

**PERANCANGAN IMPLEMENTASI *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*  
PADA MESIN *DYEING* MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT  
EFFECTIVENESS (OEE)*, *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*,  
DAN *PLAN-DO-CHECK-ACTION (PDCA)*  
(Studi Kasus PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta)**

**TUGAS AKHIR**

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



Nama : Farel Ikhsan Ramadhani  
No. Mahasiswa : 19522186

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

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil dari usaha pribadi saya dengan pengecualian kutipan dan ringkasan yang saya sertakan dengan sumber yang jelas. Apabila suatu saat ditemukan bahwa pengakuan ini tidak akurat dan melanggar peraturan yang berlaku, saya bersedia untuk menarik Kembali ijazah yang diterbitkan oleh Universitas Islam Indonesia yang telah saya terima.

Yogyakarta, 29 Agustus 2023



(Farel Ikhsan Ramadhani)

19522186

## SURAT BUKTI PENELITIAN



### SURAT KETERANGAN SELESAI MAGANG

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Niken Dyah Nareswari

Jabatan : HRD Manager

Dalam hal ini menerangkan bahwa;

Nama : Farel Ikhsan Ramadhani

Nik : 19522186

Alamat : Gg. Sadewa, Candirejo Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kab. Sleman, Yogyakarta

Bahwa nama tersebut diatas telah menyelesaikan kegiatan magang di PT. IGP Internasional Sleman terhitung dari 15 Mei – 5 Agustus 2023 dan yang bersangkutan sudah melaksanakan, bertanggung jawab serta aktif mengikuti kegiatan administrasi di perusahaan kami.

Demikian surat keterangan ini kami buat dengan benar, untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Sleman, 5 Agustus 2023



Niken Dyah Nareswari  
Manager HRD

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PERANCANGAN IMPLEMENTASI *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*  
PADA MESIN *DYEING* MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT  
EFFECTIVENESS (OEE)*, *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*,  
DAN *PLAN-DO-CHECK-ACTION (PDCA)***



**Yogyakarta, 29 Agustus 2023**

**Dosen Pembimbing**

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

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**  
**PERANCANGAN IMPLEMENTASI *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE***  
**PADA MESIN *DYEING* MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT***  
***EFFECTIVENESS (OEE), FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA),***  
**DAN *PLAN-DO-CHECK-ACTION (PDCA)***  
**(Studi Kasus PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta)**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Farel Ikhsan Ramadhani**

**No. Mahasiswa : 19 522 186**

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

**Yogyakarta, 29 Agustus 2023**

**Tim Penguji**

Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.

Ketua

Annisa Uswatun K., S.T., M.B.A., M.Sc.

Anggota I

Dian Janari, S.T., M.T.

Anggota II

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

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

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk Farel Ikhsan Ramadhani yaitu diri saya sendiri yang telah berjuang, berusaha, dan menjalani perjalanan ini dengan ketekunan dan ketabahan yang tak henti. Tugas Akhir ini juga saya persembahkan dengan penuh kasih sayang kepada Ayahanda dan Ibunda saya yang telah senantiasa memberikan cinta, dukungan, dan pengorbanan tiada henti dalam setiap langkah hidup dan pendidikan saya. Semoga karya ini menghormati usaha dan kasih sayang mereka serta menjadi bukti perjuangan kami bersama. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal perjalanan panjang yang penuh makna.

**MOTTO**

*“Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang beriman”*

(Q.S. Ali Imran: 139)

*“....dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir”*

(Q.S. Yusuf: 87)

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,*

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji hanya bagi Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, atas segala rahmat dan hidayah-nya, penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Implementasi *Total Productive Maintenance* Pada Mesin *Dyeing* Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan *Plan-Do-Check-Action* (PDCA)”. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai teladan yang membimbing umat menuju ridha Allah Subhanahu wa Ta'ala. Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. Selaku Ketua Program Studi Strata Satu Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu, membimbing dan mendidik saya sehingga seluruh proses ini dapat terlewati.
4. Kedua Orang Tua tercinta saya Mama dan Papa serta adik-adik saya yang telah selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
5. Mas Nawang yang merupakan mentor saya selama proses penelitian di PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta inspirasi dalam membantu saya melewati tantangan dan mengembangkan pemahaman saya dalam kesuksesan penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Mas Rinto dan Mas Didik selaku karyawan PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta yang bukan hanya sekedar memberikan bantuan teknis, tetapi juga



nilai-nilai berharga tentang kehidupan di dunia kerja yang telah mereka berikan kepada saya.

7. Nanda Ridho selaku rekan seperjuangan saya selama perjalanan penelitian ini yang telah bersama-sama mengatasi berbagai kendala dan tantangan serta memberikan semangat dan dukungan dalam meraih kesuksesan dalam Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman dan semua individu yang telah memberikan dukungan, semangat, serta kontribusi sepanjang perjalanan perkuliahan dan turut membantu penulis secara langsung atau tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima setiap kritik dan saran demi perbaikan dan pengembangan di masa depan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan sumbangsih bagi perkembangan ilmu serta pengembangan industri. Akhirnya, penulis berharap Tugas Akhir ini bisa menjadi amal jariyah yang menghasilkan manfaat bagi semua pihak. Semoga Allah SWT meridhai usaha ini dan memberikan keberkahan atas segala upaya yang telah dilakukan. Aamiin Yaa Robbal 'Aalamiin.

***Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.***

Yogyakarta, 29 Agustus 2023



Farel Ikhsan Ramadhani

## ABSTRAK

Dalam upaya mencapai hasil yang optimal faktor-faktor seperti sumber daya manusia, kondisi fasilitas produksi, dan penggunaan mesin harus dipertimbangkan dengan cermat. Produktivitas mesin yang rendah berdampak buruk terhadap efisiensi produksi dan mengakibatkan kerugian perusahaan. Permasalahan yang ada pada PT. IGP Internasional Sleman adalah kinerja mesin *dyeing* yang bekerja dengan tingkat produksi yang tidak stabil karena mesin mengalami permasalahan yaitu kerusakan mesin, proses bongkar pasang, dan penyesuaian set up yang mengakibatkan terjadinya *downtime* dan juga berefek pada efektivitas produksi yang tidak mencapai standar yang diinginkan oleh perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur efisiensi dan efektivitas penggunaan mesin *dyeing*, menganalisis kerusakan yang terjadi pada mesin *dyeing*, dan merancang konsep strategi dan implementasi *Total Productive Maintenance* untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas mesin *dyeing* serta merancang sistem manajemen manufaktur. Metode yang digunakan berupa Pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM) digunakan sebagai landasan metode penelitian, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan siklus *Plan-Do-Check-Action* (PDCA). Hasil perhitungan OEE pada mesin *dyeing* menunjukkan bahwa mesin *dyeing* A mencapai 80%, mesin *dyeing* B 79%, mesin *dyeing* C 75%, mesin *dyeing* D 73%, mesin *dyeing* E 74%, dan mesin *dyeing* F 75%. Dari hasil tersebut terlihat bahwa nilai OEE masih di bawah standar *world class* 85% sebagaimana ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Hasil dari FMEA diperoleh nilai RPN *failure mode* pada mesin *dyeing* dengan nilai RPN tertinggi yaitu karet roll press mengalami retak atau pecah (2070) yang termasuk ke kategori *outage problem*. Rekomendasi yang diberikan adalah implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai strategi untuk meningkatkan performa mesin. Rencana implementasi TPM dengan siklus PDCA dan penerapan TPM sebagai budaya organisasi diharapkan dapat membawa dampak positif terhadap kinerja mesin dan pencapaian OEE yang lebih baik.

Kata Kunci: *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Failure Mode and Effect Analysis, Plan-Do-Check-Action, Efisiensi.*

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT BUKTI PENELITIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	6
1.3    Tujuan Penelitian.....	6
1.4    Manfaat Penelitian.....	7
1.4.1    Bagi Perusahaan.....	7
1.4.2    Bagi Peneliti.....	7
1.5    Batasan Penelitian .....	7
1.6    Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
2.1    Kajian Teoritis.....	10
2.1.1    Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	10
2.1.2 <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) .....	11
2.1.3 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) .....	12
2.1.4 <i>Six big losses</i> .....	15
2.1.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	17
2.1.6 <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA).....	20
2.1.7 <i>Plan Do Check Act</i> (PDCA) .....	21
2.2    Kajian Empiris.....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
3.1    Subjek Penelitian.....	31
3.2    Objek penelitian .....	31
3.3    Jenis Data.....	31

3.4	Metode Pengumpulan Data.....	32
3.5	Alur Penelitian.....	32
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>		<b>37</b>
4.1	Profil Perusahaan.....	37
4.2	Visi dan Misi Perusahaan.....	38
4.3	Struktur Organisasi .....	38
4.4	Proses Produksi .....	40
4.5	Pengumpulan Data.....	42
4.5.1	Data Jumlah Produk dan Defect .....	42
4.5.2	Data <i>Available Time, Loading Time, Planned Downtime</i> .....	47
4.5.3	Data <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	53
4.6	Pengolahan Data.....	55
4.6.1	<i>Availability Rate</i> .....	55
4.6.2	<i>Performance Rate</i> .....	57
4.6.3	<i>Quality Rate</i> .....	62
4.6.4	Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	63
4.6.5	<i>Six Big Losses</i> .....	65
4.6.6	<i>Equipment Failure Losses</i> .....	65
4.6.7	<i>Setup and Adjustment Losses</i> .....	67
4.6.8	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i> .....	68
4.6.9	<i>Reduce speed losses</i> .....	70
4.6.10	<i>Defect losses</i> .....	71
4.6.11	<i>Yield/Scrap Losses</i> .....	73
4.6.12	<i>Rekapitulasi Time loss Tiap Faktor</i> .....	74
4.6.13	Pengolahan Data <i>Risk Priority Number (RPN)</i> dan <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	77
4.6.14	Hasil Penyusunan <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	78
4.6.15	Hasil Analisis <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	85
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>		<b>87</b>
5.1	Analisis Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	87
5.2	Analisis <i>Six big losses</i> .....	88
5.3	Analisis <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	92
5.4	Analisis <i>Failure Mode</i> dengan <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	94
5.5	Perancangan <i>Total productive Maintenance</i> Mesin <i>Dyeing</i> Menggunakan Siklus PDCA 95	
5.5.1	Tahap Perencanaan ( <i>Plan</i> ).....	95

5.5.2	Tahap Pelaksanaan ( <i>Do</i> ).....	98
5.5.3	Tahap Pengecekan ( <i>Check</i> ).....	99
5.5.4	Tahap Standarisasi ( <i>Act</i> ).....	100
5.5.5	Siklus PDCA Berkelanjutan .....	102
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>		<b>105</b>
6.1	Kesimpulan .....	105
6.2	Saran .....	106
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>107</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>112</b>

## DAFTAR TABEL

Table 1. 1 Data <i>Downtime</i> Mesin Periode Mei 2022 Hingga April 2023 .....	3
Tabel 2. 1 Kategori Skala <i>Severity</i> .....	18
Tabel 2. 2 Kategori Skala <i>Occurance</i> .....	19
Tabel 2. 3 Kategori Skala <i>Detection</i> .....	19
Tabel 2. 4 Perbedaan Penelitian Terdahulu .....	30
Tabel 4. 1 Hasil Produksi dan Jumlah <i>Defect</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> A.....	42
Tabel 4. 2 Hasil Produksi dan Jumlah <i>Defect</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> B .....	43
Tabel 4. 3 Hasil Produksi dan Jumlah <i>Defect</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> C .....	44
Tabel 4. 4 Hasil Produksi dan Jumlah <i>Defect</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> D.....	45
Tabel 4. 5 Hasil Produksi dan Jumlah <i>Defect</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> E .....	46
Tabel 4. 6 Hasil Produksi dan Jumlah <i>Defect</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> F .....	47
Tabel 4. 7 <i>Available Time</i> , <i>Loading Time</i> dan <i>Planned Downtime</i> Mesin <i>Dyeing</i> A.....	48
Tabel 4. 8 <i>Available Time</i> , <i>Loading Time</i> dan <i>Planned Downtime</i> Mesin <i>Dyeing</i> B .....	49
Tabel 4. 9 <i>Available Time</i> , <i>Loading Time</i> dan <i>Planned Downtime</i> Mesin <i>Dyeing</i> C .....	50
Tabel 4. 10 <i>Available Time</i> , <i>Loading Time</i> dan <i>Planned Downtime</i> Mesin <i>Dyeing</i> D.....	51
Tabel 4. 11 <i>Available Time</i> , <i>Loading Time</i> dan <i>Planned Downtime</i> Mesin <i>Dyeing</i> E .....	52
Tabel 4. 12 <i>Available Time</i> , <i>Loading Time</i> dan <i>Planned Downtime</i> Mesin <i>Dyeing</i> F .....	53
Tabel 4. 13 Data Responden Penelitian .....	53
Tabel 4. 14 Data <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	54
Tabel 4. 15 Nilai <i>Availability Rate</i> Untuk Mesin Printing <i>Dyeing</i> A .....	56
Tabel 4. 16 Hasil Rekapitulasi Nilai Dari Rata-Rata Perhitungan <i>Availability Rate</i> .....	56
Tabel 4. 17 <i>Cycle Time</i> Produksi Mesin <i>Dyeing</i> A.....	58
Tabel 4. 18 Waktu Kerja Mesin <i>Dyeing</i> A.....	59
Tabel 4. 19 Data <i>Ideal Cycle Time</i> Mesin <i>Dyeing</i> A .....	60
Tabel 4. 20 Nilai <i>Performance Rate</i> Untuk Mesin Printing <i>Dyeing</i> A.....	61
Tabel 4. 21 Rata-Rata Perhitungan <i>Performance</i> .....	61
Tabel 4. 22 Nilai <i>Quality Rate</i> Untuk Mesin Printing <i>Dyeing</i> A .....	62
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata <i>Quality Rate</i> .....	63
Tabel 4. 24 Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Untuk Mesin Printing <i>Dyeing</i> A .....	64
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Nilai Dari Rata-Rata Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE): .....	64
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan <i>Equipment Failure Losses</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> A .....	66
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Nilai Rata-rata <i>Equipment Failure Losses</i> .....	66
Tabel 4. 28 <i>Set Up and Adjustment Losses</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> A.....	67
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Nilai Rata-rata <i>Set Up and Adjustment Losses</i> .....	68
Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan <i>Idle and Minor Stoppage Losses</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> A.....	69
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Nilai Rata-rata <i>Idle and Minor Stoppage Losses</i> .....	70
Tabel 4. 32 Hasil Perhitungan <i>Reduce Speed Losses</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> A.....	70
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Nilai Rata-rata <i>Reduce Speed Losses</i> .....	71
Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan <i>Defect Losses</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> A .....	72
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Nilai Rata-rata <i>Defect Losses</i> .....	73
Tabel 4. 36 Perhitungan <i>Yield/Scrap Losses</i> Pada Mesin <i>Dyeing</i> A .....	73

Tabel 4. 37 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin <i>Dyeing</i> A	74
Tabel 4. 38 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin <i>Dyeing</i> B	75
Tabel 4. 39 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin <i>Dyeing</i> C	75
Tabel 4. 40 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin <i>Dyeing</i> D	75
Tabel 4. 41 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin <i>Dyeing</i> E	76
Tabel 4. 42 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin <i>Dyeing</i> F	76
Tabel 4. 43 Hasil Pengolahan Metode FMEA.....	78
Tabel 4. 44 Hasil Analisis Menggunakan <i>Logic Tree Analysis</i> .....	85
Tabel 5. 1 Analisis Hasil <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) .....	92
Tabel 5. 2 Kategori <i>Failure Mode</i> Berdasarkan <i>Logic Tree Analysis</i> .....	94
Tabel 5. 3 Tabel Siklus <i>Plan-Do-Check-Action</i> .....	104

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus PDCA .....	22
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	33
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi .....	38
Gambar 4. 2 Alur Proses Produksi PT. IGP Internasional .....	40
Gambar 4. 3 LTA <i>Failure Mode</i> Karet Roll Press Mengalami Retak atau Pecah .....	79
Gambar 4. 4 LTA <i>Failure Mode</i> Silinder Mengalami Korosi.....	80
Gambar 4. 5 LTA <i>Failure Mode</i> As Output Bengkok.....	80
Gambar 4. 6 LTA <i>Failure Mode</i> Korosi Pada Keran Tinta .....	81
Gambar 4. 7 LTA <i>Failure Mode</i> Kerusakan Pada <i>Thermal Oil Heater</i> .....	82
Gambar 4. 8 LTA <i>Failure Mode</i> Ketidaksiapan Karyawan Menghadapi Perubahan Jadwal .....	83
Gambar 4. 9 LTA <i>Failure Mode</i> Pergantian Item atau Desain .....	84
Gambar 4. 10 LTA <i>Failure Mode</i> Perawatan Masih Bersifat Reaktif.....	85
Gambar 5. 1 Grafik Nilai Rata-Rata OEE.....	87
Gambar 5. 2 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Dyeing</i> A .....	88
Gambar 5. 3 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Dyeing</i> B.....	89
Gambar 5. 4 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Dyeing</i> C.....	89
Gambar 5. 5 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Dyeing</i> D .....	90
Gambar 5. 6 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Dyeing</i> E.....	91
Gambar 5. 7 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Dyeing</i> F .....	91



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi yang masif membuat perusahaan dihadapkan pada tuntutan untuk terus meningkatkan kualitas dan jumlah produk yang dihasilkan. Agar dapat bertahan, setiap perusahaan juga perlu memperhatikan kelancaran proses produksinya (Prabowo et al., 2020). Pasar bebas juga mendorong perusahaan manufaktur untuk dapat mencapai status "*World class Manufacturing*", yang merupakan standar untuk mengukur efektivitas suatu peralatan atau mesin. Membuat *world class manufacturing* harus memiliki kerja sama tim yang baik. Manufaktur bukan hanya berfungsi sebagai menghasilkan produk, melainkan juga harus memperhatikan biaya proses yang rendah. Untuk mencapai *World class Manufacturing* pondasi dasar ini sangatlah utama, maka *World class Manufacturing* dibangun dengan tiga pilar antara lain *Productivity management*, *Management Operational System*, dan *Quality Management*. Dengan memiliki status tersebut, perusahaan memiliki kemampuan untuk bersaing dan menghadapi pesaing di seluruh dunia berdasarkan harga, kualitas, dan pengiriman produk tepat waktu, serta menghasilkan biaya proses yang rendah dengan cara meringkas proses yang pendek (Sinurat et al., 2015).

Menurut Prabowo et al., (2020) kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk sumber daya manusia serta kondisi fasilitas produksi seperti mesin dan peralatan pendukung lainnya. Jika produktivitas mesin rendah, perusahaan akan mengalami kerugian karena penggunaan mesin yang tidak efektif dan tidak efisien.

Untuk mendapatkan proses produksi yang ringkas serta performa mesin yang selalu kompetitif, diperlukan sebuah konsep pengelolaan manufaktur yang melibatkan banyak pihak di dalam perusahaan yang bertujuan untuk meningkatkan dan menjaga *performance output* mesin berkualitas tinggi

Terkait landasan strategi untuk mencapai efisiensi, pendekatan *Total Productive Maintenance* dipilih atas dasar filosofi dan metodologi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi sistem manufaktur melalui perawatan peralatan dan proses (Saxena, 2022).

*Total Productive Maintenance* adalah pendekatan inovatif dalam perawatan mesin dan fasilitas yang bertujuan mengoptimalkan efektivitas peralatan, mengurangi atau bahkan menghilangkan kerusakan tiba-tiba, serta melibatkan operator dalam melakukan perawatan mandiri (Prabowo et al., 2020). TPM dapat dijadikan sebagai program pengembangan dasar fungsi pemeliharaan di perusahaan dengan melibatkan seluruh karyawan. Implementasi TPM memiliki potensi untuk perusahaan dapat mencapai peningkatan produktivitas, mengurangi biaya perawatan, meningkatkan kualitas produk, dan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan efisien.

PT IGP Internasional Sleman merupakan salah satu perusahaan industri manufaktur yang berlokasi di Jl. Cangkringan No.KM.1, Duri, Tirtomartani, Kec. Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. PT IGP Internasional Sleman merupakan perusahaan penghasil garmen printing dan *packaging* serta *paper product*. Salah satu fokus pada proses printing dengan produk berupa *tissue paper* yang mana *tissue paper* merupakan kertas pembungkus kado yang sering digunakan dalam perayaan hari natal dan tahun baru. Proses produksi dibagi menjadi 3 proses utama yaitu persiapan bahan baku, produksi *primary*, dan produksi *secondary*. Produksi *primary* meliputi proses *printing* dan *sheeter*. Pada proses printing terbagi atas 3 jenis printing yaitu printing solid, printing corak, dan printing warna. Masing-masing jenis *printing* memiliki mesin yang berbeda. Satu diantara mesin yang digunakan adalah mesin *dyeing*.

Mesin *dyeing* adalah mesin khusus yang digunakan untuk mencetak dan mewarnai kertas tisu dengan warna yang diinginkan. Mesin ini menggabungkan fungsi pencetakan dan pewarnaan dalam satu sistem yang terintegrasi. Proses pengerjaannya dimulai memasukan MG paper ke dalam as yang selanjutnya lembaran MG *paper* akan disalurkan ke as lainnya hingga menuju ke *roll press*. Pada bagian *roll press*, lembaran MG *paper* akan disiram tinta warna dan selanjutnya diarahkan ke silinder untuk masuk proses pengeringan dengan suhu sekitar 110-130 derajat *celcius* tergantung kepekatan dan kecerahan warnanya. Setelah melalui proses pengeringan, lembaran MG *paper* akan diletakkan ke *as output* untuk menyimpan output yang sudah di proses.

Penelitian ini difokuskan pada mesin *dyeing* karena mesin *dyeing* memiliki tingkat produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan mesin-mesin lainnya. Tingginya produksi pada mesin *dyeing* mengharuskan bekerja dalam waktu yang lebih lama dibandingkan dengan mesin-mesin lainnya. Selain itu, mesin *dyeing* juga sering mengalami proses bongkar pasang yang tidak sebanyak mesin-mesin lainnya. Kombinasi dari jam kerja yang lebih

panjang, tingkat produksi yang tinggi, dan proses bongkar pasang yang lebih sering pada mesin *dyeing* menyebabkan mesin ini lebih rentan mengalami kerusakan.

Tantangan yang dihadapi oleh perusahaan adalah pada periode tertentu perusahaan mengalami siklus *peak season* dimana *peak season* merupakan periode waktu di mana permintaan produk mencapai tingkat tertinggi. Selama puncak musim ini, perusahaan biasanya menghadapi lonjakan pesanan, penjualan, dan aktivitas produksi yang signifikan. Selama siklus ini terjadi, produksi pada mesin *dyeing* mengalami beberapa perubahan yang disebabkan kinerja mesin yang bekerja dengan tingkat produksi yang tidak stabil karena mesin mengalami permasalahan yaitu karet roll press mengalami retak atau pecah, silinder mengalami korosi, as output bengkok, korosi pada keran tinta, kerusakan pada *thermal oil heater*, ketidaksiapan karyawan menghadapi perubahan jadwal yang mendadak, pergantian item atau desain, dan perawatan mesin masih bersifat reaktif. Permasalahan ini memicu terjadinya *downtime* dan efektivitas produksi menurun. *Downtime* mesin akan merugikan perusahaan dalam berbagai aspek baik aspek material, ekonomi maupun waktu karena akan menghambat proses produksi yang berlangsung (Pratama, 2019). Adapun data *defect*, *downtime*, dan efektivitas produksi mesin *dyeing* periode Mei 2022 hingga April 2023 ditunjukkan pada tabel 1. 1:

Table 1. 1 Data *Downtime* Mesin Periode Mei 2022 Hingga April 2023

Periode Mei 2022-April 2023	Target Produksi (Meter)	Hasil Produksi (Meter)	Defect (Meter)	Downtime (Menit)	Efektivitas Produksi (%)	Target Perusahaan
Mei 2022	10,402,500	7,080,150	152,550	37,367	68%	85%
Juni 2022	15,490,105	12,442,386	194,627	37,098	80%	85%
Juli 2022	11,950,125	9,332,700	357,299	33,422	78%	85%
Agustus 2022	7,672,500	6,583,100	114,668	22,756	86%	85%
Sep-22	8,006,500	6,444,819	241,034	23,327	80%	85%
Oktober 2022	13,117,000	10,288,650	631,736	38,396	78%	85%
Nov-22	12,052,000	8,900,800	193,141	37,347	74%	85%
Desember 2022	13,582,500	9,974,000	210,459	42,028	73%	85%
Januari 2023	13,126,875	10,853,500	221,692	35,060	83%	85%
Februari 2023	12,303,000	9,783,050	155,122	30,345	80%	85%
Maret 2023	12,303,000	9,783,050	206,129	37,267	80%	85%
Apr-23	9,140,000	7,076,700	163,509	29,367	77%	85%
Total	139,146,105	108,542,905	2,841,966	403,780	78%	85%
	Rata-Rata			3,60%	78%	85%

Pada Tabel 1. 1 persentase rata-rata *downtime* relatif kecil hanya sebesar 3,60%. Namun, perusahaan sendiri menetapkan standar rata-rata *downtime* yang ditoleransi sebesar 3%. Data historis hasil produksi juga memperlihatkan bahwa hasil produksi yang diperoleh yang semestinya sesuai dengan target yang ditetapkan oleh perusahaan ternyata tidak tercapai yang menyebabkan efektivitas produksi dibawah target. Nasution et al., (2021) mengatakan kurangnya efektivitas dan efisiensi dalam penggunaan mesin atau peralatan mengakibatkan penurunan produktivitas mesin, yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Perusahaan sendiri sudah berupaya untuk mengurangi *downtime* dan juga meningkatkan produktivitas mesin *dyeing* seperti melakukan perawatan preventif, pembersihan mesin di sela-sela pergantian shift, ketersediaan komponen mesin, dan pengaturan penjadwalan yang lebih efektif. Namun usaha ini kurang berjalan maksimal dikarenakan berbagai faktor seperti perawatan preventif yang belum efektif, kualitas komponen mesin yang kurang baik, hingga pengukuran efektivitas hanya berdasarkan hasil produksi sedangkan kinerja mesin tidak diperhitungkan.

Menurut Nasution et al., (2021) dalam era persaingan bebas saat ini, pengukuran sistem produksi yang hanya berfokus pada kuantitas output saja dapat menimbulkan kesalahan persepsi, karena tidak mempertimbangkan karakteristik utama dari proses, seperti kapasitas, efisiensi, dan efektivitas. Untuk meningkatkan produktivitas dari mesin atau peralatan yang digunakan, perlu dilakukan analisis produktivitas dan efisiensi pada enam aspek kerugian utama (Nasution et al., 2021). Oleh karena itu, pemilihan sistem pengukuran kinerja memiliki peranan yang krusial dalam mencapai tujuan perusahaan. Melalui proses pengukuran ini, terjadi pemantauan, pengendalian, dan peningkatan kinerja Sumber Daya Manusia serta kerjasama tim dalam organisasi (Syaputra et al., 2020). Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Kurnia et al., (2022) dengan judul *The PDCA Approach with OEE Methods for Increasing Productivity in Garment Industry*. Metode yang digunakan adalah pendekatan *Plan-Do-Check-Action* (PDCA) dan *metode Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Hasil dari penelitian menunjukkan rata-rata nilai OEE sebesar 63%. Faktor yang mempengaruhi penurunan produksi dengan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu kecepatan standar berfluktuasi sebesar 336 RPN. Pengukuran OEE sebelum perbaikan sebesar 63% dan setelah modifikasi sebesar 73%, artinya nilai OEE setelah perubahan

mengalami peningkatan sebesar 8%. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan output produksi rata-rata sebesar 112% per mesin per bulan.

Dalam upaya mengatasi masalah tersebut maka dalam penelitian ini digunakan bagian utama dari sistem pemeliharaan TPM (*Total Productive Maintenance*) yaitu metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur efisiensi dan efektivitas mesin dalam mencapai produksi. Menurut Simanungkalit (2016) *Overall Equipment Effectiveness* adalah metrik yang digunakan untuk mengukur efektivitas keseluruhan peralatan produksi dalam lingkungan manufaktur. Dengan menggunakan metode OEE, perusahaan dapat melakukan perbaikan pada bagian yang kurang sesuai karena metode ini dapat menghitung nilai *availability*, *performance*, dan *quality* yang merupakan faktor penting dari OEE sehingga dapat diketahui faktor penyebab rendahnya nilai OEE. Kemudian metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengevaluasi proses, produk, atau sistem untuk mengidentifikasi dan memahami potensi kegagalan serta efek dari kegagalan tersebut terhadap kinerja. Menurut Ansori dan Mustajib (2013) *Failure Mode and Effect Analysis* adalah metode yang digunakan dengan cara mengetahui sesuatu yang telah dijalankan secara efisien atau belum dan apakah mungkin di dalam perbaikan, menentukan akibat yang potensial pada peralatan, sistem yang berhubungan dengan setiap model kegagalan, serta membuat rekomendasi untuk menambah keandalan komponen, peralatan, dan sistem. Lalu diakhiri dengan merancang konsep strategi dan implementasi *Total Productive Maintenance* untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas keseluruhan peralatan mesin serta merancang sistem manajemen manufacturing yang efisien dengan konsep *Plan-Do-Check-Action* (PDCA). Menurut Heizer dan Render dalam penelitian Adiasa et al., (2021) Metode *Plan, Do, Check, Action* (PDCA) merupakan model dalam melakukan perbaikan terus-menerus dengan merencanakan, lakukan, periksa, dan tindakan. PDCA memberikan kerangka kerja yang sistematis untuk mengidentifikasi masalah, merencanakan perbaikan, mengimplementasikan solusi, dan memastikan bahwa solusi tersebut efektif melalui evaluasi dan Tindakan perbaikan yang kontinu.

Jika dibandingkan dengan metode lainnya seperti analisis *Preventive Maintenance* (PM), *Total Productive Maintenance* (TPM) lebih sesuai dengan akar permasalahan yang ada di PT. IGP Internasional Sleman. Menurut Adiasa et al., (2021) pada penelitiannya yang berjudul Analisis *Preventive Maintenance* pada Unit *Haul Truck Tipe Cat 777e* Menggunakan Siklus *Plan, Do, Check, Action* (PDCA) di PT. Lawang Sampar Dodo bahwa pada analisis *preventive maintenance* hanya berfokus pada permasalahan perawatan

preventif pada unit *haul truck* tipe CAT 777E sehingga dengan mengetahui permasalahan *preventive maintenance* pada unit mesin tersebut dapat meningkatkan performa kerja dari unit *haul truck* tipe CAT 777E. Namun permasalahan yang ada pada PT. IGP Internasional bukan kepada perawatan mesin nya melainkan ke efisiensi dan efektivitas kinerja mesin *dyeing* nya.

Berdasarkan latar belakang tersebut diharapkan dapat meminimalisir terulangnya masalah yang sama di kemudian hari di PT. IGP Internasional Sleman dan mengembangkan strategi perbaikan yang lebih tepat sasaran dan meningkatkan kinerja keseluruhan peralatan produksi sehingga dapat menurunkan kejadian gangguan mesin dan meningkatkan efektivitas mesin.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah hasil dari nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan seberapa besar nilai *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan mode kegagalan mesin yang teridentifikasi pada mesin *dyeing* di PT. IGP Internasional Sleman?
2. Apa saja klasifikasi akar penyebab kegagalan mesin pada mesin *dyeing* di PT. IGP Internasional Sleman?
3. Bagaimana rekomendasi strategi *Total Productive Maintenance* yang diperlukan agar efektivitas mesin *dyeing* pada PT. IGP Internasional Sleman meningkat?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini, maka terdapat beberapa tujuan yang diantaranya sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil dari nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan nilai *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan mode kegagalan mesin yang teridentifikasi pada mesin *dyeing* di PT. IGP Internasional Sleman.
2. Dapat mengklasifikasi akar penyebab kegagalan mesin di PT. IGP Internasional Sleman.
3. Memberikan rekomendasi strategi *Total Productive Maintenance* yang diperlukan agar efektivitas mesin *dyeing* pada PT. IGP Internasional Sleman meningkat.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yang dilakukan bagi kedua pihak adalah sebagai berikut:

### 1.4.1 Bagi Perusahaan

- Diharapkan menjadi masukan dan evaluasi bagi PT. IGP Internasional Sleman terkait untuk terus meningkatkan efektivitas kinerja dan efisiensi mesin
- Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi saran bagi perusahaan dalam mengidentifikasi dan mengatasi potensi kegagalan yang dapat terjadi pada mesin serta dapat merancang strategi manajerial yang baik dalam melakukan *maintenance* mesin.

### 1.4.2 Bagi Peneliti

- Untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang cara mengukur kinerja mesin dan apa saja yang menyebabkan kegagalan yang dapat terjadi pada mesin serta gambaran dunia pekerjaan yang sebenarnya antara teori yang didapatkan dengan fakta lapangan.
- Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi yang berharga bagi peneliti di masa depan dan pembaca yang tertarik dalam memperluas pengetahuan mereka.

## 1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian senantiasa fokus pada objek yang akan diteliti, maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT IGP Internasional Sleman pada proses produksi *primary*
2. Objek penelitian difokuskan pada mengukur seberapa efisien mesin dalam menghasilkan produk dan penyebab *losses* yang terjadi pada mesin.
3. Mesin yang diteliti hanyalah mesin jenis printing *dyeing* paper YF-1500
4. Data yang diperoleh berdasarkan data historis di PT IGP Internasional Sleman dan hasil wawancara kepada pegawai PT IGP Internasional Sleman.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih terstruktur, maka penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

**BAB 1****PENDAHULUAN**

Pada Bab 1 Pendahuluan terdiri dari penjelasan tentang pemaparan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan uraian mengenai sistematika penulisan secara singkat

**BAB II****KAJIAN LITERATUR**

Pada Bab 2 Kajian Literatur menjelaskan tentang kajian teoritis dan empiris yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian ini. Selain itu, pada bab ini juga memuat uraian hasil tentang hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini sehingga dapat dijadikan dasar dalam penyelesaian masalah pada penelitian.

**BAB III****METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang kerangka penelitian yang meliputi subjek dan objek penelitian, sumber data penelitian, metode pengumpulan data, serta bagan alur penelitian yang menjelaskan langkah-langkah proses penelitian yang akan dilakukan

**BAB IV****PENGUMPULAN DAN PENGUMPULAN DATA**

Bab ini menjelaskan tentang proses pengumpulan dan pengolahan data yang didapatkan semasa penelitian. Pengolahan data menggunakan metode yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Hasil yang dieproleh disajikan dalam bentuk gambar, grafik, dan tabel serta pada bab ini menjadi dasar pemaparan pada bab-bab selanjutnya yang membahas pembahasan dan alalisis lebih detail.

**BAB V****PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan analisis dan pembahasan secara detail mengenai hasil yang didapat pada bab sebelumnya. Pemaparan pembahasan dilakukan sesuai dengan rumusan dan tujuan penelitian untuk mencapai kesimpulan dan rekomendasi yang diberikan sebagai solusi dari permasalahan pada penelitian ini.



**BAB VI****PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari analisis dan permasalahan penelitian yang telah dilakukan. Tujuan penarikan kesimpulan adalah untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Serta pada bab ini memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

Berisi seluruh sumber data jurnal dan bacaan yang digunakan dalam penelitian

**LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Teoritis**

##### **2.1.1 Perawatan (*Maintenance*)**

Perawatan yang dikenal sebagai "*Maintenance*" dalam bahasa Inggris, merujuk pada serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjaga, memperbaiki, memulihkan, atau memperbarui peralatan, sistem, atau aset agar tetap berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan dan kebutuhan yang ditetapkan (Dhillon, 1999). Dhillon (1999) juga memaparkan bahwa dalam konteks perawatan, tujuan utama dari kegiatan perawatan adalah untuk mencapai tingkat ketersediaan dan kinerja yang diinginkan dari peralatan atau sistem. Perawatan juga berperan penting dalam menjaga keandalan, keamanan, efisiensi, dan kepatuhan terhadap standar operasional yang berlaku. Dalam melaksanakan perawatan, keputusan strategis perawatan harus didasarkan pada evaluasi risiko, biaya, dan manfaat. Selain itu, perawatan juga harus diintegrasikan dalam siklus hidup aset, yang mencakup perencanaan, pengadaan, pengoperasian, dan penghapusan aset (Dhillon, 1999).

