

**ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)*
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* PADA *PAPER
MACHINE* DI PT. M**

TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DI SUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH SARJANA GELAR STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



DISUSUN OLEH:

AHMAD ROMADHON

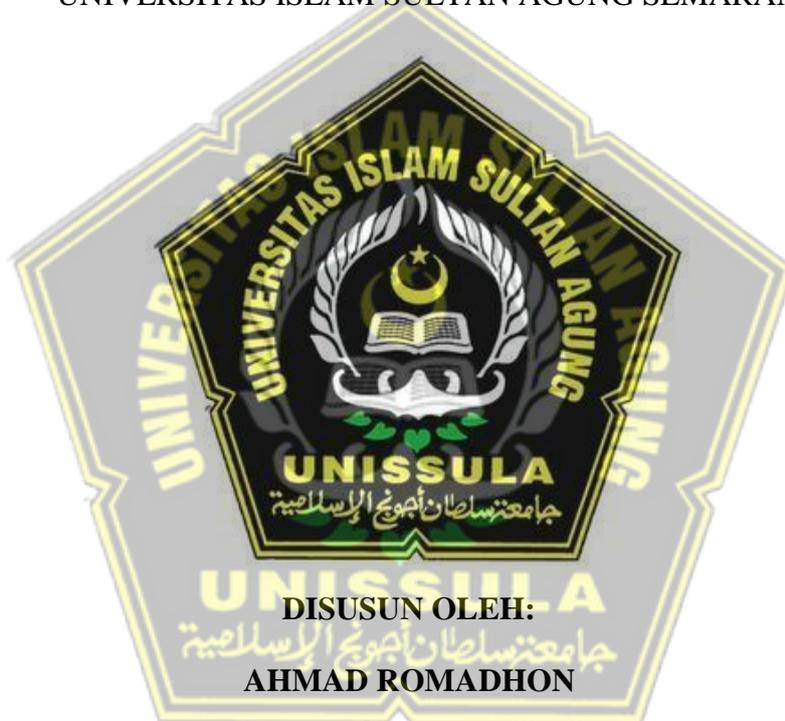
NIM 31601800100

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

2023

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *OVERALL*
EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) PADA *PAPER
***MACHINE* DI PT. M**

LAPORAN INI DI SUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH SARJANA GELAR STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



DISUSUN OLEH:
AHMAD ROMADHON

NIM 31601800100

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

2023

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan Judul “ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) PADA *PAPER MACHINE* DI PT. M” ini disusun oleh:

Nama : Ahmad Romadhon

NIM : 31601800100

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh Dosen Pembimbing pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 31 Agustus 2023

Pembimbing I



Nuzulia Khoiriyah, ST., M.T

NIDN. 06-2405-7901

Pembimbing II



Ir. Hj. Eli Mas'idah, MT

NIDN. 06-1506-6601

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri



Nuzulia Khoiriyah, ST, MT

NIDN.06 2405 7901

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan Judul “ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) PADA PAPER MACHINE DI PT. M” telah dipertahankan didepan dosen penguji Tugas Akhir pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 31 Agustus 2023

Tim Penguji

Anggota I

Anggota II


Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng

NIDN. 0616037601


Muhammad Sagaf, ST., MT

NIDN. 0623037705

Ketua Penguji



Dr. Ir. Novi Marlyana, ST, MT, IPU, ASEAN Eng

NIDN. 0015117601

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Ahmad Romadhon
NIM : 31601800100
Judul Tugas Akhir : ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*
(TPM) DENGAN MENGGUNAKAN METODE
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA
PAPER MACHINE DI PT. M

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul pada isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis, ataupun di publikasi oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun di publikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 8 September 2023

Yang Menyatakan,



Ahmad Romadhon

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Romadhon
NIM : 31601800100
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat Asal : Gang Boong RT 002 / RW 001, Desa Prambatan Lor,
Kecamatan Kaliwungu, Kudus

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan Judul:
*ANALISIS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) DENGAN
MENGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS
(OEE) PADA PAPER MACHINE DI PT. M*

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung Semarang serta memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tahap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta /Plagiarisme dalam Karya Ilmiah ini maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya pertanggung jawabkan secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Semarang, 8 September 2023

Yang menyatakan,



Ahmad Romadhon

HALAMAN PERSEMBAHAN

Allhamdulillahirabbil'alamin..

Sujud syukur kepada Allah SWT atas seluruh rahmat, karunia serta kemudahan yang diberikanNya, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang diharapkan. Sholawat serta salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

Kedua Orang Tua Saya

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ruslan dan Ibu Siswati atas segala doa, kasih sayang, dukungan, dan materi yang mengalir tiada henti untuk membantu saya mencapai kesuksesan. Bapak dan Ibu, ini adalah karya Tugas Akhir saya yang kupersembahkan untuk kalian.

Semoga ini menjadi langkah awal untukku dalam menggapai kesuksesan di masa depan.

Teruntuk Nova Ulinnuha Fitriana terimakasih atas segala dukungan, doa, membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini dan selalu menyemangati saya tiada henti agar skripsi ini cepat selesai.

Teruntuk saudaraku Harmiyati terima kasih yang selalu menjadi motivasi penyemangat dan doa yang selalu mengalir tiada henti.

Dosen pembimbing I Ibu Nuzulia Khoiriyah, S.T., M.T., dan dosen pembimbing II, Ibu Ir Eli Mas'idah., M.T., yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan dan dukungan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam proses penyusunan laporan ini.

HALAMAN MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ

Artinya: “Wahai orang-orang yang beriman! Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat. Sungguh, Allah beserta orang-orang yang sabar.” (QS. Al-Baqarah: 153).

مِنَ آلَافِ بِخَمْسَةِ رُبُكُم يُمِدِّدُكُمْ هَذَا قَوْمٌ مِنْ يَآتِيكُمْ وَتَتَّقُوا تَصْبِرُوا إِنْ بَلَى
مُسَوِّمِينَ الْمَلَائِكَةِ

Artinya: “Ya (cukup). ‘Jika kamu bersabar dan bertaqwa ketika mereka datang menyerang kamu secara tiba-tiba, niscaya Allah akan menolongmu dengan lima ribu malaikat yang memakai tanda” (QS. Ali Imran: 125).

لَا تُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا أَلْفًا وَلَا مِائَةً وَلَا شَيْئًا مِمَّا كَسَبَتْ مَا لَهَا وَوَسِعَ اللَّهُ غَرْبًا مَا لَهَا

Artinya:”Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”(QS. Al Baqarah: 286).

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, tidak pernah terlepas dari bantuan beberapa pihak, baik bantuan seperti saran, bimbingan, motivasi, dan do'a yang penulis dapatkan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segenap kerendahan hati, ijinkan penulis untuk menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Ruslan Ibu Siswati serta saudaraku Harmiyati yang sangat saya sayangi, terima kasih atas semua pengorbanan, dukungan, semangat, materi, memfasilitasi, serta do'a yang selalu diberikan dan dipanjatkan setiap saat.
3. Teruntuk Nova Ulinuha Fitriaana terimakasih atas segala dukungan, doa, membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini dan selalu menyemangati saya tiada henti agar skripsi ini cepat selesai.
4. Ibu Dr. Novi Marlyana, S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
5. Ibu Nuzulia Khoiriyah, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.
6. Ibu Nuzulia Khoiriyah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I terima kasih banyak atas bimbingan, bantuan , koreksi , keluangan waktu serta seluruh saran–saran yang diberikan kepada saya selama proses pengerjaan laporan Tugas Akhir.
7. Ibu Ir Eli Mas'idah., M.T., selaku dosen pembimbing II terima kasih banyak atas bimbingan, bantuan, koreksi, keluangan waktu serta seluruh saran–saran yang diberikan kepada saya selama proses pengerjaan laporan Tugas Akhir.

8. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Teknik Industri Unissula yang telah menyampaikan ilmu-ilmu Teknik Industri yang sangat bermanfaat, baik dalam bentuk teori maupun praktek.
9. Teman-teman angkatan 2018 Kelas Mitra Teknik Industri.

Dalam penulisan ini penulis menyadari masih jauh dari sempurna, maka dari itu kritik, saran dan masukan yang sifatnya membangun akan dengan senang hati penulis terima untuk perbaikan kedepan Akhir kata, penulis memohon maaf atas segala kesalahan atau kekhilafan yang mungkin terjadi selama proses penyusunan laporan ini.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL (Bahasa Indonesia)	i
HALAMAN JUDUL (Bahasa Inggris)	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumasan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Pengertian Perawatan (<i>Maintenance</i>)	14

2.2.2	Jenis Perawatan	14
2.2.3	Total Productive Maintenance (TPM)	15
2.2.4	<i>Autonomous maintenance</i> (Pemeliharaan Mandiri)	17
2.2.5	Unsur -Unsur dalam <i>Total Productive Maintenance</i>	18
2.2.6	Motto 5-S dalam TPM	19
2.2.7	Manfaat dari <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	20
2.2.8	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	20
2.2.9	<i>Six Big Losses</i>	23
2.2.10	Diagram Sebab Akibat (<i>Fishbone / Cause Effect Diagram</i>).....	25
2.3	Hipotesa Dan Kerangka Teoritis	26
2.3.1	Hipotesa.....	26
2.3.2	Kerangka Teoritis.....	27
BAB III METODE PENELITIAN		29
3.1	Identifikasi Masalah	29
3.2	Menentukan Batasan Masalah.....	29
3.3	Pengumpulan Data	29
3.4	Teknik Pengumpulan Data	29
3.5	Pengolahan Data.....	30
3.6	Analisa dan Intepretasi	34
3.7	Melakukan Penarikan Kesimpulan.....	34
3.8	Pembuktian Hipotesa.....	34
3.9	Diagram Alir.....	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Pengumpulan Data	36
4.1.1	Profil Perusahaan	36

4.1.2	Data Waktu <i>Breakdwon</i> (kerusakan) dan <i>Setup Mesin</i>	36
4.1.3	Data <i>Downtime</i>	37
4.1.4	Data <i>Planned Downtime</i>	38
4.1.5	Data Produksi	39
4.1.6	Data <i>Available Time</i>	40
4.1.7	Data <i>Non Productive Time</i>	40
4.1.8	Data <i>Loading Time</i>	41
4.1.9	Data <i>Operation Time</i>	42
4.2	Pengolahan Data	43
4.2.1	Perhitungan Nilai <i>Availability</i>	43
4.2.2	Perhitungan Nilai <i>Performance rate</i>	44
4.2.3	Perhitungan Nilai <i>Rate Quality Product</i>	45
4.2.4	Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	46
4.2.5	Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	47
4.2.6	Fishbone Digram (Sebab Akibat)	54
4.3	Analisa dan Interpretasi	54
4.3.1	Analisa Hasil <i>Availability Rate</i>	54
4.3.2	Analisa Hasil <i>Performance Rate</i>	55
4.3.3	Analisa Hasil <i>Quality Rate</i>	56
4.3.4	Analisa Hasil <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	57
4.3.5	Analisa Hasil <i>Six Big Losses</i>	58
4.3.6	Analisa Hasil Fishbone Digram (Sebab Akibat)	63
4.3.7	Usulan Perbaikan Menggunakan 5W1H	63
4.3.8	Pembuktian Hipotesa	65
BAB V PENUTUP		67

5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 <i>Downtime</i> pada <i>Paper Machine Line 6</i>	2
Tabel 1. 2 Hasil Produksi pada bulan Januari – Juni 2022.....	2
Tabel 2. 1 <i>Study Literature</i> Penelitian.....	10
Tabel 2.2 Nilai Ideal Perhitungan OEE	23
Tabel 4.1 Data Waktu <i>Breakdown</i> dan <i>Set Up</i> Mesin Januari – Juni 2022.....	37
Tabel 4.2 Data <i>downtime</i> Mesin Januari – Juni 2022.....	38
Tabel 4.3 Data Perhitungan <i>Planned Downtime</i> Januari – Juni 2022	39
Tabel 4.4 Data Produksi Januari – Juni 2022	39
Tabel 4.5 Data Perhitungan <i>Available Time</i> Januari – Juni 2022.....	40
Tabel 4.6 Data Perhitungan <i>Non Productive Time</i> Januari - Juni 2022	41
Tabel 4.7 Data Perhitungan <i>Loading Time</i> Januari – Juni 2022.....	42
Tabel 4.8 Data Perhitungan <i>Operation Time</i> Januari – Juni 2022.....	43
Tabel 4.9 Data Perhitungan Nilai <i>Availability Rate</i> Bulan Januari – Juni 2022 ..	44
Tabel 4.10 Data Perhitungan Nilai <i>Performance Rate</i> Januari – Juni 2022.....	45
Tabel 4.11 Perhitungan Nilai <i>Quality Rate</i> Januari – Juni 2022	46
Tabel 4.12 Data Perhitungan Nilai OEE Januari – Juni 2022	47
Tabel 4.13 Perhitungan <i>Equipment Failure Losses</i> Januari – Juni 2022.....	48
Tabel 4.14 Perhitungan <i>Set Up and Adjustment Losses</i> Januari – Juni 2022	49
Tabel 4.15 Perhitungan <i>Idling and Minor Stoppaged Losees</i> Januari – Juni 2022.....	50
Tabel 4.16 Perhitungan <i>Reduce Speed Losses</i> Januari – Juni 2022.....	51
Tabel 4. 17 Perhitungan <i>Reduce Yield</i> Januari – Juni 2022.....	52
Tabel 4.18 Perhitungan <i>Product Defect Losses</i> Januari – Juni 2022.....	53
Tabel 4.19 Rekapitulasi <i>Six Bis Losses</i> PT. M Di <i>Paper Machine Line 6</i>	53
Tabel 4.20 5W+1H	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram <i>Fishbone</i>	26
Gambar 2.2 Kerangka Teoritis Penelitian	28
Gambar 3.1 Alur Metode Penelitian.....	35
Gambar 4.1 <i>Fishbone Diagram</i>	54
Gambar 4.2 <i>Histogram Availability Rate</i> Bulan Januari – Juni 2022.....	55
Gambar 4.3 <i>Histogram Performance Rate</i> Bulan Januari – Juni 2022	56
Gambar 4.4 <i>Histogram Quality Rate</i> Bulan Januari – Juni 2022	57
Gambar 4.5 <i>Histogram OEE</i> Bulan Januari – Juni 2022.....	58
Gambar 4.6 <i>Histogram Equipment Failure Losses</i> Bulan Januari – Juni 2022... 59	
Gambar 4.7 <i>Histogram Set Up & Adjustment Losses</i> Bulan Januari – Juni 2022.....	59
Gambar 4.8 <i>Histogram Idling and Minor Stoppage Losses</i> Bulan Januari – Juni 2022	60
Gambar 4.9 <i>Histogram Reduce Speed Losses</i> Bulan Januari – Juni 2022.....	61
Gambar 4.10 <i>Histogram Reduce Yield</i> Bulan Januari – Juni 2022.....	62
Gambar 4.11 <i>Histogram Product Defect Losses</i> Bulan Januari – Juni 2022.....	62



ABSTRAK

PT. M Line 6 berlokasi di Jawa Tengah merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur kertas seperti kantong kemasan, dan berbagai macam produk kertas lainnya. Dalam produksinya PT. M Line 6 ini menggunakan satu mesin yaitu *Paper Machine Line 6* dimana terdapat beberapa masalah yang perlu diteliti seperti tingginya *downtime*, faktor-faktor yang mempengaruhi *losses* pada *Paper Machine Line 6* dan usulan perbaikannya demi tercapainya produktivitas mesin sehingga juga mempengaruhi efektivitas pada proses produksi yang berjalan. Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas mesin berdasarkan data *downtime*, mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan *losses* pada *Paper Machine Line 6*, memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi *losses* pada *Paper Machine Line 6*. Teknik Pengumpulan Data dilakukan dengan tiga cara yaitu observasi, studi pustaka dan wawancara. Setelah melakukan perhitungan selama enam bulan, *Paper Machine Line 6* memiliki tingkat efektivitas yaitu *Overall Equipment Effectiveness* pada *Paper Machine* tahun 2022 adalah sebesar 84,40%, masih di bawah *Standard World Class* yaitu sebesar 85%. Sedangkan rata rata nilai *Availability* pada *Paper Machine* sebesar 92,28%. Rata-rata nilai *Performance Rate Paper Machine Line 6* sebesar 93,86%. Rata-rata nilai *Quality Rate* pada *Paper Machine* sebesar 97.45%.. Faktor penyebab *Losses* terbesar yang menghambat pencapaian OEE pada *Paper Machine Line 6* tahun 2022 adalah rendahnya nilai OEE pada *Paper Machine Line 6* yang disebabkan oleh tingginya nilai *Six Big Losses* yaitu pada *Equipment Failure Losses* dengan nilai sebesar 6,48% dengan rata rata *Breakdown* sebesar 2.865 menit. Menunjukkan sering terjadinya kerusakan-kerusakan mesin sehingga dapat menghambat jalannya proses produksi dan mempengaruhi tingkat produktivitas perusahaan.

Kata Kunci: *Breakdown, Downtime, Equipment Failure Losses, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses.*

ABSTRACT

The M Company Line 6, located in Central Java, is a company engaged in the manufacturing of paper such as packaging bags and various other paper products. In its production, In The M Line 6 uses one machine, its called Paper Machine Line 6 where there are several problems that need to be examined such as high downtime, factors that affect losses on Paper Machine Line 6 and proposed improvements in order to achieve machine productivity so that it also affects the effectiveness of the running production process. This research aims to determine the effectiveness of machines based on downtime data, determine the factors that cause losses on Paper Machine Line 6, provide suggestions for improvements to reduce losses on Paper Machine Line 6. The collection techniques data are carried out in three ways, namely observation, literature study and interview. After carrying out calculations for six months, Paper Machine Line 6 has an effectiveness level, there are Overall Equipment Effectiveness for Paper Machines in 2022 is 84.40%, still below the World Class Standard, namely 85%. Meanwhile, the average Availability value for Paper Machine is 92.28%. The average Performance Rate value for Paper Machine Line 6 is 93.86%. The average Quality Rate value on Paper Machine is 97.45%. The biggest factor causing losses that hinders the achievement of OEE on Paper Machine Line 6 in 2022 is the low OEE value on Paper Machine Line 6 which is caused by the high value of the Six Big Losses, namely Equipment Failure. Losses with a value of 6.48% with an average breakdown of 2,865 minutes. Shows the frequent occurrence of machine breakdowns that can hamper the production process and affect the level of productivity of the company.

Keywords: Breakdown, Downtime, Equipment Failure Losses, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses,.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia manufaktur selama proses produksi, mesin atau peralatan yang digunakan sering mengalami gangguan sehingga mengganggu proses produksi. Gangguan ini dapat mengurangi laba perusahaan dan mengurangi jumlah waktu kerja aktif yang dapat digunakan untuk proses produksi, jika mesin mengalami kerusakan untuk memperbaiki peralatan akan memakan banyak waktu, biaya dan tenaga. Perawatan diperlukan untuk mengoptimalkan komponen peralatan dan sistem untuk memastikan kondisi mesin produksi selalu dalam kondisi baik. Penggunaan mesin yang berkelanjutan harus didukung oleh perawatan mesin yang tepat agar pengoperasian mesin tidak terganggu selama proses produksi dan agar kerusakan keseluruhan mesin dapat diminimalkan. Keausan, korosi, dan kelelahan adalah beberapa sumber kerusakan mesin. Karena itu untuk meningkatkan produktivitas alat berat, berbagai strategi digunakan, termasuk keahlian, teknologi, manajemen, informasi, dan berbagai sumber daya yang mendukung kegiatan perusahaan. Tujuannya adalah untuk memperpanjang umur ekonomis mesin produksi saat ini dan memastikan bahwa peralatan produksi selalu dalam kondisi terbaik.

