



**ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)  
PADA MESIN TRULASER 3040 (L50)  
DI CV. BUANA ENGINEERING JEMBER**

*ANALYSIS OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)  
ON TRULASER 3040 (L50) MACHINE AT CV. BUANA  
ENGINEERING JEMBER*

**SKRIPSI**

Oleh:

**Dyah Galuh Chandra K.S**

**NIM 160810201161**

**JURUSAN MANAJEMEN  
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)  
PADA MESIN TRULASER 3040 (L50)  
DI CV. BUANA ENGINEERING JEMBER**

*ANALYSIS OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)  
ON TRULASER 3040 (L50) MACHINE AT CV. BUANA  
ENGINEERING JEMBER*

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Manajemen (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Ekonomi Pada Universitas Jember

Oleh:

**Dyah Galuh Chandra K.S**

**NIM 160810201161**

**JURUSAN MANAJEMEN  
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

**UNIVERSITAS JEMBER- FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS**

**SURAT PERNYATAAN**

Nama : Dyah Galuh Chandra K.S  
NIM : 160810201161  
Jurusan : Manajemen  
Konsentrasi : Manajemen Operasional  
Judul : Analisis *Total Productive Maintenance* (TPM) pada Mesin  
Trulaser 3040 (L50) Di CV. Buana Engineering Jember

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya bahwa Skripsi yang saya buat adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali apabila dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan milik orang lain. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya paksaan dan tekanan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan yang saya buat ini tidak benar.

Jember, 10 Februari 2020  
Yang menyatakan,

Dyah Galuh Chandra K.S  
NIM 160810201161

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

Judul Skripsi : ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*  
(TPM) PADA MESIN TRULASER 3040 (L50) DI CV.  
BUANA ENGINEERING JEMBER

Nama Mahasiswa : Dyah Galuh Chandra K.S  
NIM : 160810201161  
Jurusan : Manajemen  
Konsentrasi : Manajemen Operasional  
Disetujui Tanggal : 10 Februari 2020

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Drs. Didik Pudjo Musmedi, M.S.  
NIP. 196102091986031001

Drs. Eka Bambang Gusminto, M.M.  
NIP. 196702191992031001

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi S-1 Manajemen

Dr. Ika Barokah Suryaningsih, S.E., M.M.  
NIP. 197805252003122002

**PENGESAHAN**

**JUDUL SKRIPSI**

*ANALISIS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) PADA MESIN  
TRULASER 3040 (L50) DI CV. BUANA ENGINEERING JEMBER*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

**Nama Mahasiswa : Dyah Galuh Chandra K.S**

**NIM : 160810201161**

**Jurusan : Manajemen**

telah dipertahankan di depan panitia penguji pada tanggal:

**20 Februari 2020**

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan guna memperoleh Gelar Sarjana Ekonomi pada Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.

**SUSUNAN TIM PENGUJI**

**Ketua : Dr. Handriyono, M.Si. : (.....)**  
**NIP. 196208021990021001**

**Sekretaris : Ariwan Joko Nusbantoro, S.E., M.M. : (.....)**  
**NIP. 196910071999021001**

**Anggota : Fajar Destari, S.E., M.M. : (.....)**  
**NIP. 197912062015042001**

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
Universitas Jember



**Dr. Muhammad Miqdad, S.E., M.M., Ak., CA.**  
**NIP. 19710727 199512 1001**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yang tercinta dan terhebat, Bapak Sunaryo dan Ibu Nanik Sulistyowati yang selalu memberikan doa, semangat, segala bentuk dukungan, selalu mengajarkan arti berjuang, kerendahan hati dan selalu mengajarkan bahwa setiap manusia memiliki jalan rezekinya masing-masing, terima kasih karena selalu ada dan mencurahkan kasih sayang serta pengorbanan selama ini;
2. Kakak saya tersayang Dyah Retnani Sulistyaningrum yang telah mendukung dan banyak membantu di segala hal serta meyakinkan bahwa penulis dapat menyelesaikan semuanya dan adik saya tercinta Dyah Ayu Sekar S yang selalu memberi semangat;
3. Keluarga besar yang selalu memberi dukungan dan semangat;
4. Bapak/Ibu Guru sejak Taman Kanak-Kanak hingga Sekolah Menengah Atas dan Bapak/Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya;
5. Almamater tercinta Jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jember.

**MOTTO**

“You only live once, but if you do it right, once is enough.”

*(Mae West)*

“Life is like riding a bicycle. To keep your balance, you must keep moving.”

*(Albert Einstein)*

“We are what we believe we are!”

*(C.S. Lewis)*



## RINGKASAN

**Analisis *Total Productive Maintenance* (TPM) pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Di CV. Buana Engineering Jember;** Dyah Galuh Chandra K.S, 160810201161; 2020: 168 halaman; Jurusan Manajemen; Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.