Dhillon dalam bukunya "*Engineering Maintenance: A Modern Approach*" menjelaskan mengenai berbagai jenis perawatan yang diantaranya sebagai berikut (Dhillon, 2002):

1. Perawatan Preventif (*Preventive Maintenance*): Perawatan preventif adalah jenis perawatan yang dilakukan secara terencana dan berkala dengan tujuan mencegah timbulnya kegagalan atau kerusakan pada suatu sistem atau peralatan. Perawatan ini melibatkan tindakan pencegahan yang dilakukan sebelum kerusakan atau kegagalan terjadi, seperti inspeksi rutin, pelumasan, penggantian komponen yang telah mencapai batas umur, dan perawatan pencegahan lainnya.
2. Perawatan Prediktif (*Predictive Maintenance*): Perawatan prediktif dilakukan dengan memantau kondisi operasional suatu sistem atau peralatan secara terus-menerus untuk mendeteksi tanda-tanda awal kerusakan atau kegagalan. Tujuan dari perawatan ini adalah melakukan tindakan perbaikan atau pemeliharaan hanya saat diperlukan berdasarkan indikator kondisi yang diperoleh dari pemantauan, sehingga dapat menghindari kerusakan yang lebih serius dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.
3. Perawatan Korektif (*Corrective Maintenance*): Perawatan korektif dilakukan sebagai respon terhadap kerusakan atau kegagalan suatu sistem atau peralatan. Jenis perawatan

ini biasanya dilakukan setelah terjadinya kegagalan, dan tujuannya adalah memperbaiki sistem atau peralatan agar dapat kembali beroperasi dengan baik. Perawatan korektif umumnya tidak direncanakan sebelumnya dan dapat melibatkan perbaikan, penggantian komponen, atau pemulihan fungsi sistem.

4. Perawatan Produktif (*Productive Maintenance*): Perawatan produktif, juga dikenal sebagai *Total Productive Maintenance (TPM)*, adalah pendekatan perawatan yang melibatkan semua personel di dalam suatu organisasi untuk secara aktif terlibat dalam pemeliharaan peralatan. Tujuan perawatan ini adalah meningkatkan efisiensi, kualitas, dan produktivitas dengan mengurangi kegagalan peralatan, pemrosesan cacat, dan waktu henti yang tidak terencana.
5. Perawatan Sistematis (*Systematic Maintenance*): Perawatan sistematis adalah pendekatan yang terstruktur dan terorganisir dalam menjalankan kegiatan pemeliharaan. Pendekatan ini mencakup perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan terhadap semua aktivitas pemeliharaan. Perawatan sistematis melibatkan penjadwalan pemeliharaan rutin, dokumentasi pekerjaan, pengendalian suku cadang, dan pengukuran kinerja pemeliharaan untuk mencapai efisiensi dan keandalan sistem.

Perawatan (*maintenance*) memainkan peran penting dalam sistem produksi. Salah satu peran utamanya adalah menjaga ketersediaan dan kinerja peralatan produksi agar tetap beroperasi dengan baik. Melalui pemeliharaan yang teratur, perawatan mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan yang dapat menghentikan produksi. Dengan demikian, produksi dapat berjalan lancar tanpa adanya gangguan yang tidak diinginkan. Selain itu, perawatan juga membantu meningkatkan umur peralatan dengan mengidentifikasi dan menangani masalah kecil sebelum berkembang menjadi masalah yang lebih serius.

### **2.1.2 Total Productive Maintenance (TPM)**

*Total Productive Maintenance (TPM)* adalah metodologi perbaikan yang didorong oleh produksi yang meningkatkan keandalan peralatan dan memastikan manajemen yang efektif dari aset pabrik menggunakan keterlibatan dan pemberdayaan karyawan, dengan menghubungkan fungsi perawatan, manufaktur, dan rekayasa (Ahuja & Khamba, 2008). *Total Productive Maintenance (TPM)* merupakan strategi yang agresif dengan fokus pada peningkatan fungsi dan desain peralatan produksi (Swanson, 2001). TPM bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan atau efektivitas peralatan yang ada dalam suatu situasi tertentu, melalui upaya meminimalkan input (memperbaiki dan menjaga peralatan pada tingkat

optimal untuk mengurangi biaya siklus hidupnya) dan investasi dalam sumber daya manusia yang menghasilkan pemanfaatan perangkat keras yang lebih baik (Afefy, 2013).

Total Productive Maintenance (TPM) memiliki tiga unsur yaitu:

1. *Total*

- a. Melibatkan semua karyawan.
- b. Bertujuan untuk mengeliminasi *losses*.

2. *Productive*

- a. Program *maintenance* berjalan dengan baik sementara itu kapasitas produksi tetap terjaga dengan baik.
- b. Efisiensi produk yang tinggi dengan rasio *breakdown* yang rendah.

3. *Maintenance*

- a. *Performance* mesin yang tinggi.
- b. Mesin terjaga dengan baik dengan mengkondisikan mesin dalam keadaan bersih, mesin terlubrikasi, dan mesin terikat kencang.

Menurut Pannerselyam dalam penelitian Nasution et al., (2021) dalam penerapannya TPM memiliki manfaat dalam perencanaan jangka panjang perusahaan, diantaranya yaitu:

1. Penggunaan prinsip-prinsip TPM untuk meningkatkan produktivitas akan mengurangi kerugian di perusahaan.
2. Memperbaiki kualitas dengan pendekatan TPM, mengurangi kerusakan pada mesin dan *downtime* produksi dengan metode yang lebih terfokus
3. Ketetapan waktu pengiriman ke konsumen dapat diwujudkan karena produksi yang lancer akan lebih mudah dilaksanakan.
4. Biaya produksi dapat ditekan dengan mengurangi kerugian dan pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah
5. Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja yang lebih baik
6. Meningkatkan motivasi kerja melalui delegasi tanggung jawab kepada semua orang

### **2.1.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Menurut Nakajima dalam penelitian Prabowo et al., (2020) *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan suatu pendekatan yang memiliki tujuan untuk mengukur sejauh mana efektivitas penggunaan suatu peralatan atau sistem dengan melibatkan beberapa perspektif dalam perhitungannya. Menurut Perumal et al., (2016) *Overall Equipment Effectiveness* melibatkan pengukuran dan analisis terhadap tiga faktor utama yaitu ketersediaan peralatan, kinerja peralatan, dan kualitas produksi. OEE adalah hasil yang dapat diungkapkan sebagai

perbandingan antara output aktual peralatan dibagi dengan output maksimum peralatan dalam kondisi kinerja terbaik (Almeanazel, 2010). OEE digunakan sebagai indikator kinerja mesin atau peralatan yang memiliki tujuan yaitu sebagai ukuran kinerja sistem pemeliharaan, melihat ketersediaan mesin atau peralatan (*availability*), efisiensi produksi (*performance*), dan kualitas output mesin atau peralatan (*quality*) (Muthalib et al., 2020). *Overall Equipment Effectiveness* memiliki beberapa keunggulan sebagai berikut (Sayuti et al., 2019):

1. OEE dapat mengurangi waktu henti peralatan dan biaya perawatan, yang pada gilirannya akan berkontribusi pada pengelolaan waktu siklus peralatan yang lebih baik.
2. OEE dapat meningkatkan efisiensi tenaga kerja dan pada saat yang sama meningkatkan produktivitas karena meningkatnya visibilitas operasi karena adanya pemberdayaan bagi operator.
3. OEE dapat meningkatkan produktivitas karena dapat mengidentifikasi kemungkinan titik-titik bottleneck.
4. OEE dapat meningkatkan tingkat kualitas karena lebih sedikit produk yang perlu diperbaiki serta mengurangi limbah.

Standar nilai OEE telah diadopsi secara luas di seluruh dunia. Menurut Heizer dalam penelitian Oktafianto dan Puspitasari (2018) penetapan standar nilai OEE ini dilakukan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Berikut adalah nilai OEE yang telah ditetapkan oleh JIPM:

- a. OEE = 100%, produksi dianggap optimal: menghasilkan produk tanpa cacat, berjalan dengan performa tinggi, dan tidak mengalami waktu henti.
- b. OEE = 85%, produksi dianggap berkualitas dunia. Bagi banyak perusahaan, nilai ini menjadi tujuan jangka panjang yang sesuai.
- c. OEE = 60%, produksi dianggap cukup, tetapi menunjukkan potensi perbaikan yang besar.
- d. OEE = 40%, produksi dianggap memiliki performa rendah, namun dalam banyak kasus, dapat dengan mudah ditingkatkan melalui pengukuran langsung (seperti melacak penyebab waktu henti dan menangani setiap sumber masalah secara terpisah).

Perusahaan biasanya menetapkan target OEE sebesar 85%. Menurut Gazpers dalam Oktafianto dan Puspitasari (2018) untuk mencapai nilai OEE minimal 85%, nilai minimal untuk setiap variabel perhitungan OEE adalah sebagai berikut:

- a. *Availability rate* sebesar 90%
- b. *Performance rate* sebesar 95%
- c. *Quality rate* sebesar 99,9%

Untuk menghitung nilai OEE maka perlu diketahui nilai masing-masing indikator tersebut.

#### 1. *Availability Rate*

*Availability Rate* merupakan suatu perbandingan yang dapat mencerminkan penggunaan waktu yang telah ada untuk aktivitas operasional peralatan dan mesin (Kurniawan et al., 2022). Agar dapat melakukan perhitungan *availability rate*, diperlukan data mengenai Waktu Operasi (*Operation time*), Waktu Persiapan (*Loading time*), serta Waktu henti (*Downtime*) (Zufikri et al., 2019). Adapun rumus *availability rate* yaitu:

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

#### 2. *Performance Rate*

*Performance rate* adalah perbandingan yang mencerminkan kapabilitas peralatan dalam menghasilkan produk (Kurniawan et al., 2022). Ada tiga faktor utama yang diperlukan dalam menghitung *performance rate*, yaitu *ideal cycle time* (waktu siklus ideal/waktu standar), *processed amount* (jumlah produk yang diproses, dan *operation time* (waktu operasi mesin) (Zufikri et al., 2019). Berikut adalah rumus *performance rate*:

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

#### 3. *Quality Rate*

menurut Saiful dalam penelitian (Kurniawan et al., 2022) *Quality rate* merupakan suatu perbandingan yang mencerminkan kapabilitas peralatan dalam menghasilkan produk yang memenuhi standar. Faktor-faktor yang memengaruhi kualitas meliputi *processed amount* (jumlah produk yang diproses) dan *defect* (jumlah produk yang cacat) (Zufikri et al., 2019). Rrumus dari *Quality rate* adalah sebagai berikut:

$$Quality = \frac{Hasil\ Produksi - Defect}{Hasil\ Produksi} \times 100\% \quad (2.3)$$

#### 4. *Overall Equipment Effectiveness*

Tujuan dari perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah untuk mengukur tingkat efisiensi peralatan secara keseluruhan (Zufikri et al., 2019). Dalam penelitian ini, penghitungan OEE digunakan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas mesin. OEE menggabungkan faktor-faktor waktu, kualitas, dan performa dalam jalur produksi. Adapun rumus untuk menghitung OEE adalah sebagai berikut (Dobra & Josvai, 2021):

$$\text{Perhitungan OEE} = A \times P \times Q \text{ [\%]} \quad (2.4)$$

Dimana:  $A$  = *Availability* (Ketersediaan mesin) [%]  
 $P$  = *Performance* (Kinerja mesin) [%]  
 $Q$  = *Quality* (Kualitas output) [%]

#### 2.1.4 *Six big losses*

Menurut Nakajima dalam Sayuti et al., (2019) terdapat 6 kerugian peralatan atau mesin yang menyebabkan kinerja peralatan atau mesin menjadi rendah. Enam kerugian tersebut disebut sebagai enam kerugian besar (*six big losses*). Metode analisis *Six big losses* adalah cara untuk mengevaluasi seberapa besar kerugian yang terjadi pada suatu mesin atau peralatan (Suwarno, 2021). *Six big losses* adalah konsep yang digunakan dalam manajemen produktivitas dan *lean manufacturing* untuk mengidentifikasi dan mengurangi kerugian utama yang dapat mempengaruhi efisiensi dan kinerja produksi. *Six big losses* dikategorikan menjadi tiga, yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *quality losses*.

##### 1. *Downtime losses*

*Downtime losses* merujuk pada kerugian waktu operasional yang disebabkan oleh berbagai faktor yang menghentikan atau menunda produksi. *Downtime losses* terbagi ke dalam dua kategori, yaitu:

##### a. *Equipment Failure Losses*

*Equipment failure losses* merujuk pada situasi di mana mesin mengalami kegagalan dalam melakukan proses atau mengalami kerusakan yang tidak diinginkan. Ini mencakup berbagai jenis kerusakan atau kegagalan yang dapat terjadi pada peralatan, seperti kegagalan komponen, kegagalan mesin, kerusakan struktural, kebocoran, atau kegagalan fungsi lainnya. Adapun perhitungan *equipment failure losses* diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

##### b. *Setup and Adjustment Losses*

*Setup and adjustment losses* adalah kerugian yang terjadi ketika setup mesin dilakukan, termasuk waktu yang digunakan untuk pemasangan, penyetelan, dan pergantian produk dari satu produk ke produk berikutnya yang akan diproses. Perhitungan *setup and adjustment losses* dapat dilakukan menggunakan persamaan yaitu:

$$\begin{aligned} & \text{Set Up and Adjusment Losses} \\ & = \frac{\text{Set Up and Adjusment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned} \quad (2.6)$$

## 2. *Speed Losses*

*Speed Losses* merupakan jenis kerugian dimana terdapat gangguan kecepatan selama proses produksi. Hal ini dapat menghambat kapasitas produksi, meningkatkan waktu siklus produksi, dan mempengaruhi efisiensi keseluruhan. *Speed Losses* terbagi ke dalam dua kelompok yaitu:

### a. *Idle and Minor Stoppage*

*Idle and minor stoppage losses* adalah kondisi di mana mesin produksi mengalami berhenti sementara, meliputi waktu-waktu ketika mesin tidak bekerja atau berhenti untuk alasan yang lebih kecil atau tidak signifikan, seperti penyesuaian sementara, perbaikan kecil, perubahan alat, atau kegiatan lain yang menyebabkan mesin berhenti sementara. Berikut rumus dari *Idle and minor stoppage losses*:

$$\begin{aligned} & \text{idle minor and minor stoppage losses} \\ & = \frac{(\text{hasil produksi} - \text{process amount}) - \text{ideal cycle time}}{\text{loading time}} \times 100\% \end{aligned} \quad (2.7)$$

### b. *Reduce speed losses*

*Reduce speed losses* merujuk pada kerugian yang terjadi akibat penurunan kecepatan mesin yang dioperasikan di bawah standar yang ditetapkan, sehingga kinerja yang dihasilkan tidak optimal. Adapun rumus dari *Reduce speed losses* yaitu:

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

## 3. *Quality Losses*



*Quality losses* adalah situasi di mana produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. *Quality losses* dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

a. *Defect losses*

*Defect losses* adalah kerugian yang timbul akibat produk yang dihasilkan memiliki kekurangan baik dalam ukuran maupun bentuknya. Hal ini dapat menyebabkan kerugian dalam hal material, jumlah produksi yang dihasilkan, dan biaya yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan ulang. Perhitungan *Defect losses* dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

b. *Yield / Scrap Losses*

*Yield/Scrap Losses* merupakan kerugian yang terjadi karena adanya material yang tidak digunakan atau limbah bahan baku yang timbul akibat kegagalan dalam tahap awal proses produksi (Sahrupi et al., 2022). Rumus dari *Yield / Scrap Losses* adalah sebagai berikut:

$$\text{Yield/Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2.10)$$

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

*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan cara sistematis untuk menemukan konsekuensi dari kegagalan bagian-bagian sistem dimulai dengan mengasumsikan kegagalan bagian-bagian sistem dan menentukan konsekuensi dari kegagalan-kegagalan tersebut dalam urutan yang berakhir pada kegagalan sistem (Tortorella, 2015). Menurut Carlson (2014) FMEA memiliki fungsi dan tujuan yaitu:

1. Mengenal dan memahami kemungkinan mode kegagalan, penyebab, dan dampaknya pada sistem atau pengguna akhir untuk produk atau proses tertentu.
2. Mengevaluasi risiko dari mode kegagalan yang teridentifikasi termasuk efek dan penyebabnya serta memprioritaskan beberapa isu utama yang perlu diberikan tindakan perbaikan.
3. Mengidentifikasi dan menerapkan Tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling serius.

Menurut Stamatis (2003) desain dan proses FMEA dibagi ke dalam beberapa tahapan yaitu:

1. *Failure Mode*

*Failure Mode* adalah mode dimana mesin gagal dalam mencapai tujuannya. Metode dalam mengidentifikasi *failure mode* yaitu salah satunya dengan teknik wawancara.

## 2. *Potential Effect*

*Potential Effect* adalah sebuah analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi semua kemungkinan efek yang dapat terjadi dengan mempertimbangkan faktor-faktor kerugian seperti kerusakan, penyetelan, penurunan kecepatan, dan produk *reject*.

## 3. *Severity*

*Severity* merupakan estimasi seberapa serius dampak yang akan timbul jika terjadi kegagalan. *Severity* dinilai berdasarkan sepuluh skala dengan kategori sebagai berikut (Automotive Industry Action Group & Verband Der Automobilindustrie, 2019):

Tabel 2. 1 Kategori Skala *Severity*

<i>Effect</i>	<i>Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada akibat	Kerusakan komponen dapat diproses dan dalam pengendalian tanpa perawatan	1
Akibat sangat ringan	Kerusakan komponen diproses dalam pengendalian hanya membutuhkan sedikit perawatan	2
Akibat ringan	Proses perawatan kerusakan komponen telah berada diluar pengendalian, beberapa penyesuaian diperlukan	3
Akibat minor	Proses perawatan kerusakan komponen kurang dari 30 menit mesin <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi	4
Akibat moderat	Kerusakan komponen berdampak 30-60 menit mesin mengalami <i>downtime</i>	5
Akibat signifikan	Kerusakan komponen berdampak 1-2 jam mesin mengalami <i>downtime</i>	6
Akibat <i>major</i>	Kerusakan komponen berdampak 2-4 jam mesin mengalami <i>downtime</i>	7
Akibat ekstrim	Kerusakan komponen berdampak 4-8 jam mesin mengalami <i>downtime</i>	8
Akibat serius	Kerusakan komponen berdampak > 8 jam mesin mengalami <i>downtime</i>	9
Akibat bahaya	Kerusakan komponen berdampak > 8 jam mesin mengalami <i>downtime</i>	10

## 4. *Occurance*

*Occurance* merupakan penyebab-penyebab yang memiliki potensi untuk mengakibatkan kegagalan pada suatu proses atau kemungkinan suatu penyebab yang spesifik muncul.

*Occurance* terbagi atas 10 skala dengan kategori skala sebagai berikut (Automotive Industry Action Group & Verband Der Automobilindustrie, 2019):

Tabel 2. 2 Kategori Skala *Occurance*

<i>Effect</i>	<i>Occurance of Effect for FMEA</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rating</i>
Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	> 10.000 jam operasi	1
<i>Remote</i>	Kerusakan jarang terjadi	6001 - 10.000 jam operasi	2
Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3001 - 6000 jam operasi	3
Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	2001 - 3000 jam operasi	4
Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah	1001 - 2000 jam operasi	5
Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	401 - 1000 jam operasi	6
Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101 - 400 jam operasi	7
Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11 - 100 jam operasi	8
Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2 - 10 jam operasi	9
Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	< 2 jam operasi	10

##### 5. *Detection*

*Detection* adalah pengendalian terhadap kegagalan yang terjadi untuk meminimalisir potensi terjadinya kegagalan tersebut. *Detection* diklasifikasikan ke dalam 10 skala dengan pengkategorian nya adalah (Automotive Industry Action Group & Verband Der Automobilindustrie, 2019):

Tabel 2. 3 Kategori Skala *Detection*

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Rating</i>
Deteksi dapat dilakukan dengan mudah	Dapat diduga akan seringnya terjadi mengakibatkan pada potensi penyebab dan kejadian	1
Sangat mudah untuk terdeteksi	Sangat mudah terkontrol untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan	2
Mudah untuk terdeteksi	Mudah terkontrol untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	3

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Rating</i>
Untuk terdeteksi menegah ke atas	Hampir mudah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya.	4
Untuk terdeteksi sedang	Hampir tidak mudah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	5
Untuk terdeteksi rendah	Rendah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	6
Untuk terdeteksi sangat rendah	Sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	7
Sulit untuk terdeteksi	Sulit untuk mengontrol perubahan untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	8
Sangat sulit untuk terdeteksi	Sangat sulit untuk mengontrol perubahan untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	9
Mustahil untuk terdeteksi	Tidak adanya kontrol dan pendeteksian adanya penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya	10

#### 6. *Risk Priority Number*

*Risk Priority Number* adalah metode yang digunakan untuk menentukan peringkat berbagai mode kegagalan. RPN didapatkan dengan melakukan perhitungan perkalian antara *severity*, *occurance*, dan *detection*.

#### 2.1.6 *Logic Tree Analysis (LTA)*

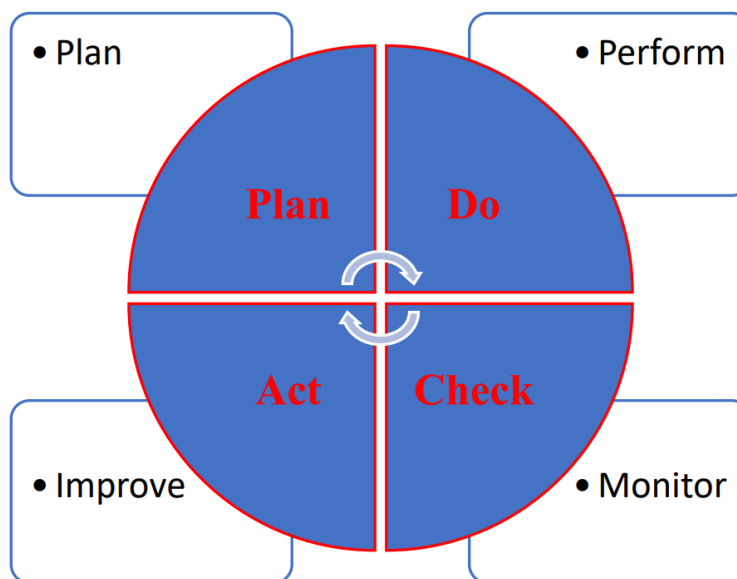
Penggunaan *Logic Tree Analysis* merupakan suatu metode kualitatif yang digunakan untuk menilai konsekuensi yang dihasilkan oleh setiap mode kegagalan (Islahudin, 2022). Tujuan dari LTA adalah untuk memisahkan urutan kepentingan pada setiap jenis kerusakan dan melakukan evaluasi fungsi dan kegagalan fungsi. Prioritas pada setiap jenis kerusakan diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada LTA. Analisis kekritisan mengklasifikasikan setiap jenis kerusakan ke dalam empat kategori. Adapun kategori kekritisan ini terdiri dari empat jenis diantaranya yaitu:

1. *Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal terjadi gangguan dalam sistem?
2. *Safety*, yaitu apakah mode kegagalan menyebabkan masalah keselamatan?
3. *Outage*, apakah mode kegagalan mengakibatkan mesin berhenti?
4. *Category*, yaitu pengkategorian setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Pengkategorian terbagi menjadi 4 kategori yaitu:

- a. Kategori A (*Safety Problem*) digunakan ketika mode kegagalan menyebabkan ancaman terhadap keselamatan operator.
- b. Kategori B (*Outage Problem*) digunakan jika mode kegagalan mengakibatkan kegagalan sebagian atau seluruh sistem yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan.
- c. Kategori C (*Economic Problem*) digunakan jika mode kegagalan tidak berdampak pada keselamatan atau sistem, hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil yang dapat diperbaiki.
- d. Kategori D (*Hidden Problem*) digunakan jika mode kegagalan tidak terdeteksi dan sulit didasari oleh operator karena tersembunyi dari penglihatan mereka.

### **2.1.7 Plan Do Check Act (PDCA)**

Menurut Lodgaard dalam penelitiannya Al-Bakoosh et al., (2019) Siklus PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) adalah metode tingkat tinggi untuk mencapai perbaikan berkelanjutan. Menurut Isniah et al., (2020) Siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) merupakan sistem manajemen kualitas di sektor industri seperti manufaktur, layanan, lepas pantai, area proyek, organisasi, dan lain sebagainya. Siklus PDCA juga dikenal sebagai siklus *Deming* atau siklus Shewhart dan merupakan suatu lingkaran berkelanjutan dari perencanaan, pelaksanaan, pengecekan, dan tindakan, yang memberikan pendekatan sederhana dan efektif dalam menyelesaikan masalah dan mengelola perubahan. Selain itu, metode ini dapat dijelaskan sebagai metodologi penting untuk mengimplementasikan gagasan-gagasan baru dengan kendali, sehingga memastikan keberhasilan setiap kali perbaikan diusulkan (Al-Bakoosh et al., 2019).



Gambar 2. 1 Siklus PDCA

Siklus PDCA terbagi atas 4 tahapan yang saling berkesinambungan secara terus-menerus yang diantaranya sebagai berikut (Kho, 2021):

1. Tahap Perencanaan (*Plan*)

Tahap perencanaan merupakan langkah awal dalam upaya meningkatkan proses atau menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Pada tahap ini, tujuan atau sasaran yang ingin dicapai ditetapkan dengan jelas. Selanjutnya, ditentukan metode atau cara yang akan digunakan untuk mencapai sasaran yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahap perencanaan juga mencakup pembentukan Tim Peningkatan Proses, yang bertugas melaksanakan peningkatan tersebut. Anggota tim akan diberikan pelatihan untuk mengoptimalkan potensi mereka. Selain itu, jadwal yang tepat juga ditetapkan agar perencanaan dapat berjalan sesuai dengan waktu yang ditentukan.

2. Tahap Pelaksanaan (*Do*)

Tahap pelaksanaan merupakan langkah pelaksanaan dari rencana yang telah disusun pada Tahap perencanaan. Pada tahap ini, semua yang telah direncanakan di Tahap perencanaan akan dijalankan, termasuk menjalankan proses, memproduksi, dan mengumpulkan data yang nantinya akan digunakan pada tahap selanjutnya, yaitu Tahap pemeriksaan dan standarisasi.

3. Tahap Pemeriksaan (*Check*)

Tahap pemeriksaan merupakan langkah di mana dilakukan pemeriksaan, peninjauan ulang, dan evaluasi terhadap hasil-hasil dari tahap penerapan. Pada tahap ini, dilakukan perbandingan antara hasil yang telah dicapai dengan target yang telah ditetapkan

sebelumnya, serta dilakukan evaluasi terhadap ketepatan jadwal yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya.

#### 4. Tahap Standarisasi (*Act*)

Tahap standarisasi adalah tahap di mana tindakan-tindakan yang diperlukan diambil berdasarkan hasil evaluasi dari tahap pemeriksaan. Terdapat dua jenis tindakan yang harus dilakukan berdasarkan hasil yang telah dicapai:

- a. Tindakan Perbaikan (*Corrective Action*) berupa solusi untuk mengatasi masalah yang muncul dalam mencapai target. Tindakan perbaikan ini diperlukan jika hasilnya tidak mencapai sasaran yang telah ditargetkan.
- b. Tindakan Standarisasi (*Standardization Action*) merupakan tindakan untuk menjadikan cara atau praktik terbaik yang telah terbukti berhasil sebagai standar yang akan diadopsi. Tindakan standarisasi dilakukan jika hasil yang telah dicapai sesuai dengan target yang telah ditetapkan.

Menurut Kho (2021) setelah tahap standarisasi, siklus akan kembali lagi ke tahap perencanaan untuk melakukan peningkatan proses selanjutnya, sehingga siklus peningkatan proses ini akan terus berlanjut (*Continuous Process Improvement*).

## 2.2 Kajian Empiris

Kajian Empiris adalah suatu pendekatan ilmiah yang didasarkan pada pengumpulan data fakta dan penelitian dari sumber seperti buku dan jurnal. Kemudian, data tersebut dianalisis untuk mengidentifikasi inti atau substansi dari topik yang diteliti dan diuraikan ke dalam konsep yang lebih umum. Kajian Empiris membantu dalam membangun pengetahuan yang didasarkan pada fakta-fakta yang terverifikasi dan memungkinkan pengembangan konsep yang lebih umum yang dapat diterapkan dalam konteks yang lebih luas.

Penelitian Kurnia (2019) tentang Pengukuran Kinerja Mesin dan Analisis Kerusakan Pada CV. Manggala Glove Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* dan *Failure Mode and Effect Analysis*. Penelitian menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness untuk mengukur tingkat efektivitas mesin jahit Toyota LS2-AD140 dengan mencari nilai *availability*, *performance*, dan *quality* yang kemudian ketiga hasil tersebut dikalikan untuk mendapatkan nilai OEE nya. Hasil yang diperoleh adalah belum semua nilai OEE memenuhi standar ideal yaitu sebesar 85% yang berarti nilai OEE pada mesin jahit Toyota LS2-AD140 di CV. Manggala Glove belum maksimal. Hasil nilai OEE yang telah memenuhi standar yaitu pada bulan Mei sebesar 86.94%, Agustus sebesar 90.49%, September sebesar 89.65%, November 90.98%, Februari sebesar 89.39% dan April

sebesar 96.08%. Perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan *six big losses* untuk mencari tahu faktor apa saja yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE mesin jahit Toyota LS2-AD140 pada CV. Manggala Glove. Didapatkan *losses* terbesar adalah *reduced speed loss* dengan total *time loss* sebesar 10321.31 menit. Kemudian analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* untuk menentukan perbaikan dari kerusakan mesin jahit Toyota LS2-AD140. Berdasarkan hasil perhitungan *Risk Priority Number* didapatkan nilai RPN tertinggi adalah pada *failure mode* Jarum patah yaitu sebesar 360, kemudian Gerakan jahitan tidak konsisten sebesar 168, kemudian benang putus dan hasil jahitan kencang kendur sebesar 144, kemudian suara mesin kasar sebesar 98, kemudian jahitan meleset sebesar 90 dan *failure mode* dengan nilai RPN terkecil yaitu dinamo terbakar sebesar 64.

Kemudian, pada penelitian Primandani (2021) mengenai Desain Pemeliharaan Mesin Giling Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* dan *Fault Tree Analysis*. Dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* untuk menghitung nilai *Availability, Performance, Quality rate*. Kemudian menggunakan metode *Fault Tree Analysis* untuk mengumpulkan semua kerusakan yang diakibatkan oleh kerusakan mesin serta akibat yang ditimbulkan. Diperoleh nilai OEE terendah beradapada bulan Mei dan Juni dengan nilai OEE sebesar 44% dan 51% yang dimana masih belum memenuhi standar *world class* OEE keseluruhan sebesar 85%. Kemudian mencari nilai-nilai penyebab kerugian yang berpengaruh kepada rendahnya nilai OEE mesin giling dengan menggunakan *Six big losses*. Hasil yang diperoleh adalah nilai kerugian tertinggi adalah *Quality Defect and Rework Losses* sebesar 92,7606 menit dilanjutkan dengan mencari akar penyebab permasalahan dari *quality defect and rework* dengan menggunakan *Fault Tree Analysis*. Penyebab pertama adalah banyaknya kotoran seperti kerikil dan lumpur yang menempel pada tebu sebagai bahan baku utama. Akibatnya, kotoran tersebut menempel pada mesin giling. Penyebab kedua adalah ketebalan dan kerataan umpan yang masuk ke roll gilingan tidak merata, yang mengakibatkan hasil giling yang tidak optimal. Penyebab ketiga adalah kurangnya perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan, yang menghambat proses penggilingan dan menyebabkan perubahan pada tekanan dan putaran mesin. Penyebab terakhir adalah kurangnya pemantauan harian oleh operator terhadap tekanan mesin, sehingga sering terjadi perubahan tekanan yang tidak sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Susdiyanto (2022) mengenai Analisis Efektivitas Mesin Dobby untuk mengurangi *Downtime* pada mesin. Penelitian ini



menggunakan pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* dan *Failure Mode and Effect Analysis*. Perusahaan sering menghadapi masalah dalam proses produksi, yaitu sering terjadinya *downtime* mesin atau mesin mati secara tiba-tiba. Dampak dari *downtime* tersebut menyebabkan kerugian (*losses*) karena proses produksi terhenti, dan mengakibatkan hasil produksi kain atau lembaran handuk tidak mencapai target yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Jika mesin *dobby* mengalami kerusakan, waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan atau reparasi cukup lama sehingga mesin tidak dapat beroperasi kembali. Penggunaan *Overall Equipment Effectiveness* ditujukan untuk mengetahui seberapa efektif mesin beroperasi serta *Failure Mode and Effect Analysis* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kerugian dan akibat dari kerusakan mesin *dobby* agar dapat dijadikan perbaikan atau reparasi yang tepat untuk mesin atau peralatan. OEE merupakan hasil perkalian *availability rate*, *performance rate*, dan *Quality rate*. Selanjutnya untuk mesin yang dibawah nilai standar OEE kurang dari 85% dilakukan perhitungan *six big losses* guna mengetahui kerugian tertinggi yang menyebabkan rendahnya nilai OEE tersebut dari faktor-faktor *breakdown losses*, *set up and adjustment losses*, *reduce speed losses*, *small stop losses*, *reduce yield losses*, dan *process defect losses*. kemudian identifikasi kerugian (*losses*) yang terjadi pada mesin *dobby* menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) guna untuk mengetahui akar sebab dan akibat terjadinya *losses* melalui mode kegagalan yang terjadi pada mesin *dobby* dengan indikator perankingan menggunakan nilai *severity*, *occurance* dan *detection*. Hasil penelitian yang sudah dilakukan terdapat 6 mesin *dobby* yang dibawah nilai standar OEE yaitu mesin *dobby* 1 81%, *dobby* 4 79%, *dobby* 5 81%, *dobby* 6 80%, *dobby* 8 80%, dan *dobby* 10 81%. Dari nilai tersebut dilakukan perhitungan *six big losses* menghasilkan kerugian (*losses*) yang tertinggi yaitu *breakdown losses* sebesar 10%. Setelah diketahui *losses* tertingginya dicari akar penyebab dan akibatnya terjadinya *losses* melalui mode kegagalan FMEA menggunakan identifikasi RPN (*Risk Priority Number*) dihasilkan part yang sering mengalami kerusakan yaitu part Kamran (360), Dropper (280), Rapiet (224), Griper (224), dan Sisir Tenun (147). Usulan untuk perbaikan untuk *downtime* menggunakan analisa diagram *fishbone* dan sering mengecek komponen yang sering rusak, pencatatan dan selalu membersihkan area tempat produksi.