PT. M merupakan salah satu perusahaan di Jawa Tengah yang bergerak di industri manufaktur yang memproduksi sebagian besar barang berupa kertas. Di PT M *Paper Machine Line 6* menghasilkan produk di antaranya yaitu *Test Liner (TL)*, *White Top Liner Board (WTLB)*, *Samson Kraft (SK)*, *Color Briefcard Carton (BC Color)*, *White HVS*, *Color HVS*. Banyaknya produk yang dihasilkan maka akan semakin banyak juga target yang harus dicapai khususnya untuk kelancaran produksi. Faktor yang mempengaruhi kelancaran proses produksi harus benar-benar dijaga sebaik mungkin seperti tercapainya produktivitas mesin, efektifitas mesin dan juga kualitas produk yang dihasilkan.

Salah satu penyebab tidak tercapainya produktifitas mesin karena downtime seperti produk yang di hasilkan tidak maksimal di sebabkan oleh *paper machine speed hunting*, *steam* atau uap dari boiler *drop*, pergantian bahan baku kertas sehingga mempengaruhi *gramature* kertas, dan timbulnya kerusakan sparepart saat berlangsungnya produksi.

Berikut merupakan tabel data *Downtime Paper Machine Line 6* pada bulan Januari-Juni 2022:

Tabel 1.1 *Downtime pada paper machine line 6*

Bulan	<i>Breakdown (Menit)</i>	<i>Set Up Mesin (Menit)</i>
Januari	3.203	750
Februari	3.420	275
Maret	2.850	375
April	1.692	385
Mei	3.131	723
Juni	2.895	810
Rata-rata	2.865	553

Tabel 1.2 Hasil Produksi pada bulan Januari – Juni 2022

Bulan	Target Perusahaan	Target Total Produksi / Bulan (PCS) (A)	Total Produksi Per Bulan (PCS) (B)	Ketercapaian Target (%) $C = B / A$
Januari	70%	77.000	53.106	69%
Februari	70%	77.000	51.245	67%
Maret	70%	77.000	57.379	75%
April	70%	77.000	48.204	63%
Mei	70%	77.000	54.164	70%
Juni	70%	77.000	52.491	68%
Rata-rata	70%	77.000	52.765	69%

Adanya kendala mesin produksi seperti yang telah dijelaskan diatas menyebabkan *downtime* yang tinggi pada saat proses produksi berjalan. Hal ini menyebabkan masalah serius untuk perusahaan dikarenakan waktu produksi tidak berjalan dengan semestinya dan menyebabkan kendala lainnya jika tidak diatasi dengan seksama oleh

semua lini perusahaan. Menyadari memang bahwa ketidakefektifan mesin ini seharusnya di sadari oleh semua pihak untuk menjalankan perawatan secara intens demi tercapainya tingkat produktivitas dalam proses produksi sekarang dan selanjutnya.

Mesin dan perlengkapan jika berada dalam keadaan yang sempurna akan berfungsi secara optimal dan dapat menghasilkan produk berkualitas 100 persen. Namun, keadaan ini sangat sulit dicapai dalam kenyataannya karena adanya perbedaan antara keadaan ideal dan situasi yang sebenarnya, di mana perbedaan ini disebut kerugian. Dalam menjaga kondisi mesin dan perlengkapan, perusahaan melakukan banyak upaya tetapi seringkali upaya perbaikan atau perawatan mesin dan perlengkapan yang dilakukan pada akhirnya menjadi pemborosan karena tidak menangani masalah inti yang sebenarnya.

Tingkat produktivitas dalam dunia manufaktur mempunyai peranan yang penting dalam menentukan kualitas suatu perusahaan, kualitas inilah salah satu indikator paling mudah untuk menggambarkan mesin ini produktif atau tidak. Produksi didefinisikan sebagai perbandingan antara hasil yang diperoleh dan sumber daya yang digunakan. Apabila hasil, atau output, lebih besar daripada sumber daya, atau input, maka produktivitas dikatakan baik. Pembahasan terkait produktivitas tentunya tidak terlepas dari efektivitas dan efisiensi. Efisiensi adalah ukuran yang membandingkan penggunaan sumber daya (input) yang direncanakan dengan penggunaan yang terjadi. Tingkat efisiensi yang lebih tinggi terjadi ketika sumber daya yang digunakan secara efektif dihemat atau dikelola dengan baik. Namun, efektivitas lebih berfokus pada hasil yang dicapai, yang merupakan ukuran dari pencapaian target. Karena kualitas bahan baku, tenaga kerja, dan mesin yang digunakan adalah bagian dari proses produksi, dan tidak hanya bergantung pada seberapa banyak hasil yang dihasilkan atau seberapa banyak sumber daya yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas.

Salah satu sumber daya yang penting dalam mendukung jalannya proses produksi adalah peralatan atau mesin produksi.(Sabri & Geubrina, 2022)

Berdasarkan dari situasi lapangan yang diamati, kualitas mesin produksi merupakan hal yang cukup sulit untuk dijaga karena sering terjadinya kerusakan-kerusakan mesin yang sulit untuk diprediksi sehingga dapat menghambat jalannya proses produksi dan mempengaruhi tingkat produktivitas perusahaan. Salah satu cara menjaga kualitas mesin produksi adalah dengan melakukan perawatan mesin. Jika mesin tidak dirawat dengan baik, frekuensi kerusakan mesin akan meningkat sehingga tidak memenuhi kapasitas dan kualitas produk yang optimal. Dengan adanya masalah kerusakan mesin masalah proses produksi semakin menjalar ke produktivitas, kualitas produksi, target produksi, bahkan jika tidak terkendali akan berdampak pada keterlambatan pengiriman bagi pembeli. Jadi itu harus dihindari.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat diambil permasalahan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana efektivitas mesin jika terjadi *downtime* pada *paper machine line 6*?
- 2) Faktor apa saja yang menyebabkan ketidakefektifan pada *paper machine line 6*?
- 3) Bagaimana usulan perbaikan untuk mengurangi ketidakefektifan pada *paper machine line 6*?

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan data diatas pembatasan masalah adalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian data yang diambil merupakan data dari PT M pada bulan Januari 2022 – Juni 2022.

- 2) Penelitian tidak menghitung biaya perbaikan pada mesin yang mengalami kerusakan.
- 3) Penelitian mengukur tingkat produktifitas dan efisiensi *paper machine*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui efektivitas mesin berdasarkan data *downtime* pada bulan Januari – Juni 2022 di PT M.
2. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan ketidakefektifan pada *paper machine line 6*.
3. Memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi ketidakefektifan pada *paper machine line 6*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang di harapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Manfaat Teoritis

1. Menambah wawasan penulis serta pembaca pada *Overall Equipment Effectiveness*.
2. Mengetahui kinerja mesin pada saat produksi.
3. Meningkatkan produksi sesuai prinsip TPM meminimalkan kerugian perusahaan.
4. Penelitian ini di harapkan dapat di jadikan acuan bagi penelitian lain untuk melakukan penelitian selanjutnya.

b. Manfaat Praktis

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meminimalisirkan terjadinya *defect* berlebihan.

2. Hasil penelitian ini di harapkan dapat di jadikan salah satu referensi bagi siapa saja yang mengkaji permasalahan ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi tentang referensi dan beberapa teori yang mendukung menjadi pedoman dari para peneliti-peneliti berupa tinjauan pustaka yang ada hubungannya dengan penelitian yang di lakukan, sumber buku atau jurnal sebagai landasan teori dan hipotesa beserta kerangka teoritisnya.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang pengumpulan data beserta Teknik pengumpulan data, pengujian hipotesa, metode analisis, pembahasan, penarikan kesimpulan dan diagram alir yang di gunakan untuk menyelesaikan permasalahan dari topik penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pengumpulan dan pengolahan data serta analisis dan interpretasi serta pembuktian hipotesa.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan hasil penelitian serta saran yang di berikan bagi pihak perusahaan berupa usulan perbaikan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Setelah dilakukan kajian dari beberapa penelitian yang ada terdapat jurnal jurnal yang telah membahas tentang *Total Productive Maintenance* dan *Overall Equipment Effectiveness*. Penelitian terdahulu yang di jadikan referensi dan pertimbangan untuk memulai dan menyelesaikan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Penelitian yang di lakukan oleh Supriyati, Ade Nurul Hidayat pada tahun 2022 dengan judul Analisis Pencapaian dan perbaikan target *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Mesin Injection. Menjelaskan tentang permasalahan rendahnya nilai *availability rate* (92,55%) yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE pada *mesin injection* sehingga berpengaruh pada ketercapaian target hasil produksi yang tentunya harus dilakukan dalam ketiga aspek yaitu *availability, performance* juga *quality rate*-nya.

Argiawid Arsyia Ambara, Novi Marlyana, Akhmad Syakhroni, pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul Analisa Efektifitas Mesin Tenun C1037 menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Studi Kasus PT. Apac Inti Corpora) Menjelaskan tentang permasalahan tingginya *downtime* yang lebih besar dari 3% pada *Mesin Tenun Air Jet Loom* di PT Apac Inti Corpora yang menyebabkan kerugian-kerugian pada saat berjalanya proses produksi seperti *mesin Toyodha Air Jet Loom* produksi kain C1037 menghasilkan enam mesin yang nilai OEE tidak memenuhi standar yaitu Mesin 509 sebesar 76,997%, Mesin 610 sebesar 82,8%, Mesin 709 sebesar 81,7%, Mesin 606 sebesar 84,6%, Mesin 508 sebesar 84% Mesin 706 sebesar 84,56. Hasil tersebut menunjukkan mesin tersebut masih perlu dilakukan peningkatan perbaikan serta peralatannya.

M. Sabri, Geubrina HS 2022 dalam penelitiannya dengan judul *Analisa Total Productive Maintenance Mesin Screw Press PT Sisirau* menggunakan metode *Overall Equipment efectivines (OEE)* menjelaskan tentang permasalahan kerusakan mesin *Screw Press* pada PT. Sisirau yang menyebabkan terhentinya proses produksi yang akan berimbas pada kerugian ekonomi karena tidak tercapainya target produksi dan harus dilakukan perbaikan secara intens sampai mesin dapat beroperasi kembali.

Dalam jurnal penelitian yang dilakukan oleh Rommy Febri Prabowo, Hendrik hariyono, Ery Rimawan pada tahun 2020 dengan judul *Total Productive Maintainance (TPM) pada perawatan mesin Grinding menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)* menjelaskan tentang permasalahan tingginya *downtime mesin grinding* pada PT. VDHI yang menyebabkan menurunnya kecepatan dan performa mesin sehingga menghasilkan nilai OEE yang rendah membuat hasil produksi tidak sesuai rencana.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ayu Anggraeni Sibarani, Katon Muhammad, April Yanti pada tahun 2020 dengan judul *Analisis Total Productive Maintainance Mesin Wrapping Line 4 menggunakan Overall Equipment Effectiveness di PT XY, Cirebon Jawa Barat.* Menjelaskan tentang permasalahan tingginya *breakdown* pada Mesin *Wrapping Line 4* pada PT. XY yaitu mesin untuk pengemasan *Cup Noodle* yang menyebabkan waktu terhentinya mesin yang cukup lama. Bila kondisi ini terus berkelanjutan akan berdampak negatif pada perusahaan berupa kehilangan kepercayaan pelanggan hingga kerugian finansial.

Pada tahun 2019 Mohammad Bob Anthony melakukan penelitian dengan judul *Analisis Penerapan Total Productive Maintainance (TPM) menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses pada Mesin Cold Levelle.* menjelaskan tentang permasalahan tingginya *breakdown* pada mesin *Cold Laveller* di PT

KPS yang menyebabkan terjadinya plate dengan permukaan tidak rata semakin banyak karena waktu bekerja jam mesin semakin berkurang. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan langkah-langkah yang tepat dalam pemeliharaan mesin atau peralatan salah satunya dengan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM).

Riski Muh Tifani, Dr. Andre Sugiyono, Wiwiek fatmawati pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul *Analisa Efektifness* mesin *Air jet Loom* (AJL) guna mengurangi *Breakdown* dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* di PT Primatexco Indonesia. Menjelaskan tentang permasalahan tingginya nilai *downtime* pada Mesin *Air Jet Loom* PT. PRIMATEXCO seperti sering terjadi seperti putusnya benang pakan, Ganti beam (kehabisan beam/benang lusi), *Kirikae* (setting mesin kembali sesuai pola permintaan dari PPC), *Mobil hozen* (rusaknya kelainan pada mesin,mengecek rpm mesin dan cacat yang terjadi, mengganti *spare part* pada mesin yang rusak), *Kikae hozen* (kerusakan ringan seperti benang dobel, lusi dobel pakan jarang, memperbaiki cacat kain yang dihasilkan dari mesin), dan masih banyak faktor-faktor lain, Dari permasalahan tersebut diperlukan metode usulan metode TPM sering terjadi seperti putusnya benang pakan, Ganti *beam* (kehabisan beam/benang lusi), *Kirikae* (setting mesin kembali sesuai pola permintaan dari PPC), *Mobil hozen* (rusaknya kelainan pada mesin, mengecek rpm mesin dan cacat yang terjadi, mengganti *spare part* pada mesin yang rusak), *Kikae hozen* (kerusakan ringan seperti benang dobel,lusi dobel pakan jarang, memperbaiki cacat kain yang dihasilkan dari mesin), dan masih banyak faktor-faktor lain, Dari permasalahan tersebut diperlukan metode usulan metode TPM.

Dari Jurnal yang ditulis oleh Galuh Krisna Dewanti, Muhammad Fidiandri Putra pada tahun 2019 dengan judul Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Mesin Printing Amplas

Kertas. Menjelaskan tentang permasalahan rendahnya nilai *quality rate* (50,1%) pada Mesin Printing Amplas Kertas yang menyebabkan rendahnya nilai OEE yaitu sebesar 35,9% perlu dilakukan perbaikan sistem yang dapat meningkatkan faktor nilai OEE terutama pada *Quality Rate*-nya.

Tabel 2. 1 *Study Literature* Penelitian

No	Judul Penelitian	Peneliti	Penerbit	Permasalahan	Metode	Hasil
1	Analisis Pencapaian dan perbaikan target <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> pada Mesin <i>Injection</i>	Supriyati, Ade Nurul Hidayat	Prosiding Sains dan teknologi Vol.1 no. 1 tahun 2022	Rendahnya nilai <i>availability rate</i> (92,55%) yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE pada mesin <i>injection</i> sehingga berpengaruh pada ketercapaian target hasil produksi yang tentunya harus dilakukan dalam ketiga aspek yaitu <i>availability</i> , <i>performance</i> juga <i>quality rate</i> -nya.	Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Pencapaian Nilai OEE rata rata sebesar 90,26% dengan target yang di tetapkan sebesar 98%, nilai terendah terdapat pada <i>availability</i> sebesar 92,55%, perbaikan yang di lakukan focus terhadap jenis cacat terbesar yaitu cacat <i>silver</i> , hasil perbaikan menghasilkan penurunan cacat <i>silver</i> sebesar 0,009%, perbaikan <i>performance focus</i> pada percepatan <i>cycle time</i> , perbaikan pada <i>availability</i> fokus pada loss waktu perbaikan dan hasilnya penurunan waktu <i>loss dandory</i> sebesar 3870 menit / 53,69%, perbaikan mold 26,5% keruskan robot menurun 59,84%.
2	Analisa Efektivitas Mesin Tenun C1037 Menggunakan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> (Studi Kasus: PT. Apac Inti Corpora)	Argiawid Arsyah Ambara, Novi Marlyana, Akhmad Syakhroni, 2020	Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) 3 2020	Tingginya <i>downtime</i> yang lebih besar dari 3% pada Mesin Tenun Air Jet Loom di PT Apac Inti Corpora yang menyebabkan kerugian-kerugian pada saat berjalanya proses produksi seperti mesin Toyodha Air Jet Loom produksi kain C1037 menghasilkan enam mesin yang nilai OEE tidak memenuhi	Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Hasil Perhitungan metode OEE pada ke sembilan mesin toyodha Air Jet Loom produksi kain C1037 menghasilkan enam mesin yang nilainya tidak memenuhi standar yaitu Mesin 509 sebesar 76,997%, Mesin 610 sebesar 82,8%, Mesin 709 sebesar 81,7%, Mesin 606 sebesar 84,6%, Mesin 508 sebesar 84% Mesin 706 sebesar 84,56. Faktor <i>losses</i> yang paling mempengaruhi efektivitas dari hasil perhitungan <i>six big losses</i> adalah <i>breakdown losses</i> dengan persentasi sebesar 8,04%. Berdasar dari <i>Fishbone Diagram</i> dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya nilai <i>breakdown losses</i> yaitu disebabkan dari faktor manusia, material, lingkungan kerja serta mesin.