Proses produksi pada perusahaan harus berjalan dengan efektif agar target produksi dapat tercapai, hal tersebut tidak terlepas dari faktor produksi, manusia dan mesin yang saling berkaitan pada perusahaan. Kemampuan mesin untuk memproduksi merupakan bagian yang penting untuk memengaruhi lancarnya proses produksi. Kelancaran suatu proses produksi memerlukan dukungan dari beberapa aspek, diantaranya adalah perawatan dan ketersediaan mesin yang terdapat pada sistem produksi tersebut. Namun seiring berjalannya waktu peralatan atau mesin yang digunakan dalam memproduksi menimbulkan suatu masalah yaitu waktu menganggur yang menyebabkan mesin tidak dapat lagi digunakan atau beroperasi sesuai dengan kemampuannya, sehingga mesin tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik yang disebut dengan *downtime*. Hal tersebut terjadi karena kurangnya perawatan maupun pemeliharaan pada mesin dan tidak dilakukannya pengecekan secara berkala saat menggunakan mesin.

CV. Buana Engineering adalah sebuah perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang manufaktur pembuatan alat-alat pertanian, mesin mekanis dan peralatan pabrik, mesin dan peralatan listrik, alat angkut, alat konstruksi dan peralatan lainnya yang berkaitan dengan bidang pertanian dan konstruksi. Perusahaan ini beralamat di Jl. Kawi No.149, Langsatan, Sukamakmur, Kec. Ajung, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Pada penelitian ini penulis hanya fokus pada Mesin Trulaser 3040 (L50) karena tingkat *downtime* yang paling tinggi serta mesin tersebut merupakan awal dari semua proses, jika terjadi masalah pada mesin tersebut maka akan memengaruhi proses selanjutnya. Berdasarkan hasil dari wawancara pada CV. Buana Engineering terjadinya *downtime* pada mesin tersebut dikarenakan adanya beberapa kerusakan seperti error pada axis, tape shot, lensa, parameter, eror pada data tranmisi dan teknologi yang digunakan sehingga



menyebabkan mesin berhenti sementara dan hasil potongan menjadi tidak rata. Selain itu juga ada beberapa penyebab mesin berhenti sementara yaitu habisnya gas O<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> yang mana harus dilakukan penggantian pada gas tersebut agar mesin dapat berjalan kembali.

Berdasarkan fenomena tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui efektivitas kinerja dan faktor penyebab terjadinya *downtime* pada mesin Trulaser 3040 (L50) di CV. Buana Engineering Jember menggunakan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, *Overall Resource Effectiveness* (ORE) dan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penelitian ini mengambil data kinerja mesin Trulaser 3040 (L50) pada bulan Januari 2019-Desember 2019, dari perhitungan didapatkan rata-rata nilai OEE pada Mesin Trulaser 3040 (L50) sebesar 84% , nilai OEE dari mesin tersebut masih dibawah standar JIPM yaitu  $\geq 85\%$  maka diperlukan rekomendasi perbaikan pada faktor-faktor yang mempengaruhi untuk meningkatkan nilai OEE, losses yang paling besar ada pada *Reduce Speed Losses* yaitu sebesar 12%, dan rata –rata nilai ORE sebesar 78%. Penyebab utama kegagalan mesin berdasarkan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada mesin Trulaser 3040 (L50) pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 yaitu disebabkan karena eror pada axis yang disebabkan oleh material plat yang akan diproses melengkung sehingga mesin berhenti sementara dan diperlukan perbaikan oleh operator.

*Total Productive Maintenance* (TPM) yang dapat diterapkan yaitu berpatok pada 4 dari 8 pilar TPM yaitu *Autonomous Maintenance*, *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana), *Quality Maintenance* (Perawatan Kualitas), *Training dan Education* (Pelatihan dan Pendidikan) serta penerapan pondasi 5S yaitu *Seiri* (ringkas), *Seiton* (rapi), *Seiso* (resik), *Seiketsu* (Rawat), *Shitsuke* (Rajin) dalam lingkungan kerja terutama pada bagian mesin Trulaser 3040 (150)

## SUMMARY

**Analysis Of Total Productive Maintenance (TPM) on Trulaser 3040 (L50) Machine at CV. Buana Engineering Jember;** Dyah Galuh Chandra K.S, 160810201161; 2020: 168 pages; Department of Management; Faculty of Economic and Business University of Jember.