Selanjutnya, Penelitian yang dilakukan oleh Prabowo et al., (2020) mengenai *Total Productive Maintenance* (TPM) pada Perawatan Mesin Grinding Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). PT. VDHI adalah sebuah perusahaan di industri jasa permesinan. Perusahaan ingin berfokus pada analisis keefektifan mesin dan aktivitas

*maintenance* dalam proses grinding dengan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM). Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas peralatan dalam proses produksi secara keseluruhan (*Overall Equipment Effectiveness/OEE*), mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya nilai OEE, serta menemukan kerugian/*losses* yang terjadi. Tujuan akhir penelitian ini adalah memberikan usulan perbaikan dalam penerapan TPM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin Grinding periode Juli - Agustus 2019 rata-rata sebesar 90,73%, yang masih di bawah standar nilai OEE yang ditetapkan (98,54%) oleh JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*). Penyebab utama dari rendahnya OEE adalah *Quality ratio* yang berada di bawah standar. Dengan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan mengukur tingkat efektivitas peralatan berdasarkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), perusahaan dapat meningkatkan efektivitas mesin serta mengurangi kerugian besar (*six big losses*) yang dialami oleh perusahaan.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan Suwarno (2021) mengenai Meningkatkan Nilai OEE Mesin *Cutting* Pada *Line 6 Finishing* Dengan Metode RCA di PT. XYZ. PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur otomotif. Masalah yang terjadi selama proses produksi menjadi hal yang sangat penting untuk dianalisis. Analisis terhadap masalah-masalah ini perlu dilakukan, terutama pada mesin-mesin produksi yang digunakan. Dengan analisis OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), kita dapat melihat kondisi keseluruhan yang mencakup tingkat ketersediaan, tingkat kinerja, dan tingkat kualitas mesin produksi. Penggunaan mesin yang kurang efisien dapat menyebabkan enam faktor yang disebut sebagai enam kerugian utama. Hasil perhitungan nilai OEE pada mesin finishing di jalur pemotongan 6 masih berada di bawah standar *world class manufacturing* (WCM) dengan rata-rata 81,18%. Dari hasil perhitungan enam kerugian utama, faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE adalah kerugian akibat *damage losses* (49,16%) dan *adjustment losses* (38,13%). Untuk melihat akar masalah secara menyeluruh, dilakukan analisis menggunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*) dan dilakukan perbaikan dengan hasil OEE rata-rata mencapai 94,45%.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Suhendra & Wiyatno (2022) tentang Peningkatan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* Pada Industri Otomotif di Indonesia Menggunakan Metode SMED. Penjualan mobil di Indonesia untuk pasar dalam negeri dan ekspor CBU (*Completely Built Up*) hingga akhir tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 35% dibandingkan tahun sebelumnya, ketika penyebaran virus corona masih sangat tinggi.

Fakta ini menunjukkan bahwa daya beli masyarakat setelah pandemi COVID-19 secara bertahap meningkat secara signifikan. Hal ini memberikan sinyal positif bagi setiap OEM (*Original Equipment Manufacturer*) dan pemasok komponen otomotif untuk meningkatkan produktivitas mereka. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan mengurangi waktu henti pada jalur produksi mobil. Proses stamping merupakan tahap produksi pertama dalam perakitan mobil, oleh karena itu sangat penting untuk mengurangi waktu henti yang terjadi agar OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mesin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan nilai OEE pada mesin stamping 800T di PT XYZ dan mengurangi *downtime* saat pergantian cetakan (*dies*). Dengan menggunakan metode SMED (*Single Minutes Exchange of Dies*), waktu henti saat pergantian cetakan dapat dikurangi dari 17,1 menit menjadi 11,2 menit, sehingga nilai OEE dari mesin stamping dapat meningkat dari 62,4% menjadi 78,2%.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Kurnia et al., (2022) dengan judul *The PDCA Approach OEE Methods for Increasing Productivity in The Garment Industry*. Proses produksi industri garmen dengan produk kaus kaki di sebuah perusahaan sering mengalami masalah berupa penurunan produktivitas mesin. Hasil produksi masih belum mencapai target produksi dan mengakibatkan terganggunya pengiriman kepada pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penyebab utama yang mempengaruhi penurunan produksi dan memberikan solusi untuk meningkatkan produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan *Plan-Do-Check-Action* (PDCA) dan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode ini tepat untuk menganalisis peningkatan produksi dan mengukur efektivitas penggunaan peralatan dalam efisiensi produksi. Hasil dari penelitian ini dapat menentukan penyebab utama yang mempengaruhi penurunan produksi dengan menggunakan *Failure Models and Effects Analysis* (FMEA), yaitu fluktuasi kecepatan standar dengan nilai RPN 336, kecepatan sedang dengan nilai RPN 245, creel miring dengan nilai RPN 150, ruang mesin sempit dengan nilai RPN 120, dan mesin yang kotor dengan nilai RPN 72. Pengukuran efektivitas penggunaan peralatan dalam hal efisiensi produksi (OEE) sebelum perbaikan sebesar 63% dan setelah dimodifikasi menjadi 73%, yang berarti nilai OEE setelah perubahan mengalami peningkatan sebesar 8%. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan hasil produksi sebesar 112% rata-rata per mesin per bulan.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Irfan (2021) mengenai *Analisis Overall Equipment Effectiveness Untuk Meningkatkan Keefektifan Pada Mesin Press*. Industri manufaktur di Indonesia, khususnya industri otomotif, mengalami perkembangan yang

pesat. Untuk memenangkan persaingan bisnis, perusahaan sangat membutuhkan efektivitas dan efisiensi dalam pengelolaan. Salah satu kebijakan yang diambil oleh PT.XYZ adalah meningkatkan kapasitas produksi dengan cara menambah mesin dan meningkatkan output pada mesin yang sudah ada. Metode yang digunakan untuk mengukur kinerja mesin di PT.XYZ adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berdasarkan *Total Productive Maintenance* (TPM). Dari hasil perhitungan, diperoleh persentase nilai OEE pada bulan Agustus 2019 sebesar 70%, yang belum memenuhi standar nilai OEE yang ditetapkan yaitu 85%. Ketika dilihat dalam Diagram Pareto, faktor *Reduce Speed Loss* memiliki waktu henti tertinggi dan frekuensi kumulatif terendah dari *Six big losses* yang sangat mempengaruhi nilai OEE yang didapatkan. PT XYZ perlu memberikan pelatihan kepada operator tentang perawatan mesin agar kinerja mesin dapat ditingkatkan, melakukan inspeksi cetakan dan membuat jadwal inspeksi cetakan secara rutin, membentuk tim Inspektur khusus untuk melakukan inspeksi berkala, serta membuat persiapan pada suku cadang yang krusial.

Lalu, penelitian Singh et al., (2022) mengenai *Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry*. Penelitian ini mengenai kualitas yang telah menjadi salah satu kriteria paling penting dalam kesuksesan dan kelangsungan hidup sebuah institusi karena tuntutan era globalisasi dan intensitas yang tak dapat diabaikan. Bisnis-bisnis yang sukses menyadari bahwa kepercayaan konsumen dapat berdampak besar pada hasil akhir mereka. Sebagai hasilnya, beberapa perusahaan kompetitif terus meningkatkan standar kualitas mereka. Perusahaan-perusahaan yang bersaing percaya bahwa meningkatkan kualitas adalah cara terbaik untuk memulihkan diri, dan sebagian besar penulis telah menetapkan berbagai prosedur yang relevan dengan proses mereka. Sebagian besar sektor perakitan mobil mencari persyaratan kualitas tinggi dalam teknik manufaktur mereka dan sedang menerapkan sistem kualitas yang dikenal sebagai *Total Productive Maintenance* (TPM). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan program TPM di industri pembentukan logam guna meningkatkan kinerja stasiun kerja di industri logam. Efektivitas keseluruhan peralatan (OEE) untuk berbagai stasiun kerja seperti *rolling*, *bending*, *cutting*, dan *die punching* selama tahun keuangan 2018–2019 telah dievaluasi. Selain alasan lain, penggunaan sumber daya yang tidak efisien adalah komponen penting yang menurunkan OEE pabrik. Pada tahun keuangan 2019–2020, pendekatan TPM diadopsi dalam perusahaan tersebut. Akibatnya, terjadi peningkatan kinerja keseluruhan. Kesimpulan dari penelitian ini bahwa implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) dapat meningkatkan efisiensi peralatan secara keseluruhan

(*Overall Equipment Effectiveness*) dalam industri logam. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan TPM dapat mengatasi masalah penggunaan sumber daya yang tidak efisien yang mempengaruhi OEE. Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa hambatan dalam implementasi TPM, seperti kurangnya motivasi, kurangnya dedikasi dari kepemimpinan senior, komunikasi dan koordinasi yang tidak efektif antar departemen, konflik dalam budaya organisasi, resistensi terhadap perubahan, kurangnya pelatihan dan pendidikan, serta rencana dan strategi yang kurang matang.

Penelitian berikutnya yang ditulis oleh Vital & Lima (2020) mengenai *Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness*. *Total Productive Maintenance* (TPM) berfokus pada memaksimalkan kinerja peralatan, dengan membentuk sistem perawatan yang produktif yang mengoptimalkan siklus hidupnya, berkontribusi pada perbaikan berkelanjutan dan ketersediaan, menghindari keausan peralatan secara prematur, dengan pentingnya perawatan yang berfokus pada pencegahan. Dalam penelitian ini, dampak dari masing-masing pilar TPM yang diimplementasikan pada metrik *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dianalisis, dengan mengevaluasi kinerja yang dihasilkan dari setiap pilar yang diterapkan. Pendekatan penelitian didasarkan pada metode Survei, dengan menggunakan sampel yang sengaja dipilih dari perusahaan-perusahaan industri di Brasil yang telah menerapkan metode ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pilar *Focused Improvement* dan *Planned Maintenance* telah diimplementasikan pada sebagian besar perusahaan yang menjadi responden, dan meliputi berbagai sektor, seperti sektor metalurgi, makanan, tekstil, suku cadang otomotif, perangkat rumah tangga, alat tulis sekolah, otomotif, dan produk kimia. Metrik OEE menunjukkan perkembangan TPM dengan membandingkan hasil pada awal kegiatan yang diimplementasikan dan pada akhir periode. Observasi penting lainnya adalah mengenai implementasi pilar-pilar TPM, dibandingkan dengan literatur yang disarankan, terjadi perubahan prioritas dan urutan penerapan. Pilar *Autonomous maintenance* disarankan sebagai pilar kedua yang harus diimplementasikan. Pilar ini diimplementasikan setelah pilar *Training and Education*, yang merupakan pilar keempat yang disarankan. Pilar-pilar lainnya diimplementasikan sesuai dengan urutan asli yang diindikasikan oleh literatur.

Tabel 2. 4 Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Author, Year	Metode						
		TPM	OEE	FMEA	FTA	RCA	PDCA	SMED
1	(Kurnia, 2019)		✓	✓				
2	(Primandani, 2021)	✓	✓		✓			
3	(Susdiyanto, 2022)		✓	✓				
4	(Prabowo et al., 2020)	✓	✓					
5	(Suwarno, 2021)		✓			✓		
6	(Suhendra & Wiyatno, 2022)		✓					✓
7	(Kurnia et al., 2022)		✓				✓	
8	(Irfan, 2021)	✓	✓					
9	(Singh et al., 2022)	✓	✓					
10	(Vital & Lima, 2020)	✓	✓					
11	Penelitian Ini (2023)	✓	✓	✓			✓	

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Subjek Penelitian**

Subjek penelitian adalah subjek yang akan diobservasi, diukur, atau dianalisis dalam rangka memperoleh informasi atau data yang relevan dengan tujuan penelitian (Nikmah et al., 2020). Pada penelitian ini, subjek penelitian dan pengambilan data dilakukan di PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta.

#### **3.2 Objek penelitian**

Objek penelitian adalah fenomena atau masalah yang menjadi fokus penelitian (Yunitasari & Arianto, 2016). Objek penelitian ini adalah perancangan implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) pada mesin *dyeing* di PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta. Objek penelitian ini mencakup berbagai tahapan, mulai dari pengukuran OEE, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi kemungkinan kerusakan pada produk atau proses dengan melibatkan penilaian terhadap peluang, penyebab, dampak, serta penentuan urutan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat kepentingan dari setiap kegagalan yang teridentifikasi., hingga perancangan implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan menerapkan siklus PDCA dalam rangka optimalisasi proses perawatan dan perbaikan mesin *dyeing*.

#### **3.3 Jenis Data**

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas data primer dan data sekunder. Adapun rincian data dan metode pengumpulan data tersebut adalah sebagai berikut:

##### **1. Data Primer**

Data primer merujuk pada data yang diperoleh secara langsung di tempat kejadian. Data primer ini diperoleh melalui wawancara secara langsung dan pengamatan di lapangan. Data primer ini mencakup informasi mengenai kerusakan mesin, waktu operasional mesin, data *defect*, dan durasi penghentian produksi.

##### **2. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang tidak diperoleh secara langsung dari lokasi kejadian. Data tersebut diperoleh melalui referensi seperti jurnal dan buku yang berkaitan dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode OEE, FMEA, dan PDCA.

### **3.4 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan berbagai macam metode yang diantaranya yaitu:

#### **1. Observasi**

Observasi yang dilakukan adalah dengan mengamati secara langsung kondisi atau situasi berdasarkan kebutuhan data dalam penelitian. Observasi dilakukan pada bagian proses produksi yang ada bersama karyawan PT. IGP Internasional Sleman bagian personalia untuk mengetahui dan memperoleh data alur produksi pada perusahaan.

#### **2. Wawancara**

Wawancara yang dilakukan adalah dengan cara mengadakan tanya jawab dengan pihak-pihak terkait dengan konsep wawancara semi-struktural pada karyawan di PT. IGP Internasional Sleman.

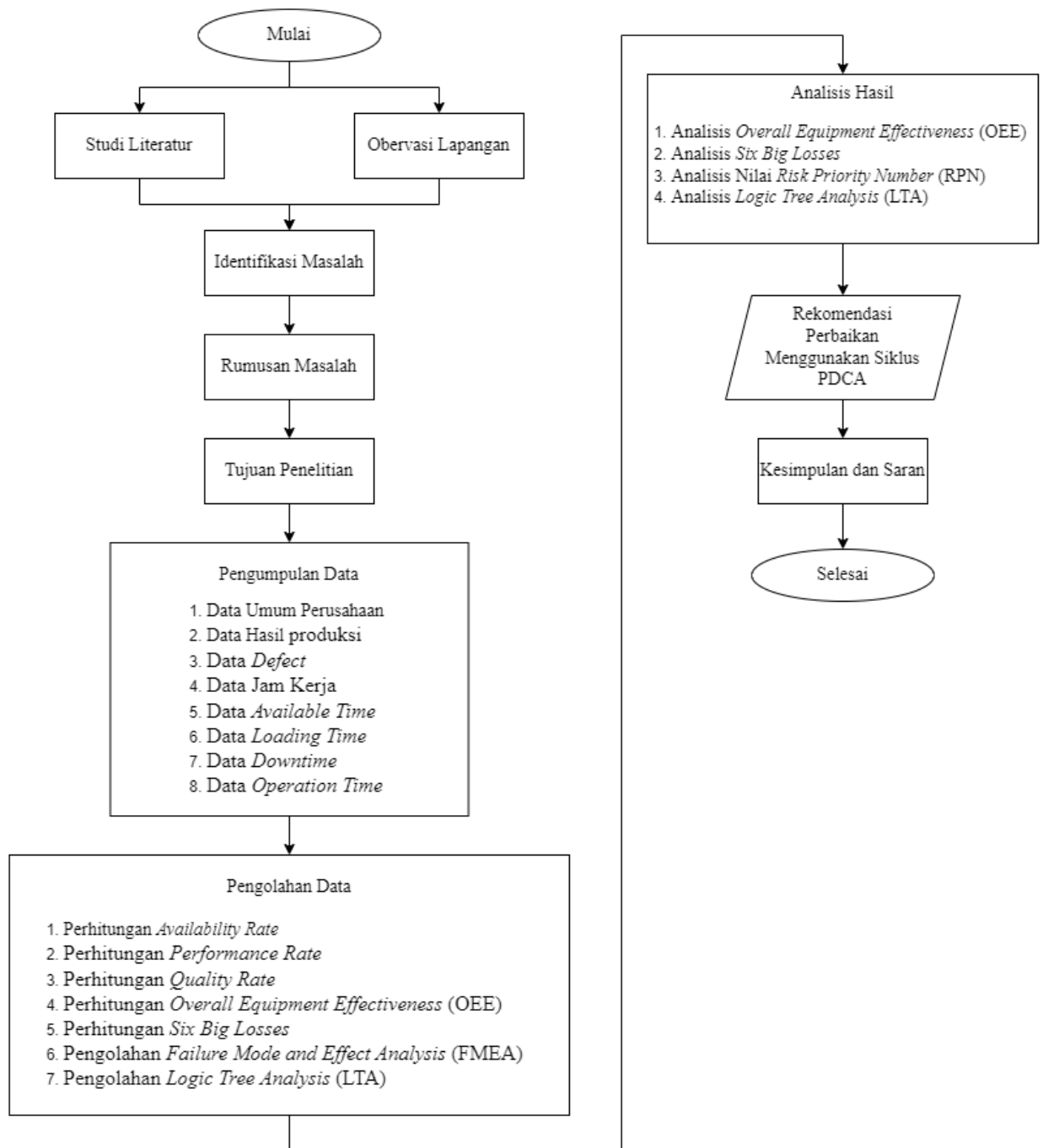
#### **3. Kajian Literatur**

Kajian literatur diperlukan untuk memberikan dukungan dalam proses pengumpulan data yang dapat mencakup referensi dari buku, jurnal, atau penelitian sebelumnya.

### **3.5 Alur Penelitian**

Merupakan langkah-langkah penelitian yang dapat dilihat pada diagram alir dengan uraian pada gambar 3.1:





Gambar 3. 1 Alur Penelitian

### 1. Mulai

Penelitian ini dilakukan di PT. IGP Internasional Sleman khususnya di bagian produksi *primary* sebagai tempat penelitian dan pengumpulan data.

### 2. Observasi Lapangan dan Studi Literatur

Peneliti melakukan observasi secara langsung di PT. IGP Internasional Sleman untuk mendapatkan gambaran dan pemahaman tentang kondisi perusahaan. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan permasalahan yang dihadapi dengan topik penelitian serta merujuk pada literatur yang telah dipelajari.

### 3. Identifikasi Masalah

Peneliti mengidentifikasi masalah yang muncul dalam proses produksi di PT. IGP Internasional Sleman.

### 4. Rumusan Masalah

Peneliti merumuskan masalah berdasarkan hasil identifikasi permasalahan yang dilakukan sebelumnya.

### 5. Tujuan Penelitian

Menetapkan tujuan sebagai respons terhadap masalah yang dirumuskan sebagai target yang ingin dicapai.

### 6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilaksanakan pada 16 Mei 2023 – 4 Agustus 2023 di PT. IGP Internasional Sleman. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi lapangan, wawancara, dan studi literatur.

#### a. Data Umum Perusahaan

Data umum perusahaan disajikan dengan tujuan memberikan pandangan keseluruhan kepada pembaca mengenai perusahaan. Informasi yang meliputi lokasi, sejarah berdirinya perusahaan, serta jenis produk yang dihasilkan dijelaskan dalam data ini.

#### b. Data Hasil Produksi

Data hasil produksi merujuk pada jumlah produk yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung.

#### c. Data *Defect*

Data *defect* yaitu berapa banyak jumlah produk cacat dari hasil output produksi

#### d. Data Jam Kerja

Data jam kerja yaitu waktu untuk melakukan aktivitas produksi.

#### e. Data *Availability Time*

Mengacu pada total waktu di mana mesin tersedia untuk produksi atau operasi.

f. Data *Loading Time*

*Loading Time* yaitu waktu yang diperlukan untuk mempersiapkan mesin sebelum dimulainya produksi.

g. Data *Downtime*

*Downtime* yaitu waktu mesin *dyeing* berhenti baik direncanakan maupun tidak.

h. Data *Operation Time*

*Operation Time* mengacu pada waktu di mana mesin produksi sebenarnya beroperasi dan menghasilkan output.

## 7. Pengolahan Data

a. Perhitungan *Availability Rate*

Perhitungan *Availability Rate* dilakukan dengan menghitung *loading time*, *downtime*, dan *operation time*. *Availability Rate* adalah suatu ukuran yang mencerminkan seberapa sering mesin digunakan dalam operasionalnya dengan mempertimbangkan waktu yang telah tersedia untuk aktivitas tersebut.

b. Perhitungan *Performance Rate*

Perhitungan *Performance Rate* dilakukan dengan menghitung *ideal cycle time*, *processed amount*, dan *operation time*. *Performance Rate* adalah suatu ukuran yang mencerminkan kemampuan mesin dalam memproduksi produk.

c. Perhitungan *Quality Rate*

Perhitungan *Quality Rate* dipengaruhi oleh *processed amount* dan *defect*. *Quality Rate* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk sesuai dengan standar yang ditetapkan.

d. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dilakukan dengan menghitung % *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate*, Lalu menggabungkan faktor-faktor *Availability*, *Performance*, dan *Quality* untuk mendapatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. OEE memberikan pengukuran menyeluruh tentang sejauh mana suatu mesin atau peralatan efektif dalam menjalankan fungsi-fungsinya dalam proses produksi.

e. Perhitungan *Six Big Losses*

Pada tahap ini, mengidentifikasi dan mengukur enam jenis kerugian utama dalam proses produksi serta menganalisis hambatan-hambatan yang menyebabkan kerugian dalam produktivitas dan efisiensi produksi.

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

Pengolahan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada mesin *dyeing* dan menetapkan urutan prioritas untuk Tindakan perbaikan jika terjadi perbaikan.

g. Pengolahan *Logic Tree Analysis* (LTA)

Pengolahan *Logic Tree Analysis* (LTA) digunakan untuk mengklasifikasikan mode kegagalan yang terjadi pada mesin *dyeing*.

8. Analisa Data dan Pembahasan

Setelah melaksanakan pengolahan data, langkah berikutnya adalah melakukan analisis data dan penyajian pembahasan guna menentukan tingkat prioritas perbaikan kerugian-kerugian yang terjadi pada mesin *dyeing*. Hal ini bertujuan agar dapat menjadi dasar pertimbangan dalam menyusun rekomendasi yang akan diberikan.

9. Rekomendasi Perbaikan Implementasi TPM menggunakan PDCA

Pada tahap ini memberikan rekomendasi perbaikan dengan menyusun rancangan strategi implementasi *Total Productive Maintenance* dengan pendekatan *Plan-Do-Check-Act* untuk mesin *dyeing* sebagai bahan pertimbangan PT. IGP Internasional Sleman dalam manajemen operasional mesin.

10. Kesimpulan dan Saran

Setelah menyelesaikan semua tahapan, peneliti dapat menyimpulkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian. Saran akan diberikan kepada PT. IGP Internasional Sleman, khususnya bagian produksi printing, terkait dengan penelitian ini. Tujuannya adalah agar saran-saran tersebut dapat dipertimbangkan untuk perbaikan manajemen operasional mesin *dyeing* di masa depan.

11. Selesai

Penelitian dan pengambilan data selesai dilakukan setelah melaksanakan semua tahap dan mengakhiri penelitian di PT. IGP Internasional Sleman.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Profil Perusahaan

PT IGP Internasional Sleman adalah perusahaan manufaktur yang menghasilkan produk berupa garmen *printing*, pengemasan, dan produk kertas. PT. IGP Internasional Sleman adalah bagian dari sekelompok perusahaan dari banyak anak perusahaan pada PT. IGP Internasional. PT IGP Internasional sendiri terlibat berbagai macam lini bisnis seperti *Garmnet*, Percetakan & Pengemasan, Produk Kertas, Solusi Energi Pembaruan dan Pertanian. PT IGP Internasional juga merupakan bagian dari Sansico Group Indonesia yang merupakan induk perusahaan dari PT. IGP Internasional. Sansico Group Indonesia adalah perusahaan manufaktur yang berperan sebagai penyedia desain dan solusi yang sudah diakui secara internasional yang umumnya dikenal sebagai agen perdagangan, vendor, dan produsen tepercaya untuk beberapa merek yang paling dikenal saat ini. Adapun daftar beberapa perusahaan yang tergabung dalam Sansico Group Indonesia yaitu:

1. PT. Printec Perkasa 1 yang berlokasi di Tangerang, Indonesia
2. PT. Printec Perkasa 2 yang berlokasi di Jababeka II, Cikarang, Indonesia
3. PT. Grafitecindo Ciptaprima yang berlokasi di Jababeka I, Cikarang, Indonesia
4. PT. IGP Internasional Sleman yang berlokasi di Sleman, Yogyakarta, Indonesia
5. PT. IGP Internasional Bantul yang berlokasi di Bantul, Yogyakarta, Indonesia
6. PT IGP Internasional Klaten yang berlokasi di Klaten, Yogyakarta, Indonesia
7. PT IGP Internasional Piyungan yang berlokasi di Piyungan, Yogyakarta, Indonesia
8. PT IGP Internasional Tempel yang berlokasi di Tempel, Yogyakarta, Indonesia
9. Foshan Sansico yang berlokasi di Nanhai, Foshan, China

PT IGP Internasional Sleman didirikan pada tahun 2014 dan berlokasi di Jl. Cangkringan No.KM.1, Duri, Tirtomartani, Kec. Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Perusahaan ini memiliki lahan seluas 8000 m<sup>2</sup> dan bangunan seluas 7000 m<sup>2</sup>. Perusahaan ini memiliki fokus utama pada proses pewarnaan (*printing*) pada *tissue paper*. Proses pewarnaan dilakukan dengan menggunakan berbagai mesin yang berbeda dan hasil warna atau corak output disesuaikan dengan permintaan dari *customer*. Setelah melalui proses produksi, produk yang dihasilkan oleh PT IGP Internasional Sleman akan di ekspor ke Amerika.

## 4.2 Visi dan Misi Perusahaan

### 1. Visi Perusahaan

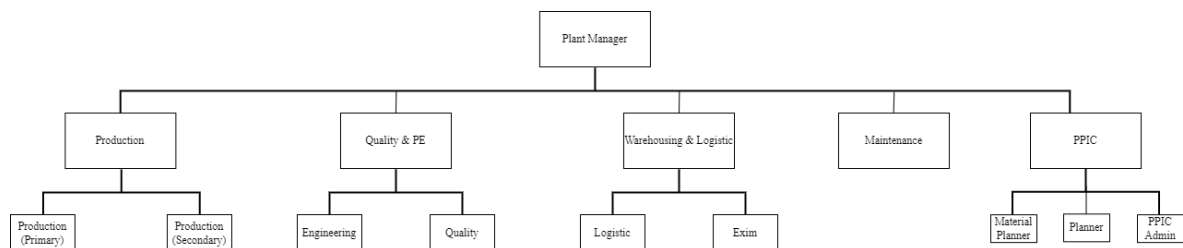
Menjadi penyedia solusi desain, manufaktur, dan rantai pasokan terdepan untuk para pengecer global.

### 2. Misi Perusahaan

Menjadi perusahaan inklusif dan bertanggung jawab yang menawarkan keunggulan produk dan proses melalui manufaktur dengan cerdas, sumber daya yang berkelanjutan, dan pelaksanaan yang aman, sehingga menciptakan nilai dan peluang bagi semua pemangku kepentingan (dan masyarakat).

## 4.3 Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang ada di PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta ditampilkan pada gambar 4. 1.



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi

Adapun penjelasan tugas yang terkait dengan setiap posisi yang ditunjukkan dalam Gambar 4. 1 adalah sebagai berikut:

### 1. Plant Manager

*Plant Manager* memiliki tanggung jawab dalam mengelola operasional pabrik secara keseluruhan. *Tugas Plant Manager* meliputi pengawasan efisiensi dan produktivitas produksi, kepemimpinan dan pengambilan keputusan strategis di tim manajemen, serta pengawasan terhadap kepatuhan standar kualitas dan aspek keselamatan.

### 2. Departemen Produksi

Tugas dari departemen produksi adalah mengelola proses produksi harian dengan cermat. Hal ini meliputi perencanaan dan pengawasan produksi sesuai jadwal yang ditentukan, serta memastikan pelaksanaan produksi yang efisien dan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan.

3. Departemen *Quality & PE*

*Quality & PE* memiliki tanggung jawab khusus terkait dengan aspek kualitas produk. Tugasnya mencakup pengembangan dan implementasi standar kualitas serta proses produksi yang terukur dan terkendali. Pengendalian kualitas, termasuk inspeksi bahan baku dan produk jadi dilakukan dengan seksama guna memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

4. Departemen *Warehousing & Logistic*

Departemen *Warehousing & Logistic* memegang peran penting dalam pengelolaan pergudangan, penyimpanan, dan distribusi bahan baku serta produk jadi. Tugas dari departemen *warehousing & logistic* mencakup perencanaan dan pengawasan logistik untuk menjaga kelancaran aliran material di dalam rantai pasok.

5. Departemen *Maintenance*

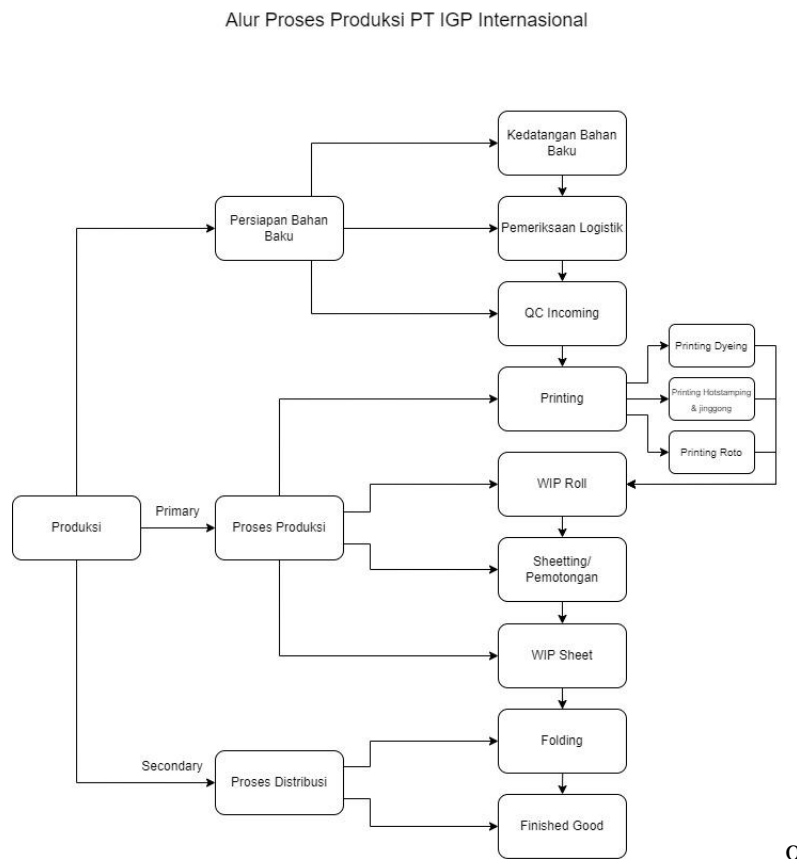
Departemen *Maintenance* bertugas memastikan kelancaran dan keandalan mesin dan peralatan produksi melalui pemeliharaan dan perawatan yang tepat waktu. Ini mencakup perencanaan dan jadwal perawatan rutin, manajemen suku cadang, serta penanganan masalah teknis yang mungkin muncul.

6. Departemen *PPIC*

Departemen *PPIC* memiliki peran strategis dalam perencanaan, peramalan, dan pengendalian produksi secara holistik. Tugas *PPIC* melibatkan pengaturan agar bahan baku dan kapasitas produksi dapat memenuhi permintaan dengan tepat waktu. Koordinasi dengan berbagai departemen termasuk produksi, logistik, dan pengadaan menjadi kunci untuk menjaga aliran produksi yang efisien dan berkelanjutan.

#### 4.4 Proses Produksi

Berikut adalah alur produksi perusahaan ditunjukkan oleh Gambar 4.2:



Gambar 4. 2 Alur Proses Produksi PT. IGP Internasional

Penjelasan dari alur produksi PT. IGP Internasional Sleman yaitu:

##### A. Persiapan bahan baku

###### 1. Kedatangan bahan baku

Pada Proses ini merupakan kedatangan bahan baku dan mempersiapkan bahan baku untuk dilakukan pengecekan oleh Bea Cukai.

###### 2. Pemeriksaan Logistik

Setelah dilakukan pemeriksaan oleh Bea Cukai, proses dilanjutkan ke pemeriksaan oleh bagian logistik guna memeriksa jumlah dan jenis produk yang di pesan oleh perusahaan apakah sudah sesuai atau belum. Jika terjadi ketidaksesuaian, maka perusahaan dapat segera mengetahui dan menghubungi pihak *supplier* terkait.



### 3. *QC Incoming*

*QC Incoming* merupakan proses pengecekan terhadap kualitas dan kuantitas dari bahan baku yang diterima oleh perusahaan apakah sudah sesuai dan jenis dari produk yang di order oleh perusahaan sudah tepat. Jika sudah sesuai pesanan maka akan diarahkan ke proses selanjutnya.

## B. Proses Produksi (*Primary*)

### 1. Printing

Proses printing terbagi atas 3 jenis yaitu:

#### a. Printing Solid

Printing solid merupakan proses pengecatan menggunakan mesin *Dyeing* dengan bahan baku berupa powder yang menghasilkan produk tissue berwarna polos tanpa corak.

#### b. Printing Corak

Printing Corak yaitu proses pengecatan menggunakan mesin Hotstamping dan mesin Jinggong dengan bahan baku berupa foil menghasilkan produk tissue yang memiliki corak warna silver atau gold atau sesuai pesanan konsumen.

#### c. Printing Warna

Printing Warna adalah proses pengecatan menggunakan mesin Roto dengan bahan baku berupa tinta yang menghasilkan produk tissue yang berwarna.

### 2. *Work In Process Roll*

Produk yang sudah melalui proses produksi tahap printing ditempatkan di satu tempat yang kemudian menunggu untuk diproses ke tahap selanjutnya.

### 3. *Sheetering*

Pada proses ini dilakukan pemotongan hasil output dari gulungan besar menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan *request customer*.

### 4. *Work In Process Sheet*

Produk yang sudah melalui proses produksi tahap pemotongan ditempatkan di satu tempat yang kemudian menunggu untuk di proses ke tahap distribusi.

## C. Proses Distribusi (*Secondary*)

### 1. *Folding*

Proses produk yang sudah dipotong kemudian dilipat dan diklasifikasikan sesuai warna pesanan konsumen yang selanjutnya produk akan di *packing*.

## 2. *Finished Good*

Produk yang sudah selesai di *packing* akan disimpan ke dalam Gudang dan menunggu untuk siap dikirim ke konsumen.

## 4.5 Pengumpulan Data

Beberapa data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil observasi dan wawancara dengan karyawan PT. IGP Internasional Sleman.