				standar		
3	Analisa <i>Total Productive Maintenance (TPM) Mesin Screw Press</i> PT. Sisirau dengan <i>Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	M. Sabri, Geubrina HS	Prosiding SNTTM XX, 2022	Kerusakan mesin <i>Screw Press</i> pada PT. Sisirau yang menyebabkan terhentinya proses produksi yang akan berimbas pada kerugian ekonomi karena tidak tercapainya target produksi dan harus dilakukan perbaikan secara intens sampai mesin dapat beroperasi kembali.	<i>Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data, dapat kita ketahui bahwa tingkat <i>availability ratio</i> dari mesin <i>screw press</i> 3 sangat rendah dibanding dengan mesin <i>screw press</i> lainnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa mesin <i>screw press</i> 3 adalah mesin <i>screw press</i> yang paling tidak produktif dan tidak digunakan dengan efisien dan akan mempengaruhi nilai OEE mesin tersebut. Nilai OEE mesin <i>screw press</i> pada PT. Sisirau masih jauh lebih rendah dengan nilai yang dianjurkan menurut industri kelas dunia (<i>word class</i>) yaitu sebesar 15% untuk mesin <i>screw press</i> 1 dan 3, serta 16% untuk mesin <i>screw press</i> 2 sehingga harus segera dilakukan perbaikan untuk meningkatkan nilai OEE
4	<i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> pada Perawatan Mesin <i>Grinding</i> Menggunakan <i>Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Rommy Febri Prabowo, Hendrik Hariyono, Erry Rimawan,	Journal Industrial Services Vol. 5 No. 2 2020	Tingginya <i>downtime mesin grinding</i> pada PT. VDHI yang menyebabkan menurunnya kecepatan dan performa mesin sehingga menghasilkan nilai OEE yang rendah	<i>Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Pencapaian nilai OEE pada mesin <i>grinding</i> rata – rata sebesar 90.73%. Fokus perbaikan dari permasalahan yang menyebabkan faktor <i>loss Mesin Grinding</i> adalah <i>Quality Ratio</i> rata-rata sebesar 98.54% karena dipengaruhi oleh faktor <i>Startup Reject</i> , dan <i>Reject</i> yang terjadi pada hasil bekerja mesin yang disesuaikan dengan standard JIPM yaitu indeks TPM untuk <i>Quality Ratio</i> minimum 99%. <i>Total Preventive Maintenance (TPM)</i> dapat diterapkan di PT. VDHI melalui program pemeliharaan dengan mengenali gejala hasil kualitas proses pengerjaan mesin dan memahami permasalahan yang terjadi pada proses pengerindaan.
5	Analisis <i>Total Productive Maintenance</i> Mesin <i>Wrapping Line 4</i> Menggunakan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> dan <i>Six Big Losses</i>	Ayu Anggraeni Sibarani, Katon Muhammad, April Yanti, 2020	Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri Volume 7 Nomor 02 2020	Tingginya <i>breakdown</i> pada Mesin <i>Wrapping Line 4</i> pada PT. XY yaitu mesin untuk pengemasan <i>Cup Noodle</i> yang menyebabkan waktu	<i>Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Nilai rata-rata OEE pada mesin <i>Wrapping Line 4</i> , yaitu 78,03%, dengan nilai <i>availability</i> sebesar 98,62%, <i>performance efficiency</i> sebesar 83,17%, serta <i>rate of quality</i> sebesar 95,13%. Nilai ini berada di bawah nilai standar internasional OEE sehingga dianggap masih rendah. Faktor utama yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE pada mesin <i>Wrapping Line 4</i>

	di PT XY, Cirebon - Jawa Barat			terhentinya mesin yang cukup lama. Bila kondisi ini terus berkelanjutan akan berdampak negatif pada perusahaan berupa kehilangan kepercayaan pelanggan hingga kerugian finansial.		adalah <i>quality defect losses</i> dengan nilai 63,54% dan <i>speed losses</i> sebesar 24,87%. Berdasarkan analisa menggunakan diagram sebab akibat (<i>fishbone</i>) dapat diketahui penyebab rendahnya nilai OEE mesin <i>Wrapping Line 4</i> meliputi 5 kategori, yaitu manusia, mesin, material, metode, serta lingkungan. Perusahaan perlu melakukan perbaikan secara berkesinambungan agar dapat meningkatkan Efektivitas <i>Wrapping line 4</i> serta nilai OEE
6	Analisis Penerapan <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> Menggunakan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses</i> Pada Mesin <i>Cold Levelle</i>	Muhammad Bob Anthony	Jurnal Jati Unik, Vol 2, No.2, Hal. 94-103 2019	Tingginya <i>breakdown</i> pada mesin <i>Cold Laveller</i> di PT KPS yang menyebabkan terjadinya plate dengan permukaan tidak rata semakin banyak karena waktu bekerja jam mesin semakin berkurang.	Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik Besarnya rata-rata nilai OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>) adalah 82%. Nilai ini masih dibawah standar yaitu 85% walaupun nilai <i>availability</i> dan <i>quality rate</i> cukup tinggi namun <i>performance rate</i> masih kurang sehingga nilai OEE tergolong rendah sehingga perlu adanya perbaikan untuk meningkatkan nilai OEE. Jenis <i>six big losses</i> yang dominan menyebabkan rendahnya nilai OEE pada mesin <i>cold levelle</i> adalah <i>reduced speed losses</i> dan <i>equipment failure losses</i> . <i>Reduced speed losses</i> merupakan <i>losses</i> terbesar dari keseluruhan <i>losses</i> yang terjadi yaitu sebesar 11,59% dan <i>equipment failure losses</i> berada di posisi kedua dengan nilai 6,04%. Tindakan perbaikan yang diusulkan adalah memprioritaskan 3 pilar utama TPM yaitu <i>autonomous maintenance, quality maintenance, training dan education</i>
7	Analisa Efektivitas Mesin <i>Air Jet Loom (AJL)</i> Guna Mengurangi <i>Breakdown</i> Dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six</i>	Riski Muh Tifani, Dr. Andre Sugiyono, Wiwiek Fatmawati	Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) 2019	Tingginya nilai <i>downtime</i> pada Mesin Air Jet Loom PT. PRIMATEXCO seperti sering terjadi seperti putusnya benang pakan, Ganti beam (kehabisan beam / benang	Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Pencapaian nilai OEE pada mesin <i>air jet</i> tertinggi pada mesin AJL yaitu 85,81%, M/C AJL 6 sebesar 87,16%, M/C AJL 7 sebesar 86,53% sedangkan nilai rendah yaitu pada mesin AJL 1 sebesar 80,17%, M/C AJL 2 sebesar 78,79%, M/C Ajl 3 sebesar 77,06% dan M/C AJL 4 sebesar 84,57%

	<i>Big losses</i> di PT. Primatexco Indonesia			lusi), Kirikae (setting mesin kembali sesuai pola permintaan dari PPC), <i>Mobil hozen</i> (rusaknya kelainan pada mesin, mengecek rpm mesin dan cacat yang terjadi, mengganti <i>spare part</i> pada mesin yang rusak), Kikae hozen (kerusakan ringan seperti benang dobel, lusi dobel pakan jarang, memperbaiki cacat kain yang dihasilkan dari mesin),		
8	Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Mesin Printing Amplas Kertas	Galuh Krisna Dewanti, Muhammad Fidiandri Putra	Jurnal Optimasi Teknik Industri Vol. 1 No. 2, 1-5 2019	Rendahnya nilai <i>quality rate</i> (50,1%) pada Mesin Printing Amplas Kertas yang menyebabkan rendahnya nilai OEE yaitu sebesar 35,9% perlu dilakukan perbaikan sistem yang dapat meningkatkan faktor nilai OEE terutama pada <i>Quality Rate</i> -nya.	Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	Diperoleh nilai rata-rata OEE pada bulan April 2019 sebesar 35,9%. Dengan nilai <i>Availability</i> 99,6%, <i>Performance</i> 71,4% dan <i>Quality Rate</i> 50,1%. Faktor utama penyebab kecilnya nilai OEE pada mesin printing adalah adanya <i>defect losses</i> yang tinggi dengan total waktu kerugian sebesar 10,02 jam merupakan 40% dari total kerugian. Penyebab <i>defect losses</i> adalah dimulai dari operator tidak tahu standar awal mesin karena mesin yang tidak standar, kemudian tidak ada SOP dalam melakukan pekerjaan sehingga operator dalam melakukan pekerjaannya mengandalkan <i>feeling</i> untuk <i>set up</i> .

- Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

OEE adalah instrumen pengukur untuk menilai dan memperbaiki metode yang benar untuk memastikan peningkatan produktivitas selama penggunaan mesin/peralatan. menggunakan parameter *Availability*, *Performance*, dan *Quality Ratio*. OEE akan secara

langsung mengidentifikasi perbedaan antara performa aktual (status operasi dan produksi yang sedang berlangsung) dan performa ideal (target yang ingin dicapai).

- *Overall Resource Effectiveness (ORE)*

ORE adalah teknik pengukuran yang berperan dalam memahami efisiensi penggunaan dan pemanfaatan sumber daya produksi dalam sistem operasi produksi dengan menggunakan parameter *Readiness, availability of facility, Changeover efficiency, Availability of material, Availability of Manpower, performance Efficiency dan Quality Rate*.

Pada penelitian “Analisis *Total Productive Maintenance (TPM)* dengan menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Pada *Paper Machine* di PT M” metode yang di pilih dalam penelitian ini adalah metode *Overall Equipment Effectiveness* di karenakan dapat memecahkan masalah tentang perhitungan nilai efektivitas mesin yang berkaitan dengan faktor *availability, performance dan quality*. Sedangkan metode *Overall Resource Effectiveness* lebih berfokus pada pengukuran efektivitas sumber daya produksi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan atau *maintenance* dapat diartikan sebagai suatu aktivitas atau kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas perawatan pada suatu fasilitas tetap dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi siap digunakan (Sinaga & Maryanto, 2019). Perawatan sebagai bentuk aktivitas yang dilakukan dengan tujuan untuk mencapai hasil yang mampu mempertahankan atau mengembalikannya pada kondisi selalu dapat berfungsi (Ansori & Mustajib, 2013).

2.2.2 Jenis Perawatan

Menurut (Ruslan&Prasmoro,2020) dalam sistem pemeliharaan terdapat tiga jenis pemeliharaan, yaitu:

1) *Preventif Maintenance* Yaitu kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dalam praktiknya pemeliharaan preventif yang dilakukan oleh suatu perusahaan dapat dibedakan sebagai berikut:

a) Pemeliharaan rutin, yaitu aktivitas pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin (setiap hari). Misalnya pembersihan peralatan, pelumasan oli, dan lain-lain.

b) Pemeliharaan periodik, yaitu aktivitas pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau jangka waktu tertentu, misalnya setiap 100 jam kerja sekali, dan seterusnya.

2) *Corrective* atau *Breakdown Maintenance* Yaitu kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

3) *Predictive Maintenance* Yaitu kegiatan perawatan yang bersifat prediksi, dalam hal ini merupakan evaluasi berkala (*preventive maintenance*). Pendekatan ini dievaluasi dan indikator-indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan vibrasi dan *alignment* untuk menambah data dan tindakan dan perbaikan selanjutnya.

2.2.3 *Total Productive Maintenance (TPM)*

(Nakajima, 1988) menyatakan *Preventive Maintenance* dikenal pada tahun 1950-an, yang kemudian berkembang seiring dengan perkembangan teknologi yang ada dan pada tahun 1960-an muncul dengan dengan apa yang disebut *productive maintenance*. *Total productive Maintenance (TPM)* mulai dikembangkan pada tahun 1970-an pada perusahaan di negara jepang yang merupakan pengembang konsep maintenance yang diterapkan pada perusahaan

industri manufaktur Amerika Serikat yang disebut *preventive maintenance*.

Total Productive Maintenance (TPM) adalah suatu konsep program tentang pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja melalui aktivitas grup kecil. Meliputi beberapa hal seperti komitmen total terhadap program oleh kalangan manajer puncak, pemberian waktu yang luas kepada pekerja untuk melakukan tindakan korektif dan *downtime* (waktu nganggur) untuk pemeliharaan dijadwalkan sebagai bagian dari proses produksi sehari-hari dan bahkan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses produksi tersebut. Sedangkan menurut (Sibarani et al., 2020) TPM mengatakan bahwa merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikut sertakan semua elemen atau yang ada di dalam sebuah perusahaan, yang bertujuan untuk menimbulkan kepedulian kepada hasil akhir atau output produksi baik di dalam lingkungan industri guna untuk mencapai *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident*. Secara menyeluruh definisi dari *Total Productive Maintenance* mencakup lima elemen yaitu sebagai berikut:

- 1) *Total Productive Maintenance* bertujuan untuk menciptakan suatu sistem *preventive maintenance* (PM) untuk memperpanjang umur penggunaan mesin/peralatan
- 2) *Preventive Maintenance* bertujuan untuk memaksimalkan efektifitas mesin/peralatan secara keseluruhan (*overall effectiveness*).
- 3) *Total Productive Maintenance* dapat diterapkan pada berbagai departemen (seperti *engineering*, bagian produksi, bagian *maintenance*).
- 4) *Total Productive Maintenance* melibatkan semua orang mulai dari tingkatan manajemen tertinggi hingga para karyawan/operator lantai produksi.

- 5) *Total Productive Maintenance* merupakan pengembangan dari sistem maintenance berdasarkan *Preventive Maintenance* melalui manajemen motivasi.

Total Productive Maintenance (TPM) adalah suatu konsep program tentang pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja melalui aktivitas grup kecil. Meliputi beberapa hal seperti komitmen total terhadap program oleh kalangan manajer puncak, pemberian waktu yang luas kepada pekerja untuk melakukan tindakan korektif dan *downtime* (waktu nganggur) untuk pemeliharaan dijadwalkan sebagai bagian dari proses produksi sehari-hari dan bahkan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses produksi tersebut. Sedangkan menurut (Sibarani et al., 2020) TPM mengatakan bahwa merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikut sertakan semua elemen atau yang ada di dalam sebuah perusahaan, yang bertujuan untuk menimbulkan kepedulian kepada hasil akhir atau output produksi baik di dalam lingkungan industri guna untuk mencapai *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident*. Maksud dari pemeliharaan korektif atau *breakdown maintainance* adalah Pemeliharaan fasilitas yang rusak di mana fasilitas atau peralatan yang digunakan tidak berfungsi dan kemudian perlu diperbaiki. Pemeliharaan perbaikan berarti pekerjaan pemeliharaan atau perangkat yang dilakukan setelah suatu sistem atau sistem tidak berfungsi/abnormal dan gagal berfungsi dengan baik (Muhaemin & Nugraha, 2022).

2.2.4 *Autonomous maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)

Pengertian *Autonomous maintenance* adalah Pemeliharaan otonomi yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Pemeliharaan otonomi dirancang

untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut meliputi pembersihan, pelumasan, pengencangan mur/baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan dan reparasi sederhana. Tujuh langkah kegiatan yang terdapat dalam *Autonomous Maintenance*(Nakajima, 1988):

- 1) Membersihkan dan memeriksa (*clean and inspect*).
- 2) Membuat standar pembersihan dan pelumasan.
- 3) Menghilangkan sumber masalah dan area yang tidak terjangkau (*eliminate problem and inaccessible area*).
- 4) Melaksanakan pemeliharaan mandiri (*conduct autonomous maintenance*).
- 5) Melaksanakan pemeliharaan menyeluruh (*conduct general inspection*).
- 6) Pemeliharaan mandiri secara penuh (*fully autonomous maintenance*).
- 7) Pengorganisasian dan kerapian (*organization and tidiness*).

2.2.5 Unsur-Unsur dalam *Total Productive Maintenance*

Total Productive Maintenance telah dilukiskan sebagai satu strategi pabrikasi yang berisikan dari langkah berikut(Nakajima, 1988):

- 1) Memaksimalkan efektivitas alat-alat perlengkapan melalui optimasi dari availabilitas alat-alat perlengkapan, kinerja, efisiensi mutu dan produk.
- 2) Menciptakan strategi pemeliharaan pencegahan untuk jalan kehidupan dari seluruh alat-alat perlengkapan.
- 3) Meliputi semua departemen seperti perencanaan, operator dan departemen pemeliharaan.
- 4) Melibatkan semua anggota yang terorganisir dari mulai manajemen teratas sampai kelantai pekerja.

5) Meningkatkan pemeliharaan melalui otonomi aktivitas grup kecil. Kata “Total” pada “*Total Productive Maintenance*” mempunyai tiga arti yang mendeskripsikan fitur terpenting dalam *Total Productive Maintenance* berkaitan dengan lima unsur TPM di atas:

1. Efektivitas total pencapaian tujuan pada efisiensi ekonomi atau profatibilitas.
2. Sistem pemeliharaan total meliputi *Maintenance Prevention* (MP) dan *Maintainability Improvement* (MI) seperti halnya *Preventive Maintenance*.
3. Keikutsertaan total semua karyawan meliputi pemeliharaan otonomi oleh operator melalui aktivitas grup kecil.

2.2.6 Motto 5-S dalam TPM

Didalam pemeliharaan terdapat dua kegiatan mendasar, yaitu pembersihan dan pemeriksaan. Dimana pelaksanaan kedua aktivitas tersebut harus didasari motto “5-S” antara lain yaitu (Nasution et al., n.d.2021):

1. ***Seiri (clearing up)***: Kegiatan memisah misah yang benar benar diperlukan dan menyingkirkan benda-benda yang tidak diperlukan dari tempat kerja.
2. ***Seiton (organazing)***: Menempatkan benda-benda yang diperlukan dengan cepat dan selalu siap pada saat diperlukan.
3. ***Seiso (cleaning)***: Membersihkan peralatan dan tempat kerja sehingga kondisi ditempat kerja selalu bersih.
4. ***Seikatsu (standarizing)***: Membuat standar kebersihan, pelumasan dan inspeksi dalam suatu pengendalian.
5. ***Shitsuke (training and discipline)***: Meningkatkan skill dan moral kebiasaan pribadi karyawan.

2.2.7 Manfaat dari *Total Productive Maintenance* (TPM)

Manfaat dari studi aplikasi *Total Productive Maintenance* secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan khususnya menyangkut faktor-faktor berikut (Nasution et al., n.d.2021):

1. Peningkatan produktivitas dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian pada perusahaan.
2. Meningkatkan kualitas dengan TPM, meminimalkan kerusakan pada mesin/peralatan dan *downtime* mesin dengan metode terfokus.
3. *Delivery Time* ke konsumen dapat ditepati, karena produksi yang tanpa gangguan akan lebih mudah untuk dilaksanakan.
4. Biaya produksi rendah karena rugi dan pekerjaan yang tidak memberi nilai tambah dapat dikurangi.
5. Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja lebih baik.
6. Meningkatkan motivasi kerja, karena hak dan tanggung jawab didelegasikan oleh setiap orang

2.2.8 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Menurut (Nakajima, 1988) OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dari kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottleneck* yang terdapat pada proses produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/peralatan.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada efektifitas suatu operasi produksi yang dijalankan. Hasil dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga

memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. Pengukuran OEE juga biasa digunakan sebagai indikator kinerja untuk *key performance indicator* (KPI) dalam implementasi *lean manufacturing* untuk memberikan indikator keberhasilan. OEE bukan hal yang baru dalam dunia industri dan manufaktur, teknik pengukurannya sudah dipelajari dalam beberapa tahun dengan tujuan penyempurnaan perhitungan. Tingkat keakuratan OEE dalam pengukuran efektifitas memberikan kesempatan kepada semua usaha bidang manufaktur untuk mengaplikasikan sehingga dapat melakukan usaha perbaikan terhadap proses itu sendiri. OEE juga merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/peralatan yakni, *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses*. OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktifitas mesin/peralatan dan kinerjanya secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas ataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan *area bottleneck* yang terdapat pada lintasan produksi.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah ukuran aplikasi TPM untuk menjaga pemeliharaan dalam kondisi ideal dengan menghilangkan enam kerugian besar. Dalam menentukan efektivitas peralatan di suatu pabrik, perlu diasumsikan bahwa peralatan tersebut dapat dioperasikan secara efektif dan efisien (Muhaemin & Nugraha, 2022).

Hal yang mempengaruhi pengukuran *Overall Equipmnet Effectiveness (OEE)*:

1. Availability

Availability adalah suatu rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. *Availability* merupakan

perbandingan antara waktu operasi mesin actual dengan waktu yang operasi mesin yang telah direncanakan. Semakin tinggi nilai availability-nya maka semakin baik, dapat di cari menggunakan rumus(Sibarani et al., 2020)

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

2. *Performance Rate*

Performance Rate mempertimbangkan faktor yang menyebabkan proses produksi tidak sesuai dengan kecepatan maksimum yang seharusnya ketika di operasikan. *Performance rate* yang diharapkan perusahaan yaitu tidak ada penurunan kecepatan mesin standar dibandingkan dengan aktual. dapat di cari menggunakan rumus (Muhaemin & Nugraha, 2022).

