8	Kegagalan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Hamper dapat dipastikan bahwa kegagalan terjadi	1 dalam 8 1 dalam 2

Sumber : (Gaspersz, 2002)

3. *Detection* (deteksi)

Detection adalah penilaian tentang seberapa baik desain kontrol dapat mendeteksi potensi penyebab atau mode kegagalan selama sistem beroperasi. Penilaian deteksi diberikan dalam skala 1 hingga 10, di mana 10 menunjukkan metode pencegahan yang tidak efektif, dan 1 menunjukkan bahwa metode pencegahan telah efektif. Dalam kata lain, *Rating Detection* menggambarkan sejauh mana sistem memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mencegah kegagalan (Parsana & Patel, 2014).

Tabel 4 *Rating Detection*

Ranking	Kriteria	Tingkat Penyebab
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab akan muncul lagi.	1 dari 1.000.000
2	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi adalah sangat rendah	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000
4	Kemungkinan bersifat moderat dan metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan	1 dalam 1.000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi masih tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif, karena penyebab masih berulang kembali	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif. Penyebab akan selalu terjadi kembali	1 dalam 8
10		1 dalam 2

Sumber : (Gaspersz, 2002)

4. *Risk Priority Number (RPN)*

RPN adalah sebuah indikator yang digunakan untuk mengukur risiko dari mode kegagalan dan menentukan prioritas perbaikan yang harus dilakukan terlebih dahulu. RPN didapatkan dengan mengalikan *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Dengan menggunakan RPN, dapat menilai seberapa serius dampak kegagalan, seberapa sering kegagalan terjadi, dan seberapa baik kemampuan deteksi untuk menghindari kegagalan (Sahoo et al., 2014).

Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai RPN:

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

dimana,

S = *Severity*

O = *Occurrence*

D = *Detection*

Nilai RPN digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan dengan risiko yang lebih tinggi dan sebagai panduan dalam menentukan prioritas perbaikan. Semakin rendah nilai RPN maka semakin baik, karena menunjukkan risiko yang lebih rendah. Setelah RPN dihitung, akan lebih mudah untuk mengidentifikasi area yang membutuhkan perhatian lebih dalam upaya perbaikan (Sahoo et al., 2014).

5. Matriks Kritikalitas

Matriks kritikalitas adalah matrik yang berfungsi jika ditemukan nilai RPN yang sama sehingga perlu ditentukan kembali prioritasnya dengan memperhitungkan nilai *Severity* dan *Occurance* (Rahman & Fahma, 2021).



Gambar 4 Matriks kritikalitas
Sumber : (Rahman & Fahma, 2021)

6. Criticality Analysis (CA)

Dalam *Critical Analysis* FMECA, setiap mode kegagalan dinilai berdasarkan konsekuensi potensialnya, seberapa sering kegagalan terjadi, dan kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan tersebut sebelum menyebabkan dampak yang lebih besar. Hasil dari evaluasi ini dapat digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan dan mengarahkan upaya perbaikan yang perlu dilakukan pada mode kegagalan yang memiliki risiko yang lebih tinggi. *Critical Analysis* membantu dalam mengidentifikasi dan mengelola risiko terkait dengan kegagalan dan membantu dalam pengambilan keputusan (Afiva et al., 2019).

Tabel 5 Kategori *Criticality Analysis*

<i>Criticality</i>		<i>Risk or Hazard</i>
<i>Degree of criticality</i>	<i>Value</i>	
<i>Minor</i>	0-30	<i>Acceptable</i>
<i>Medium</i>	31-60	<i>Tolerable</i>
<i>High</i>	61-180	
<i>Very High</i>	181-252	<i>Unacceptable</i>
<i>Critical</i>	253-324	
<i>Very Critical</i>	>324	

Sumber : (Afiva et al., 2019)

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan referensi atas permasalahan dan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini.

Tabel 6 Penelitian terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	Satpatmantlya et al., (2023)	<i>Increasing OEE Through Six Big Losses Analysis In The Machining Process of Automotive Company</i>	OEE dan <i>Six Big Losses</i>	Penelitian ini dilakukan pada mesin EM 013 yang memiliki nilai <i>Downtime</i> terbesar. Hasil penelitian mendapatkan rata-rata nilai OEE yaitu 81,04%. Faktor yang sangat mempengaruhi skor OEE yang rendah adalah <i>Performance</i> . Setelah dilakukan perbaikan, nilai OEE meningkat dari rata-rata 81,04% menjadi 85,04%.
2	Dipa et al., (2022)	<i>Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) dan Six Big Losses Pada Mesin Washing Vial di PT. XYZ</i>	OEE dan <i>Six Big Losses</i>	Penelitian dilakukan karena seringkali terjadi penurunan performa mesin <i>Washing Vial</i> pada proses pencucian dan sterilisasi <i>Vial</i> . Hasil penelitian didapatkan tingkat efektifitas mesin <i>Washing Vial</i> yang dihitung dengan metode OEE didapat rata-rata nilai 53,68%. Faktor yang menyebabkan rendahnya nilai OEE adalah <i>Availability</i> .