The process of the production must be effective, so the targets can be achieved, it is inseparable the factors of production, people and machines that are interrelated to the company. The ability of machines to produce is an important part to influence the smoothing process. The smoothing requires support from several aspects, including the maintenance and availability of machines. But over time the equipment or machinery used in producing raises a problem that is idle time which causes the machine can no longer be used or operate in accordance with its capabilities, so that the machine cannot perform its function properly called downtime. This occurs due to maintenance of the machine and not checking regularly when using the machine.

CV. Buana Engineering is a national private company engaged in the manufacturing of agricultural equipment, mechanical machinery and plant equipment, machinery and electrical equipment, conveyances, construction equipment and other equipment related to agriculture and construction. This company is located at Jl. Kawi No.149, Langsatan, Sukamakmur, Kec. Ajung, Jember Regency, East Java. In this study the authors only focus on the 3040 Trulaser Machine (L50) because the highest level of downtime and the machine is the beginning of all processes, if there is a problem with the machine it will affect the next process. Based on the results of the interview on CV. Buana Engineering caused the downtime on the machine due to some damage such as errors on the axis, tape shot, lens, parameters, errors in the transmission data and the technology used so that the machine stopped temporarily and the resulting cut was uneven. In addition, there are also several causes of the engine stop temporarily, namely the exhaustion of gas O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>, which must be replaced by the gas so the engine can process again.

Based on these phenomena, this study aims to analyze and determine the effectiveness of performance and the causes of downtime on the Trulaser 3040 (L50) engine in CV. Buana Engineering Jember uses the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) by calculating the value of Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, Overall Resource Effectiveness (ORE) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) analysis. This study takes data on the performance of the Trulaser 3040 (L50) engine in January 2019-December 2019, from the calculation the average OEE value on the Trulaser 3040 (L50) engine is 84%, the OEE value of the machine is still below the JIPM standard which is  $\geq 85\%$ , it is necessary to recommend improvements to the factors that influence to increase the value of OEE, the biggest losses are in the Reduce Speed Losses that is 12%, and the average ORE value is 78%. The main cause of engine failure is based on the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) analysis of the Trulaser 3040 (L50) engine in January 2019 - December 2019, which is caused by an error on the axis caused by the plate material to be processed curved so that the machine stops temporarily and repairs are needed by the operator.

Total Productive Maintenance (TPM) that can be applied is based on 4 of the 8 pillars of TPM namely Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, Quality Maintenance, Training and Education and the application of 5S foundation, namely Seiri (succinctly), Seiton (neat), Seiso (clean), Seiketsu (care of), Shitsuke (diligent) in the work environment, especially on the Trulaser 3040 (150) machine parts.

## PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis *Total Productive Maintenance* (TPM) pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Di CV. Buana Engineering Jember”. Penyusunan skripsi ini digunakan sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan program studi Strata Satu (S1) Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, baik keterbatasan ilmu yang dimiliki maupun kemampuan penulis. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, saya selaku penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Muhammad Miqdad, S.E., M.M., Ak., CA. selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember;
2. Dr. Novi Puspitasari, S.E., M.M. selaku Ketua Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember;
3. Dr. Ika Barokah Suryaningsih, S.E., M.M. selaku Koordinator Program Studi S1 Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember;
4. Drs. Didik Pudjo Musmedi, M.S. dan Drs. Eka Bambang Gusminto, M.M. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing saya dengan sabar, memberi motivasi dan semangat selama penyusunan hingga skripsi ini dapat selesai;
5. Dr. Handriyono, M.Si., Ariwan Joko Nusbantoro, S.E., M.M., Fajar Destari, S.E., M.M., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran serta masukan yang sangat berguna terhadap skripsi ini;
6. Dr. Purnamie Titisari, S.E., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberi saran dan motivasi selama perkuliahan;

7. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bantuannya;
8. Orang tua saya tercinta Bapak Sunaryo, Ibu Nanik Sulistyowati, juga Mbak Dyah Retnani Sulistyaningrum, dan Dek Dyah Ayu Sekar S yang selalu memberikan motivasi, dukungan, doa, pengorbanan, cinta dan kasih sayang dengan setulus hati serta selalu ada dan menjadi penyemangat dalam penyelesaian pendidikan penulis di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember;
9. Seluruh pihak CV. Buana Engineering Jember, selaku objek penelitian Skripsi yang telah bersedia memberikan waktu untuk mengajari, membimbing dan memberikan kemudahan bagi penulis dalam pengambilan data untuk penyelesaian Skripsi ini;
10. Sahabat saya “KONCO” yang terbaik dan tersayang, Ira, Awe, Anggun, Ariw dan Ravika yang telah memberikan banyak bantuan, dukungan, doa, semangat, perhatian, selalu mendengarkan segala keluh kesah saya dan selalu ada untuk saya selama ini;
11. Sahabat tersayang saya sejak SMP, Dinda, Viyo, dan Rifqi yang telah memberi semangat dan selalu ada untuk saya;
12. Pengurus Himpunan Mahasiswa Jurusan Manajemen 2018, Alumni Hati dan Bidang Public Relation HMJM 2018 yang telah mendukung saya selama perkuliahan dan memberi semangat serta doa kepada saya;
13. Teman seperjuangan Manajemen 2016 dan Keluarga Operasional 2016 Ari, Awe, Ulir, Adip, Khilfi, Ria, Hani, Lidya, Ayu, Hep, Azti, Dita, Ferry, Hida, Iza, Jun, Jojo, Yoga W, Luthfi Yoga, Nofal yang telah membantu dan memberi semangat dalam perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini;
14. Teman-teman KKN 11 Penambangan, Sekar, Imel, Ilham, Nindya, Wiga, Dedew, Dhilan, Aan dan Mas Gun yang telah memberikan doa, semangat dan dukungan;
15. Pembina serta Teman-Teman Generasi Baru Indonesia (GenBI) yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman serta selalu memberi semangat;