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Total Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

3. *Quality Rate*

Quality Rate merupakan perbandingan antara produk yang lolos *quality control* dengan total produksi. Pada perusahaan ini, produk yang lolos *quality control* disebut dengan produk baik. Sedangkan produk yang tidak lolos *quality control* disebut dengan produk *reject* dan *pending* karena produk tersebut akan langsung diperbaiki dengan dilakukan sortir. Apabila sudah lolos *quality control* maka produk siap untuk diserahkan ke Gudang, dapat di cari menggunakan rumus (Dewanti & Putra, 2019)

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Total Produksi} - \text{Product Defect}}{\text{Total Produksi}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

4. *Standar Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Setiap perusahaan menginginkan peralatan dapat bekerja secara maksimal, tidak ada waktu yang terbuang, tetapi kenyataannya hal tersebut tidaklah mudah. Untuk itu maka pengukuran terhadap *Overall Equipment Effectiveness* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \dots\dots\dots (2.4)$$

Adapun standar standar *world class* untuk nilai OEE adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Nilai Ideal Perhitungan OEE

Deskripsi	Nilai
<i>Availability Rate</i>	>90%
<i>Performance Rate</i>	>95%
<i>Quality Rate</i>	>99%
<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	>85%

2.2.9 *Six Big Losses*

Menurut (Nakajima, 1988), kegiatan dan tindakan-tindakan yang dilakukan tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin/peralatan dan meminimalkan downtime mesin/peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin/peralatan. Rendahnya produktivitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien. Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin dan peralatan. Keenam kerugian tersebut dikenal dengan istilah *six big losses*, dikategorikan menjadi 3 kategori utama berdasarkan aspek kerugiannya, yaitu *downtime losses*, *speed losses* dan *defects losses*. *Downtime* terdiri dari dua macam kerugian, yaitu *breakdown* dan *setup and adjustment*. Sedangkan *Speed losses* terdiri dari dua macam kerugian, yaitu *idling and minor stoppages* dan *reduced speed*. *Defect* terdiri dari dua macam kerugian, yaitu *defects in process* dan *reduced yield*

Berikut pengelompokan *six big losses* yang diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Downtime Losses

Dimana peralatan mengalami *breakdown* dan tidak menghasilkan output.

a. Equipment Failure Losses

Equipment Failure adalah losses yang terbesar dalam *six big losses*, yaitu adalah adalah peralatan yang berhenti tiba-tiba tanpa direncanakan. pengukuran *Equipment Failure* akan di uraikan sebagai berikut (Muh Tifani et al., 2019):

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

b. Set-Up and Adjustment Losses

Kerugian karena *set up dan adjustment* adalah semua waktu *set up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatankegiatan mengganti suatu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain total yang dibutuhkan mesin tidak berproduksi guna mengganti peralatan (*dies*) bagi jenis produk berikutnya sampai dihasilkan produk yang sesuai untuk proses selanjutnya. Pengukuran *Set-Up and Adjustment Losses* akan di uraikan sebagai berikut (Arsya Ambara et al.,2020):

$$\text{Set up and Adjusment Loss} = \frac{\text{Total Set Up Mesin}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

2. Speed Losses

Faktor-faktor yang mempengaruhi *speed losses* adalah *idling and minor stoppage dan reduced speed*:

a. Idling And Minor Stoppage

Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin/peralatan berhenti berulang-ulang atau mesin/peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk. Pengukuran . *Idling And Minor Stoppage* akan di uraikan sebagai berikut (Muh Tifani et al., 2019):

$$\text{Idling and Minor Stoppage Losses} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

b. *Reduced Speed Losses*

Menurunnya kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi aktual lebih kecil dari kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal.

Pengukuran *Reduced Speed Losses* akan diuraikan sebagai berikut (Arsya Ambara et al., n.d., 2020):

$$\text{Reduce Speed Losses} = \text{Operation Time} - \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.8)$$

3. *Defect Loss*

a. *Product Defect Loss*

Kerugian dikarenakan hasil produksi dimana produk tersebut memiliki kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi. Berikut perhitungan *Product Defect Loss* sebagai berikut (Muh Tifani et al., 2019):

$$\text{Product Defect Losses} = \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Product Defect})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$

b. *Reduced Yield*

Reduced yield adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/peralatan atau cetakan (*dies*) ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dilakukan. Berikut perhitungan *Reduced yield* sebagai berikut (Prabowo et al., 2020):

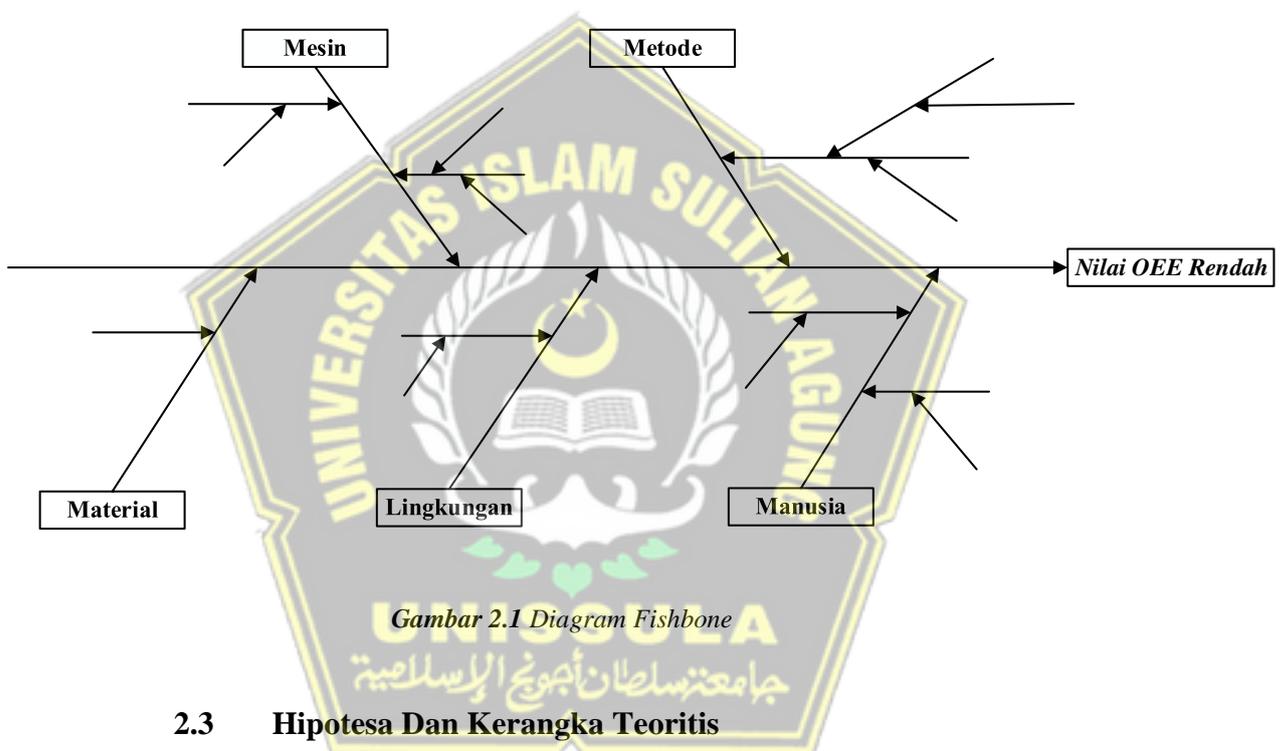
$$\text{Reduce Yield} = \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Defect saat Setting})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.10)$$

2.2.10 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone / Cause Effect Diagram*)

Fishbone atau lebih di kenal dengan diagram tulang ikan, diagram ini berfungsi untuk mencari akar dari permasalahan yang

ada, diagram ini mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab penyebab yang mungkin akan timbul pada suatu perusahaan (Sinaga & Maryanto, 2019):

1. Dibutuhkan analisis yang lebih terperinci terhadap suatu masalah
2. Ada kesulitan untuk membedakan penyebab dan dampak
3. Ada sesi diskusi dengan menggunakan metode brainstorming untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi.



Gambar 2.1 Diagram Fishbone

2.3 Hipotesa Dan Kerangka Teoritis

2.3.1 Hipotesa

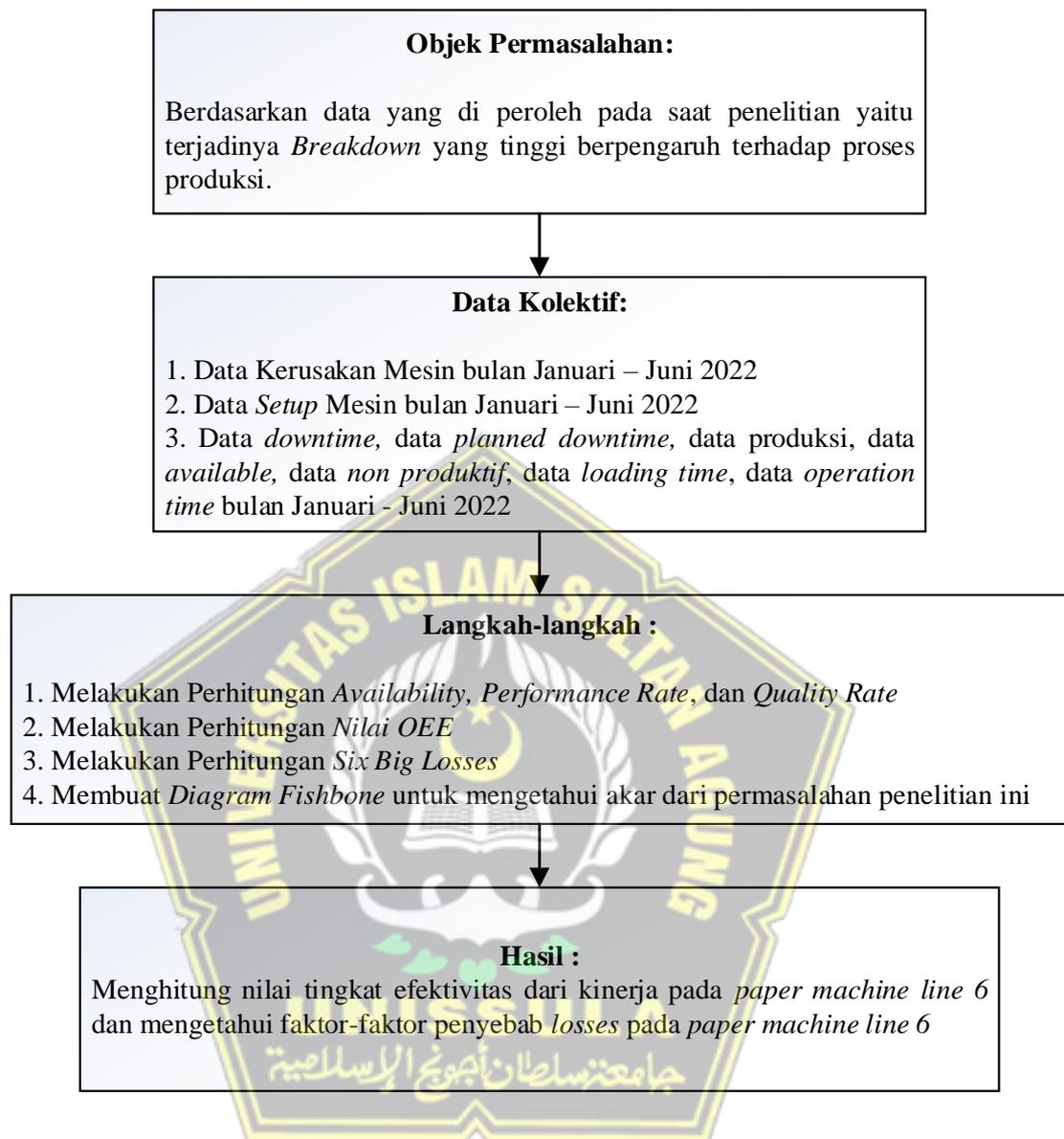
Berdasarkan perumusan masalah yang telah di tetapkan pada sub bab sebelumnya dimana terjadi *downtime* yang cukup tinggi yang mempengaruhi produktivitas perusahaan dalam kurun waktu beberapa bulan terakhir, maka penulis mengambil hipotesa dengan mengetahui faktor-faktor apa saja yang mengakibatkan *losses*, mengurangi *losses* yang terjadi selama mesin peroperasi sehingga menyebabkan *downtime* yang tinggi pada *paper machine*, memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi *losses* yang terjadi. Berdasarkan studi

literatur yang didapatkan dari penelitian terdahulu, untuk dapat menyelesaikan permasalahan *downtime* yang timbul pada *Paper Machine* yang dapat diatasi dengan menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) agar dapat mengetahui tingkat efektifitas mesin dan *Six Big Losses* untuk mengetahui faktor terjadinya *Breakdown* yang menimbulkan kerugian terhadap proses yang telah berjalan. Kemudian analisa lebih lanjut yaitu menggunakan Diagram *Fishbone* untuk mengetahui faktor penyebab *losses* yang paling dominan dan di lanjutkan dengan usulan perbaikan menggunakan metode 5W1H untuk mengurangi *losses* yang ada.

2.3.2 Kerangka Teoritis

Kerangka teoritis dalam penelitian ini yaitu:





Gambar 2.2 Kerangka Teoritis Penelitian

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, dilakukan pencarian informasi mengenai masalah yang sedang diteliti melalui pengamatan untuk merumuskan masalah mengenai faktor-faktor yang menghambat proses produksi, yaitu ketidakefisienan mesin-mesin produksi di perusahaan.

3.2 Menentukan Batasan Masalah

Batasan penelitian ini dilakukan supaya tidak melebar dan masih dalam lingkup yang ditentukan.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan Data yang di gunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber yang diamati melalui sebuah kegiatan observasi dan wawancara langsung mengenai objek yang di teliti dengan pihak yang berhak atau berwenang di PT M.

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang bersumber dari hasil penelitian sebelumnya dan mempunyai kaitan dengan obyek yang akan di teliti, untuk memperoleh data sekunder dapat di lakukan dengan riset kepustakaan atau metode pengumpulan data yang di lakukan dengan cara mengambil bahan dari buku/literatur/dokumen dari perusahaan serta keterangan lain yang terkait dengan objek penelitian. Data pemeliharaan mesin, *produk reject* setiap bulan selama 5 bulan terakhir

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini ada 3 cara yaitu dengan melakukan observasi pada lapangan, studi pustaka dengan kajian literatur, dan wawancara.

1. Observasi

Observasi adalah cara mengamati secara langsung obyek penelitian untuk memperoleh data-data aktual yang diperlukan. Observasi ini dilakukan pada bulan Januari hingga bulan Juni tahun 2022. Kegiatan observasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan pada penelitian.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan tujuan untuk membantu peneliti menguasai konsep dan teori yang berkaitan dengan masalah penelitian, dengan cara membaca dan mempelajari referensi yang ada seperti dokumen, laporan ilmiah, kajian dan artikel ilmiah yang selanjutnya dapat dijadikan sebagai landasan teori untuk penelitian ini.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi yang langsung dari pihak terkait untuk menjelaskan objek yang diteliti. Sumber yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Data Kerusakan Mesin bulan Januari 2022 - Juni 2022.
- 2) Data *Set Up* Mesin bulan Januari 2022 - Juni 2022.
- 3) Data *Downtime*, *Planned Downtime*, Data Produksi, *Data Available Time*, *Data Non Productive Time*, *Data Loading Time*, *Data Operation Time* bulan Januari 2022 - Juni 2022.

3.5 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

1. Perhitungan Nilai *Availability*

Availability adalah suatu rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. *Availability* merupakan perbandingan antara waktu operasi mesin aktual dengan waktu yang operasi mesin yang telah direncanakan. Semakin tinggi nilai *availability*-nya maka semakin baik, dapat di cari menggunakan rumus(Sibarani et al., 2020)

$$Availability Rate = \frac{Operation Time}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

2. Perhitungan Nilai *Performance Rate*

Performance Rate mempertimbangkan faktor yang menyebabkan proses produksi tidak sesuai dengan kecepatan maksimum yang seharusnya ketika di operasikan. *Performance rate* yang diharapkan perusahaan yaitu tidak ada penurunan kecepatan mesin *standart* dibandingkan dengan actual, dapat di cari menggunakan rumus(Nurul Hidayat, 2022):

$$Performance Rate = \frac{Total Produksi \times Ideal Cycle Time}{Operation Time} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

3. Perhitungan Nilai *Quality Rate*

Quality Rate merupakan perbandingan antara produk yang lolos *quality control* dengan total produksi. Pada perusahaan ini, produk yang lolos *quality control* disebut dengan produk ok. Sedangkan produk yang tidak lolos *quality control* disebut dengan produk *reject* dan *pending* karena produk tersebut akan langsung diperbaiki dengan dilakukan sortir. Apabila sudah lolos *quality control* maka produk siap untuk diserahkan ke gudang, dapat di cari menggunakan rumus (Dewanti & Putra, 2019):

$$Quality Rate = \frac{Total Produksi - Product Defect}{Total Produksi} \times 100\% \dots\dots\dots (3.3)$$

4. Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness

Setelah Nilai *Availability*, *Performance Rate* dan *Quality Rate* didapatkan maka perhitungan Nilai OEE adalah sebagai berikut (Anthony, 2019):

$$OEE = Availability \times Performance Rate \times Quality Rate \dots \dots \dots (3.4)$$

5. Perhitungan Nilai Six Big Losses

1) Equipment Failure Loss

Equipment Failure adalah losses yang terbesar dalam *six big losses*, yaitu adalah adalah peralatan yang berhenti tiba-tiba tanpa direncanakan. pengukuran *Equipment Failure loss* akan di uraikan sebagai berikut (Muh Tifani et al., 2019):

$$Equipment Failure Losses = \frac{Total Breakdown Time}{Loading Time} \times 100\% \dots \dots \dots (3.5)$$

2) Set Up dan Adjustment Losses

Kerugian karena *set up dan adjustment* adalah semua waktu *set up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti suatu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain total yang dibutuhkan mesin tidak berproduksi guna mengganti peralatan (*dies*) bagi jenis produk berikutnya sampai dihasilkan produk yang sesuai untuk proses selanjutnya. Pengukuran *set up dan adjustment* akan di uraikan sebagai berikut (Arsya Ambara et al., 2020):

$$Set up and Adjusment Loss = \frac{Total Set Up Mesin}{Loading Time} \times 100\% \dots \dots \dots (3.6)$$

3) Idling and Minor Stoppage Losses

Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin/peralatan berhenti berulang-ulang atau mesin/peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk.

Pengukuran *Idling and Minor Stoppage Losses* akan di uraikan sebagai berikut (Muh Tifani et al., 2019):

$$\text{Idling and Minor Stoppage Losses} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (3.7)$$

4) *Reduce Speed Losses*

Menurunnya kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi aktual lebih kecil dari kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal. Pengukuran *Reduce Speed Losses* akan di uraikan sebagai berikut (Arsya Ambara et al., n.d., 2020):

$$\text{Reduce Speed Losses} = \text{Operation Time} - \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (3.8)$$

5) *Reduce Yield*

Reduced yielded adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/peralatan atau cetakan (*dies*) ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dilakukan. Pengukuran *Reduced yielded* akan di uraikan sebagai berikut (Prabowo et al., 2020):

$$\text{Reduce Yield} = \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Defect saat Setting})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (3.9)$$

6) *Product Defect Losses*

Kerugian dikarenakan hasil produksi dimana produk tersebut memiliki kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi. Berikut perhitungan *Product Defect Loss* sebagai berikut (Muh Tifani et al., 2019):

$$\text{Product Defect Losses} = \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Product Defect})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (2.9)$$

6. Membuat Diagram *Fishbone*

Membuat diagram *fishbone* di lakukan untuk mencari akar dari permasalahan yang ada.