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
3.	Setyawan et al., (2021)	<i>Calculation and Analysis of Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method and Six Big Losses toward the Production of Corter Manachines in Oni Jaya Motor</i>	OEE dan Six Big Losses	Hasil perhitungan pada mesin <i>Corter</i> dengan nilai OEE tertinggi mencapai 81,0%, sedangkan nilai OEE terendah mencapai 77,1%. Kerugian yang paling berpengaruh pada mesin adalah <i>Setup and Adjustment</i> sebesar 29,8%, <i>Reduced Speed Loss</i> sebesar 25,6%, dan <i>Breakdown Loss</i> sebesar 21,3%.
4.	Suwardiyanto et al., (2020)	Analisis Perhitungan OEE dan Menentukan Six Big Losses pada Mesin Spot Welding Tipe X	OEE, Six Big Losses, dan Fishbone Diagram	Hasil penelitian ini adalah mendapatkan nilai rata-rata OEE mesin <i>Spot Welding</i> tipe X yaitu sebesar 70,86%. Faktor penyebab <i>Losses</i> adalah <i>Man</i> (operator) yang kurang mengerti saat pengoperasian mesin dan tidak bisa memperbaiki kerusakan ringan.
5.	Perdana (2018)	<i>Analysis of Productivity Repair Based on OEE Value Achievement of Speaker Spare Part Production Machine in West Java</i>	OEE dan Six Big Losses	Penyebab utama rendahnya nilai OEE adalah tingkat <i>Performance</i> yang rendah dengan nilai rata-rata 75,01%. Hal ini disebabkan oleh nilai <i>Reduced Speed Losses</i> yang memiliki kontribusi terbesar dalam <i>Six Big Losses</i> .

Satpatmantlya et al., (2023) melakukan penelitian di PT. Delta Bekasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan OEE dalam proses *Machining* dengan melakukan analisis *Six Big Losses*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa OEE dalam proses *Machining* masih rendah. Setelah menganalisis *Six Big Losses*, ditemukan faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan produksi, seperti *Downtime* akibat pemeliharaan mesin, waktu persiapan yang lama, dan cacat produk. Berdasarkan hasil analisis tersebut, beberapa langkah perbaikan diusulkan, antara lain penggunaan perawatan preventif pada mesin, peningkatan keterampilan operator mesin, dan perbaikan pada proses produksi. Dengan melakukan perbaikan pada faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan produksi, OEE dalam proses *Machining* meningkat dari 81,04% menjadi 85,04%. Hal ini menunjukkan bahwa analisis *Six Big Losses* dapat membantu meningkatkan

efisiensi produksi dan mengurangi waktu henti produksi di perusahaan otomotif.

Dipa et al., (2022) melakukan pengamatan pada PT. XYZ, ditemukan adanya penurunan kinerja pada mesin *Washing Vial* yang digunakan untuk proses pencucian dan sterilisasi *Vial*. Masalah ini menyebabkan banyak produk yang ditolak sehingga target produksi tidak tercapai. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai OEE sebesar 53,68%, dengan *Availability Ratio* sebesar 63,36%, tingkat *Performance Ratio* sebesar 87,21%, dan *Quality Ratio* sebesar 97,59%. Hasil perhitungan *Six Big Losses* menunjukkan *Equipment Failure Losses* sebesar 36,64%, *Setup Time Losses* sebesar 17,07%, *Reduced Speed Losses* sebesar 8,36%, *Idle and Minor Stoppage* sebesar 40,25%, *Defect Losses* sebesar 1,36%, dan *Scrap Losses* sebesar 0%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Idle and Minor Stoppage* menjadi faktor kerugian terbesar. (Dipa et al., 2022)

Setyawan et al., (2021) melakukan penelitian terhadap mesin *Corter* di Oni Jaya Motor. Oni Jaya Motor adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur yang memproduksi suku cadang sepeda motor. Perusahaan ini tidak terlepas dari masalah yang terkait dengan efektivitas peralatan atau mesin. Hasil perhitungan dengan metode OEE pada mesin *Corter* dilakukan mulai dari Januari 2018 hingga Desember 2018, dengan nilai OEE tertinggi mencapai 81,0%, sedangkan nilai OEE terendah mencapai 77,1%. Berdasarkan hasil pengolahan data dan identifikasi *Six Big Losses*, kerugian yang paling berpengaruh pada mesin adalah *Setup and Adjustment* sebesar 29,8%, *Reduced Speed Loss* sebesar 25,6%, dan *Breakdown Loss* sebesar 21,3%. (Setyawan et al., 2021)

Suardiyanto et al., (2020) melakukan penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas mesin las tipe x spot dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses*. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin las tipe x spot adalah 70,861%. Faktor yang paling berpengaruh terhadap rendahnya kinerja mesin adalah *Quality Defect* dan *Rework Losses*.

Perdana (2018) melakukan penelitian pada perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur *Speaker, Megaphone, dan Amplifier*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) suatu mesin sehingga langkah-langkah dapat diambil untuk meningkatkan efektivitas mesin, selain itu juga untuk mengetahui penyebab utama kerusakan yang sering terjadi pada mesin, dan bagaimana cara mengatasi masalah tersebut sehingga dapat meningkatkan produktivitas mesin. Berdasarkan hasil perhitungan, penyebab utama rendahnya nilai OEE adalah tingkat *Performance* yang rendah dengan nilai rata-rata 75,01%. Hal ini disebabkan oleh nilai *Reduced Speed Losses* yang memiliki kontribusi terbesar dalam *Six Big Losses*.