### 4.5.1 Data Jumlah Produk dan Defect

Adapun hasil dari data produksi pada Mesin *Dyeing* Paper YF-1500, yaitu jumlah produk dan jumlah defect dari mesin *dyeing* yang didapat dari data historis perusahaan pada bulan Mei 2022- April 2023:

#### a. Mesin *Dyeing* A

Adapun hasil produksi dan jumlah *defect* pada mesin *dyeing* A periode Mei 2022 - April 2023 ditampilkan pada Tabel 4.1:

Tabel 4. 1 Hasil Produksi dan Jumlah *Defect* Pada Mesin *Dyeing* A

Periode Mei 2022-April 2023	Hasil Produksi (m)	<i>Defect Product</i> (m)
Mei 2022	1669697	27847
Juni 2022	2253632	28282
Juli 2022	1721279	50879
Agustus 2022	1207216	24984
September 2022	1128490	19510
Oktober 2022	2077474	131374
November 2022	1807796	29896
Desember 2022	1905880	35280
Januari 2023	2021177	38177
Februari 2023	1663440	31440
Maret 2023	1780624	39370
April 2023	1350071	31871
Jumlah	20586776	488910

b. Mesin Dyeing B

Adapun hasil produksi dan jumlah *defect* pada mesin *dyeing* B periode Mei 2022 - April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4.2:

Tabel 4. 2 Hasil Produksi dan Jumlah *Defect* Pada Mesin *Dyeing* B

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b>Hasil Produksi (m)</b>	<b><i>Defect Product</i> (m)</b>
Mei 2022	1669697	27278
Juni 2022	2253632	69249
Juli 2022	1721279	50660
Agustus 2022	1207216	28071
September 2022	1128490	32984
Oktober 2022	2077474	138680
November 2022	1807796	43460
Januari 2023	2021177	48914
Februari 2023	1663440	26247
Maret 2023	1780624	49767
April 2023	1350071	36473
Jumlah	20586776	598993

## c. Mesin Dyeing C

Adapun hasil produksi dan jumlah *defect* pada mesin *dyeing C* periode Mei 2022 - April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 3:

Tabel 4. 3 Hasil Produksi dan Jumlah *Defect* Pada Mesin *Dyeing C*

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b>Hasil Produksi (m)</b>	<b><i>Defect Product</i> (m)</b>
Mei 2022	1047264	26364
Juni 2022	2265133	28633
Juli 2022	1584979	94179
Agustus 2022	22498	2702
September 2022	518735	10265
Oktober 2022	1969321	118321
November 2022	1468941	39541
Desember 2022	1655994	44994
Januari 2023	1610892	47892
Februari 2023	737827	22327
Maret 2023	1790165	45165
April 2023	1040664	33064
Jumlah	15712413	513447

## d. Mesin Dyeing D

Adapun hasil produksi dan jumlah *defect* pada mesin *dyeing* D periode Mei 2022 - April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 4:

Tabel 4. 4 Hasil Produksi dan Jumlah *Defect* Pada Mesin *Dyeing* D

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b>Hasil Produksi (m)</b>	<b><i>Defect Product</i> (m)</b>
Mei 2022	1099143	20843
Juni 2022	2222297	22097
Juli 2022	1765624	70924
Agustus 2022	1588363	25137
September 2022	1421234	51866
Oktober 2022	1895281	109281
November 2022	1742728	29528
Desember 2022	1884182	30582
Januari 2023	1960519	31519
Februari 2023	1435600	23200
Maret 2023	1521997	22497
April 2023	1264960	21560
Jumlah	19801928	459034

## e. Mesin Dyeing E

Adapun hasil produksi dan jumlah *defect* pada mesin *dyeing* E periode Mei 2022 - April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 5:

Tabel 4. 5 Hasil Produksi dan Jumlah *Defect* Pada Mesin *Dyeing E*

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b>Hasil Produksi (m)</b>	<b><i>Defect Product</i> (m)</b>
Mei 2022	965609	29809
Juni 2022	1705773	25137
Juli 2022	1205932	56932
Agustus 2022	361000	8685
September 2022	322900	77100
Oktober 2022	1375202	72902
November 2022	1252934	30934
Desember 2022	1464394	27594
Januari 2023	1645588	23788
Februari 2023	1258439	22439
Maret 2023	1413677	21677
April 2023	1064216	19216
Jumlah	14035664	416213

## f. Mesin Dyeing F

Adapun hasil produksi dan jumlah *defect* pada mesin *dyeing* F periode Mei 2022 - April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 6:

Tabel 4. 6 Hasil Produksi dan Jumlah *Defect* Pada Mesin *Dyeing* F

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b>Hasil Produksi (m)</b>	<b><i>Defect Product</i> (m)</b>
Mei 2022	1135409	20409
Juni 2022	1930429	21229
Juli 2022	1748125	33725
Agustus 2022	1530511	25089
September 2022	1007191	49309
Oktober 2022	1587178	61178
November 2022	1189782	19782
Desember 2022	1711699	24799
Januari 2023	1819302	31402
Februari 2023	1574469	29469
Maret 2023	1727153	27653
April 2023	1187825	21325
Jumlah	1135409	365369

#### 4.5.2 *Data Available Time, Loading Time, Planned Downtime*

*Available Time* merupakan jumlah total waktu yang tersedia untuk produksi atau operasi. Hal ini mencakup waktu kerja harian atau waktu yang dijadwalkan untuk produksi. *Loading time* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan peralatan atau mesin sebelum dapat memulai operasionalnya. Hal ini mencakup aktivitas seperti pengaturan, penyesuaian, pengisian material, dan persiapan lainnya yang diperlukan sebelum produksi sebenarnya dimulai. *Planned Downtime* adalah waktu berhenti yang telah direncanakan sebelumnya untuk tujuan tertentu seperti perawatan, perbaikan, dan penggantian suku cadang. Adapun

data dari *Available Time*, *Loading Time* dan *Planned Downtime* ditunjukkan pada Tabel 4.7:

a. Mesin *Dyeing A*

Pada tabel 4.7 merupakan data dari *Available Time*, *Loading Time* dan *Planned Downtime* dari mesin *dyeing A* periode Mei 2022 - April 2023:

Tabel 4. 7 *Available Time*, *Loading Time* dan *Planned Downtime* Mesin *Dyeing A*

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Available time</i> (menit)</b>	<b><i>Planned Downtime</i> (menit)</b>	<b><i>Loading Time</i> (menit)</b>
Mei 2022	28,680	2,205	26,475
Juni 2022	41,760	2,195	39,565
Juli 2022	29,040	1,945	27,095
Agustus 2022	22,920	1,830	21,090
September 2022	20,580	1,930	18,650
Oktober 2022	35,820	2,715	33,105
November 2022	37,765	2,905	34,860
Desember 2022	40,590	3,275	37,315
Januari 2023	39,830	3,005	36,825
Februari 2023	35,285	2,810	32,475
Maret 2023	36,850	2,710	34,140
April 2023	29,525	1,985	27,540
Jumlah	398,645	29,510	369,135

b. Mesin *Dyeing B*

Pada Tabel 4.8 adalah data dari *Available Time*, *Loading Time* dan *Planned Downtime* dari mesin *dyeing B* periode Mei 2022 - April 2023:



Tabel 4. 8 *Available Time, Loading Time dan Planned Downtime* Mesin *Dyeing* B

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Available time</i> (menit)</b>	<b><i>Planned Downtime</i> (menit)</b>	<b><i>Loading Time</i> (menit)</b>
Mei 2022	27720	2,225	25,495
Juni 2022	41760	2,195	39,565
Juli 2022	33840	2,321	31,519
Agustus 2022	28140	1,830	26,310
September 2022	30120	2,555	27,565
Oktober 2022	35820	2,635	33,185
November 2022	33360	2,640	30,720
Desember 2022	35880	3,225	32,655
Januari 2023	35280	2,965	32,315
Februari 2023	17100	2,435	14,665
Maret 2023	34320	2,978	31,342
April 2023	25680	2,075	23,605
Jumlah	379020	30,079	348,941

c. Mesin *Dyeing* C

Adapun data dari *Available Time, Loading Time dan Planned Downtime* dari mesin *dyeing* C periode Mei 2022 - April 2023 yang tertera pada Tabel 4. 9:

Tabel 4. 9 *Available Time, Loading Time dan Planned Downtime* Mesin *Dyeing C*

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Available Time</i> (menit)</b>	<b><i>Planned Downtime</i> (menit)</b>	<b><i>Loading Time</i> (menit)</b>
Mei 2022	28200	3,825	24,375
Juni 2022	41040	2,830	38,210
Juli 2022	32880	2,461	30,419
Agustus 2022	6720	95	6,625
September 2022	10380	1,285	9,095
Oktober 2022	35820	3,966	31,854
November 2022	33360	4,365	28,995
Desember 2022	35880	4,646	31,234
Januari 2023	35280	4,570	30,710
Februari 2023	15240	2,080	13,160
Maret 2023	34320	4,805	29,515
April 2023	26640	3,355	23,285
Jumlah	335760	38,283	297,477

d. Mesin *Dyeing D*

Adapun data dari *Available Time, Loading Time dan Planned Downtime* dari mesin *dyeing D* periode Mei 2022 - April 2023 yang tertera pada Tabel 4. 10:

Tabel 4. 10 *Available Time, Loading Time* dan *Planned Downtime* Mesin *Dyeing* D

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Available Time</i> (menit)</b>	<b><i>Planned Downtime</i> (menit)</b>	<b><i>Loading Time</i> (menit)</b>
Mei 2022	32040	4,400	27,640
Juli 2022	36720	3,550	37,490
Agustus 2022	31020	3,501	33,219
September 2022	29460	3,840	27,180
Oktober 2022	35820	4,103	25,357
November 2022	33360	4,835	30,985
Desember 2022	35880	4,650	28,710
Januari 2023	35280	5,355	30,525
Februari 2023	26760	4,700	30,580
Maret 2023	27180	3,725	23,035
April 2023	26640	3,983	23,197
Jumlah	391200	3,955	22,685

e. Mesin *Dyeing* E

Pada Tabel 4. 11 merupakan data dari *Available Time, Loading Time* dan *Planned Downtime* dari mesin *dyeing* E periode Mei 2022 - April 2023:

Tabel 4. 11 *Available Time, Loading Time* dan *Planned Downtime* Mesin *Dyeing* E

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Available time</i> (menit)</b>	<b><i>Planned Downtime</i> (menit)</b>	<b><i>Loading Time</i> (menit)</b>
Mei 2022	29160	2,600	26,560
Juni 2022	41760	3,044	38,716
Juli 2022	36720	3,215	33,505
Agustus 2022	8580	765	7,815
September 2022	10380	1,320	9,060
Oktober 2022	34860	3,150	31,710
November 2022	32880	3,745	29,135
Desember 2022	35400	3,595	31,805
Januari 2023	35280	3,345	31,935
Februari 2023	29640	2,685	26,955
Maret 2023	32880	3,505	29,375
April 2023	26340	2,480	23,860
Jumlah	353880	33,449	320,431

f. Mesin *Dyeing* F

Pada Tabel 4. 12 adalah data dari *Available Time, Loading Time* dan *Planned Downtime* dari mesin *dyeing* F periode Mei 2022 - April 2023:

Tabel 4. 12 *Available Time, Loading Time dan Planned Downtime* Mesin *Dyeing* F

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Available time</i> (menit)</b>	<b><i>Planned Downtime</i> (menit)</b>	<b><i>Loading Time</i> (menit)</b>
Mei 2022	28680	2,800	25,880
Juni 2022	41760	2,950	38,810
Juli 2022	36240	2,660	33,580
Agustus 2022	34860	3,333	31,527
September 2022	21360	2,920	18,440
Oktober 2022	35820	3,505	32,315
November 2022	33360	2,720	30,640
Desember 2022	35400	3,466	31,934
Januari 2023	35280	3,925	31,355
Februari 2023	31020	3,025	27,995
Maret 2023	33840	3,535	30,305
April 2023	24240	2,725	21,515
Jumlah	391860	37,564	354,296

#### 4.5.3 *Data Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Pada Tabel 4. 13 merupakan data profil responden yang digunakan dalam pengumpulan data *Failure mode and effect analysis*. Terdapat 3 responden yang merupakan pekerja di bidang bagian produksi *primary* mesin *dyeing*.

Tabel 4. 13 Data Responden Penelitian

<b>Nama</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Data yang dikumpulkan</b>
Rinto Hermawan	<i>Production Supervisor</i>	FMEA, LTA
Didik Santoso	<i>Production Leader</i>	FMEA, LTA
Nusang Biko K	<i>Maintenance Admin</i>	OEE, FMEA, LTA

Pada Tabel 4. 14 merupakan data *Failure mode and effect analysis* yang merupakan data kegagalan yang terjadi paa mesin *dyeing*. Kemudian penyebab dan kegagalan serta dampak yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut.

Tabel 4. 14 Data *Failure Mode and Effect Analysis*

No	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Effect of Failure</i>
1	Karet roll press mengalami retak atau pecah	Usia pakai dan kualitas karet kurang baik	Tekanan yang tidak merata pada kertas yang mengakibatkan pewarnaan yang tidak merata
2	Silinder mengalami korosi	Benturan benda keras (as output) dan kualitas kroom kurang baik	Ketidakteraturan aplikasi pewarna tissue paper mengakibatkan bintik-bintik pada produk yang dihasilkan
3	As output bengkok	Kerusakan pada <i>pneumatic pressure</i> yang disebabkan oleh kebocoran tabung <i>pneumatic</i>	Perbedaan tekanan mengakibatkan distribusi pewarna yang tidak merata pada tissue paper.
4	Korosi pada keran tinta	reaksi kimia pada sirkulasi tinta dan panas yang menguap	Proses distribusi warna menjadi terganggu
5	Kerusakan pada <i>thermal oil heater</i>	Panas yang <i>overload</i>	Resiko kebakaran atau konsleting pada thermo oil heater
6	ketidaksiapan karyawan menghadapi perubahan jadwal yang mendadak	Perubahan mendadak dalam jadwal produksi menyebabkan karyawan sedang sepenuhnya terfokus pada pekerjaan yang tengah mereka lakukan, sehingga mereka tidak memiliki kesiapan untuk merespons perubahan jadwal dengan cepat.	Naiknya <i>downtime</i> pada proses pergantian item efek dari perubahan jadwal menyebabkan Operator tidak memiliki waktu yang cukup untuk melakukan setup
7	Pergantian item atau desain	Produk yang beragam	Penyesuaian jenis dan kerapatan warna yang berbeda setiap kali berganti desain memicu terjadinya <i>downtime</i>
8	Perawatan masih bersifat reaktif	Perawatan berjalan kurang baik dan sikap operator masih tidak acuh	Keterlambatan operator dalam merespon masalah mesin

## 4.6 Pengolahan Data

### 4.6.1 *Availability Rate*

*Availability rate* adalah ukuran waktu yang menunjukkan seberapa banyak waktu yang tersedia atau siap digunakan dalam aktivitas pengoperasian mesin selama proses produksi. Dalam menghitung *availability rate*, data yang digunakan meliputi data *loading time*, *downtime*, dan *operation time*. *Loading time* merupakan waktu yang tersedia per bulan dikurangi dengan waktu *downtime*. *Downtime* adalah periode waktu di mana mesin tidak beroperasi karena alasan tertentu. *Downtime* dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti masalah teknis, perawatan yang diperlukan, kegagalan peralatan, gangguan pasokan bahan baku, dan gangguan lainnya. *Operation Time* adalah periode waktu mesin beroperasi secara efektif untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Hal ini meliputi waktu produksi actual ketika mesin berjalan dan menghasilkan output yang ditentukan. *Operation time* yaitu waktu yang diperoleh dari hasil *loading time* dikurangi dengan *downtime*. Perhitungan *availability rate* diperoleh menggunakan persamaan:

$$Availability Rate = \frac{Operation Time}{Loading Time} \times 100\%$$

$$Availability Rate (Mei) = \frac{23620}{26475} \times 100\% \quad (4.1)$$

$$Availability Rate (Mei) = 89\%$$

#### a. Mesin *Dyeing A*

Adapun hasil perhitungan dari nilai *availability rate* untuk mesin printing *dyeing A* periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 13:

Tabel 4. 15 Nilai *Availability Rate* Untuk Mesin Printing *Dyeing A*

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Loading time</i> (menit)</b>	<b><i>Downtime</i> (menit)</b>	<b><i>Operation Time</i> (menit)</b>	<b><i>Availability Rate</i> (%)</b>	<b>standar <i>availability rate</i></b>
Mei 2022	26475	2855	23620	89%	90%
Juni 2022	39565	4488	35077	89%	90%
Juli 2022	27095	2908	24187	89%	90%
Agustus 2022	21090	2302	18788	89%	90%
September 2022	18650	2415	16235	87%	90%
Oktober 2022	33105	4130	28975	88%	90%
November 2022	34860	3560	31300	90%	90%
Desember 2022	37315	4016	33299	89%	90%
Januari 2023	36825	3485	33340	91%	90%
Februari 2023	32475	3320	29155	90%	90%
Maret 2023	34140	5310	28830	84%	90%
April 2023	27540	3200	24340	88%	90%
	Rata-Rata			89%	90%

Adapun hasil rekapitulasi nilai dari rata-rata perhitungan *availability rate* ditunjukkan pada Tabel 4. 14. Rincian dari hasil perhitungan *availability rate* ditunjukkan pada Lampiran 3:

Tabel 4. 16 Hasil Rekapitulasi Nilai Dari Rata-Rata Perhitungan *Availability Rate*

<b>Mesin</b>	<b><i>Availability Rate</i> (%)</b>	<b>Standar <i>Availability Rate</i> (&gt;)</b>	<b>Keterangan</b>
<i>Dyeing A</i>	89%	90%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing B</i>	88%	90%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing C</i>	88%	90%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing D</i>	87%	90%	Tidak memenuhi standar



Mesin	Availability Rate (%)	Standar Availability Rate (>)	Keterangan
<i>Dyeing</i> E	85%	90%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> F	81%	90%	Tidak memenuhi standar

#### 4.6.2 Performance Rate

*Performance rate* adalah kemampuan suatu mesin atau peralatan dalam menghasilkan produk. Dalam menghitung nilai *performance rate* dibutuhkan data *processed amount*, waktu siklus ideal (*ideal cycle time*), dan *operation time*. *Processed amount* merupakan Jumlah output yang dihasilkan selama satu periode (unit), sedangkan *ideal cycle time* adalah waktu yang ideal untuk menyelesaikan satu produk secara optimal. *Ideal cycle time* membutuhkan perhitungan dari data *cycle time* produksi dan persentase waktu kerja. Adapun rumus untuk mencari *cycle time* yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Cycle time} &= \frac{\text{Loading Time}}{\text{Jumlah Produksi}} \\
 \text{Cycle time (Mei)} &= \frac{26475}{1,669,697} = 0.02
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

Adapun data *cycle time* produksi mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 15:

Tabel 4. 17 *Cycle Time* Produksi Mesin *Dyeing* A

<b>Periode Mei 2022- April 2023</b>	<b><i>Loading time</i> (menit)</b>	<b>Hasil Produksi (meter)</b>	<b><i>Cycle time</i> (menit)</b>
Mei 2022	26475	1669697	0.02
Juni 2022	39565	2253632	0.02
Juli 2022	27095	1721279	0.02
Agustus 2022	21090	1207216	0.02
September 2022	18650	1128490	0.02
Oktober 2022	33105	2077474	0.02
November 2022	34860	1807796	0.03
Desember 2022	37315	1905880	0.02
Januari 2023	36825	2021177	0.02
Februari 2023	32475	1663440	0.02
Maret 2023	34140	1780624	0.02
April 2023	27540	1350071	0.02

Setelah mendapatkan nilai *cycle time*, kemudian menghitung nilai persentase waktu kerja yang membutuhkan data *available time*, *operation time*, dan waktu *delay*. Adapun perhitungan persentase waktu kerja adalah:

$$Delay = Available Time - Operation Time$$

$$Delay (Mei) = 28680 - 23620 \quad (4.3)$$

$$Delay (Mei) = 5060$$

$$Persentase \text{ waktu kerja} = 1 - \frac{Jumlah \ Delay}{Available \ Time}$$

$$Persentase \text{ waktu kerja (Mei)} = 1 - \frac{5060}{28680} \quad (4.4)$$

$$Persentase \text{ Waktu kerja (Mei)} = 0,82$$

Adapun data perhitungan persentase waktu kerja mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4.16:

Tabel 4. 18 Waktu Kerja Mesin *Dyeing* A

<b>Jumlah Delay</b>	<b>Available Time</b>	<b>Persentase Waktu Kerja</b>
5060	28680	0.82
6683	41760	0.84
4853	29040	0.83
4132	22920	0.82
4345	20580	0.79
6845	35820	0.81
6465	37765	0.83
7291	40590	0.82
6490	39830	0.84
6130	35285	0.83
8020	36850	0.78
5185	29525	0.82

Setelah mendapat data *cycle time* dan persentase waktu kerja, maka langkah selanjutnya adalah mencari waktu siklus ideal. Berikut cara untuk menghitung waktu siklus ideal:

$$\text{Ideal Cycle Time} = \text{Cycle Time} \times \text{Persentase Waktu Kerja}$$

$$\text{Ideal Cycle Time (Mei)} = 0,82 \times 0,02 \quad (4.5)$$

$$\text{Ideal Cycle Time (Mei)} = 0,01$$

Adapun data ideal *cycle time* mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 17:

Tabel 4. 19 Data *Ideal Cycle Time* Mesin *Dyeing* A

<b>Periode Mei 2022- April 2023</b>	<i>Cycle time</i> (menit)	<b>Persentase Waktu Kerja</b>	<i>Ideal Cycle time</i>
Mei 2022	0.02	0.82	0.01
Juni 2022	0.02	0.84	0.01
Juli 2022	0.02	0.83	0.01
Agustus 2022	0.02	0.82	0.01
September 2022	0.02	0.79	0.01
Oktober 2022	0.02	0.81	0.01
November 2022	0.02	0.83	0.02
Desember 2022	0.02	0.82	0.02
Januari 2023	0.02	0.84	0.02
Februari 2023	0.02	0.83	0.02
Maret 2023	0.02	0.78	0.02
April 2023	0.02	0.82	0.02

Setelah mendapatkan nilai dari *ideal cycle time*, langkah terakhir adalah menghitung nilai *performance*. Perhitungan untuk mencari *performance rate* adalah sebagai berikut:

$$Performance Rate = \frac{processed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{operation\ time} \times 100\%$$

$$Performance Rate (Mei) = \frac{1641850 \times 0,01}{24575} \times 100\% \quad (4.6)$$

$$Performance Rate (Mei) = 96\%$$

a. Mesin *Dyeing* A

Adapun hasil perhitungan dari nilai *performance rate* untuk mesin printing *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 18:

Tabel 4. 20 Nilai *Performance Rate* Untuk Mesin Printing *Dyeing A*

<b>Periode Mei 2022- April 2023</b>	<b><i>Processed Amount (m)</i></b>	<b><i>Operation Time (menit)</i></b>	<b><i>Ideal Cycle Time (menit)</i></b>	<b><i>Performance Rate (%)</i></b>	<b><i>Standar Performance Rate (%)</i></b>
Mei 2022	1669697	23620	0.01	92%	95%
Juni 2022	2253632	35077	0.01	95%	95%
Juli 2022	1721279	24187	0.01	93%	95%
Agustus 2022	1207216	18788	0.01	92%	95%
September 2022	1128490	16235	0.01	91%	95%
Oktober 2022	2077474	28975	0.01	92%	95%
November 2022	1807796	31300	0.02	92%	95%
Desember 2022	1905880	33299	0.02	92%	95%
Januari 2023	2021177	33340	0.02	92%	95%
Februari 2023	1663440	29155	0.02	92%	95%
Maret 2023	1780624	28830	0.02	93%	95%
April 2023	1350071	24340	0.02	93%	95%
	Rata-Rata			93%	95%

Adapun hasil rekapitulasi nilai dari rata-rata perhitungan *performance rate* ditunjukkan pada Tabel 4. 19. Rincian dari hasil perhitungan *performance rate* ditunjukkan pada Lampiran 4:

Tabel 4. 21 Rata-Rata Perhitungan *Performance*

<b>Mesin</b>	<b><i>Performance rate (%)</i></b>	<b><i>Standar Performance rate (&gt;)</i></b>	<b>Keterangan</b>
<i>Dyeing A</i>	93%	95%	Tidak Memenuhi standar
<i>Dyeing B</i>	92%	95%	Tidak Memenuhi standar
<i>Dyeing C</i>	89%	95%	Tidak Memenuhi standar
<i>Dyeing D</i>	87%	95%	Tidak memenuhi standar

Mesin	<i>Performance rate (%)</i>	Standar <i>Performance rate (&gt;)</i>	Keterangan
<i>Dyeing E</i>	90%	95%	Tidak Memenuhi standar
<i>Dyeing F</i>	90%	95%	Tidak memenuhi standar

#### 4.6.3 *Quality Rate*

*Quality rate* adalah perbandingan yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk dengan kondisi yang baik. Dalam perhitungan *quality rate* data yang digunakan adalah hasil produksi dan *defect* produk. Perhitungan *quality rate* menggunakan persamaan:

$$Quality Rate = \frac{Hasil Produksi - Defect}{Hasil Produksi} \times 100\%$$

$$Quality Rate (Mei) = \frac{1669697 - 27847}{1669697} \times 100\% \quad (4.7)$$

$$Quality Rate (Mei) = 98\%$$

Adapun hasil rekapitulasi nilai dari perhitungan *quality rate* ditunjukkan pada Tabel 4. 20:

Tabel 4. 22 Nilai *Quality Rate* Untuk Mesin Printing *Dyeing A*

Periode Mei 2022- April 2023	Hasil Produksi (unit)	<i>Defect Product</i> (unit)	<i>Quality Rate (%)</i>	Standar <i>Quality Rate</i> (%)
Mei 2022	1669697	27847	98%	99%
Juni 2022	2253632	28282	99%	99%
Juli 2022	1721279	50879	97%	99%
Agustus 2022	1207216	24984	98%	99%
September 2022	1128490	19510	98%	99%
Oktober 2022	2077474	131374	94%	99%
November 2022	1807796	29896	98%	99%
Desember 2022	1905880	35280	98%	99%
Januari 2023	2021177	38177	98%	99%
Februari 2023	1663440	31440	98%	99%

Periode Mei 2022- April 2023	Hasil Produksi (unit)	Defect Product (unit)	Quality Rate (%)	Standar Quality Rate (%)
Maret 2023	1780624	39370	98%	99%
April 2023	1350071	31871	98%	99%
	Rata-Rata		98%	99%

Adapun hasil rekapitulasi nilai dari rata-rata perhitungan *quality rate* ditunjukkan pada Tabel 4. 21. Rincian dari hasil perhitungan *quality rate* ditunjukkan pada Lampiran 5:

Tabel 4. 23 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata *Quality Rate*

Mesin	Quality Rate (%)	Standar Quality Rate (>)	Keterangan
<i>Dyeing</i> A	98%	99%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> B	97%	99%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> C	96%	99%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> D	98%	99%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> E	96%	99%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> F	98%	99%	Tidak memenuhi standar

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

Pada tahap ini, setelah melakukan perhitungan *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*, maka dapat diketahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk melihat apakah nilai OEE yang dihasilkan telah mencapai standar *world class* atau belum tercapai. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

$$\text{OEE (Mei)} = 89\% \times 93\% \times 98\% \quad (4.8)$$

$$\text{OEE (Mei)} = 80\%$$

a. Mesin *Dyeing* A

Adapun hasil perhitungan dari nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mesin printing *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditampilkan pada Tabel 4. 22:

Tabel 4. 24 Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Untuk Mesin Printing *Dyeing* A

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Availability</i> Rate (%)</b>	<b><i>Performance</i> Rate (%)</b>	<b><i>Quality</i> Rate (%)</b>	<b><i>Overall Equipment Effectiveness</i> (%)</b>	<b>Standar Overall Equipment Effectiveness</b>
Mei 2022	89%	92%	98%	81%	85%
Juni 2022	89%	95%	99%	83%	85%
Juli 2022	89%	93%	97%	81%	85%
Agustus 2022	89%	92%	98%	80%	85%
September 2022	87%	91%	98%	78%	85%
Oktober 2022	88%	92%	94%	76%	85%
November 2022	90%	92%	98%	82%	85%
Desember 2022	89%	92%	98%	81%	85%
Januari 2023	91%	92%	98%	82%	85%
Februari 2023	90%	92%	98%	81%	85%
Maret 2023	84%	93%	98%	77%	85%
April 2023	88%	93%	98%	80%	85%
Rata-Rata Hasil Perhitungan	89%	93%	98%	80%	85%

Adapun hasil rekapitulasi nilai dari rata-rata perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* ditunjukkan pada Tabel 4. 23. Rincian dari hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* ditunjukkan pada Lampiran 6:

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Nilai Dari Rata-Rata Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE):

<b>Mesin</b>	<b>OEE (%)</b>	<b>Standar OEE (&gt;)</b>	<b>Keterangan</b>
<i>Dyeing</i> A	80%	85%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> B	79%	85%	Tidak Memenuhi standar



Mesin	OEE (%)	Standar OEE (>)	Keterangan
<i>Dyeing</i> C	75%	85%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> D	73%	85%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> E	74%	85%	Tidak memenuhi standar
<i>Dyeing</i> F	75%	85%	Tidak memenuhi standar

#### 4.6.5 Six Big Losses

Hasil OEE yang masih di bawah standar sebesar 80% yang mana standar yang telah ditetapkan oleh JIPM adalah 85%. Hal ini menunjukkan perlunya analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab nilai OEE yang masih di bawah standar *world class* serta memberikan perbaikan pada faktor-faktor yang menjadi penyebab nilai OEE tersebut berada di bawah standar. Maka diperlukan analisis *six big losses* yang merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat *losses* (kerugian) pada suatu mesin. Perhitungan ini juga dapat menjadi acuan mengapa nilai OEE masih dibawah standar *World class* yang diakibatkan oleh faktor *losses*.

#### 4.6.6 Equipment Failure Losses

*Equipment failure losses* adalah kerugian yang terjadi ketika mesin mengalami kegagalan dalam menjalankan proses atau mengalami kerusakan yang tidak diinginkan. Untuk menghitung *equipment failure losses* dibutuhkan beberapa data yaitu data *downtime* kerusakan mesin dan *loading time*. Adapun cara menghitung *equipment failure losses*:

$$\text{Equipment failure losses} = \frac{\text{breakdown losses}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (4.9)$$

Berikut contoh perhitungan *equipment failure losses* pada mesin *dyeing* A bulan Mei 2022:

$$\begin{aligned} \text{Equipment failure losses (Mei 2022)} &= \frac{490}{26475} \times 100\% \\ \text{Equipment failure losses (Mei 2022)} &= 1,85\% \end{aligned} \quad (4.10)$$

Adapun ini hasil perhitungan *Equipment Failure Losses* pada mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 24:

Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan *Equipment Failure Losses* Pada Mesin *Dyeing A*

<b>Periode Mei 2022- April 2023</b>	<b><i>Breakdown</i> (menit)</b>	<b><i>Loading time</i> (menit)</b>	<b><i>Equipment Failure Losses</i></b>	<b><i>Equipment Failure Losses</i> (%)</b>
Mei 2022	490	26475	0.02	1.85%
Juni 2022	1694	39565	0.04	4.28%
Juli 2022	773	27095	0.03	2.85%
Agustus 2022	390	21090	0.02	1.85%
September 2022	260	18650	0.01	1.39%
Oktober 2022	1495	33105	0.05	4.52%
November 2022	945	34860	0.03	2.71%
Desember 2022	1355	37315	0.04	3.63%
Januari 2023	870	36825	0.02	2.36%
Februari 2023	1645	32475	0.05	5.07%
Maret 2023	2265	34140	0.07	6.63%
April 2023	1130	27540	0.04	4.10%
Total	13312	369135	0.41	41.25%
	Rata-rata		0.03	3.44%

Adapun ini hasil rekapitulasi nilai rata-rata *Equipment Failure Losses* pada mesin *dyeing A* periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 25. Rincian dari hasil perhitungan *Equipment Failure Losses* ditunjukkan pada Lampiran 7:

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Nilai Rata-rata *Equipment Failure Losses*

<b>Mesin</b>	<b>Total <i>Equipment Failure Losses</i> (%)</b>
<i>Dyeing A</i>	3.44%
<i>Dyeing B</i>	2.13%
<i>Dyeing C</i>	2.43%
<i>Dyeing D</i>	2.36%
<i>Dyeing E</i>	2.99%
<i>Dyeing F</i>	4.06%

#### 4.6.7 *Setup and Adjustment Losses*

*Set up and adjustment losses* terjadi karena adanya kerugian yang terjadi saat melakukan set up mesin seperti waktu yang digunakan untuk pemasangan, penyetelan, dan pergantian produk dari satu produk ke produk yang akan diproses selanjutnya. Pada tahap ini dibutuhkan beberapa data yaitu data *set up time* dan *loading time*. Adapun rumus mencari set up and adjusment losses:

$$\text{Set up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (4.11)$$

Berikut contoh perhitungan *set up and adjustment losses* pada mesin *dyeing* A bulan Mei 2022:

$$\begin{aligned} \text{Set up and adjustment losses (Mei 2022)} &= \frac{1475}{26475} \times 100\% \\ \text{Set up and adjustment losses (Mei 2022)} &= 5,57\% \end{aligned} \quad (4.12)$$

Adapun ini hasil perhitungan *Set Up and Adjustment Losses* pada mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 26:

Tabel 4. 28 *Set Up and Adjustment Losses* Pada Mesin *Dyeing* A

<b>Periode Mei 2022- April 2023</b>	<b><i>Set Up</i> (menit)</b>	<b><i>Loading time</i> (menit)</b>	<b><i>Setup and Adjustment Losses</i></b>	<b><i>Setup and Adjustment Losses (%)</i></b>
Mei 2022	1475	26475	0.06	5.57%
Juni 2022	1375	39565	0.03	3.48%
Juli 2022	1215	27095	0.04	4.48%
Agustus 2022	1100	21090	0.05	5.22%
September 2022	1120	18650	0.06	6.01%
Oktober 2022	1600	33105	0.05	4.83%
November 2022	1540	34860	0.04	4.42%
Desember 2022	1655	37315	0.04	4.44%
Januari 2023	1780	36825	0.05	4.83%
Februari 2023	1530	32475	0.05	4.71%
Maret 2023	1205	34140	0.04	3.53%

<b>Periode Mei 2022- April 2023</b>	<b><i>Set Up (menit)</i></b>	<b><i>Loading time (menit)</i></b>	<b><i>Setup and Adjustment Losses</i></b>	<b><i>Setup and Adjustment Losses (%)</i></b>
April 2023	1095	27540	0.04	3.98%
Total	16690	369135	0.55	55.49%
	Rata-rata		0.05	4.62%

Adapun ini hasil rekapitulasi nilai rata-rata *Set Up and Adjustment Losses* pada mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 27. Rincian dari hasil perhitungan *Set Up and Adjustment Losses* ditunjukkan pada Lampiran 8:

Tabel 4. 29 Rekapitulasi Nilai Rata-rata *Set Up and Adjustment Losses*

Mesin	Total <i>Set up and adjustment losses (%)</i>
<i>Dyeing</i> A	4.62%
<i>Dyeing</i> B	6.11%
<i>Dyeing</i> C	8.09%
<i>Dyeing</i> D	9.79%
<i>Dyeing</i> E	6.23%
<i>Dyeing</i> F	5.90%

#### 4.6.8 *Idle and Minor Stoppage Losses*

Kerugian yang timbul akibat mesin mengalami *idle time* yang mana waktu yang seharusnya digunakan secara efektif tidak dimanfaatkan dengan baik, seperti saat terjadi pemadaman listrik atau keterlambatan dalam pasokan material. Data yang diperlukan berupa data *non productive time* dan *loading time*. Adapun rumus untuk mencari *idle and minor stoppage losses*:

$$\begin{aligned}
 & \text{Idle and minor stoppage losses} \\
 & = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \qquad (4.13)
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan *idle and minor stoppage losses* pada mesin *dyeing* A bulan Mei 2022:

*Idle and minor stoppage losses* (Mei 2022)

$$= \frac{2070}{25880} \times 100\% \quad (4.14)$$

*Idle and minor stoppage losses* (Mei 2022) = 8,00 %

Adapun ini hasil perhitungan *idle and minor stoppage losses* pada mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 28:

Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan *Idle and Minor Stoppage Losses* Pada Mesin *Dyeing* A

<b>Periode Mei 2022-April 2023</b>	<b><i>Non- Productive Time (menit)</i></b>	<b><i>Loading Time (menit)</i></b>	<b><i>Idle and Minor Stoppage Losses</i></b>	<b><i>Idle and Minor Stoppage Losses %</i></b>
Mei 2022	490	26475	0.02	1.85%
Juni 2022	1694	39565	0.04	4.28%
Juli 2022	773	27095	0.03	2.85%
Agustus 2022	390	21090	0.02	1.85%
September 2022	260	18650	0.01	1.39%
Oktober 2022	1495	33105	0.05	4.52%
November 2022	945	34860	0.03	2.71%
Desember 2022	1355	37315	0.04	3.63%
Januari 2023	870	36825	0.02	2.36%
Februari 2023	1645	32475	0.05	5.07%
Maret 2023	2290	34140	0.07	6.71%
April 2023	1190	27540	0.04	4.32%
Total	13397	369135	0.42	41.54%
	Rata-rata		0.03	3.46%