3.6 Analisa dan Intepretasi

Setelah dilakukan pemrosesan data, dapat dilakukan analisis mengenai sejauh mana efektivitas mesin-mesin produksi dan faktor yang paling dominan menyebabkan kerugian selama penelitian berlangsung.

3.7 Melakukan Penarikan Kesimpulan

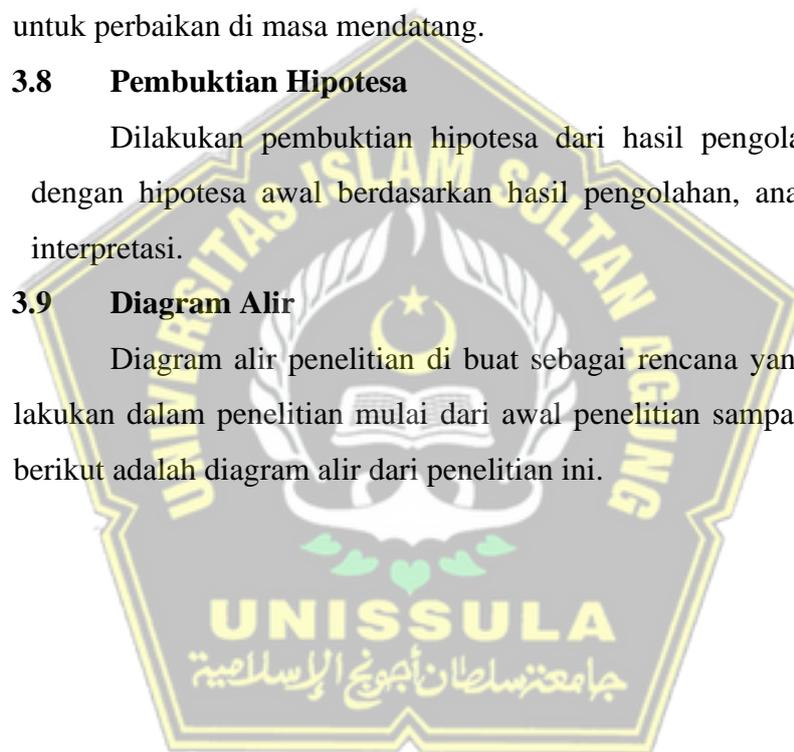
Menganalisis penyebab masalah kerugian dan cara memperbaikinya untuk perbaikan di masa mendatang.

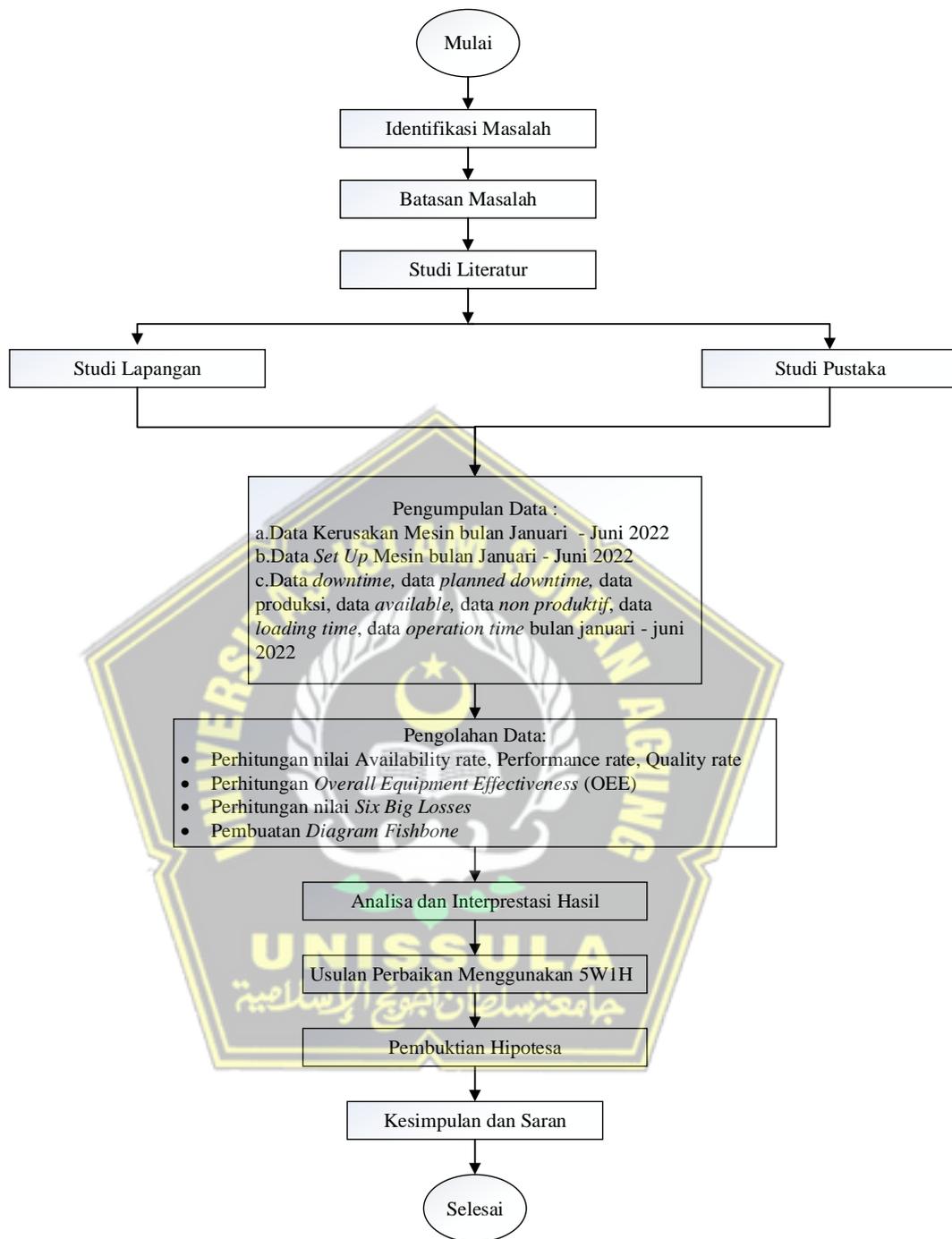
3.8 Pembuktian Hipotesa

Dilakukan pembuktian hipotesa dari hasil pengolahan data dengan hipotesa awal berdasarkan hasil pengolahan, analisa serta interpretasi.

3.9 Diagram Alir

Diagram alir penelitian di buat sebagai rencana yang akan di lakukan dalam penelitian mulai dari awal penelitian sampai selesai . berikut adalah diagram alir dari penelitian ini.





Gambar 3.1 Alur Metode Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. M merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur kertas seperti kantong kemasan, dan berbagai macam produk kertas lainnya. PT. M *Paper Machine Line 6* yang berlokasi di Jawa Tengah.

4.1.2 Data Waktu *Breakdown* (kerusakan) dan *Setup Mesin*

Kerusakan (*breakdown*) atau berhubungan dengan kegagalan. Jenis kegagalan meliputi fungsi *stopping sporadic* kegagalan dan fungsi mengurangi kegagalan dimana fungsi peralatan turun di bawah tingkat normal (Ruslan & Prasmoro, 2020) Mesin dan peralatan adalah fasilitas penting bagi perusahaan manufaktur untuk melakukan proses produksi karena mesin dan peralatan dapat mengurangi tingkat kegagalan, meningkatkan standar kualitas, dan memastikan bahwa proses berjalan sesuai rencana. Waktu *set up* yaitu segala kegiatan yang perlu dilakukan terhadap mesin sampai mesin tersebut produktif menghasilkan produk baik (Ruslan & Prasmoro, 2020) Berikut data yang peneliti peroleh dari hasil pengamatan selama melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Waktu *Breakdown* dan *Set Up* Mesin Januari – Juni 2022

Bulan	Breakdown (Menit)	Set Up Mesin (Menit)
	(D)	(E)
Januari	3.203	750
Februari	3.420	275
Maret	2.850	375
April	1.692	385
Mei	3.131	723
Juni	2.895	810
Jumlah	17.190	3.318
Rata-rata	2.865	553

Dari hasil data tersebut dapat dilihat bahwa data *breakdown* paling tinggi ada pada bulan Februari yaitu sebesar 3.420 menit dalam satu bulan dan data *set up* mesin paling tinggi ada pada bulan Juni yaitu sebesar 810 menit dalam satu bulan. Hal ini tentunya dapat berpengaruh pada efektivitas mesin selama proses produksi berjalan.

4.1.3 *Data Downtime*

Downtime adalah waktu yang terbuang ketika proses produksi tertunda karena kerusakan mesin. Ini menghilangkan waktu yang berharga untuk memproduksi barang dan menggantikan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan. Berikut adalah data yang di dapat dari peneliti selama melakukan pengamatan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data *Downtime* Mesin Januari – Juni 2022

Bulan	Breakdown (Menit) (D)	Set Up Mesin (Menit) (E)	Downtime (Menit) F = D + E
Januari	3.203	750	3.953
Februari	3.420	275	3.695
Maret	2.850	375	3.225
April	1.692	385	2.077
Mei	3.131	723	3.854
Juni	2.895	810	3.705
Jumlah	17.190	3.318	20.508
Rata-rata	2.865	553	3.418

Downtime didapatkan dari data *breakdown* ditambahkan dengan data *set up* mesin seperti contoh pada bulan Januari seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Downtime} &= \text{Breakdown} + \text{Set Up Mesin} \\
 &= 3203 + 750 \\
 &= 3.953 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

4.1.4 *Data Planned Downtime*

Selanjutnya adalah pengumpulan data *Planned Downtime*. *Planned Downtime* merupakan proses dimana adanya waktu yang digunakan untuk perawatan mesin yang direncanakan yang berguna untuk menghindari terjadinya kerusakan pada mesin disaat berlangsungnya proses produksi. Berikut ini adalah data yang di dapat dari peneliti selama selama pengamatan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Perhitungan *Planned Downtime* Januari – Juni 2022

Bulan	Total Hari Kerja / Bulan (Hari) (G)	Pemeliharaan (Menit) (H)	<i>Planned Downtime</i> (Menit) $I = G * H$
Januari	31	39	1.209
Februari	28	32	896
Maret	31	45	1.395
April	30	34	1.013
Mei	29	90	2.610
Juni	30	36	1.080
Jumlah	179	276	8.203
Rata-rata	30	46	1.367

Planned Downtime didapatkan dari data data total kerja per bulan dikalikan dengan waktu pemeliharaan. Maka didapatkan data seperti contoh pada bulan Januari seperti diatas:

$$\begin{aligned}
 \text{Planned Downtime} &= \text{Total Hari Kerja/Bulan} \times \text{Pemeliharaan} \\
 &= 31 \times 39 \\
 &= 1.209 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

4.1.5 Data Produksi

Berikut data Produksi dari PT. M pada *Paper Machine Line 6* pada bulan Januari - Juni 2022 seperti dibawah ini:

Tabel 4.4 Data Produksi Januari – Juni 2022

Bulan	Total produksi/Bulan (B)	Product Defect (PCS) (J)	Defect Saat Setting (PCS) (K)	Total Product Defect (PCS) (L)	Ideal Cycle Time (Menit) (M)
Januari	53.106	1.326	885	2.211	0,7292
Februari	51.245	1.259	854	2.113	0,6667
Maret	57.379	1.335	956	2.291	0,6875
April	48.204	1.440	803	2.244	0,8125
Mei	54.164	1.360	903	2.263	0,7300
Juni	52.491	1.316	875	2.191	0,7500
Jumlah	316.589	8.036	5.276	13.313	4,3758
Rata-rata	52.765	1.339	879	2.219	0,7293

4.1.6 *Data Available Time*

Available Time merupakan waktu yang dijalankan selama proses produksi secara penuh tanpa melihat adanya masalah yang terjadi selama mesin memproduksi. Data ini didapatkan dari total hari kerja dikalikan dengan total waktu kerja seperti contoh perhitungan pada bulan Januari seperti yang dapat dilihat dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Available Time} &= \text{Total Hari Kerja/Bulan} \times \text{Total Waktu Kerja/Hari} \\ &= 31 \times 1440 \\ &= 44.640 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Data Perhitungan *Available Time* Januari – Juni 2022

Bulan	Total Hari Kerja / Bulan (Hari) (N)	Total Hari Kerja / Bulan (Menit) (O)	Total Available Time (Menit) P = N*O
Januari	31	1.440	44.640
Februari	28	1.440	40.320
Maret	31	1.440	44.640
April	30	1.440	43.200
Mei	29	1.440	41.760
Juni	30	1.440	43.200
Jumlah	179	8.640	257.760
Rata-rata	30	1.440	42.960

4.1.7 *Data Non Productive Time*

Data Non Productive Time didapatkan dari data *Set Up Mesin* ditambahkan dengan data *Planned Downtime* seperti yang dapat dilihat dibawah. Dengan melihat data dibawah untuk data *Non Productive Time* tertinggi ada pada bulan Juni 2022 yaitu mencapai 1890 Menit dalam satu bulan. seperti contoh perhitungan pada bulan Januari seperti yang dapat dilihat dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Non Productive Time} &= \text{Set Up Mesin} + \text{Planned Downtime} \\
 &= 750 + 1209 \\
 &= 1.959 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Data Perhitungan *Non Productive Time* Januari - Juni 2022

Bulan	<i>Set Up Mesin</i> (Menit) (E)	<i>Planned Downtime</i> (Menit) (I)	<i>Non Productive Time</i> (Menit) Q = E + I
Januari	750	1.209	1.959
Februari	275	896	1.171
Maret	375	1.395	1.770
April	385	1.013	1.398
Mei	723	2.610	3.333
Juni	810	1.080	1.890
Jumlah	3.318	8.203	11.521
Rata-rata	553	1.367	1.920

4.1.8 Data Loading Time

Loading Time didapatkan dari perhitungan data *Total Available Time* ditambahkan dengan *Planned Downtime*. Data ini peneliti dapatkan selama melakukan penelitian di PT. M Paper Machine Line 6. Untuk penjelasan detailnya seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah. Melihat data dibawah ini untuk *Loading Time* tertinggi terdapat pada bulan Maret yaitu 46.035 dimana *Total Available Time* mencapai 44.640 Menit dan Untuk *Planned Downtime* sebanyak 1.395 Menit. Seperti contoh perhitungan pada bulan Januari seperti yang dapat dilihat dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Loading Time} &= \text{Total Available Time} + \text{Planned Downtime} \\
 &= 44.640 + 1.209 \\
 &= 45.849 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Data Perhitungan *Loading Time* Januari – Juni 2022

Bulan	<i>Total Available Time</i> (Menit)	<i>Planned Downtime</i> (Menit)	<i>Loading Time</i> (Menit)
	(R)	(I)	S = R + I
Januari	44.640	1.209	45.849
Februari	40.320	896	41.216
Maret	44.640	1.395	46.035
April	43.200	1.013	44.213
Mei	41.760	2.610	44.370
Juni	43.200	1.080	44.280
Jumlah	257.760	8.203	265.963
Rata-rata	42.960	1.367	44.327

4.1.9 *Data Operation Time*

Operation Time adalah waktu yang diperlukan untuk persiapan mesin untuk melakukan proses produksi tanpa melihat adanya *Downtime*. Data ini didapatkan dari *Loading Time* dikurangi dengan *Downtime*. Untuk detailnya dapat dilihat dari tabel 4.8 dibawah. Untuk *Operation Time* tertinggi terdapat pada bulan Maret yaitu 42.810 Menit. Seperti contoh perhitungan pada bulan Januari seperti yang dapat dilihat dibawah ini

$$\begin{aligned}
 \textit{Operation Time} &= \textit{Loading Time} - \textit{Downtime} \\
 &= 45.849 - 3.953 \\
 &= 41.897 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Data Perhitungan *Operation Time* Januari – Juni 2022

Bulan	<i>Loading Time</i> (Menit) (S)	<i>Downtime</i> (Menit) (F)	<i>Operation Time</i> (Menit) T = S - F
Januari	45.849	3.953	41.897
Februari	41.216	3.695	37.521
Maret	46.035	3.225	42.810
April	44.213	2.077	42.136
Mei	44.370	3.854	40.517
Juni	44.280	3.705	40.575
Jumlah	265.963	20.508	245.455
Rata-rata	44.327	3.418	40.909

4.2 Pengolahan Data

Setelah dilakukan proses pengumpulan data maka selanjutnya adalah proses pengolahan data untuk menyelesaikan dan mengetahui tingkat produktifitas dan efisiensi mesin pada penelitian ini dengan menggunakan *Ms. Excel*. Setelah ditetapkan permasalahan apa yang akan diteliti dan dilakukan proses pengumpulan maka untuk selanjutnya melakukan input data dan diolah dengan menggunakan rumus yang ada untuk mendapatkan nilai yang sebenarnya.

4.2.1 Perhitungan Nilai *Availability*

Rasio yang menunjukkan berapa banyak waktu yang digunakan untuk tugas tugas operasi mesin atau peralatan. Waktu produksi dan waktu henti yang efektif terkait erat dengan tingkat ketersediaan. Berikut merupakan rumus untuk mencari *Availability* sebagai berikut (Nurdin, 2023) maka dapat di lakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{41.897}{45.849} \times 100\% \\
 &= 91,38\%
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka untuk detail semua perhitungan seperti yang dapat dilihat dalam Tabel 4.9 dibawah ini:

Tabel 4.9 Data Perhitungan Nilai *Availability Rate* Bulan Januari – Juni 2022

Bulan	<i>Operation Time</i> (Menit) (T)	<i>Loading Time</i> (Menit) (S)	<i>Availability Rate</i> (%) $U = (T / S) \times 100\%$	Standar Nilai <i>Availability</i> (>)	Keterangan
Januari	41.897	45.849	91,38%	90%	Memenuhi standar
Februari	37.521	41.216	91,04%	90%	Memenuhi standar
Maret	42.810	46.035	92,99%	90%	Memenuhi standar
April	42.136	44.213	95,30%	90%	Memenuhi standar
Mei	40.517	44.370	91,32%	90%	Memenuhi standar
Juni	40.575	44.280	91,63%	90%	Memenuhi standar
Jumlah	245.455	265.963	553,66%	90%	Memenuhi standar
Rata-rata	40.909	44.327	92,28%	90%	Memenuhi standar

4.2.2 Perhitungan Nilai *Performance Rate*

Perhitungan *performance rate* digunakan untuk menentukan keefektifan pada saat kegiatan produksi. Perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah input, ideal *cycle time* dan waktu operasi. (Sabri & Geubrina, 2022) maka dapat dilakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Total Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{53.106 \times 0,7292}{41.897} \times 100 \% \\
 &= 92,43\%
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka dapat dilihat detailnya seperti di Tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 4.10 Data Perhitungan Nilai *Performance Rate* Januari – Juni 2022

Bulan	Total produksi/Bulan (PCS) (B)	Ideal Cycle (Menit) (M)	Operation Time (Menit) (T)	Performance Rate (%) $V = ((B*M)/(T))*100\%$	Standar Nilai Performance rate (>)	Keterangan
Januari	53.106	0,7292	41.897	92,43%	95%	Tidak memenuhi standar
Februari	51.245	0,6667	37.521	91,05%	95%	Tidak memenuhi standar
Maret	57.379	0,6875	42.810	92,15%	95%	Tidak memenuhi standar
April	48.204	0,8125	42.136	92,95%	95%	Tidak memenuhi standar
Mei	54.164	0,7300	40.517	97,59%	95%	Memenuhi standar
Juni	52.491	0,7500	40.575	97,03%	95%	Memenuhi standar
Jumlah	316.589	4,3758	245.455	563,19%	95%	Memenuhi standar
Rata-rata	52.765	0,7293	40.909	93,86%	95%	Tidak memenuhi standar

4.2.3 Perhitungan Nilai *Quality Rate*

Quality Rate adalah perbandingan jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk yang diproses Jadi *Quality Rate* merupakan hasil perhitungan dengan faktor *processed amount* dan *defect amount* (Anthony, 2019). Dengan mengetahui persentase *Quality Rate* dari sebuah perusahaan maka dapat dilihat untuk tingkat kualitas produk yang dihasilkan maka dapat di lakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Total Produksi}-\text{Product Defect}}{\text{Total Produksi}} \times 100\% \\
 &= \frac{53.106 - 1.326}{53.106} \times 100\% \\
 &= \frac{51.780}{53.106} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 97,50\%$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama untuk detail hasil persentase dari Quality Rate PT. M *Paper Machine Line 6* yaitu seperti yang dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 4.11 Perhitungan *Nilai Quality Rate* Januari – Juni 2022

Bulan	Total produksi/Bulan (PCS) (B)	Product Defect (PCS) (J)	Quality Rate (%) $W = ((B-J)/B) * 100\%$	Standar Nilai Quality rate (>)	Keterangan
Januari	53.106	1.326	97,50%	99%	Tidak memenuhi standar
Februari	51.245	1.259	97,54%	99%	Tidak memenuhi standar
Maret	57.379	1.335	97,67%	99%	Tidak memenuhi standar
April	48.204	1.440	97,01%	99%	Tidak memenuhi standar
Mei	54.164	1.360	97,49%	99%	Tidak memenuhi standar
Juni	52.491	1.316	97,49%	99%	Tidak memenuhi standar
Jumlah	316.589	8.036	97,47%	99%	Memenuhi standar
Rata-rata	52.765	1.339	97,45%	99%	Tidak memenuhi standar

4.2.4 Perhitungan *Nilai Overall Equipment Effectiveness*

(OEE)

Dengan adanya perhitungan diatas dari diketahuinya nilai *Availabilty Rate*, *Performance Rate*, *Quality Rate* maka untuk selanjutnya dapat menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) maka dapat di lakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned} OEE &= Availability \times Performance Rate \times Quality Rate \\ &= 91,38\% \times 92,43\% \times 97,50\% \\ &= 82,35\% \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama untuk detailnya bisa dilihat di Tabel 4.12 dibawah ini:

Tabel 4.12 Data Perhitungan Nilai OEE Januari – Juni 2022

Bulan	Availability Rate (%) (U)	Performance Rate (%) (V)	Quality Rate (%) (W)	OEE (%) (U*V*W)	Standard OEE (%)	Keterangan
Januari	91,38%	92,43%	97,50%	82,35%	85%	Tidak memenuhi standar
Februari	91,04%	91,05%	97,54%	80,85%	85%	Tidak memenuhi standar
Maret	92,99%	92,15%	97,67%	83,70%	85%	Tidak memenuhi standar
April	95,30%	92,95%	97,01%	85,94%	85%	Memenuhi standar
Mei	91,32%	97,59%	97,49%	86,87%	85%	Memenuhi standar
Juni	91,63%	97,03%	97,49%	86,68%	85%	Memenuhi standar
Jumlah	553,66%	563,19%	584,71%	506,39%	85%	Memenuhi standar
Rata-rata	92,28%	93,86%	97,45%	84,40%	85%	Tidak memenuhi standar

Setelah melakukan perhitungan OEE diatas terlihat bahwa mesin *paper machine line 6* memiliki persentase yaitu 84,40%. Rata-rata ini berada di bawah nilai standar OEE (<85%), oleh karena itu perhitungan lanjutan di perlukan untuk menemukan dan menghitung enam kerugian besar.

4.2.5 Perhitungan Six Big Losses

4.2.5.1 Equipment Failure Loss

Kerugian karena peralatan berhenti (*equipment failure*) kerugian ini terjadi ketika mesin atau peralatan tidak berfungsi dengan baik atau mengalami kerusakan dan perlu dihentikan untuk perbaikan (Al Farichi & Murnawan, 2023). Berikut rumus untuk menghitung *Equipment Failure Losses* maka dapat di lakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Equipment Failure Losses} &= \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{3203}{45.849} \times 100\% \\
 &= 6,98\%
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama untuk detailnya bias dilihat pada Tabel 4.13 dibawah ini:

Tabel 4.13 Perhitungan *Equipment Failure Loss* Januari – Juni 2022

Bulan	<i>Breakdown</i> (Menit) (D)	<i>Loading Time</i> (Menit) (S)	<i>Equipment Failure Losses</i> (%) $X = (D / S) * 100\%$
Januari	3.203	45.849	6,98%
Februari	3.420	41.216	8,30%
Maret	2.850	46.035	6,19%
April	1.692	44.213	3,83%
Mei	3.131	44.370	7,06%
Juni	2.895	44.280	6,54%
Jumlah	17.190	265.963	38,89%
Rata-rata	2.865	44.327	6,48%

4.2.5.2 *Set Up and Adjustment Losses*

Kerugian karena *set up* dan *adjustment* adalah semua waktu *set up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti suatu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain total yang dibutuhkan mesin tidak berproduksi guna mengganti peralatan (*dies*) bagi jenis produk berikutnya sampai dihasilkan produk yang sesuai untuk proses selanjutnya. Pengukuran *Set-Up and Adjustment Losses* akan diuraikan sebagai berikut (Arsya Ambara et al., 2020). Berikut rumus untuk menghitung *Set Up and Adjustment Losses* seperti maka dapat dilakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Set up and Adjustmen Losses} &= \frac{\text{Total Set Up Mesin}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{750}{45.849} \times 100\% \\
 &= 1,64\%
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.14 dibawah ini:

Tabel 4.14 Perhitungan *Set Up and Adjustment Losses* Januari – Juni 2022

Bulan	<i>Set Up Mesin</i> (Menit)	<i>Loading Time</i> (Menit)	<i>Set Up & Adjustment Losses</i> (%)
	(E)	(S)	$Y = (E / S) * 100\%$
Januari	750	45.849	1,64%
Februari	275	41.216	0,67%
Maret	375	46.035	0,81%
April	385	44.213	0,87%
Mei	723	44..370	1,63%
Juni	810	44.280	1,83%
Jumlah	3.318	265.963	7,45%
Rata-rata	553	44.327	1,24%

4.2.5.3 *Idling and Minor Stoppaged Losses*

Kerugian karena kecepatan dan efisiensi mesin (*idling and minor stoppages*) kerugian ini terjadi ketika mesin atau peralatan berhenti atau berjalan dengan kecepatan yang lebih lambat dari yang seharusnya (Al Farichi & Murnawan, 2023). Berikut rumus untuk menghitung *Idling and Minor Stoppaged Losses* maka dapat dilakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Idling and Minor Stoppage Losses} &= \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{1.959}{45.849} \times 100\% \\
 &= 4,27\%
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini:

Tabel 4.15 Perhitungan *Idling and Minor Stoppaged Losees* Januari – Juni 2022

Bulan	<i>Non Productive Time</i> (Menit) (Q)	<i>Loading Time</i> (Menit) (S)	<i>Idling & Minor Stoppaged Losses (%)</i> $Z = (Q / S) * 100\%$
Januari	1.959	45.849	4,27%
Februari	1.171	41.216	2,84%
Maret	1.770	46.035	3,84%
April	1.398	44.213	3,16%
Mei	3.333	44.370	7,51%
Juni	1.890	44.280	4,27%
Jumlah	11.521	265.963	25,90%
Jumlah	11.521	265.963	25,90%
Rata-rata	1.920	44.327	4,32%

4.2.5.4 *Reduce Speed Losses*

Redused speed losses adalah kerugian yang timbul karena kecepatan aktual proses berada di bawah kecepatan optimal dari mesin (Al Farichi & Murnawan, 2023). Berikut rumus untuk menghitung *Reduce Speed Losses* dapat dilakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Reduce Speed Losses} &= \text{Operation Time} - \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= 41.897 - \frac{(0,7292 \times 53.106)}{45.849} \times 100\% \\
 &= \frac{(41.897 - 38.725)}{45.849} \times 100\% \\
 &= 6,92\%
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.16 dibawah ini:

Tabel 4.16 Perhitungan *Reduce Speed Losses* Januari – Juni 2022

Bulan	Operation Time (Menit) (T)	Ideal Cycle (Menit) (M)	Total Produksi/Bulan (PCS) (B)	Loading Time (Menit) (S)	Reduce Speed Losses (%) $AA = ((T - (M*B)) / (S)) * 100$
Januari	41.897	0,7292	53.106	45.849	6,92%
Februari	37.521	0,6667	51.245	41.216	8,15%
Maret	42.810	0,6875	57.379	46.035	7,30%
April	42.136	0,8125	48.204	44.213	6,72%
Mei	40.517	0,7300	54.164	44.370	2,20%
Juni	40.575	0,7500	52.491	44.280	2,72%
Jumlah	245.455	4,3758	316.589	265.963	34,02%
Rata-rata	40.909	0,7293	52.765	44.327	5,67%

4.2.5.5 *Reduce Yield*

Reduce Yield Adalah kerugian yang timbul selama proses produksi belum mencapai keadaan produksi yang belum stabil pada saat proses produksi mulai dilakukan sampai tercapainya keadaan proses yang stabil, sehingga produk yang dihasilkan dari awal proses sampai keadaan proses stabil dicapai tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang diharapkan (Ruslan & Prasmoro, 2020). Berikut rumus untuk menghitung *Reduce Yield* dapat di lakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Reduce Yield} &= \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Defect saat Setting})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{(0,7292 \times 885)}{45.849} \times 100\% \\
 &= \frac{645}{45.849} \times 100\% \\
 &= 1,41\%
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.17 dibawah ini:

Tabel 4. 17 Perhitungan *Reduce Yield* Januari – Juni 2022

Bulan	<i>Ideal Cycle</i> (Menit) (M)	<i>Defect Saat Setting</i> (Menit) (K)	<i>Loading Time</i> (Menit) (S)	<i>Reduce Yield</i> (%) AB = ((M*K)/(S))*100%
Januari	0,7292	885	45.849	1,41%
Februari	0,6667	854	41.216	1,38%
Maret	0,6875	956	46.035	1,43%
April	0,8125	803	44.213	1,48%
Mei	0,7300	903	44.370	1,49%
Juni	0,7500	875	44.280	1,48%
Jumlah	4,3758	5.276	265.963	8,66%
Rata-rata	0,7293	879	44.327	1,44%

4.2.5.6 *Product Defect Losses*

Product Defect Losses Adalah keadaan mesin yang tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan kualitas yang telah ditetapkan dan scrap sisa hasil produksi berjalan (Ruslan & Prasmoro, 2020).

Berikut rumus untuk menghitung *Product Defect Losses* maka dapat di lakukan perhitungan seperti bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Product Defect Losses} &= \frac{(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Product Defect})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{(0,7292 \times 2.211)}{45.849} \times 100\% \\
 &= \frac{582}{45.849} \times 100\% \\
 &= 3,52\%
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.18 dibawah ini:

Tabel 4.18 Perhitungan *Product Defect Losses* Januari – Juni 2022

Bulan	<i>Ideal Cycle</i> (Menit)	<i>Total Product Defect</i> (PCS)	<i>Loading Time</i> (Menit)	<i>Product Defect Losses</i> (%)
	(M)	(L)	(S)	$AC = ((M*L)/(S))*100\%$
Januari	0,7292	2.211	45.849	3,52%
Februari	0,6667	2.113	41.216	3,42%
Maret	0,6875	2.291	46.035	3,42%
April	0,8125	2.244	44.213	4,12%
Mei	0,7300	2.263	44.370	3,72%
Juni	0,7500	2.191	44.280	3,71%
Jumlah	4,3758	13.313	265.963	21,91%
Rata-rata	0,7293	2.219	44.327	3,65%

Dengan mengetahui hasil persentase *Six Big Losses* yang terjadi pada *Paper Machine Line 6 PT M* maka untuk dapat disajikan dalam Tabel 4.19 dibawah ini:

Tabel 4.19 Rekapitulasi *Six Bis Losses* PT. M Di *Paper Machine Line 6*

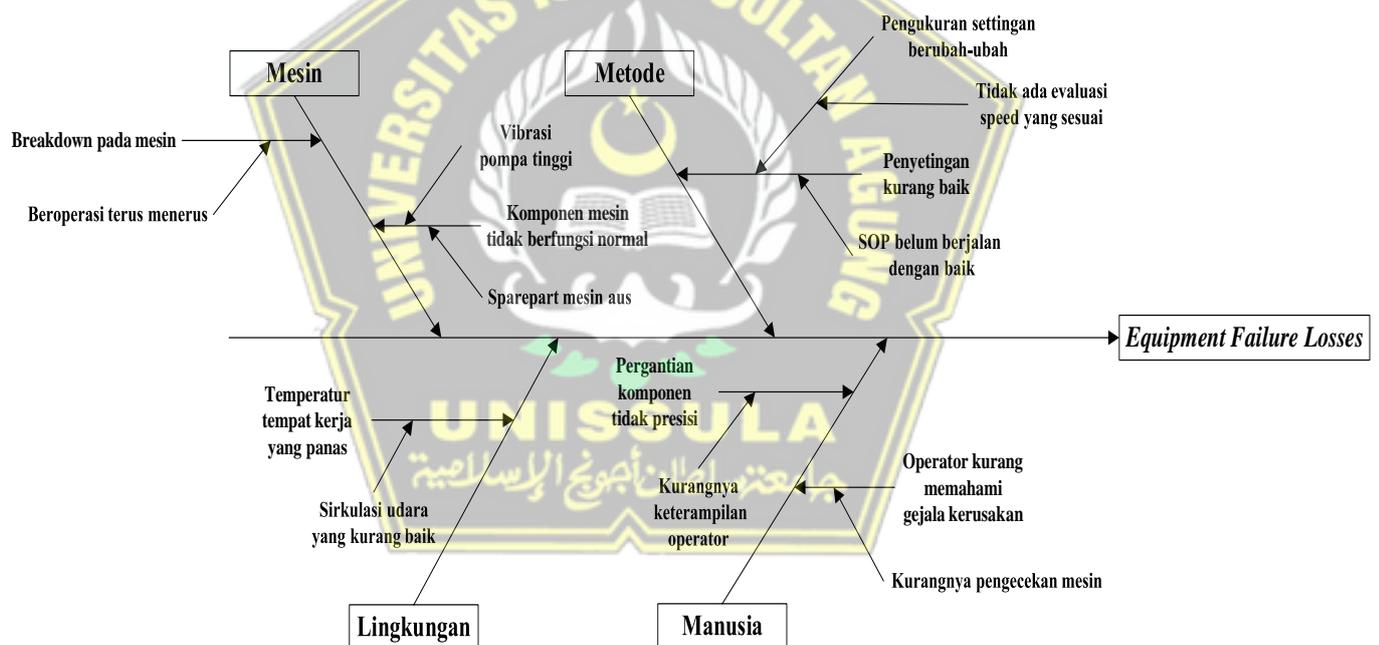
Bulan	<i>SIX BIG LOSSES</i>					
	<i>AVAILABILITY</i>		<i>PERFORMANCE</i>		<i>QUALITY</i>	
	<i>DOWNTIME LOSSES</i>		<i>SPEED LOSSES</i>		<i>DEFECT LOSSES</i>	
	<i>Equipment Failure Losses</i> (%)	<i>Set Up & Adjustment Losses</i> (%)	<i>Idling & Minor Stoppage Losses</i> (%)	<i>Reduce Speed Losses</i> (%)	<i>Reduce Yield</i> (%)	<i>Product Defect Losses</i> (%)
Januari	6,98%	1,64%	4,27%	6,92%	1,41%	3,52%
Februari	8,30%	0,67%	2,84%	8,15%	1,38%	3,42%
Maret	6,19%	0,81%	3,84%	7,30%	1,43%	3,42%
April	3,83%	0,87%	3,16%	6,72%	1,48%	4,12%
Mei	7,06%	1,63%	7,51%	2,20%	1,49%	3,72%
Juni	6,54%	1,83%	4,27%	2,72%	1,48%	3,71%
Jumlah	38,89%	7,45%	25,90%	34,02%	8,66%	21,91%
Rata-rata	6,48%	1,24%	4,32%	5,67%	1,44%	3,65%

Mengetahui hasil rata-rata diatas maka dapat dilihat bahwa masing-masing kerugian masih terjadi seperti *Equipment Failure Losses* sebesar 6,48%, *Set Up And Adjustment Losses* 1,24%, *Idling And Minor Stoppage Losses* sebesar 4,32%, *Reduce Speed Losses* sebesar 5,67%, *Reduce Yield* sebesar 1,44% dan *Product*

Defect Losses sebesar 3,65%. dengan adanya hasil ini perlu dilakukannya peningkatan yang signifikan demi terjadinya kelancaran pada proses produksi.