Adapun hasil rekapitulasi nilai rata-rata *Idle and Minor Stoppage Losses* pada mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 29. Rincian dari hasil perhitungan *Idle and Minor Stoppage Losses* ditunjukkan pada Lampiran 9:

Tabel 4. 31 Rekapitulasi Nilai Rata-rata *Idle and Minor Stoppage Losses*

Mesin	Total <i>Idle and minor stoppage losses</i> (%)
<i>Dyeing A</i>	3.46%
<i>Dyeing B</i>	2.13%
<i>Dyeing C</i>	2.27%
<i>Dyeing D</i>	2.30%
<i>Dyeing E</i>	1.79%
<i>Dyeing F</i>	4.06%

#### 4.6.9 *Reduce speed losses*

*Reduce speed losses* adalah Kerugian yang disebabkan oleh penurunan kecepatan yang terjadi saat mesin dioperasikan di bawah standar kecepatan yang ditetapkan sehingga tidak dapat bekerja secara optimal. Pada *reduce speed losses* dibutuhkan data *operation time*, *ideal cycle time*, hasil produksi, dan *loading time*. Rumus untuk menghitung *reduce speed losses* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Reduce speed losses} \\ & = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{hasil produksi})}{\text{loading time}} \times 100\% \end{aligned} \quad (4.15)$$

Berikut contoh perhitungan *reduce speed losses* pada mesin *dyeing A* bulan Mei 2022:

$$\begin{aligned} & \text{Reduce speed losses (Mei 2022)} \\ & = \frac{23620 - (0,01 \times 1669697)}{26475} \times 100\% \end{aligned} \quad (4.16)$$

*Reduce speed losses* (Mei 2022) = 6.86%

Adapun ini hasil perhitungan *Reduce Speed Losses* pada mesin *dyeing A* periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada tabel 4. 30:

Tabel 4. 32 Hasil Perhitungan *Reduce Speed Losses* Pada Mesin *Dyeing A*

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Process Amount</i> (unit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Reduce speed losses</i>	<i>Reduce speed losses</i> (%)
Mei 2022	23620	1669697	0.01	26475	0.07	6.86%

Juni 2022	35077	2253632	0.01	39565	0.05	4.66%
Juli 2022	24187	1721279	0.01	27095	0.06	5.98%
Agustus 2022	18788	1207216	0.01	21090	0.07	7.11%
September 2022	16235	1128490	0.01	18650	0.08	8.16%
Oktober 2022	28975	2077474	0.01	33105	0.07	6.63%
November 2022	31300	1807796	0.02	34860	0.07	6.91%
Desember 2022	33299	1905880	0.02	37315	0.07	7.20%
Januari 2023	33340	2021177	0.02	36825	0.07	6.83%
Februari 2023	29155	1663440	0.02	32475	0.07	7.15%
Maret 2023	28830	1780624	0.02	34140	0.06	6.21%
April 2023	24340	1350071	0.02	27540	0.06	5.94%
Total	327146	20586776	0.18	369135	0.80	79.65%
		Rata-rata			0.07	6.64%

Adapun ini hasil rekapitulasi nilai rata-rata *Reduce Speed Losses* pada mesin *dyeing A* periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 31. Rincian dari hasil perhitungan *Reduce Speed Losses* ditunjukkan pada Lampiran 10:

Tabel 4. 33 Rekapitulasi Nilai Rata-rata *Reduce Speed Losses*

Mesin	Total <i>Reduce speed losses</i> (%)
<i>Dyeing A</i>	6.64%
<i>Dyeing B</i>	7.15%
<i>Dyeing C</i>	9.54%
<i>Dyeing D</i>	11.35%
<i>Dyeing E</i>	8.21%
<i>Dyeing F</i>	8.28%

#### 4.6.10 *Defect losses*

Kerugian yang timbul akibat produksi menghasilkan output yang cacat yang menyebabkan kerugian material, pengurangan jumlah produksi, peningkatan limbah produksi, dan meningkatkan biaya untuk melakukan rework. Untuk mencari *defect losses* diperlukan data yaitu data ideal *cycle time*, total produk defect, dan operation time. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Defect Losses = \frac{ideal\ cycle\ time \times total\ reject}{loading\ time} \times 100\% \quad (4.17)$$

Berikut contoh perhitungan *defect losses* pada mesin *dyeing* A bulan Mei 2022:

$$Defect Losses (Mei 2022) = \frac{0,01 \times 27847}{26475} \times 100\% \quad (4.18)$$

$$Defect Losses (Mei 2022) = 1,37\%$$

Adapun ini hasil perhitungan *Defect Losses* pada mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 32:

Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan *Defect Losses* Pada Mesin *Dyeing* A

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Ideal Cycle time (menit)</i>	<i>Defect</i>	<i>Loading time (menit)</i>	<i>Defect losses</i>	<i>Defect losses %</i>
Mei 2022	0.01	27847	26475	0.01	1.37%
Juni 2022	0.01	28282	39565	0.01	1.05%
Juli 2022	0.01	50879	27095	0.02	2.46%
Agustus 2022	0.01	24984	21090	0.02	1.70%
September 2022	0.01	19510	18650	0.01	1.36%
Oktober 2022	0.01	131374	33105	0.05	5.12%
November 2022	0.02	29896	34860	0.01	1.37%
Desember 2022	0.02	35280	37315	0.02	1.52%
Januari 2023	0.02	38177	36825	0.02	1.58%
Februari 2023	0.02	31440	32475	0.02	1.56%
Maret 2023	0.02	39370	34140	0.02	1.73%
April 2023	0.02	31871	27540	0.02	1.95%
Total	0.18	488910	369135	0.23	22.77%
	Rata-rata			0.02	1.90%

Adapun ini hasil rekapitulasi nilai rata-rata *Defect Losses* pada mesin *dyeing* A periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada Tabel 4. 33. Rincian dari hasil perhitungan *Defect Losses* ditunjukkan pada Lampiran 11:



Tabel 4. 35 Rekapitulasi Nilai Rata-rata *Defect Losses*

Mesin	Rata-rata <i>Defect losses</i> (%)
<i>Dyeing A</i>	1.90%
<i>Dyeing B</i>	2.33%
<i>Dyeing C</i>	2.61%
<i>Dyeing D</i>	1.74%
<i>Dyeing E</i>	3.19%
<i>Dyeing F</i>	1.60%

#### 4.6.11 *Yield/Scrap Losses*

Kerugian ini terjadi saat mesin atau peralatan memerlukan waktu yang diperlukan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas yang diharapkan. Kerugian ini bergantung pada faktor-faktor seperti kondisi operasi yang tidak stabil, kurangnya penanganan dan pemasangan peralatan yang tepat, serta ketidakpahaman operator terhadap kegiatan produksi yang dilakukan. Adapun rumus untuk mencari *Yield/Scrap Losses*:

$$\text{Yield/Scrap Losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{yield}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (4.19)$$

Berikut contoh perhitungan *yield/scrap losses* pada mesin *dyeing A* bulan Mei 2022:

$$\begin{aligned} \text{Yield/Scrap Losses (Mei 2022)} &= \frac{0,01 \times 0}{28680} \times 100\% \\ \text{Yield/Scrap Losses (Mei 2022)} &= 0 \end{aligned} \quad (4.20)$$

Adapun hasil perhitungan *Yeild/Scrap Losses* pada mesin *dyeing A* periode Mei 2022-April 2023 ditunjukkan pada tabel 4. 34:

Tabel 4. 36 Perhitungan *Yield/Scrap Losses* Pada Mesin *Dyeing A*

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Yield</i>	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Yield/Scrap Losses</i>
Mei 2022	0.01	0	26475	0.00
Juni 2022	0.01	0	39565	0.00
Juli 2022	0.01	0	27095	0.00
Agustus 2022	0.01	0	21090	0.00
September 2022	0.01	0	18650	0.00

<b>Periode Mei 2022- April 2023</b>	<b><i>Ideal Cycle time (menit)</i></b>	<b><i>Yield</i></b>	<b><i>Loading time (menit)</i></b>	<b><i>Yield/Scrap Losses</i></b>
Oktober 2022	0.01	0	33105	0.00
November 2022	0.02	0	34860	0.00
Desember 2022	0.02	0	37315	0.00
Januari 2023	0.02	0	36825	0.00
Februari 2023	0.02	0	32475	0.00
Maret 2023	0.02	0	34140	0.00
April 2023	0.02	0	27540	0.00
Total	0.18	0	369135	0.00
	Rata-rata			0.00

#### **4.6.12 Rekapitulasi Time loss Tiap Faktor**

Pada bagian ini, dilakukan perhitungan untuk mengidentifikasi faktor yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap efektivitas Mesin *Dyeing* Papaer YF-1500. Adapun hasil perhitungan kerugian waktu dari setiap faktor pada mesin *dyeing* A, mesin *dyeing* B, mesin *dyeing* C, mesin *dyeing* D, mesin *dyeing* E, mesin *dyeing* F dapat dilihat pada Tabel 4. 35, Tabel 4. 36, Tabel 4. 37, Tabel 4. 38, Tabel 4. 39, Tabel 4. 40:

Tabel 4. 37 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin *Dyeing* A

<b>No</b>	<b><i>Losses</i></b>	<b><i>Time Loss Tiap Faktor (menit)</i></b>	<b>Persentase</b>	<b>Persentase Kumulatif</b>
1	<i>Reduce Speed Loosses</i>	294007.57	33.09%	33.09%
2	<i>Setup and Adjustment Loosses</i>	204827.52	23.05%	56.14%
3	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	153350.70	17.26%	73.40%
4	<i>Equipment and Failure Loosses</i>	152276.17	17.14%	90.54%
5	<i>Defect Losses</i>	84063.60	9.46%	100%
6	<i>Yield/Scrap Loosses</i>	0	0.00%	100%

Tabel 4. 38 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin *Dyeing* B

No	Losses	<i>Time Loss</i> Tiap Faktor (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	<i>Reduce Speed Losses</i>	299593.39	36.02%	36.02%
2	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	255697.55	30.74%	66.76%
3	<i>Defect Losses</i>	97766.21	11.75%	78.51%
4	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	89372.53	10.74%	89.26%
5	<i>Equipment and Failure Losses</i>	89372.53	10.74%	100%
6	<i>Yield/Scrap Losses</i>	0	0.00%	100%

Tabel 4. 39 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin *Dyeing* C

No	Losses	<i>Time Loss</i> Tiap Faktor (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	<i>Reduce Speed Losses</i>	340596.50	38.26%	38.26%
2	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	288715.35	32.43%	70.69%
3	<i>Defect Losses</i>	93273.20	10.48%	81.17%
4	<i>Equipment and Failure Losses</i>	86625.96	9.73%	90.90%
5	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	81033.72	9.10%	100%
6	<i>Yield/Scrap Losses</i>	0	0.00%	100%

Tabel 4. 40 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin *Dyeing* D

No	Losses	<i>Time Loss</i> Tiap Faktor (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	<i>Reduce Speed Losses</i>	463949.48	41.22%	41.22%
2	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	399956.18	35.54%	76.76%
3	<i>Equipment and Failure Losses</i>	96536.30	8.58%	85.34%

No	Losses	Time Loss Tiap Faktor (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif
4	Idle and Minor Stoppage Losses	94037.87	8.36%	93.70%
5	Defect Losses	70937.89	6.30%	100%
6	Yield/Scrap Losses	0	0.00%	100%

Tabel 4. 41 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin *Dyeing* E

No	Losses	Time Loss Tiap Faktor (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Reduce Speed Losses	315573.88	38.31%	38.31%
2	Setup and Adjustment Losses	239676.98	29.10%	67.41%
3	Defect Losses	122818.95	14.91%	82.32%
4	Equipment and Failure Losses	76593.49	9.30%	91.62%
5	Idle and Minor Stoppage Losses	68995.11	8.38%	100%
6	Yield/Scrap Losses	0	0.00%	100%

Tabel 4. 42 Hasil Perhitungan Kerugian Waktu Dari Setiap Faktor Pada Mesin *Dyeing* F

No	Losses	Time Loss Tiap Faktor (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Reduce Speed Losses	351861.92	34.64%	34.64%
2	Setup and Adjustment Losses	250882.39	24.70%	59.35%
3	Equipment and Failure Losses	172520.46	16.99%	76.33%
4	Idle and Minor Stoppage Losses	172520.46	16.99%	93.32%
5	Defect Losses	67867.07	6.68%	100%
6	Yield/Scrap Losses	0	0.00%	100%

Hasil tabel 4. 35, Tabel 4. 36, Tabel 4. 37, Tabel 4. 38, Tabel 4. 39, dan Tabel 4. 40 menunjukkan hasil dari total *time loss* dari *six big losses* yang mempengaruhi nilai OEE pada PT IGP. Internasional Sleman belum ada yang belum memenuhi standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Berdasarkan hasil tersebut *losses* yang paling dominan yang

terjadi pada mesin *dyeing* A yaitu *reduced speed loss* dengan total *time loss* sebesar 294007,57 menit atau mempengaruhi total *time loss* sebesar 33.09%. Kemudian *losses* yang paling dominan yang terjadi pada mesin *dyeing* B yaitu *reduced speed loss* dengan total *time loss* sebesar 299593,39 menit atau mempengaruhi total *time loss* sebesar 36,02%. Lalu untuk mesin *dyeing* C yaitu *reduce speed losses* sebesar 38,26% dengan total *time losses* sebesar 340596,50 menit. Pada mesin *dyeing* D *losses* yang paling dominan adalah *reduce speed losses* dengan total *time losses* sebesar 463949,48 menit atau mempengaruhi total *time loss* sebesar 41,22%. Kemudian mesin *dyeing* E *losses* tertinggi terjadi pada *reduce speed losses* dengan total *time loss* sebesar 315573,88 menit atau mempengaruhi total *time loss* sebesar 38,31%. Lalu pada mesin *dyeing* F *losses* terbesar terjadi pada *reduce speed losses* sebesar 34,64% dengan total *time loss* sebesar 351861,92 menit.

#### 4.6.13 Pengolahan Data *Risk Priority Number* (RPN) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA melibatkan tiga variabel utama diantaranya yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) yang digunakan untuk menilai tingkat keseriusan masalah dan menetapkan prioritas perbaikan yang diperlukan. Setelah menilai setiap variabel utama dalam FMEA, langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). Rumus RPN adalah perhitungan dengan mengkalikan rating *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D).

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D} \quad (4.21)$$

Contoh Perhitungan nilai RPN pada mode kegagalan karet roll press mengalami retak atau pecah:

$$\text{RPN} = 23 \times 30 \times 3 = 2070 \quad (4.22)$$

Oleh karena itu, dengan menggunakan rumus yang serupa hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap mode kegagalan pada periode Mei 2022 – April 2023 dapat dilihat pada Tabel 4. 41:

Tabel 4. 43 Hasil Pengolahan Metode FMEA

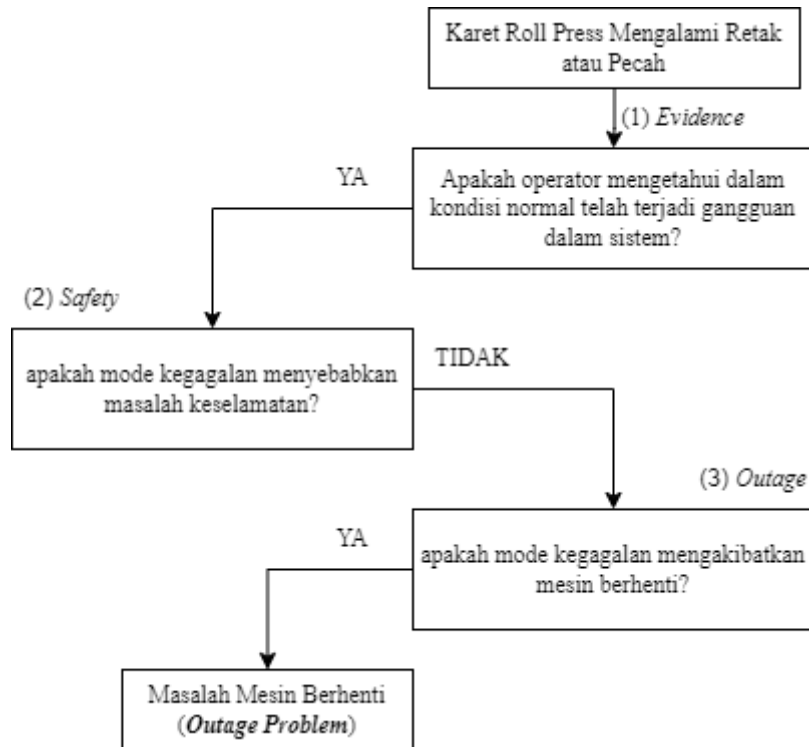
No	Failure Mode	Severity	Occurrence	Detection	RPN	Ranking
1	Karet Roll Press Mengalami Retak atau Pecah	23	30	3	2070	1
2	Silinder Mengalami Korosi	27	15	4	1620	2
3	As Output Bengkok	11	23	3	759	4
4	Korosi Pada Keran Tinta	9	7	3	189	7
5	Kerusakan Pada <i>Thermal Oil Heater</i>	9	6	15	810	3
6	Ketidaksiapan Karyawan Menghadapi Perubahan Jadwal	16	3	6	288	5
7	Pergantian Item atau Desain	8	11	3	264	6
8	Perawatan Masih Bersifat Reaktif	3	4	13	156	8

Dapat diketahui berdasarkan Tabel 4.41 terdapat 8 *failure mode* yang dapat merugikan mesin dyeing yang berdasarkan dampak (*severity*), frekuensi (*occurrence*), dan deteksi (*detection*) sehingga didapatkan nilai prioritas resiko (RPN) dengan nilai RPN tertinggi yaitu pada *failure mode* karet roll press mengalami retak atau pecah yaitu sebesar 2070.

#### 4.6.14 Hasil Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode*. Adapun *flowchart* dari setiap *failure mode* yang ada pada mesin dyeing beserta keterangan serta pengkategorianya.

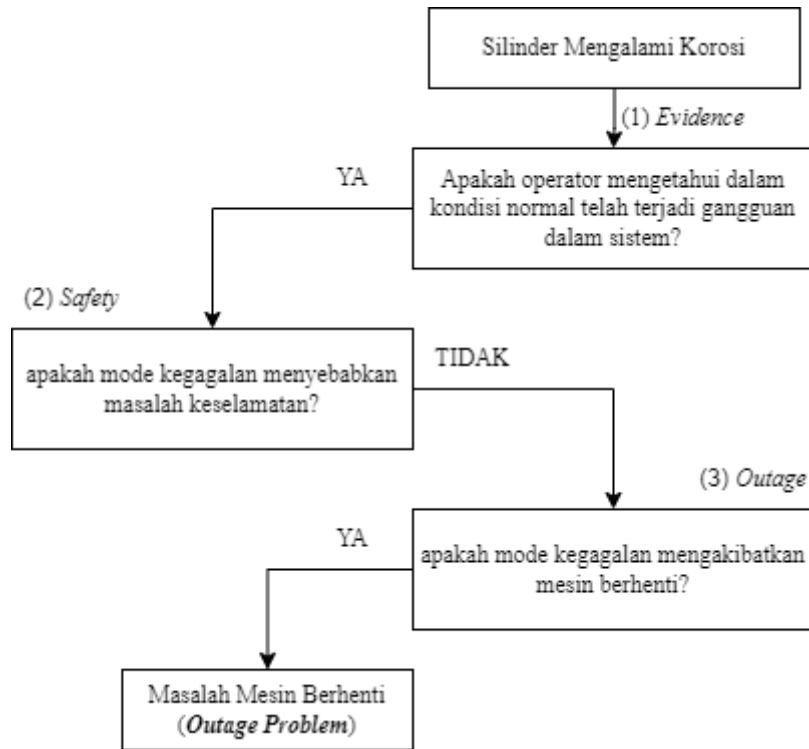
##### 1. *Flowchart Failure Mode* Karet Roll Press Mengalami Retak atau Pecah



Gambar 4. 3 LTA *Failure Mode* Karet Roll Press Mengalami Retak atau Pecah

Berdasarkan *flowchart failure mode* “Karet Roll Press Mengalami retak atau Pecah” dari mesin *dyeing* pada Gambar 4. 3 maka *failure mode* ini masuk ke dalam kategori B yaitu *outage problem*.

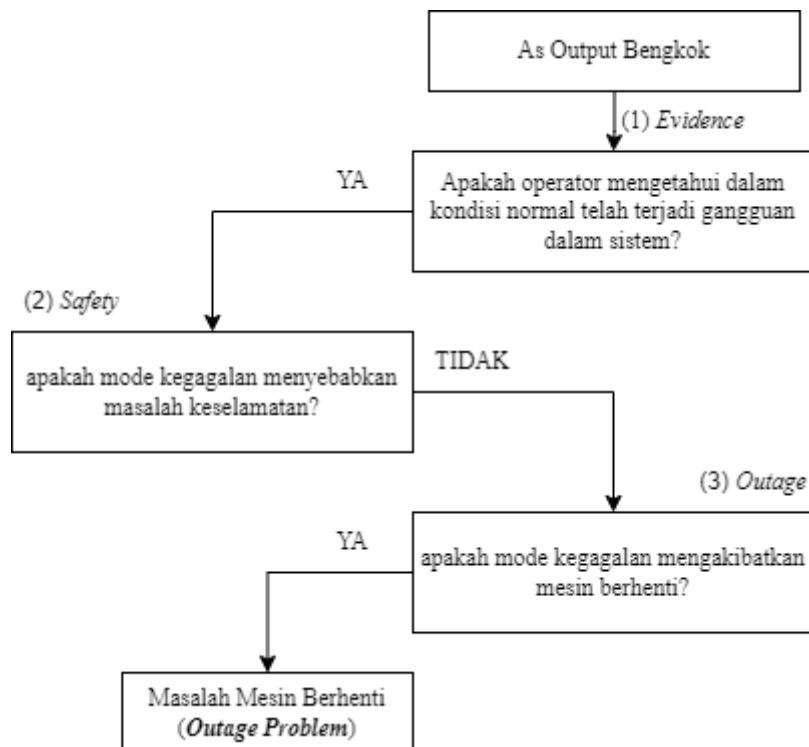
## 2. *Flowchart Failure Mode* Silinder Mengalami Korosi



Gambar 4. 4 LTA *Failure Mode* Silinder Mengalami Korosi

Berdasarkan *flowchart failure mode* “Silinder Mengalami Korosi” dari mesin *dyeing* pada Gambar 4. 4 maka *failure mode* ini masuk ke dalam kategori B yaitu *outage problem*.

### 3. *Flowchart Failure Mode* As Output bengkok

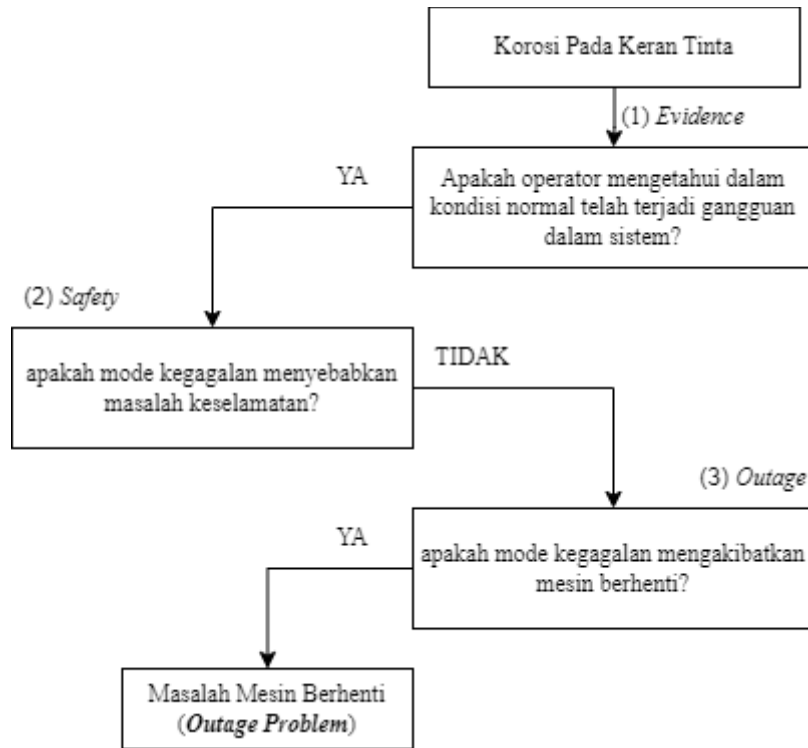


Gambar 4. 5 LTA *Failure Mode* As Output Bengkok



Berdasarkan *flowchart failure mode* “As Output bengkok” dari mesin *dyeing* pada Gambar 4. 5 maka *failure mode* ini masuk ke dalam kategori B yaitu *outage problem*.

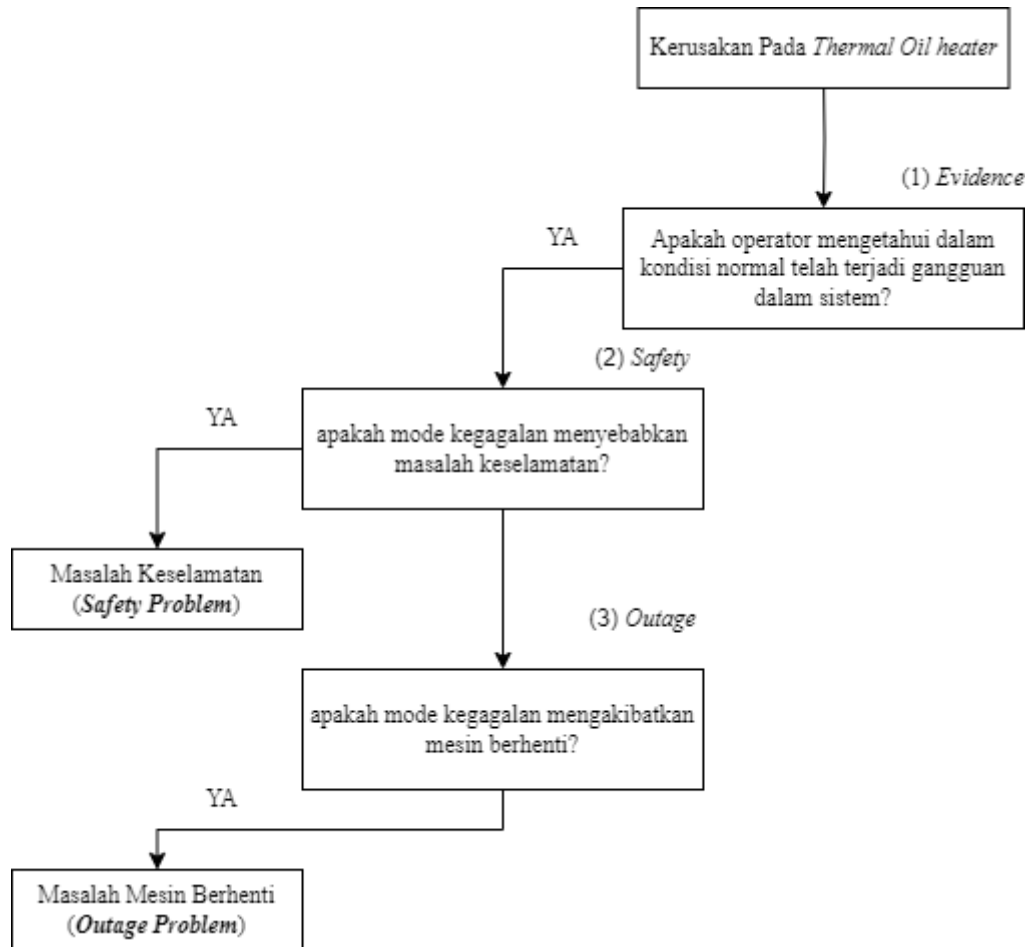
#### 4. *Flowchart Failure Mode* Korosi Pada keran Tinta



Gambar 4. 6 LTA *Failure Mode* Korosi Pada Keran Tinta

Berdasarkan *flowchart failure mode* “Korosi Pada Keran Tinta” dari mesin *dyeing* pada Gambar 4. 6 maka *failure mode* ini masuk ke dalam kategori B yaitu *outage problem*.

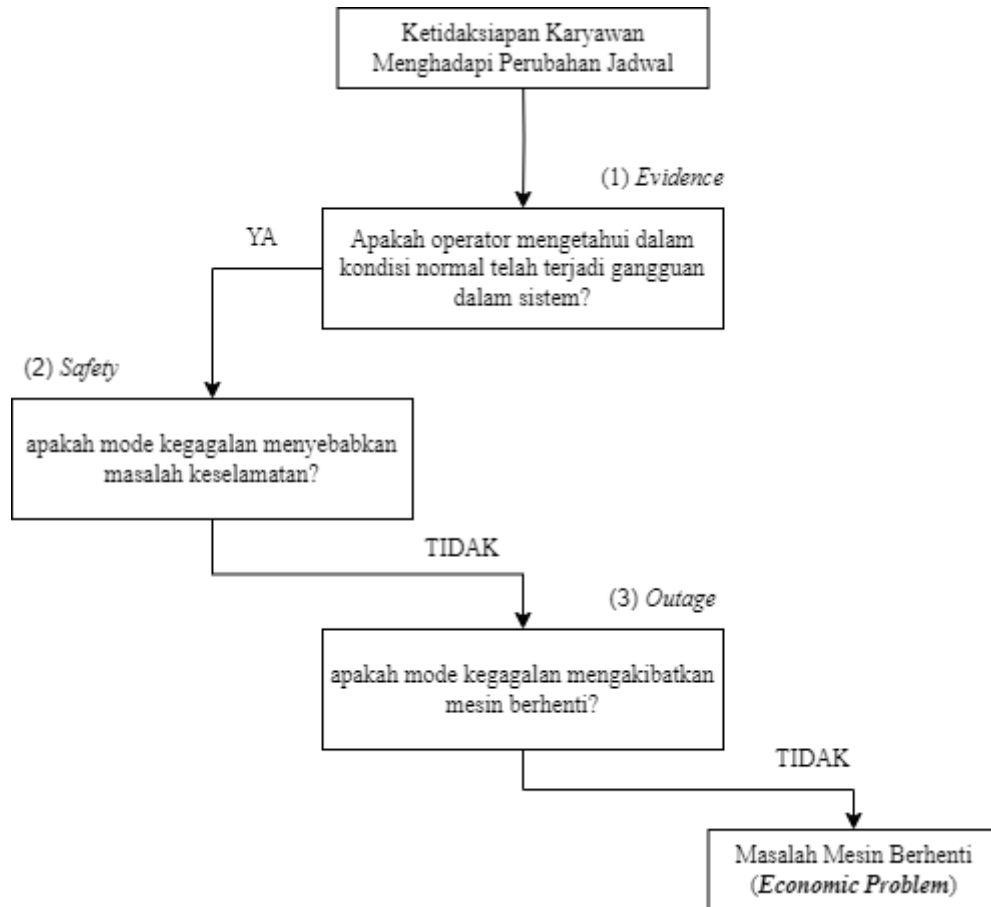
#### 5. *Flowchart Failure Mode* Kerusakan Pada *Thermal Oil Heater*



Gambar 4. 7 LTA Failure Mode Kerusakan Pada Thermal Oil Heater

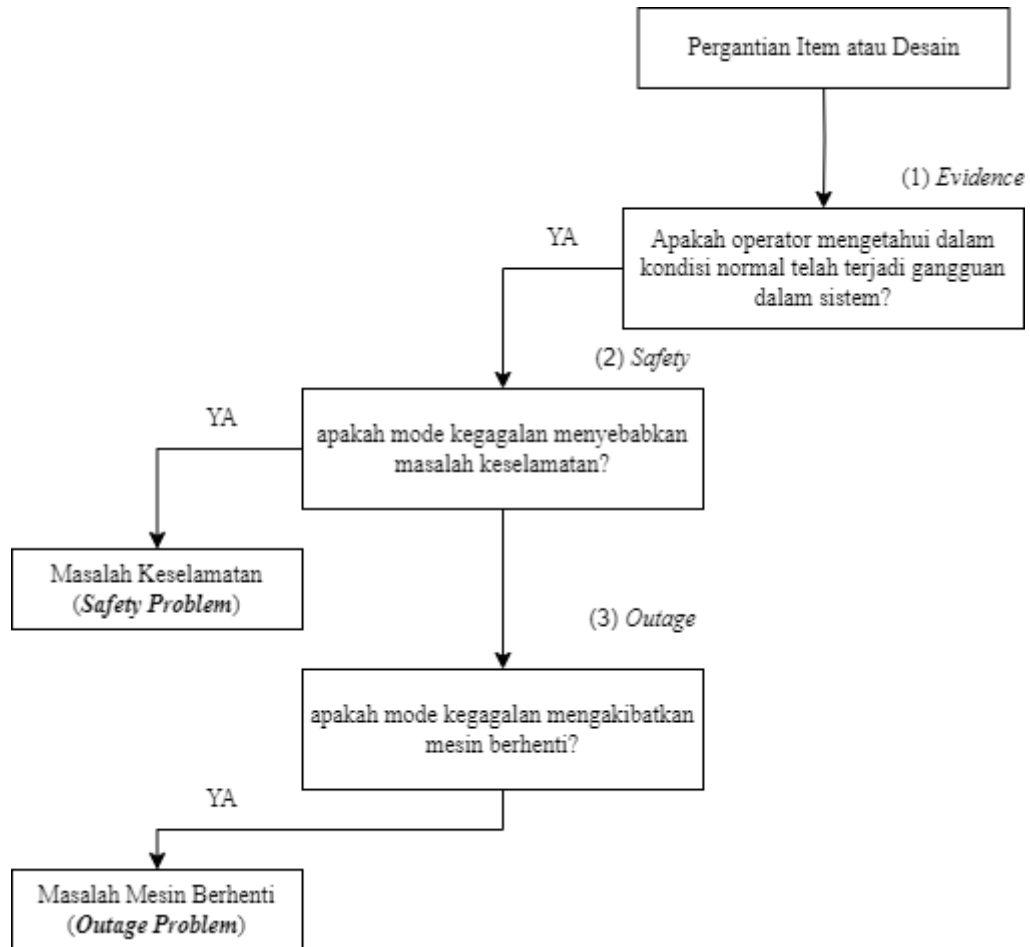
Berdasarkan *flowchart failure mode* “Kerusakan Pada Thermal Oil Heater” dari mesin *dyeing* pada Gambar 4. 7 maka *failure mode* ini masuk ke dalam 2 kategori yaitu kategori A (*safety problem*) dan Kategori B (*outage Problem*).

#### 6. Flowchart Failure Mode Ketidaksiapan Karyawan Menghadapi Perubahan Jadwal



Gambar 4. 8 LTA *Failure Mode* Ketidaksiapan Karyawan Menghadapi Perubahan Jadwal Berdasarkan *flowchart failure mode* “Perubahan Mendadak Dalam Jadwal produksi” dari mesin *dyeing* pada Gambar 4. 8 maka *failure mode* ini masuk ke dalam kategori C yaitu *economic problem*.

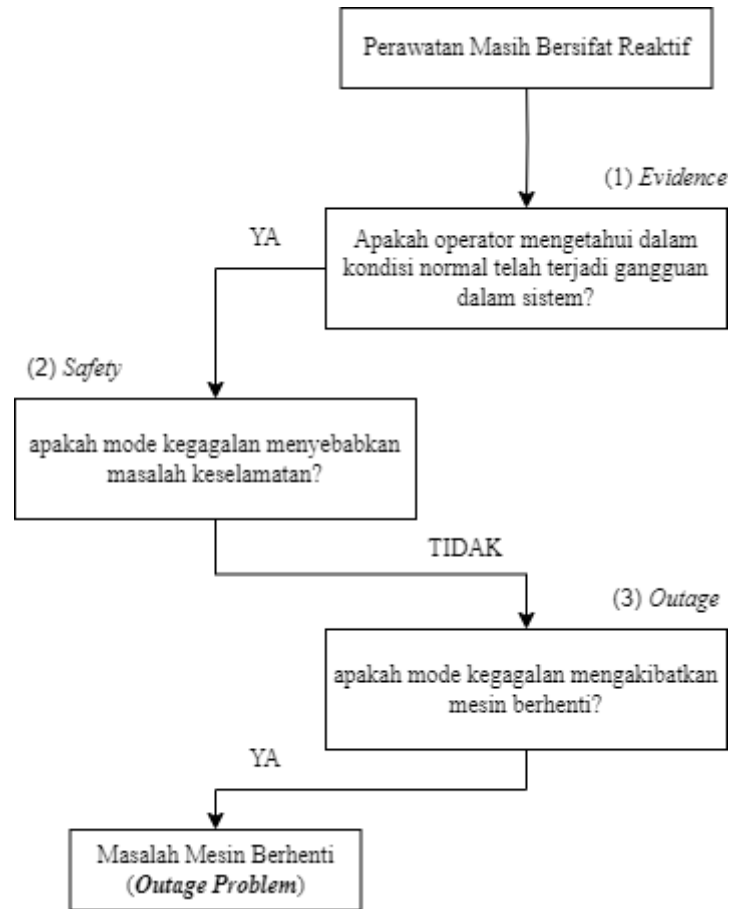
#### 7. *Flowchart Failure Mode* Pergantian Item atau Desain



Gambar 4. 9 LTA *Failure Mode* Pergantian Item atau Desain

Berdasarkan *flowchart failure mode* “Pergantian Item atau Desain” dari mesin *dyeing* pada Gambar 4. 9 maka *failure mode* ini masuk ke dalam 2 kategori yaitu kategori A (*safety problem*) dan Kategori B (*outage Problem*).

#### 8. *Flowchart Failure Mode* Perawatan Masih Bersifat Reaktif



Gambar 4. 10 LTA *Failure Mode* Perawatan Masih Bersifat Reaktif

Berdasarkan *flowchart failure mode* “Perawatan Masih Bersifat Reaktif” dari mesin *dyeing* pada Gambar 4. 8 maka *failure mode* ini masuk ke dalam kategori B yaitu *outage problem*.

#### 4.6.15 Hasil Analisis *Logic Tree Analysis* (LTA)

Melalui analisis terhadap mode kegagalan sebelumnya, maka diperoleh kategori dari masing-masing *failure mode* yang dapat dilihat pada tabel

Tabel 4. 44 Hasil Analisis Menggunakan *Logic Tree Analysis*

<i>Failure Mode</i>	<i>Evidence</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	Kategori	Keterangan
Karet Roll Press Mengalami retak atau pecah	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>
Silinder Mengalami Korosi	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>
As Output Bengkok	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>
Korosi Pada Keran Tinta	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>
Kerusakan Pada <i>Thermal Oil Heater</i>	Ya	Ya	Ya	A/B	<i>Safety Problem / Outage Problem</i>

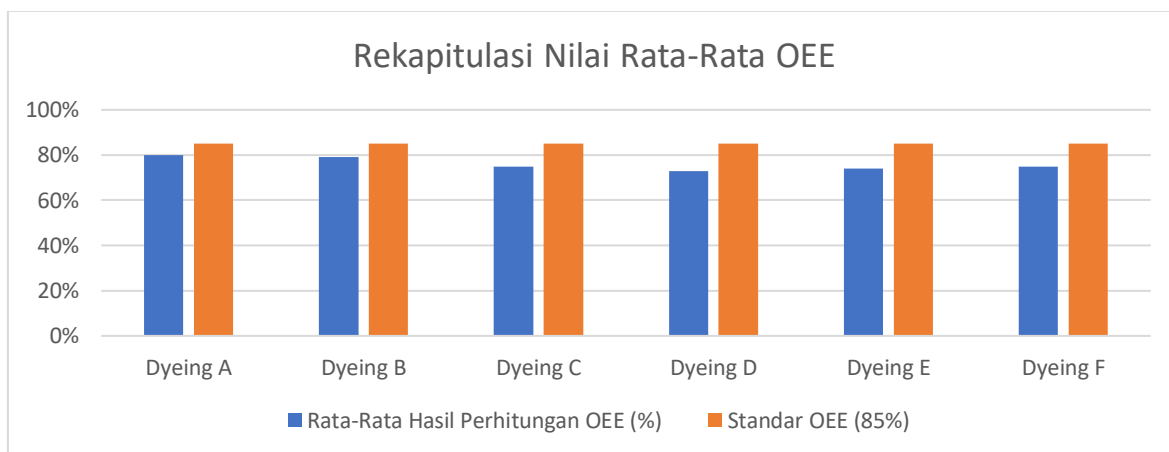
<i>Failure Mode</i>	<i>Evidence</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<b>Kategori</b>	<b>Keterangan</b>
Ketidaksiapan Karyawan Menghadapi Perubahan Jadwal	Ya	Tidak	Tidak	C	<i>Economic Problem</i>
Pergantian Item atau Desain	Ya	Ya	Ya	A/B	<i>Safety Problem / Outage Problem</i>
Perawatan Masih Bersifat Reaktif	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>

Berdasarkan hasil analisis *Logic Tree Analysis* pada tabel 4.42 didapatkan bahwa *failure mode* karet roll press mengalami retak atau pecah, silinder mengalami korosi, as output bengkok, korosi pada keran tinta, dan perawatan masih bersifat reaktif termasuk ke dalam kategori B yaitu *outage problem*. Kemudian *failure mode* kerusakan pada *thermal oil heater* dan pergantian item atau desain masuk ke dalam kategori A/B yaitu *safety problem* dan *outage problem*. Lalu *failure mode* perubahan mendadak dalam jadwal produksi masuk ke dalam kategori C yaitu *economic problem*.

## BAB V PEMBAHASAN

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

Menurut Suwarno (2021) *Overall Equipment Effectiveness* merupakan metode pengukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana efisiensi dan efektivitas operasi suatu mesin saat beroperasi. Susdiyanto (2022) mengatakan tiga nilai yang memengaruhi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah tingkat ketersediaan, tingkat kinerja, dan tingkat kualitas. Jika salah satu dari faktor ini memiliki nilai yang rendah, akan berdampak pada hasil perhitungan OEE secara keseluruhan. Adapun hasil rekapitulasi nilai dari rata-rata perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *dyeing* A, mesin *dyeing* B, mesin *dyeing* C, mesin *dyeing* D, mesin *dyeing* E, mesin *dyeing* F pada gambar 5. 1:



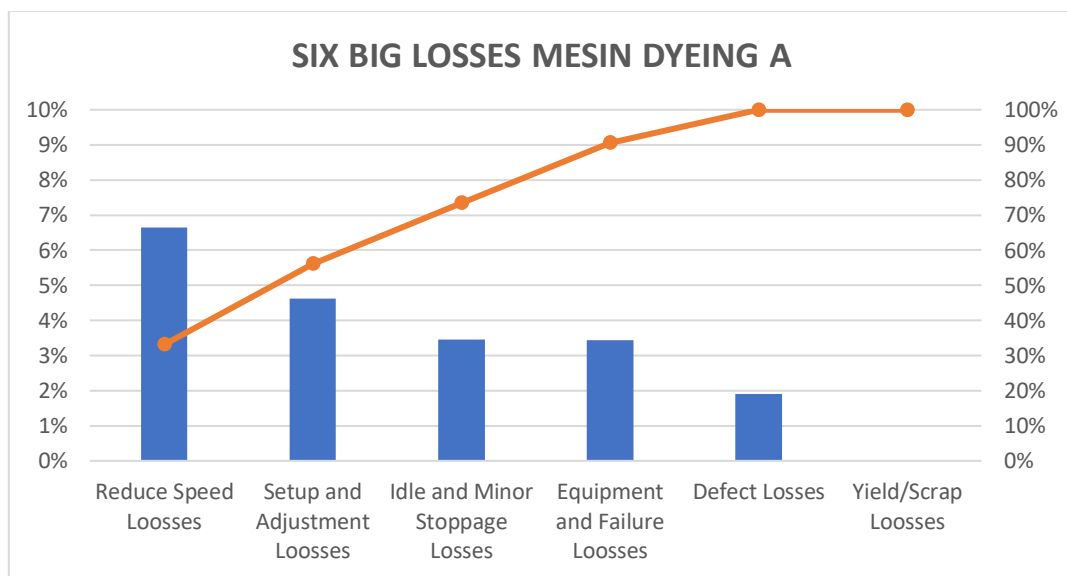
Gambar 5. 1 Grafik Nilai Rata-Rata OEE

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) periode April 2022 hingga Mei 2023 dari 6 mesin *dyeing* yaitu mesin *dyeing* A dengan nilai sebesar 80%, mesin *dyeing* B sebesar 79%, mesin *dyeing* C sebesar 75%, mesin *dyeing* D sebesar 73%, mesin *dyeing* E sebesar 74%, mesin *dyeing* F sebesar 75%. Hasil ini menandakan bahwa semua mesin *dyeing* belum memenuhi standar *world class* yaitu sebesar 85%. Hal ini disebabkan mesin masih mengalami kerusakan yang mengakibatkan mesin *dyeing* A tidak memiliki ketersediaan waktu untuk melakukan proses produksi. Kinerja mesin *dyeing* yang tidak berjalan pada kecepatan yang optimal serta hasil pewarnaan yang kurang merata juga menyebabkan nilai OEE menjadi rendah yang mengakibatkan nilai OEE keseluruhan untuk mesin *dyeing* A belum mencapai standar tersebut dengan nilai rata-rata

sebesar 80%. Oleh karena itu, diperlukan usaha perbaikan dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya nilai OEE melalui konsep *six big losses*.

## 5.2 Analisis *Six big losses*

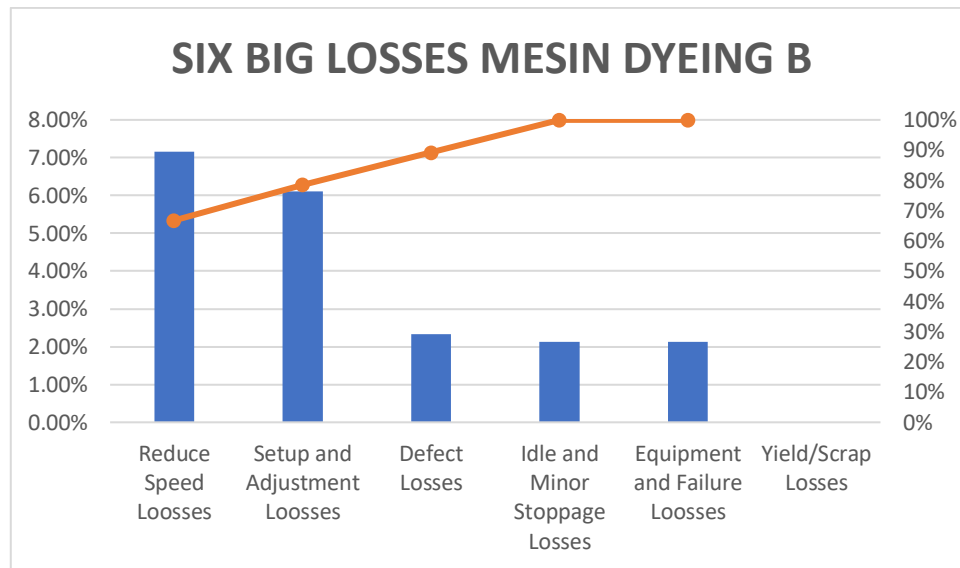
Dalam analisis *Six big losses*, telah diidentifikasi nilai-nilai yang menyebabkan kerugian yang mempengaruhi penurunan nilai OEE pada mesin *dyeing*. Kerugian pada mesin *dyeing* meliputi 6 *losses* yaitu, *equipment failure losses*, *set up and adjustment losses*, *idling and minor stoppage losses*, *reduce speed losses*, *defect losses*, *yield/scrap losses*. Adapun hasil perhitungan *six big losses* menggunakan diagram pareto:



Gambar 5. 2 Diagram Pareto *Six Big Losses* Mesin *Dyeing* A

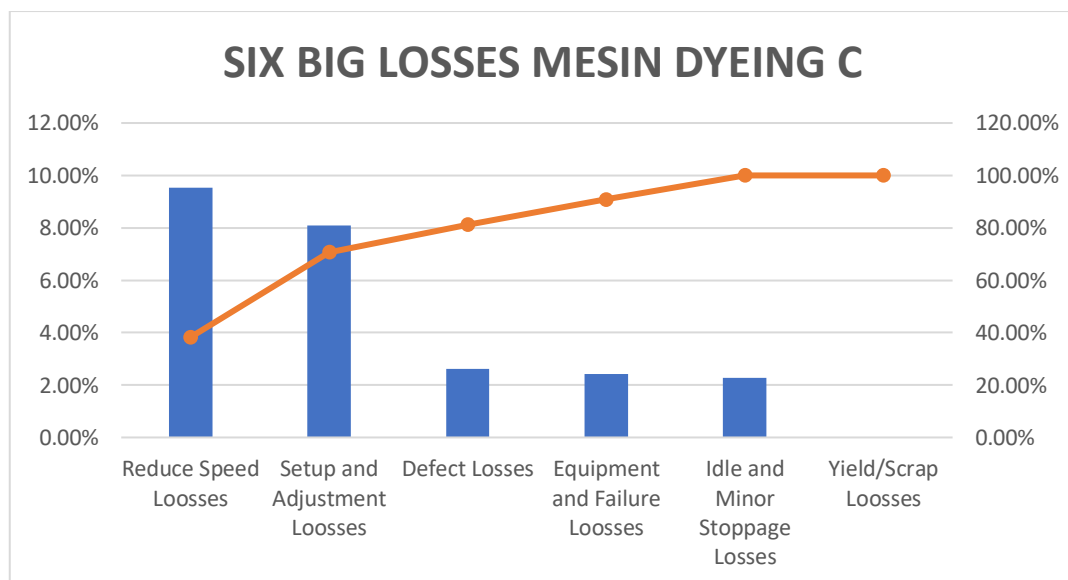
Pada grafik di atas menggambarkan *losses* yang menjadi faktor utama yang memiliki dampak terbesar terhadap rendahnya nilai OEE pada mesin *dyeing* A. Dengan menerapkan prinsip Pareto 80/20, dijelaskan bahwa 20% dari pekerjaan secara konsisten memiliki dampak pada 80% dari hasil yang dicapai (Rohani & Suhartini, 2021). Hal ini menandakan bahwa nilai kerugian (*losses*) yang berada di bawah 80% yaitu *reduce speed losses*, *set up and adjustment losses*, dan *idling and minor stoppage losses* dengan total persentase kumulatif sebesar 73,40% menjadi faktor utama yang menyebabkan penurunan efektivitas kinerja mesin *dyeing* A.





Gambar 5. 3 Diagram Pareto *Six Big Losses* Mesin *Dyeing B*

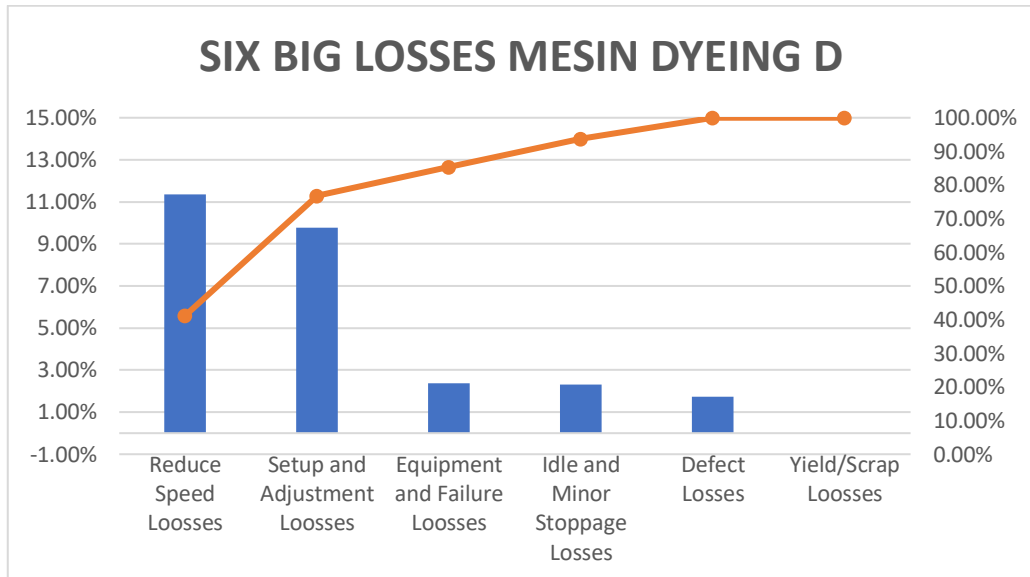
Pada grafik di atas menggambarkan bahwa *reduce speed losses*, *set up and adjustment losses*, dan *defect losses* merupakan faktor utama yang memiliki dampak terbesar terhadap rendahnya nilai OEE pada mesin *dyeing B* dengan total persentase kumulatif sebesar 78,51%. Dalam diagram Pareto, batang *reduce speed losses* menonjol dengan tinggi yang jauh lebih signifikan daripada yang lain. Hal ini mengindikasikan besarnya dampaknya terhadap total kerugian pada mesin *dyeing B*.



Gambar 5. 4 Diagram Pareto *Six Big Losses* Mesin *Dyeing C*

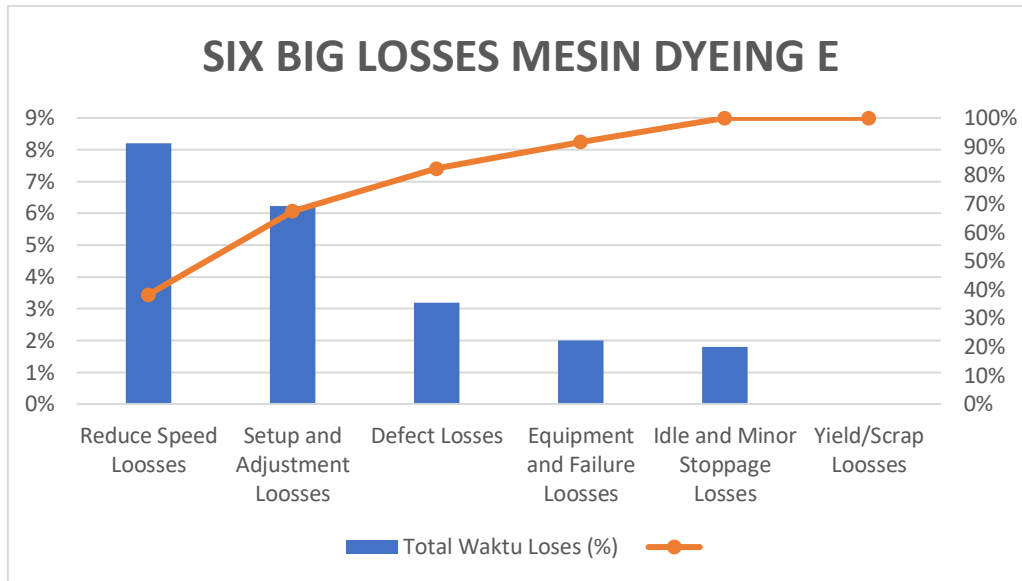
Grafik di atas memperlihatkan bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap rendahnya nilai OEE pada mesin *dyeing C* adalah *redcue speed losses* dan *set up and adjustment losses*

dengan total persentase kumulatif sebesar 70,69%. Prinsip Pareto 80/20 mengungkapkan bahwa 20% dari pekerjaan memiliki dampak besar pada 80% hasil yang dicapai. Hal ini mengimplikasikan bahwa faktor yang menyebabkan kerugian (*losses*) di bawah 80% menjadi penyebab utama dari penurunan efektivitas kinerja mesin *dyeing* C.



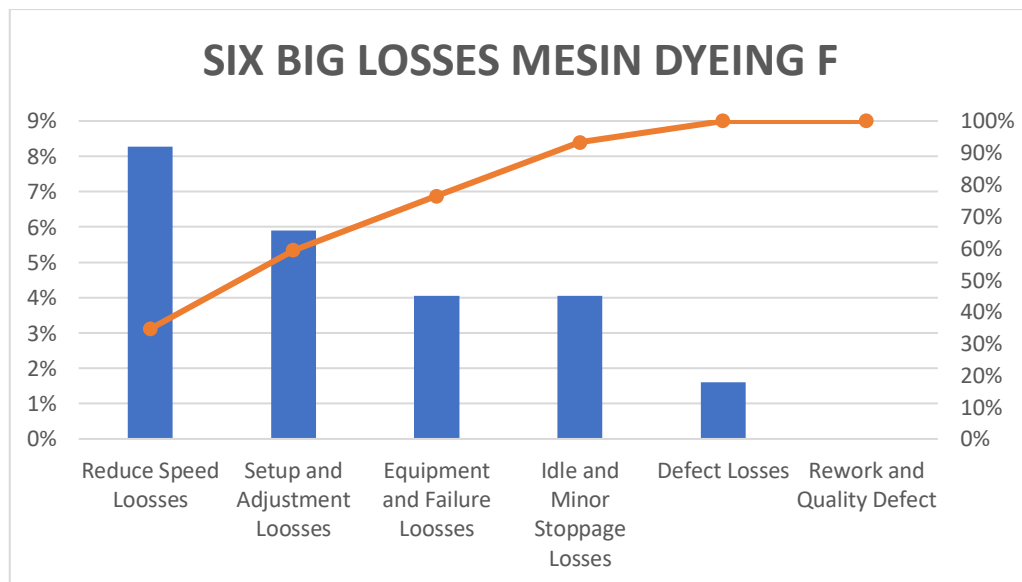
Gambar 5. 5 Diagram Pareto *Six Big Losses* Mesin *Dyeing* D

Pada grafik diagram pareto *six big losses* mesin *dyeing* D, batang diagram pertama merujuk pada *reduce speed losses* dan *set up and adjustment losses* dengan total persentase kumulatif sebesar 76,76% yang mewakili faktor dengan kontribusi terbesar terhadap kerugian efisiensi dan produktivitas pada mesin *dyeing* D. Ini adalah waktu yang hilang karena proses pengaturan ulang atau penyesuaian mesin. Dalam diagram Pareto, batang ini jauh lebih tinggi daripada yang lain, menunjukkan betapa besar pengaruhnya terhadap kerugian keseluruhan.



Gambar 5. 6 Diagram Pareto *Six Big Losses* Mesin *Dyeing E*

Pada diagram di atas, dapat dilihat bahwa *reduce speed losses* dan *set up and adjustment losses* muncul sebagai faktor utama yang berkontribusi terhadap rendahnya nilai OEE pada mesin *dyeing E* dengan persentase kumulatif sebesar 67,41%. Konsep Pareto yang dikenal sebagai prinsip 80/20 menyatakan bahwa sekitar 20% dari penyebab akan menyebabkan 80% dari dampak yang dihasilkan. Dapat disimpulkan bahwa sekitar 20% jenis kerugian yang dialami mesin *dyeing E* memiliki dampak signifikan pada 80% penurunan nilai OEE.



Gambar 5. 7 Diagram Pareto *Six Big Losses* Mesin *Dyeing F*

Pada diagram pareto diatas tergambar bahwa faktor yang paling signifikan dalam menentukan rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *dyeing F*

adalah *reduce speed losses*, *set up and adjustment losses*, dan *equipment and failure losses* dengan persentase kumulatif sebesar 76,33%. Hasil analisis ini sejalan dengan konsep prinsip Pareto atau hukum 80/20, yang mengindikasikan bahwa sebagian kecil dari penyebab akan menghasilkan dampak besar pada hasil yang dicapai. Dalam konteks ini, sekitar 20% jenis kerugian yang diperhitungkan dalam *Six big losses* telah teridentifikasi memiliki kontribusi yang dominan pada penurunan OEE sebanyak 80%.

Hasil dari keenam diagram pareto *six big losses* mesin *dyeing* menunjukkan *losses* yang paling dominan terjadi pada *reduce speed losses* dan *set up and adjustment losses*. Pentingnya *reduce speed losses* dan *set up and adjustment losses* sebagai faktor dominan dalam mempengaruhi kinerja mesin *dyeing* menjadi sangat signifikan. *Reduce speed losses* mengindikasikan adanya pengurangan kecepatan produksi yang berdampak pada efisiensi operasional, sedangkan *set up and adjustment losses* menunjukkan adanya waktu yang hilang karena proses pengaturan ulang atau penyesuaian mesin. Adopsi prinsip pareto memungkinkan untuk mengidentifikasi penyebab utama kerugian dengan 80% hasil yang dicapai juga menunjukkan signifikansi intrinsik dari *reduce speed losses* dan *set up and adjustment losses* terhadap kinerja mesin *dyeing*. Konsekuensinya, penekanan pada mengurangi kerugian ini dapat memberikan pengaruh lebih besar terhadap peningkatan OEE dibandingkan faktor-faktor lainnya.

### 5.3 Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Berdasarkan hasil analisis mode kegagalan menggunakan metode analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan pemberian bobot berdasarkan tingkat *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* maka terdapat 8 *failure mode* yang terjadi pada mesin *dyeing*. Hasil pengolahan FMEA beserta nilai RPN ditampilkan pada Tabel 5. 1:

Tabel 5. 1 Analisis Hasil *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

No	<i>Failure Mode</i>	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>	RPN	Ranking
1	Karet Roll Press Mengalami Retak atau Pecah	23	30	3	2070	1
2	Silinder Mengalami Korosi	27	15	4	1620	2
3	Kerusakan Pada <i>Thermal Oil Heater</i>	9	6	15	810	3
4	As Output Bengkok	11	23	3	759	4
5	Ketidaksiapan Karyawan Menghadapi Perubahan Jadwal	16	3	6	288	5

No	Failure Mode	Severity	Occurrence	Detection	RPN	Ranking
6	Pergantian Item atau Desain	8	11	3	264	6
7	korosi Pada Keran Tinta	9	7	3	189	7
8	Perawatan Masih Bersifat Reaktif	3	4	13	156	8

Karet roll press mengalami retak atau pecah memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, dengan nilai sebesar 2070. Penyebab dari hal tersebut disebabkan karena usia pakai dan kualitas karet kurang baik, sehingga mengakibatkan tekanan yang tidak merata pada kertas hingga menimbulkan pewarnaan yang tidak merata disepanjang lebar kertas atau bagian-bagian tertentu.

Selanjutnya *failure mode* silinder mengalami korosi menempati urutan kedua dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 1620. Penyebab dari hal tersebut adalah terjadi benturan dengan as output dan kualitas krom kurang baik yang mengakibatkan hasil pewarnaan *tissue paper* tidak merata atau terjadi bitnik-bintik pada produk yang dihasilkan.

Sedangkan *failure mode* urutan ketiga adalah kerusakan pada *thermal oil heater* yang disebabkan panas yang *overload* yang dapat memicu terjadinya resiko kebakaran atau konsleting pada *thermo oil heater*. Hasil RPN pada mode kegagalan ini mendaoatkan nilai sebesar 810.

Kemudian urutan keempat yaitu as output bengkok memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 759. Penyebab dari mode kegagalan tersebut adalah kerusakan pada *pneumatic pressure* yang disebabkan oleh kebocoran tabung *pneumatic* mengakibatkan beberapa bagian *tissue paper* menerima tekanan lebih besar, sementara yang lain menerima tekanan yang lebih rendah menghasilkan distribusi pewarnaan yang tidak merata pada *tissue paper*.

Lalu *failure mode* urutan kelima adalah ketidaksiapan karyawan menghadapi perubahan jadwal. *Failure mode* ini memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 288. Penyebab dari hal tersebut disebabkan karyawan sedang sepenuhnya terfokus pada pekerjaan yang tengah mereka lakukan sehingga mereka tidak memiliki fleksibilitas untuk merespon perubahan jadwal dengan cepat mengakibatkan naiknya *downtime* pada proses pergantian item efek dari perubahan jadwal menyebabkan operator tidak memiliki waktu yang cukup untuk melakukan setup.

Selanjutnya urutan keenam yaitu pergantian item atau desain memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 264. Penyebab dari hal ini disebabkan oleh produk yang beragam yang mengakibatkan penyesuaian jenis dan kerapatan warna yang berbeda setiap kali ganti desain yang memicu terjadinya *downtime*.

Selanjutnya urutan ketujuh yaitu korosi pada keran tinta memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 189. Penyebab dari hal ini adalah reaksi kimia pada sirkulasi tinta dan panas yang menguap mengakibatkan terjadinya korosi dan proses distribusi warna menjadi terganggu.

Selanjutnya urutan terakhir yaitu perawatan masih bersifat reaktif memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 156. Penyebab terjadinya *failure mode* ini adalah perawatan yang berjalan kurang baik dan sikap operator masi tidak acuh mengakibatkan keterlambatan operator dalam merespon masalah mesin.

#### 5.4 Analisis *Failure Mode* dengan *Logic Tree Analysis* (LTA)

Pada Tabel 5. 2 didapatkan hasil analisis *logic tree analysis* kategori dari setiap *failure mode* yang ada pada mesin *dyeing*.

Tabel 5. 2 Kategori *Failure Mode* Berdasarkan *Logic Tree Analysis*

<i>Failure Mode</i>	<i>Evidence</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	Kategori	Keterangan
Karet Roll Press Mengalami retak atau pecah	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>
Silinder Mengalami Korosi	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>
As Output Bengkok	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>
Korosi Pada Keran Tinta	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>
Kerusakan Pada <i>Thermal Oil Heater</i>	Ya	Ya	Ya	A/B	<i>Safety Problem / Outage Problem</i>
Ketidaksiapan Karyawan Menghadapi Perubahan Jadwal	Ya	Tidak	Tidak	C	<i>Economic Problem</i>
Pergantian Item atau Desain	Ya	Ya	Ya	A/B	<i>Safety Problem / Outage Problem</i>
Perawatan Masih Bersifat Reaktif	Ya	Tidak	Ya	B	<i>Outage Problem</i>

*Failure mode* yang termasuk kategori A adalah *safety problem*. Ketika mesin *dyeing* berfungsi seperti biasa, operator dapat mendeteksi kerusakan yang menyebabkan mesin berhenti beroperasi. Kerusakan dalam kategori ini memiliki potensi untuk membahayakan keselamatan operator dan lingkungan kerja. *Failure Mode* yang termasuk ke dalam kategori ini adalah kerusakan pada *thermal oil heater* dan pergantian item atau desain yang termasuk

dalam kategori A/B yaitu *safety problem / outage problem*. Selain operator mengetahui kerusakan yang terjadi pada mesin, kerusakan dalam kategori ini juga dapat mengancam keselamatan operator dan lingkungan kerja.

*Failure mode* yang termasuk kategori B adalah *outage problem*. Ketika mesin *dyeing* berfungsi dengan normal, operator menyadari jika ada kerusakan pada mesin yang menyebabkan mesin berhenti beroperasi yang mengganggu kelancaran proses produksi. *Failure mode* yang termasuk ke dalam kategori ini adalah karet roll press mengalami retak atau pecah, silinder mengalami korosi, as output bengkok, korosi pada keran tinta, dan perawatan masih bersifat reaktif.

*Failure mode* yang termasuk kategori C adalah *economic problem*. Ketika produksi berjalan dengan normal, operator dapat mengetahui gangguan pada sistem. *Failure mode* yang termasuk ke dalam kategori ini adalah ketidaksiapan karyawan menghadapi perubahan jadwal.

## **5.5 Perancangan *Total productive Maintenance* Mesin *Dyeing* Menggunakan Siklus PDCA**

Hasil dari analisis *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Logic Tree Analysis* di atas telah mengidentifikasi permasalahan yang ada pada mesin *dyeing*. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan beberapa langkah untuk mengurangi permasalahan ini, dengan penerapan Implementasi *Total Productive Maintenance* menggunakan siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) seperti yang dijelaskan di bawah ini.

### **5.5.1 Tahap Perencanaan (*Plan*)**

#### **1. Identifikasi Masalah**

Langkah pertama yang diambil adalah menetapkan masalah dan tujuan. Pada tahap ini, identifikasi masalah yang terjadi serta dampak yang diakibatkannya. Setelah itu, tetapkan tujuan yang jelas untuk menilai sejauh mana masalah ini dapat diatasi. Masalah yang ditetapkan adalah rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* yang menimbulkan efek antara lain:

- Target Produksi tidak tercapai
- Downtime masih terjadi

#### **2. Identifikasi Penyebab**

Langkah berikutnya adalah melakukan identifikasi penyebab dengan mengamati langsung di lapangan. Pada perusahaan PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta didapatkan penyebab permasalahan antara lain:

- Komponen mesin sering mengalami kerusakan
- Standar kecepatan mesin berubah
- Operator masih bersifat reaktif dan kurang mendapatkan *training*
- Manajemen perawatan kurang maksimal
- Perusahaan belum menerapkan *Total Productive Maintenance*

### 3. Rancangan Solusi

Setelah penyebab diketahui, menentukan rancangan solusi yang tepat guna mengatasi masalah yang disebabkan oleh faktor-faktor tersebut. Rancangan solusi yang akan dilaksanakan mencakup beberapa hal, di antaranya adalah:

- Pengumuman Implementasi *Total Productive Maintenance* Kepada Semua Anggota Organisasi

Pemahaman yang benar, dedikasi, dan keterlibatan *Top Management* yang dinamis merupakan poin yang sangat penting. Menurut Saxena (2022) *Top Management* harus memiliki program pelatihan dengan melakukan pengumuman kepada seluruh anggota perusahaan dan dapat dipublikasikan melalui papan pengumuman perusahaan atau grup chat media sosial perusahaan.

- Merancang Struktur organisasi TPM dan melibatkan Anggota Organisasi

Menurut Engelsberger et al., (2023) organisasi TPM merupakan penerapan yang memiliki budaya peningkatan berkelanjutan serta melibatkan semua karyawan dalam aktivitas pemeliharaan yang merujuk kepada proses yang melibatkan anggota tim dalam proses pemeliharaan di organisasi TPM yang mencakup pelatihan anggota tim mengenai aktivitas pemeliharaan. Selain itu, Engelsberger et al., (2023) juga mengatakan melibatkan anggota tim juga dapat merujuk pada membangun kepercayaan dan koneksi di dalam tim. Secara keseluruhan, di dalam organisasi TPM memiliki arah untuk melibatkan anggota tim dalam aktivitas pemeliharaan, mempunyai semangat dan energi yang tinggi, membangun hubungan yang kuat, serta komitmen manajemen di dalam tim yang dapat membantu meningkatkan produktivitas peralatan dan kinerja keseluruhan organisasi.