4.2.6 *Fishbone Diagram (Sebab Akibat)*

Setelah melakukan perhitungan dan analisis tiga rasio dengan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Six Big Losses*, diketahui bahwa *Performance Rate* dan *Quality Rate* masih di bawah standar global yang ditetapkan. Nilai *Performance Rate* dan *Quality Rate* yang rendah disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor ini akan diuraikan dalam *fishbone diagram* atau biasa disebut dengan diagram tulang ikan. Berikut penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 4.1 seperti dibawah ini:



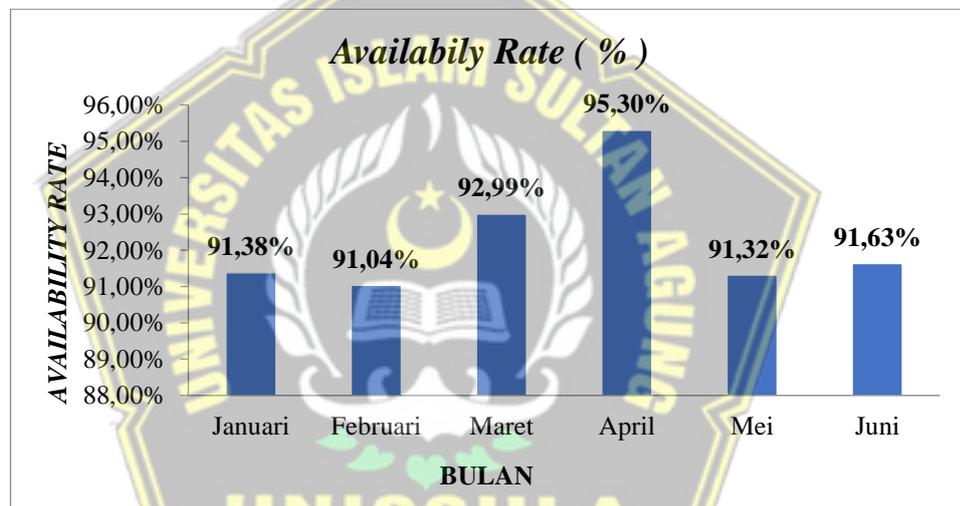
Gambar 4.1 *Fishbone Diagram*

4.3 Analisa dan Interpretasi

4.3.1 Analisa Hasil *Availability Rate*

Dengan melihat Tabel 4.9 diatas pada sub bab sebelumnya maka hasil persentase *Availability Rate* pada bulan Januari 2022 yaitu 91,38%, Februari 2022 yaitu 91,04%, Maret 2022 yaitu 92,99%, April

2022 yaitu 95,30%, Mei 2022 yaitu 91,32%, dan Juni 2022 yaitu 91,63% Dengan Perolehan rata-rata sebesar 92,28% maka dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa dari bulan Januari hingga Juni 2022 *Availability* pada PT M Unit *Paper Machine Line 6* sudah mencapai standar persentase *World Class* yaitu diatas 90%. Dengan hasil ini dapat dikatakan bahwa untuk waktu ketersediaan mesin pada PT M Unit *Paper Macine Line 6* ini sudah sesuai standar dan berjalan dengan optimal. Jika digambarkan dengan histogram maka hasil *Availability Rate* pada bulan Januari hingga Juni 2022 adalah seperti Gambar 4.1 dibawah ini:

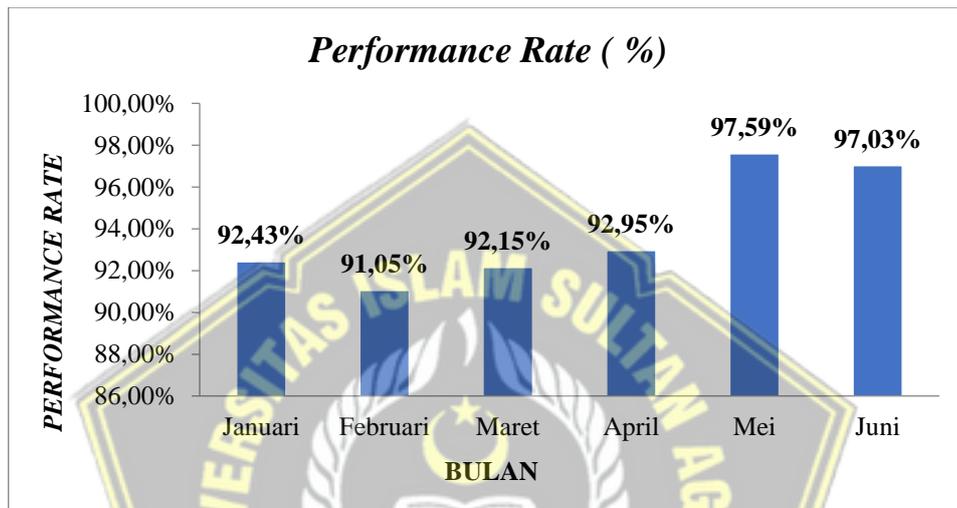


Gambar 4.2 Histogram Availability Rate Bulan Januari – Juni 2022

4.3.2 Analisa Hasil *Performance Rate*

Dengan melihat Tabel 4.10 diatas pada sub bab sebelumnya maka untuk persentase hasil *Performance Rate* pada bulan Januari 2022 yaitu 92,43%, Februari 2022 yaitu 91,05%, Maret 2022 yaitu 92,15%, April 2022 yaitu 92,95%, Mei 2022 yaitu 97,59% dan Juni 2022 yaitu 97,03%. Dengan rata-rata sebesar 93,86% maka dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata hasil yang didapatkan dari bulan Januari hingga Juni 2022 belum memenuhi standar *World Class* (< 95%). Dari hasil tersebut persentase yang memenuhi standar *World*

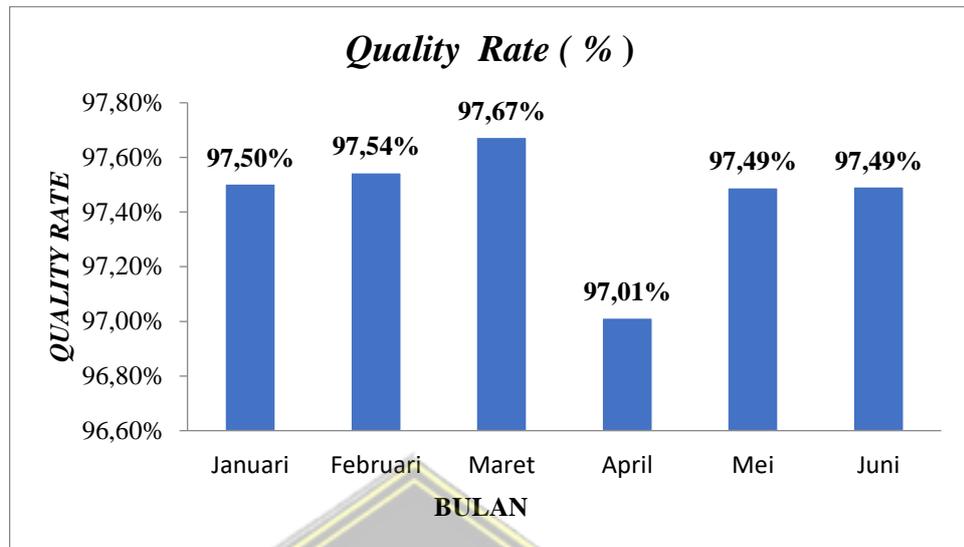
Class ada pada bulan Mei 2022 yaitu sebesar 97,59% dan Juni 2022 yaitu 97,03%. Hal ini dapat dikatakan bahwa pada bulan Januari hingga April mesin belum mampu melakukan proses produksi secara optimal dan pada bulan Mei dan Juni 2022 sudah mampu melakukan proses produksi optimal. Jika digambarkan dalam bentuk histogram hasil *Performance Rate* nya adalah seperti Gambar 4.2 dibawah ini:



Gambar 4.3 Histogram *Performance Rate* Bulan Januari – Juni 2022

4.3.3 Analisa Hasil *Quality Rate*

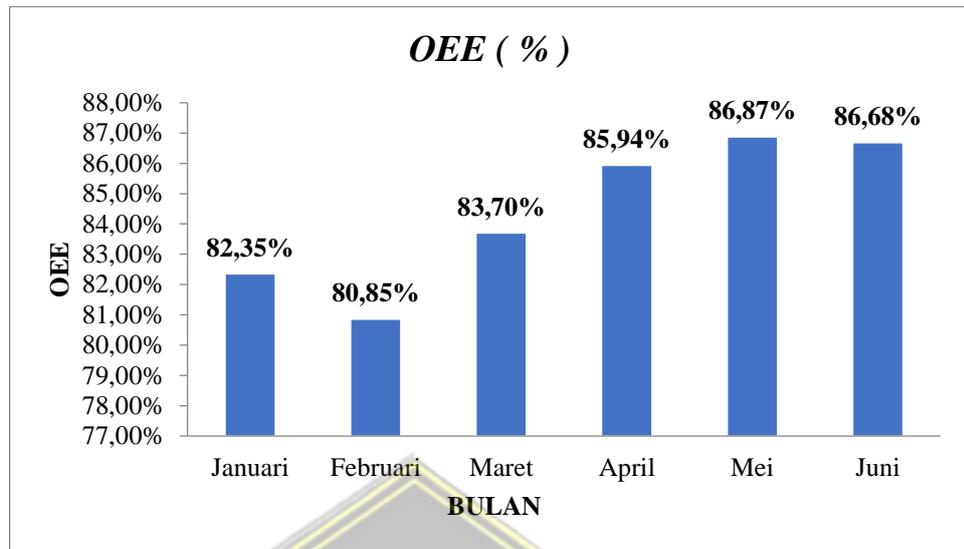
Dengan melihat Tabel 4.11 diatas pada sub bab sebelumnya maka hasil persentase pada bulan Januari 2022 yaitu 97,50%, Februari 2022 yaitu 97,54%, Maret 2022 yaitu 97,67%, April 2022 yaitu 97,01%, Mei 2022 yaitu 97,49% dan Juni 2022 yaitu 97,49%. Dengan rata-rata sebesar 97,45% maka dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa hasil ini belum mencapai standar *World Class* yaitu (< 99%). Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan Januari hingga Juni 2022 proses produksi belum berjalan dengan optimal. Jika digambarkan dengan histogram maka hasil *Quality Rate* dapat dilihat dengan Gambar 4.3 dibawah ini:



Gambar 4.4 Histogram Quality Rate Bulan Januari – Juni 2022

4.3.4 Analisa Hasil Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Dengan melihat perhitungan *Availability Rate*, *Performance Rate* dan *Quality Rate* maka dapat diketahui persentase *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) seperti pada Tabel 4.12 diatas pada sub bab sebelumnya maka hasil persentase pada bulan Januari 2022 yaitu 82,35%, Februari 2022 yaitu 80,85%, Maret 2022 yaitu 83,70%, April 2022 yaitu 85,94%, Mei 2022 86,87% dan Juni 2022 86,68%. Dengan perolehan rata-rata 84,40% maka dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa hasil ini belum mencapai standar *World Class* (< 85%). Dari data diatas yang sudah mencapai standar *World Class* pada yaitu pada bulan April 2022 yaitu 85,94%, Mei 2022 yaitu 86,87%, dan Juni 2022 86,68%. Hasil ini dapat dikatakan bahwa pada bulan Januari hingga Maret 2022 proses produksi belum berjalan secara optimal dan pada bulan April hingga Juni 2022 proses produksi sudah berjalan optimal. Jika hasil ini digambarkan dengan histogram maka dapat dilihat seperti Gambar 4.4 dibawah ini:



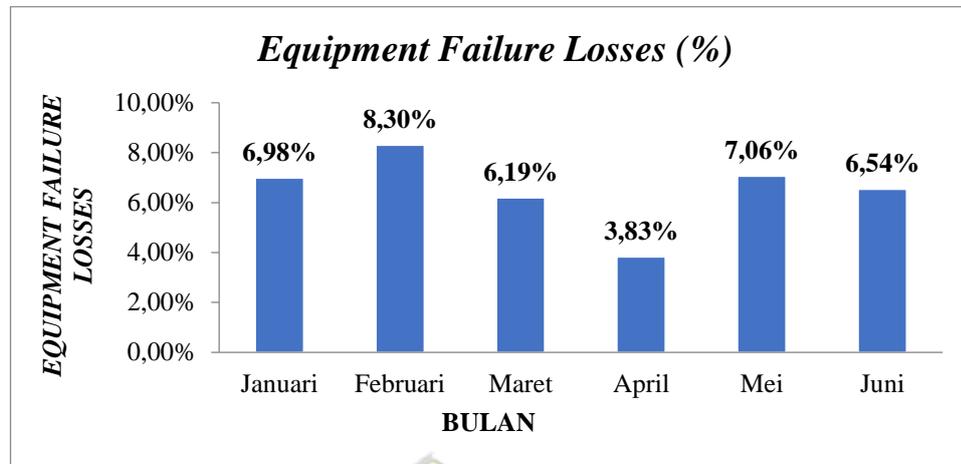
Gambar 4.5 Histogram OEE Bulan Januari – Juni 2022

4.3.5 Analisa Hasil Six Big Losses

Dari diketahui hasil *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada sub bab sebelumnya maka hasil analisa dari PT M pada *Paper Machine Line 6* rata-rata belum menunjukkan hasil standar *World Class* maka harus dilakukan peningkatan dan segala penyebab kerugian-kerugian yang terjadi harus dihindari. Berikut analisis kerugian seperti yang peneliti jelaskan dibawah ini:

4.3.5.1 Analisa Hasil Equipment Failure Losses

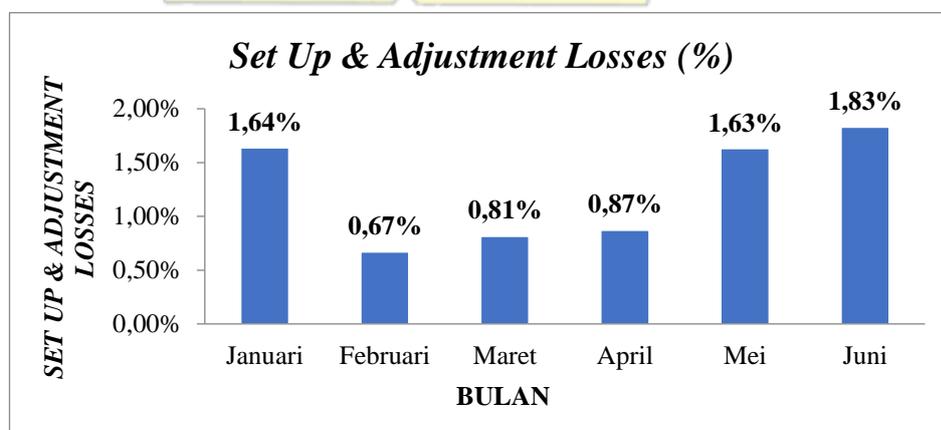
Dengan melihat Tabel 4.13 diatas pada sub bab sebelumnya maka persentase pada bulan Januari 2022 yaitu 6,98%, Februari 2022 yaitu 8,30%, Maret 2022 yaitu 6,19%, April 2022 yaitu 3,83%, Mei 2022 yaitu 7,06% dan Juni 2022 yaitu 6,54%. Dari hasil ini maka dapat dikatakan masih ada kerugian-kerugian yang terjadi dengan persentase paling besar pada bulan Februari 2022 yaitu 8,30% dan persentase paling kecil pada bulan April 2022 yaitu 3,83% . Jika digambarkan dengan histogram maka hasil persentasenya dapat dilihat seperti Gambar 4.5 dibawah ini:



Gambar 4.6 Histogram *Equipment Failure Losses* Bulan Januari – Juni 2022

4.3.5.2 Analisa Hasil *Set Up And Adjustment Losses*

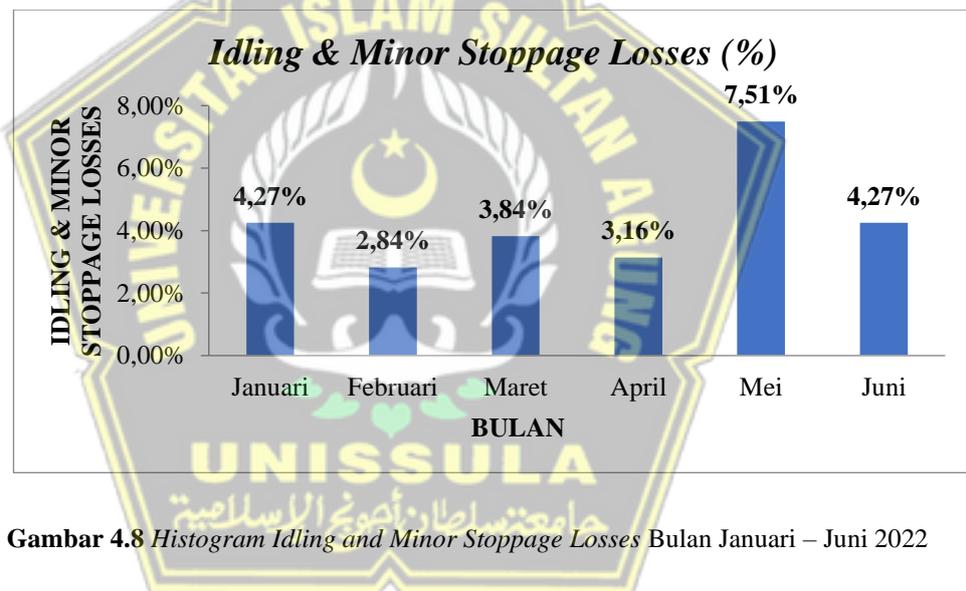
Dari Tabel 4.14 pada sub bab sebelumnya maka persentase pada bulan Januari 2022 yaitu 1,64%, Februari 2022 yaitu 0,67%, Maret 2022 yaitu 0,81%, April 2022 yaitu 0,87%, Mei 2022 yaitu 1,63% dan Juni 2022 yaitu 1,83%. Hasil persentase ini menunjukkan masih adanya kerugian yang terjadi walaupun persentasenya tidak terlalu besar. Walaupun demikian perlu adanya peningkatan untuk menghindarinya. Persentase paling tinggi terjadi pada bulan Juni 2022 yaitu 1,83% dan persentase paling rendah terjadi pada bulan Februari yaitu 0,67%. Jika digambarkan dengan Histogram maka hasilnya dapat dilihat seperti pada Gambar 4.6 dibawah ini:



Gambar 4.7 Histogram *Set Up & Adjustment Losses* Bulan Januari – Juni 2022

4.3.5.3 Analisa Hasil *Idling And Minor Stoppage Losses*

Dengan melihat Tabel 4.15 diatas pada sub bab sebelumnya maka hasil persentase pada bulan Januari 2022 yaitu 4,27%, Februari 2022 yaitu 2,84%, Maret 2022 yaitu 3,84%, April 2022 yaitu 3,16% , Mei 2022 yaitu 7,51% dan Juni 2022 yaitu 4,27%. Hasil ini menunjukkan masih adanya kerugian yang terjadi pada PT M Unit *Paper Machine Line 6* maka perlu adanya perbaikan untuk mengindari. Dengan meliat hasil ini persentase paling besar terjadi pada bulan Mei 2022 yaitu 7,51% dan paling rendah terjadi pada bulan Februari 2022 yaitu 2,84%. Jika digambarkan dengan histogram maka dapat dilihat seperti pada Gambar 4.7 dibawah ini:

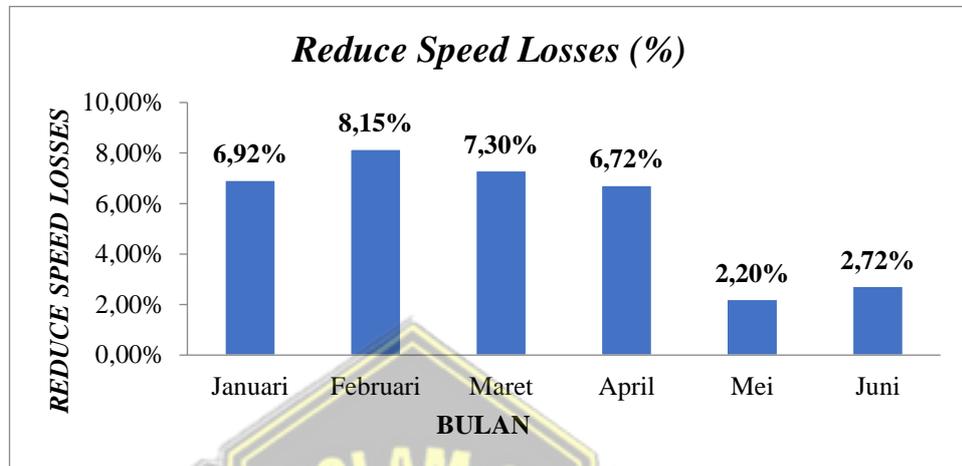


Gambar 4.8 *Histogram Idling and Minor Stoppage Losses* Bulan Januari – Juni 2022