- Pelatihan Teoritis Tentang TPM Kepada Anggota Perusahaan



Pelatihan teoritis merupakan bagian penting untuk memahami konsep dan prinsip-prinsip dasar TPM, termasuk pemeliharaan preventif, perawatan mandiri oleh operator, perbaikan proaktif, dan penghapusan kegagalan. Pelatihan teoritis ini juga membantu anggota perusahaan untuk mengadopsi sikap proaktif terhadap perawatan dan meningkatkan efisiensi operasional untuk mencapai tujuan TPM, yaitu *Zero Defects*, *Zero Breakdowns*, dan *Zero Accidents*. Beberapa contoh materi yang termasuk dalam pelatihan teoritis tentang *Total Productive Maintenance* (Majid et al., 2022):

1. Pengenalan TPM: Penjelasan tentang apa itu *Total Productive Maintenance*, sejarahnya, dan bagaimana filosofi ini dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam sebuah organisasi.
2. Pemeliharaan Preventif: Pelatihan tentang pentingnya pemeliharaan preventif dan bagaimana merencanakan serta melaksanakan jadwal pemeliharaan yang tepat untuk menghindari kegagalan mesin atau peralatan.
3. Perawatan Mandiri oleh Operator: Penyampaian tentang pentingnya partisipasi operator dalam merawat dan memelihara peralatan mereka secara mandiri untuk mencegah kerusakan dan kegagalan.
4. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*): Pengenalan tentang konsep OEE dan bagaimana mengukur efisiensi dan efektivitas mesin produksi.
5. 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*): Penjelasan tentang pendekatan 5S untuk mengatur tempat kerja, menghilangkan pemborosan, dan meningkatkan efisiensi.
6. Penggunaan Alat TPM: Pelatihan tentang alat-alat dan metode TPM seperti *Autonomous maintenance*, *Planned Maintenance*, *Early Management*, dan *Focused Improvement*.
7. Pengurangan *Downtime*: Strategi untuk mengurangi waktu henti dan kegagalan peralatan dengan memperbaiki masalah sebelum mencapai titik kegagalan.
8. Penanganan Masalah Secara Proaktif: Pelatihan untuk meningkatkan keterampilan tim dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah produksi secara proaktif sebelum berdampak besar.
9. Manajemen Perubahan: Penjelasan tentang bagaimana mengelola perubahan dalam organisasi untuk mengadopsi TPM dan mendapatkan dukungan dari seluruh tim.
10. Keselamatan Kerja: Menyampaikan pentingnya keselamatan kerja dan bagaimana TPM berkontribusi pada menciptakan lingkungan kerja yang aman.

### 5.5.2 Tahap Pelaksanaan (*Do*)

#### 1. Implementasi Solusi

Pada langkah ini, semua solusi dieksekusi dan dilakukan analisis dengan mencatat apakah muncul masalah lain selama pelaksanaan solusi tersebut.

##### a. Pemulihan Peralatan ke kondisi kerja yang optimal.

Saxena, (2020) mengatakan, *Autonomous Maintenance* dan sistem 5-S adalah kunci dalam TPM. Pertama, anggota tim TPM harus memahami untuk terus-menerus menjaga peralatan dalam kondisi normal dengan menerapkan sistem 5-S: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu*, dan *Shitsuke*. Hal ini melibatkan:

- Mengambil foto lingkungan dan kondisi peralatan kemudian foto tersebut ditampilkan pada papan proyek.
- Menghilangkan alat yang tidak digunakan, membersihkan area, dan sisa limbah.
- Menata alat dan komponen yang sering digunakan secara teratur.
- Membersihkan peralatan dan lingkungan sekitarnya secara menyeluruh.
- Mengambil foto perbaikan pada mesin, peralatan, dan lingkungan kerja dalam foto. Setelah itu foto tersebut diletakkan di papan proyek.
- Menerapkan prinsip 5-S untuk menjaga kebersihan dan keteraturan area kerja.

Setelah kondisi awal peralatan ditetapkan, program *autonomous maintenance* dapat diimplementasikan dengan mengedukasi para pekerja tentang pemeliharaan dengan melakukan tugas-tugas seperti membersihkan, memeriksa, dan melumasi peralatan dengan tepat. Selama periode perencanaan, unit yang akan diatasi untuk program *autonomous maintenance* adalah:

- Mengidentifikasi dan mencatat titik-titik inspeksi, termasuk komponen yang dapat mengalami keausan.
- Memeriksa dan memberi label pada titik-titik yang relevan dengan jelas.
- Selama pergantian produksi atau saat mesin dimatikan secara terencana, mencari semua titik yang perlu dilumasi dan menjadwalkan perawatan.
- Memberikan pelatihan kepada karyawan untuk merespon masalah dengan cepat dan melaporkannya kepada atasan.
- Untuk semua tugas yang dikendalikan operator, membuat daftar periksa untuk perawatan mandiri.

##### b. Mengukur Overall Equipment Effectiveness

Menurut Saxena (2020) mengukur OEE secara teratur memberikan verifikasi berbasis data tentang kinerja program TPM dan memungkinkan anggota tim untuk melacak kemajuan dari waktu ke waktu. Dikarenakan sebagian besar *losses* yang terkait dengan mesin atau peralatan adalah hasil dari *random downtime*, penting untuk mengkategorikan setiap kejadian *random downtime*. Hal ini memberikan pandangan yang lebih akurat tentang tempat di mana terjadinya penghentian. Kemudian membuat grafik dari *losses* dimana setiap kerugian dikategorikan dan diurutkan dari kerugian yang menyebabkan waktu henti paling banyak hingga kerugian yang menyebabkan waktu henti paling sedikit.

### 5.5.3 Tahap Pengecekan (*Check*)

#### 1. Rapat Kinerja OEE Mingguan

Memeriksa hasil merupakan tahap implementasi dari langkah *Check* yang bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana hasil yang telah dicapai dan dampak lain yang muncul setelah pelaksanaan solusi. Adapun kegiatan yang dapat dilakukan dalam mengevaluasi hasil yang telah dicapai adalah dengan melakukan rapat kerja OEE mingguan. Rapat kerja OEE mingguan dilakukan untuk mengevaluasi pencapaian hasil dengan melibatkan manajer produksi, tim pemeliharaan, dan pengendalian kualitas untuk menganalisis data OEE peralatan selama minggu atau bulan sebelumnya. Tujuannya adalah memahami kinerja peralatan, melacak kemajuan perbaikan, dan memantau kinerja OEE dari waktu ke waktu. Tujuan dari pertemuan ini adalah:

- a. Mengevaluasi Kinerja Peralatan: Meninjau nilai-nilai OEE untuk memahami seberapa baik peralatan telah beroperasi dan menghasilkan output selama periode yang diberikan.
- b. Mengidentifikasi Kerugian: Menganalisis faktor-faktor individu yang memengaruhi OEE (Ketersediaan, Kinerja, dan Kualitas) untuk mengidentifikasi penyebab kerugian produksi atau ketidakefisienan.
- c. Menetapkan Tujuan Perbaikan: Berdasarkan analisis data OEE, menetapkan tujuan perbaikan yang spesifik untuk minggu atau bulan mendatang untuk meningkatkan penggunaan peralatan dan produktivitas.
- d. Berkolaborasi dan Selaras: Memberikan platform bagi berbagai tim untuk berkolaborasi, berbagi wawasan, dan menyelaraskan upaya mereka untuk mengoptimalkan proses produksi dan mencapai target OEE.

- e. Memantau Kemajuan: Secara berkala memantau kemajuan inisiatif perbaikan dan melacak kinerja OEE dari waktu ke waktu.

## 2. Mengurangi *Losses*

Setelah mendapatkan gambaran data yang didasarkan pada kerugian utama, manajer produksi, tim pemeliharaan, dan pengendalian kualitas dikumpulkan untuk memeriksa data OEE dengan menerapkan analisis sebab-akibat (*Root Cause Analysis*) dan mengidentifikasi penyebab utama kerugian. Prosesnya dapat terlihat seperti berikut:

- a. Memilih suatu kerugian berdasarkan OEE dan data downtime kerja. Ini seharusnya menjadi dasar utama waktu henti yang tidak terduga.
- b. Memeriksa indikasi yang terkait dengan masalah, mengumpulkan data secara rinci tentang indikasi seperti pengamatan, bukti nyata, dan bukti berupa fotografi. Untuk mengidentifikasi permasalahannya, dapat disarankan menggunakan diagram ishikawa atau *fishbone diagram* untuk melacak indikasi dan mencatat data saat berada di dekat mesin atau peralatan.
- c. Mengadakan sesi brainstorming untuk membahas dan mencari akar penyebab masalah bersama tim, dan memastikan kemungkinan penyebab berdasarkan bukti yang terkumpul, serta membahas cara paling efektif untuk menyelesaikan masalah.

### 5.5.4 Tahap Standarisasi (*Act*)

Tahap pelaksanaan dari perbaikan yang dilakukan, serta langkah untuk memastikan bahwa perbaikan tersebut dapat berkelanjutan. Hasil dari tahap implementasi ini mencakup beberapa hal, di antaranya adalah:

- *Planned Maintenance*

Menurut Saxena (2022) langkah terakhir dari proses pelaksanaan TPM adalah dengan Menambahkan teknik *active maintenance* ke dalam rencana. Langkah ini melibatkan penerapan pilar ketiga yaitu *planned maintenance*. Berikut langkah-langkah strategis yang dapat diajukan dalam upaya untuk melakukan perawatan yang terencana dan terstruktur untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kinerja mesin:

#### 1. Merancang Program *Preventive Maintenance* yang Lebih Efektif

Program perawatan preventif yang lebih efektif akan membantu mengidentifikasi potensi masalah pada mesin sebelum terjadi kerusakan serius termasuk jadwal perawatan teratur, pemeriksaan rutin, dan penggantian komponen yang terpapar risiko tinggi. Dengan demikian, potensi *downtime* mesin dapat diminimalisir.

#### 2. Pendekatan Perawatan Secara Proaktif

Komponen peralatan harus mendapatkan perawatan proaktif dengan mempertimbangkan tiga faktor yaitu bagian yang mengalami keausan, bagian yang sering mengalami kegagalan, dan daerah yang mengalami tekanan. Periode perawatan proaktif dapat diatur berdasarkan tingkat keausan yang terdeteksi dan menentukan waktu pergantian rutin untuk bagian-bagian yang cenderung mengalami keausan dan potensi kegagalan. Setelah ditentukan, lakukan penjadwalan penggantian secara proaktif untuk bagian yang mengalami keausan dan risiko kegagalan tinggi. Saat melakukannya, gunakan "*run time*" sebagai pengganti "*calendar time*". Anggota tim harus mempertimbangkan berapa lama peralatan benar-benar digunakan atau beroperasi sepanjang waktu tertentu, bukan hanya mengikuti jadwal kalender seperti hari atau bulan.

### 3. Alokasi Anggaran Untuk Perawatan Yang Lebih Komprehensif

Mengalokasikan anggaran yang memadai untuk perawatan, perbaikan, dan penggantian komponen, mesin akan dapat tetap beroperasi dalam kondisi optimal. Dengan alokasi anggaran yang tepat serta komprehensif dapat membantu dalam mengatasi masalah yang mungkin muncul secara cepat dan efisien.

### 4. Peningkatan Kualitas Komponen

Menggunakan komponen yang berkualitas lebih tinggi dapat membantu mencegah kerusakan lebih lanjut dan menurunkan risiko masalah yang sering terjadi. Komponen yang lebih tahan lama dan handal akan mengurangi frekuensi penggantian dan downtime yang terkait.

### 5. Standarisasi Parameter Operasional Yang Lebih Ketat

Menetapkan parameter operasional yang ketat dan sesuai standar akan membantu menjaga konsistensi kinerja mesin. Hal ini termasuk kecepatan, suhu, tekanan, dan parameter lain yang relevan. Standarisasi ini akan mengurangi variasi dalam operasi dan membantu mencegah perubahan yang tidak terduga.

- Menjaga peningkatan yang dicapai dengan *Total Productive Maintenance*

Melaksanakan program TPM memberikan pencapaian jangka pendek dan penting untuk mempertahankan pencapaian tersebut dalam jangka panjang. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan melibatkan seluruh tenaga kerja. Jika tenaga kerja membayangkan masa depan perusahaan yang lebih baik, dan melihat bagaimana potensi yang lebih baik akan memberikan manfaat bagi tenaga kerja dan akan menciptakan ikatan yang kuat. Untuk memperkuat ikatan yang sudah dikenal di antara karyawan, memberikan penghargaan atas pencapaian adalah cara yang cerdas. Selain itu,

kepemimpinan yang dinamis penting dalam menjalankan program TPM. Kepemimpinan yang aktif membantu mencegah karyawan Kembali ke kebiasaan lama dan menjaga semangat baru dalam proses.

- Menjadikan Implementasi TPM sebagai budaya organisasi

TPM membutuhkan adaptasi, terutama di organisasi dengan serikat pekerja. Tantangan utama budaya organisasi adalah kesiapan pekerja untuk berubah. TPM bukan hanya tentang aspek teknis saja, tetapi juga memerlukan sentuhan dan pemahaman tentang kepemimpinan dan manajemen. Jika kepemimpinan dan manajemen tidak dikelola dengan baik, pelaksanaan TPM mungkin tidak akan berhasil. Kunci utama dalam menjalankan strategi TPM adalah pemahaman dalam kepemimpinan dan manajemen yang lebih dari sekadar tindakan teknis. TPM merupakan tentang mengubah pola pikir kita. Ini adalah metode untuk mengubah cara kita memandang pengelolaan mesin dengan benar dan menghasilkan output dengan kinerja yang optimal. Setelah dilakukan berulang-ulang, hasilnya adalah perubahan dalam cara kita berpikir. Sistemnya juga mengalami perubahan, termasuk sistem kontrol, produksi, dan pemeliharaannya. Dengan strategi dan pemahaman yang tepat, budaya organisasi positif dapat membawa prestasi operasional yang unggul.

### **5.5.5 Siklus PDCA Berkelanjutan**

1. Implementasi Perbaikan: Perusahaan melaksanakan tindakan perbaikan dan perubahan yang telah mereka identifikasi.
2. Pemantauan Rutin: Perusahaan terus memantau kinerja produksi dan melakukan evaluasi secara rutin untuk melihat apakah efektivitas produksi terus meningkat menuju target 85%.
3. Siklus Berlanjut: Perusahaan melanjutkan siklus PDCA secara berkelanjutan untuk terus meningkatkan efektivitas produksi hingga mencapai target OEE yang diinginkan.
4. Mempertahankan sistem yang telah dibentuk melalui TPM: *Total Productive Maintenance* melibatkan perubahan paradigma kita. Setelah diimplementasikan berulang kali, hasilnya adalah transformasi dalam pola pikir. Sistem juga mengalami transformasi, termasuk sistem pengendalian, produksi, dan pemeliharaan. Dengan strategi yang tepat dan pemahaman yang mendalam, budaya positif dalam organisasi dapat menjadi katalisator untuk pencapaian kinerja operasional yang kapabel.

Dari hasil siklus PDCA yang sudah disampaikan, ditampilkan berupa tabel siklus *Plan-Do-Check-Act* yang memiliki fungsi dalam menyajikan langkah-langkah siklus *Plan-Do-Check-*

*Act* secara visual dan terstruktur dan membantu menghindari eksplanasi yang rumit. Dalam tabel ini, langkah-langkah siklus PDCA disusun berurutan untuk menggambarkan bagaimana perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, dan perbaikan berulang berjalan.

Tabel 5. 3 Tabel Siklus *Plan-Do-Check-Action*

<b><i>PLAN</i></b>	
<b>Identifikasi Masalah</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Target produksi tidak tercapai</li> <li>• <i>Downtime</i> masih terjadi</li> </ul>	<b>Identifikasi Penyebab</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponen mesin sering mengalami kerusakan</li> <li>• Standar kecepatan mesin berubah</li> <li>• Operator masih bersifat reaktif dan kurang mendapatkan <i>training</i></li> <li>• Manajemen perawatan kurang maksimal</li> <li>• Perusahaan belum menerapkan <i>Total Productive Maintenance</i></li> </ul>
<b>Rancangan Solusi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deklarasi manajemen tentang inisiatif TPM kepada semua orang dalam organisasi</li> <li>• Merancang TPM Organization and engage team member</li> <li>• TPM Theoretical Training</li> </ul>	
<b><i>Do</i></b>	
<b>Implementasi</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pemulihan peralatan ke kondisi kerja yang optimal</li> <li>b. Mengukur Overall Equipment Effectiveness</li> </ol>	
<b><i>Check</i></b>	
<b>Pengecekan</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Weekly OEE Performance Meeting</li> <li>b. Lessening Main Losses</li> </ol>	
<b><i>Action</i></b>	
<b>Tindak Lanjut</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planned Maintenance</li> <li>• Menjaga peningkatan yang dicapai dengan <i>Total Productive Maintenance</i></li> <li>• Menjadikan Implementasi TPM sebagai budaya organisasi</li> </ul>	
<b>Siklus PDCA Berkelanjutan</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementasi Perbaikan</li> <li>2. Pemantauan Rutin</li> <li>3. Siklus Berlanjut</li> <li>4. Mempertahankan sistem yang telah dibentuk melalui TPM</li> </ol>	



## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan mengarah pada kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *dyeing*, diperoleh rata-rata nilai OEE pada keenam mesin *dyeing* menunjukkan nilai yang masih di bawah standar *world class* sebesar 85%. Menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) produksi dianggap berkualitas dunia jika nilai OEE sebesar 85% dan bagi banyak perusahaan nilai ini menjadi tujuan jangka panjang yang sesuai. Rendahnya nilai OEE dipicu oleh adanya *losses* yang terjadi pada mesin *dyeing* dengan kerugian paling dominan terjadi pada *reduce speed losses* dan *set up and adjustment losses*.
2. Hasil analisis menggunakan FMEA diperoleh nilai RPN *failure mode* pada mesin *dyeing* karet roll press mengalami retak atau pecah dengan nilai sebesar 2070. Lalu klasifikasi *failure mode* yang termasuk kategori A (*safety problem*) yaitu kerusakan pada *thermail oil heater* dan pergantian item atau desain, kategori B (*outage problem*) yaitu karet roll press mengalami retak atau pecah, silinder mengalami korosi, as output bengkok, korosi pada keran tinta, dan perawatan bersifat reaktif, *failure mode* yang termasuk kategori C (*economic problem*) yaitu ketidaksiapan karyawan menghadapi perubahan jadwal.
3. Melalui perancangan Implementasi *Total Productive Maintenance* menggunakan siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) perusahaan melaksanakan tindakan perbaikan dan perubahan yang telah mereka identifikasi. Kemudian perusahaan terus memantau kinerja produksi dan melakukan evaluasi secara rutin untuk melihat apakah efektivitas produksi terus meningkat menuju target 85%. Lalu perusahaan melanjutkan siklus PDCA secara berkelanjutan untuk terus meningkatkan efektivitas produksi hingga mencapai target OEE yang diinginkan. Setelah TPM diimplementasikan berulang kali, hasilnya adalah transformasi dalam pola pikir. Sistem juga mengalami transformasi, termasuk sistem pengendalian, produksi, dan pemeliharaan. Strategi yang tepat dan

pemahaman yang mendalam serta budaya positif dalam organisasi dapat menjadi katalisator untuk pencapaian kinerja operasional yang kapabel.

## 6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sesuai pada penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) pada PT. IGP Internasional Sleman yaitu dengan melakukan rencana implementasi TPM dengan siklus PDCA untuk meningkatkan kinerja mesin secara berkelanjutan, melibatkan seluruh tim kerja, dan menjadikan TPM sebagai budaya organisasi serta pemantauan dan evaluasi rutin terhadap implementasi *Total Productive Maintenance*, serta mengukur dampaknya terhadap kinerja mesin dan pencapaian nilai OEE yang lebih baik.
2. Adapun untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan penerapan siklus PDCA secara langsung pada pengolahan data sehingga dapat diketahui perbedaan hasil OEE antara sebelum dan sesudah menggunakan siklus PDCA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiasa, I., Fachri, Y., Suarantalla, R., & Mashabai, I. (2021). Analisis Preventive Maintenance pada Unit Haul Truck Tipe Cat 777e dengan Menggunakan Siklus Plan, Do, Check, Action (PDCA) di PT. Lawang Sampar Dodo. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 29-34.
- Afey, I. H. (2013). Implementation of Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Evaluation. *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering*, 13(1), 69-75.
- Ahuja, I., & Khamba, J. (2008). Total Productive Maintenance: Literature Review and Directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25, 709-756. doi:10.1108/02656710810890890
- Al-Bakoosh, A. A., Ahmad, Z., & Idris, J. (2019). Implementation of the PDCA continuous improvement cycle (Plan-Do-Check-Act) as a tool for improving the quality of the cast AA5083 alloy produced in the foundry laboratory. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 012114.
- Almeanazel, O. T. (2010). Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 517-522. Retrieved from [www.jjmie.hu.edu.jo](http://www.jjmie.hu.edu.jo)
- Amaliyah, F., & Herwiyanti, E. (2020). Pengaruh Keputusan Investasi, Ukuran Perusahaan, Keputusan Pendanaan dan Kebijakan Deviden Terhadap Nilai Perusahaan Sektor Pertambangan. *Jurnal Penelitian Ekonomi dan Bisnis*, 39-51.
- Astika, I. G., Suryandari, N. N., & Putra, G. B. (2019). Pengaruh profitabilitas, kebijakan dividen dan ukuran perusahaan terhadap nilai perusahaan pada perusahaan manufaktur yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) Periode 2015-2018. *Seminar Nasional Inovasi dalam Penelitian Sains, Teknologi dan Humaniora-InoBali*, 574-585.
- Automotive Industry Action Group, & Verband Der Automobilindustrie. (2019). *The FMEA handbook : failure mode and effects analysis*. Southfield, Michigan: Automotive Industry Action Group.
- Carlson, C. S. (2014). Which FMEA mistakes are you making. *Quality Progress*. *fmeaarticle*, 47(9), 36-41.
- Costa, T., Silva, F., & Ferreira, L. P. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology. *Procedia Manufacturing*, 1104-1111.
- Dhillon, B. S. (1999). *Engineering Maintainability How to Design For Reliability and Easy maintenance*. Houston: Gulf Publishing Company.
- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance A Modern Approach*. Florida: CRC Press.

- Dobra, P., & Josvai, J. (2021). Correlation between Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) at The Semi-Automatic Assembly Lines. *Proceedings of IAC in Budapest 2021*, 55-63.
- Fransiscus, H., Cynthia, P. J., & Isabella, S. A. (2014). Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat di PT X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), 53-63.
- Ghiffari, I., A. H. (2013, Juli). Analisis Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: CV. Miracle). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1.
- Ibrahim, G., Harsono, A., & Bakar, A. (2013, Juli). Analisis Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: CV. Miracle). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1.
- Indrawati, S., & Ridwansyah, M. (2015). Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Procedia Manufacturing*, 528-534.
- Irfan, M. (2021). Analisis Overall Equipment Effectiveness Untuk Meningkatkan Keefektifan Pada Mesin Press. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 1173-1182.
- Isniah, S., Purba, H. H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 72-81.
- Kho, D. (2021, 11 11). *Pengertian dan Siklus PDCA (Plan,Do,Check,Act)*. Retrieved from Teknik Elektronika: <https://teknikelektronika.com/pengertian-siklus-pdca-plan-do-check-act/>
- Kurnia, H., Jaqin, C., & Purba, H. H. (2022). The PDCA Approach With OEE Methods For Increasing Productivity in The Garment Industry. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 57-68.
- Kurnia, N. F. (2019). *Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada Mesin Jahit Toyota LS2-AD140*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kurniawan, A., Andesta, D., & Ismiyah, E. (2022). Analisis Efektivitas Mesin Pengolahan Minyak dengan Metode Overall Equipment Effectiveness dan Failure Mode Effect Analysis Pada PT. Wilmar Nabati Indonesia. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 62-74.
- Kusuma, & Fendy, M. (2014). Analisis Kualitas Produk Pakan Ternak Dengan Metode Six Sigma Di PT. Charoen Pokphand Indonesia (Tbk). *JTM*, 54-62.
- Kusumanto, I., & Hermanto, S. H. (2016). Analisis Produktivitas PT. Perkebunan Nusantara V (PKS) Sei Galuh Dengan Menggunakan Metode American Productivity Center (APC). *Jurnal Teknik Industri*, 128-137.

- Muthalib, I. S., Rusman, M., & Griseldis, G. L. (2020, July). Overall Equipment Effectiveness (OEE) analysis and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) on Packer Machines for minimizing the Six Big Losses - A cement industry case. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 885(1).
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: total productive maintenance.(Translation). *Productivity Press, Inc.*, 129.
- Nasution, M., Bakhori, A., & Novarika, W. (2021). Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri. *Buletin Utama Teknik*, 248-252.
- Nikmah, S. N., Haeruddin, & Asyiril. (2020). Analisis Kesalahan Menyelesaikan Soal Cerita Program Linear Ditinjau dari Perbedaan Jenis Kelamin. *Jurnal PRIMATIKA*, 91-100.
- Oktafianto, A., & Puspitasari, D. (2018). Analisis Efektifitas Mesin Berdasarkan Perhitungan Nilai Overall Equipment pada Mesin Pembuat Rokok ( Single Procession Unit 02 dan Single Procession Unit 03 ) di PT Djarum. *Industrial Engineering Online Journal*, 4.
- Pasaribu, H. P., Setiawan, H., & Ervianto, W. I. (2017). Metode Failure and Mode Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengidentifikasi Potensi dan Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Proyek Gedung . *UAJY Repository*.
- Perumal, P. A., Teruaki, I., Siang, T. S., & Sieng, Y. S. (2016). Examination of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Term of Maynard's Operation Sequence Technique (MOST) . *American Journal of Applied Sciences*, 1214-1220.
- 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, Vol. 5*, 207-212.
- Pratama, R. A. (2019). *Meminimasi Downtime Mesin Dryer Dengan Reliability Centered Maintenance di PT Papertech Indonesia Unit II*. Magelang: Doctoral dissertation, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Magelang.
- Primandani, D. (2021). *Desain Pemeliharaan Mesin Giling Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness dan Fault Tree Analysis*. Yogyakarta: Universitas Islam Inonesia.
- Putri, & Fatma, C. (2010). Upaya Menurunkan Jumlah Cacat Produk Shuttlecock Dengan Metode Six Sigma. *Widya Teknika*, 18(2), 14-23.
- Putri, C. F. (2010). Upaya Menurunkan Jumlah Cacat Produk Shuttlecock Dengan Metode Six Sigma. *Widya Teknika*, 18(2), 14-23.
- Rohani, Q. A., & Suhartini. (2021). Analisis Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode Risk Priority Number, Diagram Pareto, Fishbone, dan Five Why's Analysis. *Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan I (SENASTITAN I)*, 136-143.
- Ruwantono, I. M., & N. W. P, S. (2016). Analisis Penyebab Tidak Tercapainya Target Dwelling Time Menggunakan Metode Fault Tree Analysis, Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Priok (PELINDO II). *Industrial Engineering Online Journal*, 4.

- Sahrupi, Bastuti, S., Hanif, M., & Ramadhanty, R. D. (2022). Analisis perawatan mesin injeksi menggunakan metode overall equipment effectiveness dan failure mode and effect analysis. *Jurnal Terapan Teknik Industri*, 123-136.
- Saxena, M. M. (2022). Total Productive Maintenance (TPM); as A Vital Function in Manufacturing System. *Journal of Applied Research in Technology & Engineering*, 19-27.
- Sayuti, Juliananda, Syafruddin, & Fatimah. (2019). Analysis of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Minimize Six Big Losses of Pulp Machine: A Case Study in Pulp and Paper Industries. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 536. doi:10.1088/1757-899X/536/1/012061
- Siahaan, M., & Susanti, E. (2020). Pengukuran Efektivitas Mesin Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Acrotonics Pada PT. Kemet Electronics Indonesia. *Jurnal AKRAB JUARA*, 113-127.
- Singh, S., Agrawal, A., Sharma, D., Saini, V., & Kumar, A. (2022). Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry. *Inventions*, 119.
- Sinurat, H. K., Susetyo, J., & Simanjuntak, R. A. (2015). Analisis Pengukuran Nilai Efektivitas Mesin Produksi Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan 5-S Sebagai Usulan Penjadwalan Perawatan Mesin Pada Divisi Engineering (Studi Kasus PT. Pura Barutama Kudus) . *Jurnal REKAVASI*, 84-91.
- Smith, D. J. (2011). *Reliability, Maintainability, and Risk Practical Method for Engineers*. Kidlington, Oxford: Elsevier Ltd.
- Stamatis, D. (2003). *Failure mode and effect analysis : FMEA from theory to execution*. Milwaukee, Wisc.: Asq Quality Press.
- Suhendra, & Wiyatno, T. N. (2022). Peningkatan Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Industri Otomotif di Indonesia Menggunakan Metode SMED. *Prosiding SAINTEK: Sains dan Teknologi*, 621-629.
- Sunardi, N. (2019). Mekanisme Good Corporate Governance Terhadap Nilai Perusahaan Dengan Leverage Sebagai Variabel Intervening Pada Perusahaan Manufaktur Yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2012-2018. *Jurnal Ilmiah Manajemen FORKAMMA*, 48-61.
- Susdiyanto. (2022). *Analisis Efektivitas Mesin Dobby untuk mengurangi Downtime pada mesin. Penelitian ini menggunakan pendekatan Overall Equipment Effectiveness dan Failure Mode and Effect Analysis*. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung.
- Suwarno, A. W. (2021). Meningkatkan Nilai OEE Mesin Cutting Pada Line 6 Finishing. *Pelita Industri : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1-18.
- Swanson, L. (2001, 4). Linking Maintenance Strategies to Performance. *International Journal of Production Economics*, 70(3), 237-244. doi:10.1016/s0925-5273(00)00067-0

- Syaputra, M. J., Utomo, & Rimawan, E. (2020). Analisa Kinerja Mesin Kemas Primer, Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Industri Farmasi (Studi Kasus PT. MAP). *Journal Industrial Servicess*, 143-146.
- Tan, H. T. (2012). Metode DMAIC Sebagai Solusi Pengendalian Kualitas Produksi Sepatu Tambang: Studi Kasus PT Mangul Jaya-Bekasi. *ComTech*, 3, 509-523.
- Tortorella, M. (2015). *Reliability, maintainability, and supportability : best practices for systems engineers*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Vital, J. M., & Lima, C. C. (2020). Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness. *International Journal of Engineering and Management Research*, 142-150.
- Vitho, I., Ginting, E., & Anizar. (2013). Aplikasi Six Sigma Untuk Menganalisis Faktor-faktor Penyebab Kecacatan Produk Crumb Rubber Sir 20 Pada Pt. XYZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU Vol 3, No. 4*, 23-28.
- Wakjira, W., & Singh, A. P. (2012, February). Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing. *Global Journal of Researches in Engineering Industrial Engineering*, 12(1), 25-32.
- Wisubroto, P., & Rukmana, A. (2015). Pengendalian Kualitas Produk dengan Pendekatan Six Sigma dan Analisis Kaizen serta New Seven Tools Sebagai Usaha Pengurangan Kecacatan Produk. *Jurnal Teknologi*, 65-74.
- Yuliana, Y., Nasution, Y. N., & Wasono, W. (2017). Penggunaan Metode Kaizen Pada Tahap Improve Dalam Six Sigma (Studi Kasus: Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Merk RAMA Produksi PT Ranam Mahakam Indonesia). *Jurnal Eksponensial*.
- Yunitasari, U. W., & Arianto. (2016). Peningkatan Minat Belajar Matematika Melalui Strategi Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Pada Siswa Kelas Xi Semester Genap Smk N 1 Banyudono Tahun Ajaran 2015/2016. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016*, 1-9.
- Zufikri, M., Siregar, A. H., & Lubis, Z. (2019). Studi Efektivitas Pada Mesin Pencacah Daun Teh Open Top Roller Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness. *Jurnal Dinamis*, 7(1), 1-11.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Foto Dokumentasi Leader Produksi *Dyeing*



### Lampiran 2. Foto Dokumentasi *Overhaul* Mesin *Dyeing* A





### Lampiran 3. Perhitungan *Availability Rate* Mesin *Dyeing* B-F

#### a. Mesin *Dyeing* B

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Availability Rate</i> (%)	standar <i>availability rate</i>
Mei 2022	25495	3150	22345	88%	90%
Juni 2022	39565	4438	35127	89%	90%
Juli 2022	31519	2986	28533	91%	90%
Agustus 2022	26310	2302	24008	91%	90%
September 2022	27565	2525	25040	91%	90%
Oktober 2022	33185	2710	30475	92%	90%
November 2022	30720	3327	27393	89%	90%
Desember 2022	32655	4016	28639	88%	90%
Januari 2023	32315	3095	29220	90%	90%
Februari 2023	14665	4445	10220	70%	90%
Maret 2023	31342	3125	28217	90%	90%
April 2023	23605	2345	21260	90%	90%
Rata-Rata				88%	90%

#### b. Mesin *Dyeing* C

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Availability Rate</i> (%)	standar <i>availability rate</i>
Mei 2022	24375	4797	19578	80%	90%
Juni 2022	38210	3095	35115	92%	90%
Juli 2022	30419	3300	27119	89%	90%
Agustus 2022	6625	170	6455	97%	90%
September 2022	9095	2050	7045	77%	90%
Oktober 2022	31854	3240	28614	90%	90%
November 2022	28995	2990	26005	90%	90%
Desember 2022	31234	3330	27904	89%	90%
Januari 2023	30710	3725	26985	88%	90%
Februari 2023	13160	2205	10955	83%	90%
Maret 2023	29515	3015	26500	90%	90%
April 2023	23285	2835	20450	88%	90%
Rata-Rata				88%	90%

#### c. Mesin *Dyeing* D

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Availability Rate</i> (%)	standar <i>availability rate</i>
Mei 2022	27640	4410	23230	84%	90%
Juni 2022	37490	5190	32300	86%	90%
Juli 2022	33219	4067	29152	88%	90%
Agustus 2022	27180	4680	22500	83%	90%
September 2022	25357	3320	22037	87%	90%
Oktober 2022	30985	4175	26810	87%	90%
November 2022	28710	3595	25115	87%	90%
Desember 2022	30525	3995	26530	87%	90%
Januari 2023	30580	3025	27555	90%	90%
Februari 2023	23035	3300	19735	86%	90%
Maret 2023	23197	2725	20472	88%	90%
April 2023	22685	3135	19550	86%	90%
Rata-Rata				87%	90%

## d. Mesin Dyeing E

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Availability Rate</i> (%)	standar <i>availability rate</i>
Mei 2022	26560	4355	22205	84%	90%
Juni 2022	38716	5051	33665	87%	90%
Juli 2022	33505	5210	28295	84%	90%
Agustus 2022	7815	1645	6170	79%	90%
September 2022	9060	1754	7306	81%	90%
Oktober 2022	31710	4880	26830	85%	90%
November 2022	29135	3130	26005	89%	90%
Desember 2022	31805	4670	27135	85%	90%
Januari 2023	31935	3465	28470	89%	90%
Februari 2023	26955	3955	23000	85%	90%
Maret 2023	29375	3530	25845	88%	90%
April 2023	23860	3672	20188	85%	90%
Rata-Rata				85%	90%

e. Mesin *Dyeing* F

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Availability Rate</i> (%)	standar <i>availability rate</i>
Mei 2022	25880	5700	20180	78%	90%
Juni 2022	38810	4098	34712	89%	90%
Juli 2022	33580	4848	28732	86%	90%
Agustus 2022	31527	4220	27307	87%	90%
September 2022	18440	3150	15290	83%	90%
Oktober 2022	32315	4395	27920	86%	90%
November 2022	30640	5660	24980	82%	90%
Desember 2022	31934	4865	27069	85%	90%
Januari 2023	31355	4500	26855	86%	90%
Februari 2023	27995	4000	23995	86%	90%
Maret 2023	30305	4586	25719	85%	90%
April 2023	21515	3655	17860	83%	90%
Rata-Rata				85%	90%

Lampiran 4. Perhitungan *Performance rate* Mesin *Dyeing* B-Fa. Mesin *Dyeing* B

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Processed amount</i> (unit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Performance rate</i> (%)	Standar <i>performance rate</i> (%)
Mei 2022	1221378	22345	0.02	92%	95%
Juni 2022	2263349	35127	0.01	95%	95%
Juli 2022	1777060	28533	0.01	93%	95%
Agustus 2022	1479529	24008	0.02	93%	95%
September 2022	1796916	25040	0.01	92%	95%
Oktober 2022	2137430	30475	0.01	93%	95%
November 2022	1631760	27393	0.02	92%	95%
Desember 2022	1819210	28639	0.01	91%	95%
Januari 2023	2003914	29220	0.01	92%	95%
Februari 2023	934747	10220	0.01	86%	95%
Maret 2023	1740167	28217	0.01	91%	95%
April 2023	1332473	21260	0.01	92%	95%
Rata-Rata				92%	95%

b. Mesin *Dyeing* C

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Processed amount (unit)</i>	<i>Operation Time (menit)</i>	<i>Ideal Cycle time (menit)</i>	<i>Performance rate (%)</i>	<i>Standar performance rate (%)</i>
Mei 2022	1047264	19578	0.02	86%	95%
Juni 2022	2265133	35115	0.01	93%	95%
Juli 2022	1584979	27119	0.02	93%	95%
Agustus 2022	22498	6455	0.28	99%	95%
September 2022	518735	7045	0.01	88%	95%
Oktober 2022	1969321	28614	0.01	89%	95%
November 2022	1468941	26005	0.02	87%	95%
Desember 2022	1655994	27904	0.01	87%	95%
Januari 2023	1610892	26985	0.01	87%	95%
Februari 2023	737827	10955	0.01	86%	95%
Maret 2023	1790165	26500	0.01	86%	95%
April 2023	1040664	20450	0.02	87%	95%
Rata-Rata				89%	95%

### c. Mesin Dyeing D

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Processed amount (unit)</i>	<i>Operation Time (menit)</i>	<i>Ideal Cycle time (menit)</i>	<i>Performance rate (%)</i>	<i>Standar performance rate (%)</i>
Mei 2022	1099143	23230	0.02	86%	95%
Juni 2022	2222297	32300	0.01	91%	95%
Juli 2022	1765624	29152	0.01	90%	95%
Agustus 2022	1588363	22500	0.01	88%	95%
September 2022	1421234	22037	0.01	86%	95%
Oktober 2022	1895281	26810	0.01	87%	95%
November 2022	1742728	25115	0.01	86%	95%
Desember 2022	1884182	26530	0.01	85%	95%
Januari 2023	1960519	27555	0.01	87%	95%
Februari 2023	1435600	19735	0.01	86%	95%
Maret 2023	1521997	20472	0.01	85%	95%
April 2023	1264960	19550	0.01	85%	95%
Rata-Rata				90%	95%

**d. Mesin Dyeing E**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Processed amount</i> (unit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Performance rate</i> (%)	<i>Standar performance rate</i> (%)
Mei 2022	965609	22205	0.02	91%	95%
Juni 2022	1705773	33665	0.02	93%	95%
Juli 2022	1205932	28295	0.02	91%	95%
Agustus 2022	361000	6170	0.02	91%	95%
September 2022	322900	7306	0.02	87%	95%
Oktober 2022	1375202	26830	0.02	91%	95%
November 2022	1252934	26005	0.02	89%	95%
Desember 2022	1464394	27135	0.02	90%	95%
Januari 2023	1645588	28470	0.02	91%	95%
Februari 2023	1258439	23000	0.02	91%	95%
Maret 2023	1413677	25845	0.02	89%	95%
April 2023	1064216	20188	0.02	91%	95%
Rata-Rata				90%	95%

**e. Mesin Dyeing F**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Processed amount</i> (unit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Performance rate</i> (%)	<i>Standar performance rate</i> (%)
Mei 2022	1135409	20180	0.02	90%	95%
Juni 2022	1930429	34712	0.02	93%	95%
Juli 2022	1748125	28732	0.02	93%	95%
Agustus 2022	1530511	27307	0.02	90%	95%
September 2022	1007191	15290	0.01	86%	95%
Oktober 2022	1587178	27920	0.02	90%	95%
November 2022	1189782	24980	0.02	92%	95%
Desember 2022	1711699	27069	0.01	90%	95%
Januari 2023	1819302	26855	0.01	89%	95%
Februari 2023	1574469	23995	0.01	90%	95%
Maret 2023	1727153	25719	0.01	90%	95%
April 2023	1187825	17860	0.01	89%	95%
Rata-Rata				91%	95%

**Lampiran 5. Perhitungan *Quality rate* Mesin *Dyeing* B-F**

**a. Mesin *Dyeing* B**

Periode Mei 2022- April 2023	Hasil Produksi (unit)	<i>Defect Product</i> (unit)	<i>Quality rate</i> (%)	Standar <i>Quality rate</i> (%)
Mei 2022	1221378	27278	98%	99%
Juni 2022	2263349	69249	97%	99%
Juli 2022	1777060	50660	97%	99%
Agustus 2022	1479529	28071	98%	99%
September 2022	1796916	32984	98%	99%
Oktober 2022	2137430	138680	94%	99%
November 2022	1631760	43460	97%	99%
Desember 2022	1819210	47210	97%	99%
Januari 2023	2003914	48914	98%	99%
Februari 2023	934747	26247	97%	99%
Maret 2023	1740167	49767	97%	99%
April 2023	1332473	36473	97%	99%
Rata-Rata			97%	99%

**b. Mesin *Dyeing* C**

Periode Mei 2022- April 2023	Hasil Produksi (unit)	<i>Defect Product</i> (unit)	<i>Quality rate</i> (%)	Standar <i>Quality rate</i> (%)
Mei 2022	1047264	26364	97%	99%
Juni 2022	2265133	28633	99%	99%
Juli 2022	1584979	94179	94%	99%
Agustus 2022	22498	2702	88%	99%
September 2022	518735	10265	98%	99%
Oktober 2022	1969321	118321	94%	99%
November 2022	1468941	39541	97%	99%
Desember 2022	1655994	44994	97%	99%
Januari 2023	1610892	47892	97%	99%
Februari 2023	737827	22327	97%	99%
Maret 2023	1790165	45165	97%	99%
April 2023	1040664	33064	97%	99%
Rata-Rata			96%	99%

**c. Mesin Dyeing D**

Periode Mei 2022- April 2023	Hasil Produksi (unit)	<i>Defect Product</i> (unit)	<i>Quality rate (%)</i>	Standar <i>Quality rate (%)</i>
Mei 2022	1099143	20843	98%	99%
Juni 2022	2222297	22097	99%	99%
Juli 2022	1765624	70924	96%	99%
Agustus 2022	1588363	25137	98%	99%
September 2022	1421234	51866	96%	99%
Oktober 2022	1895281	109281	94%	99%
November 2022	1742728	29528	98%	99%
Desember 2022	1884182	30582	98%	99%
Januari 2023	1960519	31519	98%	99%
Februari 2023	1435600	23200	98%	99%
Maret 2023	1521997	22497	99%	99%
April 2023	1264960	21560	98%	99%
Rata-Rata			98%	99%

**d. Mesin Dyeing E**

Periode Mei 2022- April 2023	Hasil Produksi (unit)	<i>Defect Product</i> (unit)	<i>Quality rate (%)</i>	Standar <i>Quality rate (%)</i>
Mei 2022	965609	29809	97%	99%
Juni 2022	1705773	25137	99%	99%
Juli 2022	1205932	56932	95%	99%
Agustus 2022	361000	8685	98%	99%
September 2022	322900	77100	76%	99%
Oktober 2022	1375202	72902	95%	99%
November 2022	1252934	30934	98%	99%
Desember 2022	1464394	27594	98%	99%
Januari 2023	1645588	23788	99%	99%
Februari 2023	1258439	22439	98%	99%
Maret 2023	1413677	21677	98%	99%
April 2023	1064216	19216	98%	99%
Rata-Rata			96%	99%

**e. Mesin Dyeing F**

Periode Mei 2022- April 2023	Hasil Produksi (unit)	<i>Defect Product</i> (unit)	<i>Quality rate (%)</i>	Standar <i>Quality rate (%)</i>
Mei 2022	1135409	20409	98%	99%
Juni 2022	1930429	21229	99%	99%
Juli 2022	1748125	33725	98%	99%
Agustus 2022	1530511	25089	98%	99%
September 2022	1007191	49309	95%	99%
Oktober 2022	1587178	61178	96%	99%
November 2022	1189782	19782	98%	99%
Desember 2022	1711699	24799	99%	99%
Januari 2023	1819302	31402	98%	99%
Februari 2023	1574469	29469	98%	99%
Maret 2023	1727153	27653	98%	99%
April 2023	1187825	21325	98%	99%
Rata-Rata			98%	99%

**Lampiran 6. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness Mesin Dyeing B-F**

**a. Mesin Dyeing B**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Availability Rate (%)</i>	<i>Performance Rate(%)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness (%)</i>	Standar <i>Overall Equipment Effectiveness</i>
Mei 2022	88%	92%	98%	79%	85%
Juni 2022	89%	95%	97%	82%	85%
Juli 2022	91%	93%	97%	82%	85%
Agustus 2022	91%	93%	98%	84%	85%
September 2022	91%	92%	98%	82%	85%
Oktober 2022	92%	93%	94%	80%	85%
November 2022	89%	92%	97%	80%	85%
Desember 2022	88%	91%	97%	78%	85%
Januari 2023	90%	92%	98%	81%	85%
Februari 2023	70%	86%	97%	58%	85%
Maret 2023	90%	91%	97%	80%	85%
April 2023	90%	92%	97%	81%	85%
Rata-Rata Hasil Perhitungan	88%	92%	97%	79%	85%
Nilai standar	90%	95%	99%	85%	85%



**b. Mesin Dyeing C**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Availability Rate (%)</i>	<i>Performance Rate (%)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness (%)</i>	<i>Standar Overall Equipment Effectiveness</i>
Mei 2022	80%	86%	97%	68%	85%
Juni 2022	92%	93%	99%	84%	85%
Juli 2022	89%	93%	94%	78%	85%
Agustus 2022	97%	99%	88%	85%	85%
September 2022	77%	88%	98%	67%	85%
Oktober 2022	90%	89%	94%	75%	85%
November 2022	90%	87%	97%	76%	85%
Desember 2022	89%	87%	97%	76%	85%
Januari 2023	88%	87%	97%	74%	85%
Februari 2023	83%	86%	97%	70%	85%
Maret 2023	90%	86%	97%	75%	85%
April 2023	88%	87%	97%	74%	85%
Rata-Rata Hasil Perhitungan	88%	89%	96%	75%	85%
Nilai standar	90%	95%	99%	85%	85%

**c. Mesin Dyeing D**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Availability Rate (%)</i>	<i>Performance Rate (%)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness (%)</i>	<i>Standar Overall Equipment Effectiveness</i>
Mei 2022	84%	86%	98%	71%	85%
Juni 2022	86%	91%	99%	78%	85%
Juli 2022	88%	90%	96%	76%	85%
Agustus 2022	83%	88%	98%	71%	85%
September 2022	87%	86%	96%	72%	85%
Oktober 2022	87%	87%	94%	71%	85%
November 2022	87%	86%	98%	74%	85%
Desember 2022	87%	85%	98%	73%	85%
Januari 2023	90%	87%	98%	77%	85%
Februari 2023	86%	86%	98%	73%	85%
Maret 2023	88%	85%	99%	74%	85%
April 2023	86%	85%	98%	72%	85%
Rata-Rata Hasil Perhitungan	87%	87%	98%	73%	85%
Nilai standar	90%	95%	99%	85%	85%

**d. Mesin Dyeing E**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Availability Rate (%)</i>	<i>Performance Rate (%)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness (%)</i>	<i>Standar Overall Equipment Effectiveness</i>
Mei 2022	84%	91%	97%	74%	85%
Juni 2022	87%	93%	99%	79%	85%
Juli 2022	84%	91%	95%	73%	85%
Agustus 2022	79%	91%	98%	70%	85%
September 2022	81%	87%	76%	54%	85%
Oktober 2022	85%	91%	95%	73%	85%
November 2022	89%	89%	98%	77%	85%
Desember 2022	85%	90%	98%	75%	85%
Januari 2023	89%	91%	99%	80%	85%
Februari 2023	85%	91%	98%	76%	85%
Maret 2023	88%	89%	98%	77%	85%
April 2023	85%	91%	98%	75%	85%
Rata-Rata Hasil Perhitungan	85%	90%	96%	74%	85%
Nilai standar	90%	95%	99%	85%	85%

**e. Mesin Dyeing F**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Availability Rate (%)</i>	<i>Performance Rate (%)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness (%)</i>	<i>Standar Overall Equipment Effectiveness</i>
Mei 2022	78%	90%	98%	69%	85%
Juni 2022	89%	93%	99%	82%	85%
Juli 2022	86%	93%	98%	78%	85%
Agustus 2022	87%	90%	98%	77%	85%
September 2022	83%	86%	95%	68%	85%
Oktober 2022	86%	90%	96%	75%	85%
November 2022	82%	92%	98%	74%	85%
Desember 2022	85%	90%	99%	75%	85%
Januari 2023	86%	89%	98%	75%	85%
Februari 2023	86%	90%	98%	76%	85%
Maret 2023	85%	90%	98%	75%	85%
April 2023	83%	89%	98%	72%	85%
Rata-Rata Hasil Perhitungan	85%	90%	98%	75%	85%
Nilai standar	90%	95%	99%	85%	85%

**Lampiran 7. Perhitungan *Equipment Failure Losses* Mesin Dyeing B-F**

**a. Mesin Dyeing B**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Breakdown (menit)</i>	<i>Loading time (menit)</i>	<i>Equipment Failure Losses</i>	<i>Equipment Failure Losses (%)</i>
Mei 2022	630	25495	0.025	2.5%
Juni 2022	1269	39565	0.032	3.2%
Juli 2022	680	31519	0.022	2.2%
Agustus 2022	80	26310	0.003	0.3%
September 2022	120	27565	0.004	0.4%
Oktober 2022	175	33185	0.005	0.5%
November 2022	700	30720	0.023	2.3%
Desember 2022	660	32655	0.020	2.0%
Januari 2023	405	32315	0.013	1.3%
Februari 2023	1395	14665	0.095	9.5%
Maret 2023	300	31342	0.010	1.0%
April 2023	115	23605	0.005	0.5%
Total	6529	348941	0.256	25.61%
Rata-rata			0.021	2.13%

**b. Mesin Dyeing C**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Breakdown</i> (menit)	<i>Loading</i> <i>time</i> (menit)	<i>Equipment</i> <i>Failure</i> <i>Losses</i>	<i>Equipment</i> <i>Failure Losses</i> (%)
Mei 2022	1877	24375	0.077	7.7%
Juni 2022	650	38210	0.017	1.7%
Juli 2022	940	30419	0.031	3.1%
Agustus 2022	0	6625	0.000	0.0%
September 2022	580	9095	0.064	6.4%
Oktober 2022	430	31854	0.013	1.3%
November 2022	120	28995	0.004	0.4%
Desember 2022	145	31234	0.005	0.5%
Januari 2023	715	30710	0.023	2.3%
Februari 2023	400	13160	0.030	3.0%
Maret 2023	150	29515	0.005	0.5%
April 2023	500	23285	0.021	2.1%
Total	6507	297477	0.291	29.12%
Rata-rata			0.024	2.43%

**c. Mesin Dyeing D**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Breakdown</i> (menit)	<i>Loading</i> <i>time</i> (menit)	<i>Equipment</i> <i>Failure</i> <i>Losses</i>	<i>Equipment</i> <i>Failure Losses</i> (%)
Mei 2022	985	27640	0.036	3.6%
Juni 2022	2190	37490	0.058	5.8%
Juli 2022	615	33219	0.019	1.9%
Agustus 2022	580	27180	0.021	2.1%
September 2022	815	25357	0.032	3.2%
Oktober 2022	550	30985	0.018	1.8%
November 2022	450	28710	0.016	1.6%
Desember 2022	910	30525	0.030	3.0%
Januari 2023	230	30580	0.008	0.8%
Februari 2023	630	23035	0.027	2.7%
Maret 2023	125	23197	0.005	0.5%
April 2023	315	22685	0.014	1.4%
Total	8395	340603	0.283	28.34%
Rata-rata			0.024	2.36%

**d. Mesin Dyeing E**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Breakdown</i> (menit)	<i>Loading</i> <i>time</i> (menit)	<i>Equipment</i> <i>Failure</i> <i>Losses</i>	<i>Equipment</i> <i>Failure Losses</i> (%)
Mei 2022	1170	26560	0.044	4.4%
Juni 2022	906	38716	0.023	2.3%
Juli 2022	690	33505	0.021	2.1%
Agustus 2022	225	7815	0.029	2.9%
September 2022	154	9060	0.017	1.7%
Oktober 2022	690	31710	0.022	2.2%
November 2022	235	29135	0.008	0.8%
Desember 2022	545	31805	0.017	1.7%
Januari 2023	215	31935	0.007	0.7%
Februari 2023	630	26955	0.023	2.3%
Maret 2023	100	29375	0.003	0.3%
April 2023	590	23860	0.025	2.5%
Total	6150	320431	0.239	23.90%
Rata-rata			0.020	1.99%

**e. Mesin Dyeing F**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Breakdown</i> (menit)	<i>Loading</i> <i>time</i> (menit)	<i>Equipment</i> <i>Failure</i> <i>Losses</i>	<i>Equipment</i> <i>Failure Losses</i> (%)
Mei 2022	2070	25880	0.080	8.0%
Juni 2022	1769	38810	0.046	4.6%
Juli 2022	1690	33580	0.050	5.0%
Agustus 2022	850	31527	0.027	2.7%
September 2022	310	18440	0.017	1.7%
Oktober 2022	995	32315	0.031	3.1%
November 2022	2015	30640	0.066	6.6%
Desember 2022	1065	31934	0.033	3.3%
Januari 2023	970	31355	0.031	3.1%
Februari 2023	810	27995	0.029	2.9%
Maret 2023	1095	30305	0.036	3.6%
April 2023	890	21515	0.041	4.1%
Total	14529	354296	0.487	48.69%
Rata-rata			0.041	4.06%

**Lampiran 8. Perhitungan *Set up and adjustment losses* Mesin Dyeing B-F**

**a. Mesin Dyeing B**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Set Up</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Losses (%)</i>
Mei 2022	1595	25495	0.06	6.3%
Juni 2022	1470	39565	0.04	3.7%
Juli 2022	1531	31519	0.05	4.9%
Agustus 2022	1535	26310	0.06	5.8%
September 2022	1590	27565	0.06	5.8%
Oktober 2022	1760	33185	0.05	5.3%
November 2022	1805	30720	0.06	5.9%
Desember 2022	2175	32655	0.07	6.7%
Januari 2023	1960	32315	0.06	6.1%
Februari 2023	1590	14665	0.11	10.8%
Maret 2023	1940	31342	0.06	6.2%
April 2023	1395	23605	0.06	5.9%
Total	20346	348941	0.73	73.28%
Rata-rata			0.06	6.11%

**b. Mesin Dyeing C**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Set Up</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Losses (%)</i>
Mei 2022	2380	24375	0.10	9.8%
Juni 2022	1840	38210	0.05	4.8%
Juli 2022	1656	30419	0.05	5.4%
Agustus 2022	45	6625	0.01	0.7%
September 2022	820	9095	0.09	9.0%
Oktober 2022	2536	31854	0.08	8.0%
November 2022	2685	28995	0.09	9.3%
Desember 2022	3041	31234	0.10	9.7%
Januari 2023	3070	30710	0.10	10.0%
Februari 2023	1415	13160	0.11	10.8%
Maret 2023	3100	29515	0.11	10.5%
April 2023	2125	23285	0.09	9.1%
Total	24713	297477	0.97	97.05%
Rata-rata			0.08	8.09%

**c. Mesin Dyeing D**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Set Up</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Losses (%)</i>
Mei 2022	3085	27640	0.11	11.2%
Juni 2022	2410	37490	0.06	6.4%
Juli 2022	2440	33219	0.07	7.3%
Agustus 2022	2590	27180	0.10	9.5%
September 2022	2523	25357	0.10	9.9%
Oktober 2022	3080	30985	0.10	9.9%
November 2022	3095	28710	0.11	10.8%
Desember 2022	3280	30525	0.11	10.7%
Januari 2023	2950	30580	0.10	9.6%
Februari 2023	2245	23035	0.10	9.7%
Maret 2023	2470	23197	0.11	10.6%
April 2023	2610	22685	0.12	11.5%
Total	32778	340603	1.17	117.43%
Rata-rata			0.10	9.79%

**d. Mesin Dyeing E**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Set Up</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Losses (%)</i>
Mei 2022	1635	26560	0.06	6.2%
Juni 2022	1830	38716	0.05	4.7%
Juli 2022	1755	33505	0.05	5.2%
Agustus 2022	485	7815	0.06	6.2%
September 2022	655	9060	0.07	7.2%
Oktober 2022	1930	31710	0.06	6.1%
November 2022	1910	29135	0.07	6.6%
Desember 2022	1746	31805	0.05	5.5%
Januari 2023	2030	31935	0.06	6.4%
Februari 2023	1650	26955	0.06	6.1%
Maret 2023	2470	29375	0.08	8.4%
April 2023	1485	23860	0.06	6.2%
Total	19581	320431	0.75	74.80%
Rata-rata			0.06	6.23%

**e. Mesin Dyeing F**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Set Up</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Losses (%)</i>
Mei 2022	1705	25880	0.07	6.6%
Juni 2022	1630	38810	0.04	4.2%
Juli 2022	1650	33580	0.05	4.9%
Agustus 2022	2083	31527	0.07	6.6%
September 2022	1790	18440	0.10	9.7%
Oktober 2022	1995	32315	0.06	6.2%
November 2022	1480	30640	0.05	4.8%
Desember 2022	1746	31934	0.05	5.5%
Januari 2023	1780	31355	0.06	5.7%
Februari 2023	1495	27995	0.05	5.3%
Maret 2023	1680	30305	0.06	5.5%
April 2023	1240	21515	0.06	5.8%
Total	20274	354296	0.71	70.8%
Rata-rata			0.06	5.90%

**Lampiran 9. Perhitungan *Idle and minor stoppage losses* Mesin Dyeing B-F**

**a. Mesin Dyeing B**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Non Productive Time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>
Mei 2022	630	25495	0.02	2.47%
Juni 2022	1269	39565	0.03	3.21%
Juli 2022	680	31519	0.02	2.16%
Agustus 2022	80	26310	0.00	0.30%
September 2022	120	27565	0.00	0.44%
Oktober 2022	175	33185	0.01	0.53%
November 2022	700	30720	0.02	2.28%
Desember 2022	660	32655	0.02	2.02%
Januari 2023	405	32315	0.01	1.25%
Februari 2023	1395	14665	0.10	9.51%
Maret 2023	300	31342	0.01	0.96%
April 2023	115	23605	0.00	0.49%
Total	6529	348941	0.26	25.61%
Rata-rata			2.13%	2.13%



**b. Mesin Dyeing C**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Non Productive Time (menit)</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>
Mei 2022	1877	24375	0.08	7.70%
Juni 2022	650	38210	0.02	1.70%
Juli 2022	940	30419	0.03	3.09%
Agustus 2022	0	6625	0.00	0.00%
September 2022	430	9095	0.05	4.73%
Oktober 2022	120	31854	0.00	0.38%
November 2022	145	28995	0.01	0.50%
Desember 2022	350	31234	0.01	1.12%
Januari 2023	715	30710	0.02	2.33%
Februari 2023	400	13160	0.03	3.04%
Maret 2023	150	29515	0.01	0.51%
April 2023	500	23285	0.02	2.15%
Total	6277	297477	0.27	27.24%
Rata-rata			2.27%	2.27%

**c. Mesin Dyeing D**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Non Productive Time (menit)</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>
Mei 2022	985	27640	0.04	3.56%
Juni 2022	1915	37490	0.05	5.11%
Juli 2022	615	33219	0.02	1.85%
Agustus 2022	580	27180	0.02	2.13%
September 2022	815	25357	0.03	3.21%
Oktober 2022	550	30985	0.02	1.78%
November 2022	450	28710	0.02	1.57%

Desember 2022	910	30525	0.03	2.98%
Januari 2023	230	30580	0.01	0.75%
Februari 2023	630	23035	0.03	2.73%
Maret 2023	125	23197	0.01	0.54%
April 2023	315	22685	0.01	1.39%
Total	8120	340603	0.28	27.61%
Rata-rata			2.30%	2.30%

**d. Mesin Dyeing E**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Non Productive Time (menit)</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>
Mei 2022	1170	26560	0.04	4.41%
Juni 2022	906	38716	0.02	2.34%
Juli 2022	690	33505	0.02	2.06%
Agustus 2022	25	7815	0.00	0.32%
September 2022	154	9060	0.02	1.70%
Oktober 2022	690	31710	0.02	2.18%
November 2022	235	29135	0.01	0.81%
Desember 2022	545	31805	0.02	1.71%
Januari 2023	275	31935	0.01	0.86%
Februari 2023	630	26955	0.02	2.34%
Maret 2023	100	29375	0.00	0.34%
April 2023	590	23860	0.02	2.47%
Total	6010	320431	0.22	21.53%
Rata-rata			1.79%	1.79%

**e. Mesin Dyeing F**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Non Productive Time (menit)</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>
Mei 2022	2070	25880	0.08	8.00%

Juni 2022	1769	38810	0.05	4.56%
Juli 2022	1690	33580	0.05	5.03%
Agustus 2022	850	31527	0.03	2.70%
September 2022	310	18440	0.02	1.68%
Oktober 2022	995	32315	0.03	3.08%
November 2022	2015	30640	0.07	6.58%
Desember 2022	1065	31934	0.03	3.34%
Januari 2023	970	31355	0.03	3.09%
Februari 2023	810	27995	0.03	2.89%
Maret 2023	1095	30305	0.04	3.61%
April 2023	890	21515	0.04	4.14%
Total	14529	354296	0.49	48.69%
Rata-rata			4.06%	4.06%

**Lampiran 10. Perhitungan *Reduce speed losses* Mesin *Dyeing* B-F**

**a. Mesin *Dyeing* B**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Process Amount</i> (unit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Reduce speed losses</i>	<i>Reduce speed losses</i> (%)
Mei 2022	22345	1221378	0.02	25495	0.07	7%
Juni 2022	35127	2263349	0.01	39565	0.05	5%
Juli 2022	28533	1777060	0.01	31519	0.06	6%
Agustus 2022	24008	1479529	0.02	26310	0.06	6%
Sep-22	25040	1796916	0.01	27565	0.08	8%
Oktober 2022	30475	2137430	0.01	33185	0.07	7%
Nov-22	27393	1631760	0.02	30720	0.07	7%
Desember 2022	28639	1819210	0.01	32655	0.08	8%
Januari 2023	29220	2003914	0.01	32315	0.08	8%
Februari 2023	10220	934747	0.01	14665	0.10	10%
Maret 2023	28217	1740167	0.01	31342	0.08	8%
Apr-23	21260	1332473	0.01	23605	0.07	7%
Total	310477	20137933	0.17	348941	0.86	86%
Rata-rata					0.07	7.15%

**b. Mesin *Dyeing* C**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Process Amount</i> (unit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Reduce speed losses</i>	<i>Reduce speed losses</i> (%)
Mei 2022	19578	1047264	0.02	24375	0.11	10.89%
Juni 2022	35115	2265133	0.01	38210	0.06	6.34%
Juli 2022	27119	1584979	0.02	30419	0.07	6.67%
Agustus 2022	6455	22498	0.28	6625	0.01	1.38%
Sep-22	7045	518735	0.01	9095	0.10	9.59%
Oktober 2022	28614	1969321	0.01	31854	0.10	9.95%
Nov-22	26005	1468941	0.02	28995	0.12	11.74%
Desember 2022	27904	1655994	0.01	31234	0.12	11.57%
Januari 2023	26985	1610892	0.01	30710	0.11	11.38%
Februari 2023	10955	737827	0.01	13160	0.11	11.36%
Maret 2023	26500	1790165	0.01	29515	0.13	12.57%
Apr-23	20450	1040664	0.02	23285	0.11	11.06%
Total	262725	15712413	0.44	297477	1.14	114.50%
Rata-rata					0.10	9.54%

**c. Mesin Dyeing D**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Process Amount</i> (unit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Reduce speed losses</i>	<i>Reduce speed losses</i> (%)
Mei 2022	23230	1099143	0.02	27640	0.12	11.54%
Juni 2022	32300	2222297	0.01	37490	0.07	7.45%
Juli 2022	29152	1765624	0.01	33219	0.08	8.37%
Agustus 2022	22500	1588363	0.01	27180	0.10	10.25%
Sep-22	22037	1421234	0.01	25357	0.12	12.10%
Oktober 2022	26810	1895281	0.01	30985	0.12	11.68%
Nov-22	25115	1742728	0.01	28710	0.12	12.19%
Desember 2022	26530	1884182	0.01	30525	0.13	12.97%
Januari 2023	27555	1960519	0.01	30580	0.12	12.00%
Februari 2023	19735	1435600	0.01	23035	0.12	11.93%
Maret 2023	20472	1521997	0.01	23197	0.13	12.93%
Apr-23	19550	1264960	0.01	22685	0.13	12.79%
Total	294986	19801928	0.16	340603	1.36	136.21%
Rata-rata					0.11	11.35%

**d. Mesin Dyeing E**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Process Amount</i> (unit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Reduce speed losses</i>	<i>Reduce speed losses</i> (%)
Mei 2022	22205	965609	0.02	26560	0.07	7%
Juni 2022	33665	1705773	0.02	38716	0.06	6%
Juli 2022	28295	1205932	0.02	33505	0.07	7%
Agustus 2022	6170	361000	0.02	7815	0.07	7%
Sep-22	7306	322900	0.02	9060	0.10	10%
Oktober 2022	26830	1375202	0.02	31710	0.08	8%
Nov-22	26005	1252934	0.02	29135	0.10	10%
Desember 2022	27135	1464394	0.02	31805	0.09	9%
Januari 2023	28470	1645588	0.02	31935	0.08	8%
Februari 2023	23000	1258439	0.02	26955	0.08	8%
Maret 2023	25845	1413677	0.02	29375	0.09	9%
Apr-23	20188	1064216	0.02	23860	0.08	8%
Total	275114	14035664	0.21	320431	0.98	98%
Rata-rata					0.08	8.21%

**e. Mesin Dyeing F**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Process Amount</i> (unit)	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Reduce speed losses</i>	<i>Reduce speed losses</i> (%)
Mei 2022	20180	1135409	0.02	25880	0.08	8%
Juni 2022	34712	1930429	0.02	38810	0.06	6%
Juli 2022	28732	1748125	0.02	33580	0.06	6%
Agustus 2022	27307	1530511	0.02	31527	0.08	8%
Sep-22	15290	1007191	0.01	18440	0.11	11%
Oktober 2022	27920	1587178	0.02	32315	0.08	8%
Nov-22	24980	1189782	0.02	30640	0.07	7%
Desember 2022	27069	1711699	0.01	31934	0.08	8%
Januari 2023	26855	1819302	0.01	31355	0.10	10%
Februari 2023	23995	1574469	0.01	27995	0.08	8%
Maret 2023	25719	1727153	0.01	30305	0.09	9%
Apr-23	17860	1187825	0.01	21515	0.09	9%
Total	300619	18149073	0.18	354296	0.99	99%
Rata-rata					0.08	8.28%

**Lampiran 11. Perhitungan *Defect losses* Mesin Dyeing B-F**

**a. Mesin Dyeing B**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Defect</i>	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Defect losses</i>	<i>Defect losses %</i>
Mei 2022	0.02	27278	25495	0.02	1.80%
Juni 2022	0.01	69249	39565	0.03	2.57%
Juli 2022	0.01	50660	31519	0.02	2.40%
Agustus 2022	0.02	28071	26310	0.02	1.62%
Sep-22	0.01	32984	27565	0.02	1.53%
Oktober 2022	0.01	138680	33185	0.06	5.52%
Nov-22	0.02	43460	30720	0.02	2.19%
Desember 2022	0.01	47210	32655	0.02	2.07%
Januari 2023	0.01	48914	32315	0.02	2.02%
Februari 2023	0.01	26247	14665	0.02	1.68%
Maret 2023	0.01	49767	31342	0.02	2.35%
Apr-23	0.01	36473	23605	0.02	2.27%
Total	0.17	598993	348941	0.28	28.02%
Rata-rata				0.02	2.33%

**b. Mesin Dyeing C**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Defect</i>	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Defect losses</i>	<i>Defect losses %</i>
Mei 2022	0.02	26364	24375	0.02	1.75%
Juni 2022	0.02	28633	38210	0.01	1.23%
Juli 2022	0.02	94179	30419	0.05	5.36%
Agustus 2022	0.02	2702	6625	0.01	0.64%
Sep-22	0.01	10265	9095	0.02	1.67%
Oktober 2022	0.02	118321	31854	0.06	6.35%
Nov-22	0.02	39541	28995	0.02	2.36%
Desember 2022	0.02	44994	31234	0.02	2.34%
Januari 2023	0.02	47892	30710	0.02	2.39%
Februari 2023	0.02	22327	13160	0.03	2.60%
Maret 2023	0.02	45165	29515	0.02	2.41%
Apr-23	0.02	33064	23285	0.02	2.26%
Total	0.19	513447	297477	0.31	31.35%
Rata-rata				0.03	2.61%

**c. Mesin Dyeing D**

Periode Mei 2022-April 2023	<i>Ideal Cycle time</i> (menit)	<i>Defect</i>	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Defect losses</i>	<i>Defect losses %</i>
Mei 2022	0.02	20843	27640	0.01	1.37%
Juni 2022	0.01	22097	37490	0.01	0.78%
Juli 2022	0.01	70924	33219	0.03	3.19%
Agustus 2022	0.01	25137	27180	0.01	1.15%
Sep-22	0.01	51866	25357	0.03	2.73%
Oktober 2022	0.01	109281	30985	0.04	4.32%
Nov-22	0.01	29528	28710	0.01	1.28%
Desember 2022	0.01	30582	30525	0.01	1.20%
Januari 2023	0.01	31519	30580	0.01	1.26%
Februari 2023	0.01	23200	23035	0.01	1.19%
Maret 2023	0.01	22497	23197	0.01	1.11%
Apr-23	0.01	21560	22685	0.01	1.25%
Total	0.16	459034	340603	0.21	20.83%
Rata-rata				0.02	1.74%

**d. Mesin Dyeing E**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Ideal Cycle time (menit)</i>	<i>Defect</i>	<i>Loading time (menit)</i>	<i>Defect losses</i>	<i>Defect losses %</i>
Mei 2022	0.02	29809	26560	0.02	2.35%
Juni 2022	0.02	25137	38716	0.01	1.19%
Juli 2022	0.02	56932	33505	0.04	3.64%
Agustus 2022	0.02	8685	7815	0.02	1.73%
Sep-22	0.02	77100	9060	0.17	16.81%
Oktober 2022	0.02	72902	31710	0.04	4.08%
Nov-22	0.02	30934	29135	0.02	1.95%
Desember 2022	0.02	27594	31805	0.01	1.44%
Januari 2023	0.02	23788	31935	0.01	1.17%
Februari 2023	0.02	22439	26955	0.01	1.38%
Maret 2023	0.02	21677	29375	0.01	1.21%
Apr-23	0.02	19216	23860	0.01	1.38%
Total	0.21	416213	320431	0.38	38.33%
Rata-rata				0.03	3.19%

**e. Mesin Dyeing F**

Periode Mei 2022- April 2023	<i>Ideal Cycle time (menit)</i>	<i>Defect</i>	<i>Loading time (menit)</i>	<i>Defect losses</i>	<i>Defect losses %</i>
Mei 2022	0.02	20409	25880	0.01	1.26%
Juni 2022	0.02	21229	38810	0.01	0.91%
Juli 2022	0.02	33725	33580	0.02	1.53%
Agustus 2022	0.02	25089	31527	0.01	1.28%
Sep-22	0.01	49309	18440	0.04	3.50%
Oktober 2022	0.02	61178	32315	0.03	3.00%
Nov-22	0.02	19782	30640	0.01	1.24%
Desember 2022	0.01	24799	31934	0.01	1.11%
Januari 2023	0.01	31402	31355	0.01	1.31%
Februari 2023	0.01	29469	27995	0.01	1.45%
Maret 2023	0.01	27653	30305	0.01	1.22%
Apr-23	0.01	21325	21515	0.01	1.32%
Total	0.18	365369	354296	0.19	19.16%
Rata-rata				0.02	1.60%