4.3.5.4 Analisa Hasil *Reduce Speed Losses*

Dari Tabel 4.15 diatas pada sub bab sebelumnya maka hasil persentase pada bulan Januari 2022 yaitu 6,92%, Februari 2022 yaitu 8,15%, Maret 2022 yaitu 7,30%, April 2022 yaitu 6,72%, Mei 2022 yaitu 2,20%, Juni 2022 yaitu 2,72%. Dengan perolehan persentase ini maka dapat dikatakan bama kerugian yang terjadi pada tahap ini cukup besar dan perlu diadakannya peningkatan yang signifikan. Persentase kerugian terbesar terjadi pada bulan Februari 2022 yaitu 8,15% dan persentase

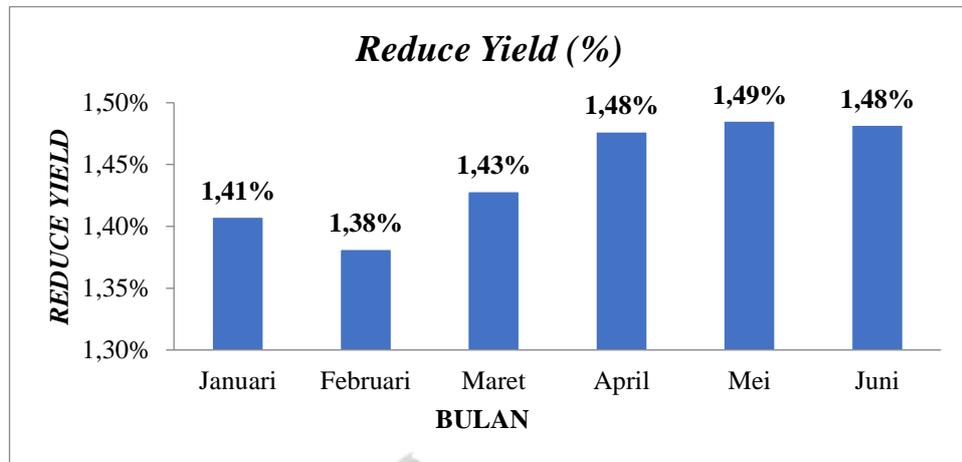
paling rendah terjadi pada bulan Mei 2022 yaitu 2,20%. Jika digambarkan dengan histogram maka dapat dilihat seperti Gambar 4.8 dibawah ini:



Gambar 4.9 Histogram Reduce Speed Losses Losses Bulan Januari – Juni 2022

4.3.5.5 Analisa Hasil Reduce Yield

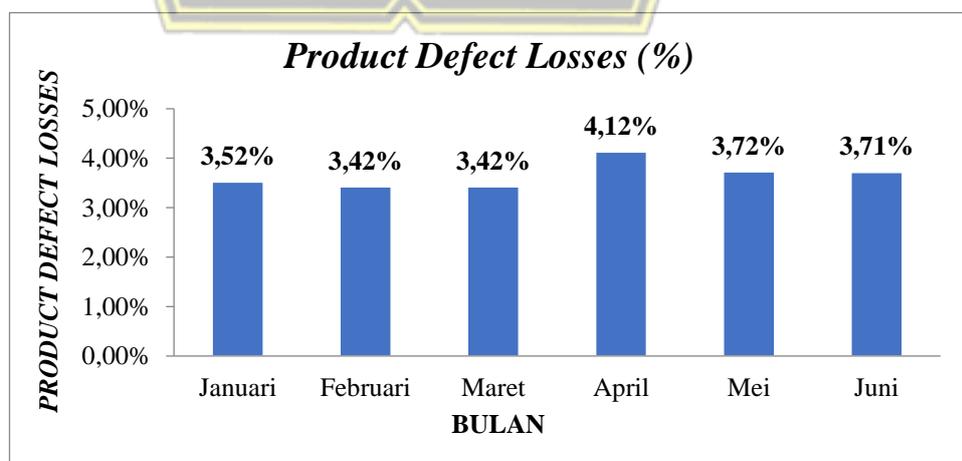
Dari Tabel 4.17 diatas pada sub bab sebelumnya maka dapat dilihat pada bulan Januari 2022 yaitu 1,41%, Februari 2022 yaitu 1,38%, Maret 2022 yaitu 1,43%, April 2022 yaitu 1,48%, Mei 2022 yaitu 1,49% dan Juni 2022 yaitu 1,48%. Persentase ini menunjukkan masih adanya kerugian yang terjadi dan ada persentase hasil stabil pada bulan April hingga Juni 2022 yaitu sebesar 1,48% itu berarti dapat dikatakan ada stabilitas kerugian yang terjadi maka perlu dilakukan peningkatan dan dihindari. Persentase terbesar terjadi pada bulan April hingga Juni 2022 yaitu 1,48% dan persentase terendah terjadi pada bulan Februari yaitu 1,38%. Jika digambarkan dengan histogram maka dapat dilihat seperti Gambar 4.9 dibawah ini:



Gambar 4.10 Histogram Reduce Yield Bulan Januari – Juni 2022

4.3.5.6 Analisa Hasil *Product Defect Losses*

Dari Tabel 4.18 diatas pada sub bab sebelumnya maka hasil persentase pada bulan Januari 2022 yaitu 3,52%, Februari 2022 yaitu 3,42%, Maret 2022 yaitu 3,42%, April 2022 yaitu 4,12%, Mei 2022 yaitu 3,72% dan Juni 2022 yaitu 3,71%. Dari perolehan persentase ini maka dapat dikatakan bahwa masih adanya kerugian yang terjadi dan perlu ada proses perbaikan lagi. Persentase paling besar terjadi pada bulan April 2022 yaitu 4,12% dan paling rendah terjadi pada bulan Februari dan Maret 2022 yaitu 3,42%. Jika digambarkan dengan histogram maka dapat dilihat seperti pada Gambar 4.10 dibawah ini:



Gambar 4.11 Histogram Product Defect Losses Bulan Januari – Juni 2022

4.3.6 Analisa Hasil Fishbone Diagram (Sebab Akibat)

Dengan menggunakan *fishbone diagram* pada gambar 4.1 dapat di ketahui akar penyebab permasalahan. Dari perhitungan diatas dapat di ketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh adalah *Equipment Failure Losses*, selanjutnya dilakukan identifikasi lebih lanjut mengenai tingginya *breakdown losses*.

1. Manusia
 - a. Pergantian komponen yang tidak presisi karena kurangnya keterampilan operator sehingga menyebabkan kerusakan pada mesin.
 - b. Kurangnya pengecekan pada mesin di sebabkan operator kurang memahami gejala kerusakan yang timbul saat melakukan proses produksi.
2. Lingkungan

Sirkulasi udara yang kurang baik menyabbakan kondisi lingkungan kerja yang bersuhu panas, sehingga karyawan pun bekerja dalam kondisi tertekan dan mengurangi konsentrasi dalam bekerja.
3. Metode

SOP yang belum berjalan dengan baik mengakibatkan penyetingan pada mesin kurang maksimal, tidak adanya evaluasi *speed* yang sesuai membuat pengukuran settingan berubah ubah.
4. Mesin
 - a. Sparepart muadh aus,vibrasi pompa tinggi sehingga mengalami kerusakan mesin karena komponen mesin tidak berfungsi dengan normal.
 - b. Mesin beroperasi terus menerus menyebabkan *breakdown* pada mesin.

4.3.7 Usulan Perbaikan Menggunakan 5W1H

Rekomendasi untuk perbaikan manusia, mesin, metode, dan lingkungan menggunakan metode 5W1H.

Tabel 4.20 5W+1H

Faktor	What	Why	Where	Who	When	How
Manusia	Kurangnya ketrampilan operator.	Menyebabkan pergantian komponen tidak presisi	Paper Machine Line 6	Divisi Produksi	Saat sebelum dimulainya produksi dan saat proses produksi	Melakukan pelatihan yang lebih efektif kepada para pegawai untuk meningkatkan keterampilan pekerja secara berkelanjutan.
	Kurangnya pengecekan pada mesin.	Operator kurang fokus dan teliti				Melakukan pengecekan mesin dan setelah <i>men-setting</i> mesin dan memastikan kesiapan mesin untuk beroperasi produksi
Lingkungan	Sirkulasi udara yang kurang baik	Temperatur tempat kerja yang panas sehingga membuat Operator kurang fokus dan teliti saat melakukan proses produksi	Paper Machine Line 6	Divisi Produksi	Saat proses produksi berjalan	Melakukan pengecekan dan perawatan pada <i>blower</i> , Membenahi ventilasi yang ada agar sirkulasi udara dapat berjalan dengan baik
Metode	Tidak ada evaluasi yang sesuai	Pengukuran <i>Setting-an</i> yang berubah-ubah	Paper Machine Line 6	Divisi Produksi	Saat sebelum di mulainya proses produksi berjalan	Melakukan evaluasi <i>settingan speed</i> yang sesuai SOP yang sudah ada agar mesin dapat bekerja dengan maksimal.
	SOP belum berjalan dengan baik	Penyettingan yang kurang baik				Melakukan pengawasan mesin untuk memastikan mesin beroperasi dengan baik.

						Diakhir <i>shift</i> , karyawan <i>shift</i> sebelumnya melapor kepada pekerja shift setelahnya jika terjadi kerusakan perlatan atau masalah yang timbul dalam proses produksi
Mesin	Beroperasi terus menerus	<i>Breakdown</i> pada mesin				Meningkatkan <i>preventive maintenance</i> untuk menjaga kondisi mesin agar selsalu dalam kondisi optimal dan terawat.
	Vibrasi pompa tinggi	Kompenan mesin tidak berfungsi dengan normal yang disebabkan tidak <i>center</i> -nya <i>couple</i> atau <i>aus</i> -nya <i>rubber couple</i> antara pompa dengan motor	<i>Paper Machine Line 6</i>	Divisi Produksi, Divisi Maintenance, Divisi Utility	Pada saat sedang berlangsungnya proses produksi	Memastikan <i>couple</i> harus <i>center</i> dan memastikan kesiapan mesin untuk beroperasi.
	<i>Sparepart</i> mesin <i>aus</i>	Masa usai pakai mesin yang lama beroperasi terus menerus				Perlunya untuk mengganti komponen yang berusia pemakaian lama untuk meningkatkan produktivitas

4.3.8 Pembuktian Hipotesa

Setelah melakukan perhitungan selama enam bulan, *paper machine line 6* memiliki rata-rata nilai OEE sebesar 84.34%. Nilai-nilai ini di bawah standar, yaitu di bawah 85%, yang menunjukkan bahwa masih perlu dilakukan perbaikan atau

peningkatan. Kemudian dilakukan perhitungan *six big losses* dan ditemukan bahwa *equipment failure losses* adalah yang paling besar. Ini ditunjukkan oleh nilai *breakdown* yang paling tinggi dibandingkan dengan losses yang lain, yaitu 8.30%. Kemudian dilakukan analisis *fishbone diagram* dari kerugian yang paling besar dan ditemukan bahwa tiga faktor utama adalah manusia, mesin, metode dan lingkungan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah di lakukan di PT M *paper machine line 6*, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

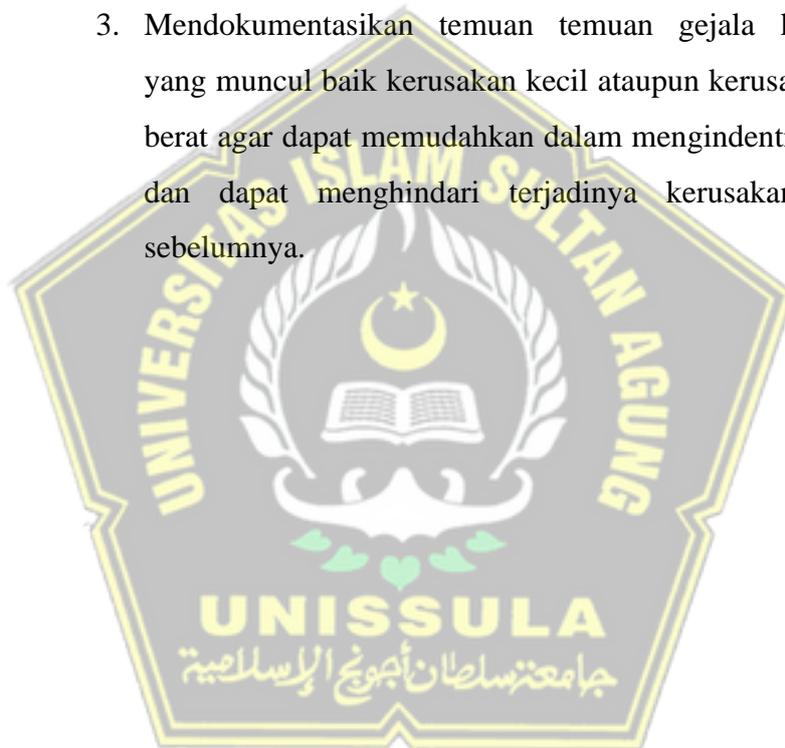
1. Rata-rata tingkat efektivitas *Overall equipment Effectiveness* pada *paper machine* tahun 2022 adalah sebesar 84,40%, masih di bawah *standard world class* yaitu sebesar 85%. Sedangkan rata rata nilai *availability* pada *paper machine* sebesar 92,28%. Rata-rata nilai *performance rate* pada *paper machine* sebesar 93,86%. Rata-rata nilai *quality rate* pada *paper machine* sebesar 97.45%.
2. Faktor penyebab *Losses* terbesar yang menghambat pencapai OEE pada *paper machine* tahun 2022 adalah rendahnya nilai OEE pada *paper machine line 6* yang disebabkan oleh tingginya nilai *six big losses* yaitu pada *equipment failure losses* dengan nilai sebesar 8,30% dengan rata rata *breakdown* sebesar 2.865 menit. Menunjukkan sering terjadinya kerusakan-kerusakan mesin sehingga dapat menghambat jalannya proses produksi dan mempengaruhi tingkat produktivitas perusahaan.

3. Usulan perbaikan yang di lakukan adalah sebagai berikut
 - 1) Perbaikan terhadap faktor manusia
 - a. Memberikan pelatihan yang lebih efektif kepada karyawan untuk meningkatkan keterampilan karyawan secara berkelanjutan
 - b. Melakukan pengawasan atau monitoring pada saat mesin beroperasi untuk menghindari kerusakan selama proses produksi, melakukan pengecekan mesin setelah melakukan proses mensetting mesin, dan memastikan kesiapan mesin untuk beroperasi produksi.
 - 2) Perbaikan terhadap faktor lingkungan
 - a. Melakukan pengecekan dan perawatan pada blower.
 - b. Membenahi ventilasi yang ada agar sirkulasi udara dapat berjalan dengan baik.
 - 3) Perbaikan terhadap faktor metode
 - a. Melakukan evaluasi setingan speed yang sesuai dengan sop yang sudah ada agar mesin dapat bekerja dengan maksimal dan aman.
 - b. Di akhir shift, karyawan shift berikutnya melapor kepada pekerja shift setelahnya jika terjadi kerusakan peralatan atau masalah yang timbul dalam proses produksi.
 - 4) Perbaikan terhadap faktor mesin
 - a. Melakukan pengecekan operator melakukan pengecekan pada pompa atau mesin terjadi kebocoran, memastikan couple harus center dan memastikan kesiapan mesin untuk beroperasi sehingga mengurangi kemungkinan kerusakan mesin selama proses produksi.
 - b. Perlunya untuk mengganti komponen yang berusia pemakain lama untuk meningkatkan produktivitas.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat dibuat dari penelitian ini yang mungkin bermanfaat bagi perusahaan:

1. Meningkatkan *preventive maintenance* untuk menjaga kondisi mesin agar selalu dalam kondisi optimal dan terawat.
2. Perlunya pelatihan operator untuk bisa merawat dan mendeteksi gejala kerusakan ringan maupun berat.
3. Mendokumentasikan temuan temuan gejala kerusakan yang muncul baik kerusakan kecil ataupun kerusakan yang berat agar dapat memudahkan dalam mengidentifikasi dan dapat menghindari terjadinya kerusakan seperti sebelumnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Al Farichi, M. K., & Murnawan, H. (2023). *Analisis Pengukuran Efektivitas Mesin Packing Di Unit 2 Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dengan Pendekatan Total Productive Maintenance (Studi Kasus: PT. XYZ)*. Jurnal TEKNIKA, 1(1), 66–80.
- Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). *Sistem perawatan terpadu*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 24–32.
- Anthony, M. B. (2019). *Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cold Leveller PT. KPS*. Jurnal JATI UNIK, 2(2), 94–103.
- Arsya Ambara, A., Marlyana, N., Syakhroni, A., (2020). *Analisa Efektivitas Mesin Tenun Produksi C1037 Menggunakan Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) (Studi Kasus : PT. Apac Inti Corpora)*. Prosiding KONFERENSI ILMIAH MAHASISWA UNISSULA(KIMU) 3 Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 89–100.
- Dewanti, G. K., & Putra, M. F. (2019). *Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Printing Amplas Kertas*. Jurnal Optimasi Teknik Industri, 1(2), 1–5.
- Muh Tifani, R., Sugiyono STMM, D., Fatmawati STMEng, (2019). *Analisa Efektivitas Mesin Air Jet Loom (AJL) Guna Mengurangi Breakdown Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Di PT.Primatexco Indonesia*. Prosiding Koferenesi Ilmiah Mahasiswa Unissula KIMU 2, 547–555.
- Muhaemin, G., & Nugraha, A. E. (2022). *Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Pada Perawatan Mesin Cutter di PT. XYZ*.

Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 8(9), 205–219.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6645451>

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance.(Translation)*. Productivity Press, Inc., 1988, 129.

Nasution, M., Bakhori, A., & Novarika, W. (2021). *Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri*. In Cetak Buletin Utama Teknik (Vol. 16, Issue 3). Online.

Nurdin, F. F. (2023). *Peningkatan Produktivitas Peralatan dan Perawatan Mesin Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Prosiding SAINTEK: Sains Dan Teknologi Ke 2 Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, 2(1), 388–399.

Nurul Hidayat, A. (2022). *Analisis Pencapaian dan Perbaikan Target Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Injection*. Prosiding SAINTEK: Sains Dan Teknologi Ke-1 2022 Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, 1(1), 560–565.

Prabowo, R. F., Hariyono, H., & Rimawan, E. (2020). Total Productive Maintenance (TPM) pada perawatan mesin grinding menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE). *Journal Industrial Servicess*, 5(2), 207–212.

Ruslan, M., & Prasmoro, A. V. (2020). *Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Kneader (Studi Kasus PT. XYZ)*. In *Journal of Industrial and Engineering System (Vol. 1, Issue 1)*.

Sabri, M., & Geubrina, H. S. (2022). *Analisis Total Productivity Maintenance (TPM) Mesin Screw Press PT. Sisirau dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Prosiding SNTTM XX, 255–259.

Sibarani, A. A., Muhammad, K., & Yanti, A. (2020). *Analisis Total Productive Maintenance Mesin Wrapping Line 4 Menggunakan*

Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses di PT XY, Cirebon - Jawa Barat. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI), 82. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v7i2.425>

Sinaga, Z., & Maryanto, T. (2019). *Analisis Total Productive Maintenance pada Mesin Laminating I dengan Metode Overall Equipment Effectiveness. JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems), 12(1). <https://doi.org/10.30813/jiems.v12i1.1533>*