16. Seseorang yang pernah menjadi cerita dan motivasi saya selama perkuliahan dan dalam penyusunan Skripsi ini;
17. Seluruh pihak yang telah membantu memberikan bantuan dan semangat yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan hidayah kepada semua pihak yang telah membantu dengan ikhlas sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam pengerjaan dan pembuatan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis masih sangat terbuka dalam menerima kritik dan saran yang membangun untuk dapat menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga dengan terselesaikannya Skripsi ini dapat membawa manfaat bagi banyak pihak.

Jember, 10 Februari 2020

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Landasan Teori .....	7
2.1.1 Pemeliharaan .....	7
2.1.2 Manajemen Pemeliharaan .....	10
2.1.3 Konsep <i>Breakdown</i> dan <i>Downtime</i> .....	11
2.1.4 <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> .....	12
2.1.5 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	16
2.1.6 <i>Overall Resource Effectiveness (ORE)</i> .....	19
2.1.7 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	21
2.2 Penelitian Terdahulu .....	26
2.3 Kerangka Konseptual .....	29

<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	30
3.1 Rancangan Penelitian .....	30
3.2 Jenis dan Sumber Data .....	30
3.2.1 Jenis Data .....	30
3.2.2 Sumber Data .....	31
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	32
3.4 Metode Analisis Data .....	33
3.5 Kerangka Pemecahan Masalah .....	43
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	46
4.1 Hasil Penelitian .....	46
4.1.1 Gambaran Umum Objek Penelitian .....	46
4.1.2 Pengumpulan Data .....	66
4.1.3 Hasil Perhitungan .....	72
4.2 Pembahasan .....	100
4.2.1 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	100
4.2.2 <i>Six Big Losses</i> .....	103
4.2.3 <i>Overall Resource Effectiveness (ORE)</i> .....	106
4.2.4 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Overall Resource Effectiveness (ORE)</i> .....	112
4.2.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	113
4.2.6 Usulan Prioritas Tindakan Perbaikan .....	118
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	122
5.1 Kesimpulan .....	122
5.2 Saran .....	124
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	125
<b>LAMPIRAN</b> .....	128



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1.1 Data Rata-Rata Downtime Periode Januari 2019-Desember 2019 .....	4
Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Kerugian.....	21
Tabel 2.2 Nilai <i>Severity</i> .....	23
Tabel 2.3 Nilai <i>Occurance</i> .....	24
Tabel 2.4 Nilai <i>Detection</i> .....	25
Tabel 2.5 Ringkasan Penelitian Terdahulu .....	26
Tabel 3.1 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	42
Tabel 4.1 Hari dan Jam Kerja Karyawan CV. Buana Engineering Jember .....	47
Tabel 4.2 Jumlah Tenaga Kerja CV. Buana Engineering Jember.....	48
Tabel 4.3 Data Jam Kerja Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	66
Tabel 4.4 Data Downtime Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	67
Tabel 4.5 Data Jumlah Produksi Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	68
Tabel 4.6 Data operasional 1 mesin Trulaser 3040 (L50) pada bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	69
Tabel 4.7 Data Operasional 2 Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	70
Tabel 4.8 Pengolahan Data <i>Availability Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	72
Tabel 4.9 Pengolahan Data <i>Performance Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	74
Tabel 4.10 Pengolahan Data <i>Quality Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	75
Tabel 4.11 Pengolahan Data <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	77
Tabel 4.12 Pengolahan Data <i>Breakdown Losses</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	79
Tabel 4.13 Pengolahan Data <i>Setup And Adjustment Losses</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	80
Tabel 4.14 Pengolahan Data <i>Reduced Speed Losses</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50)	

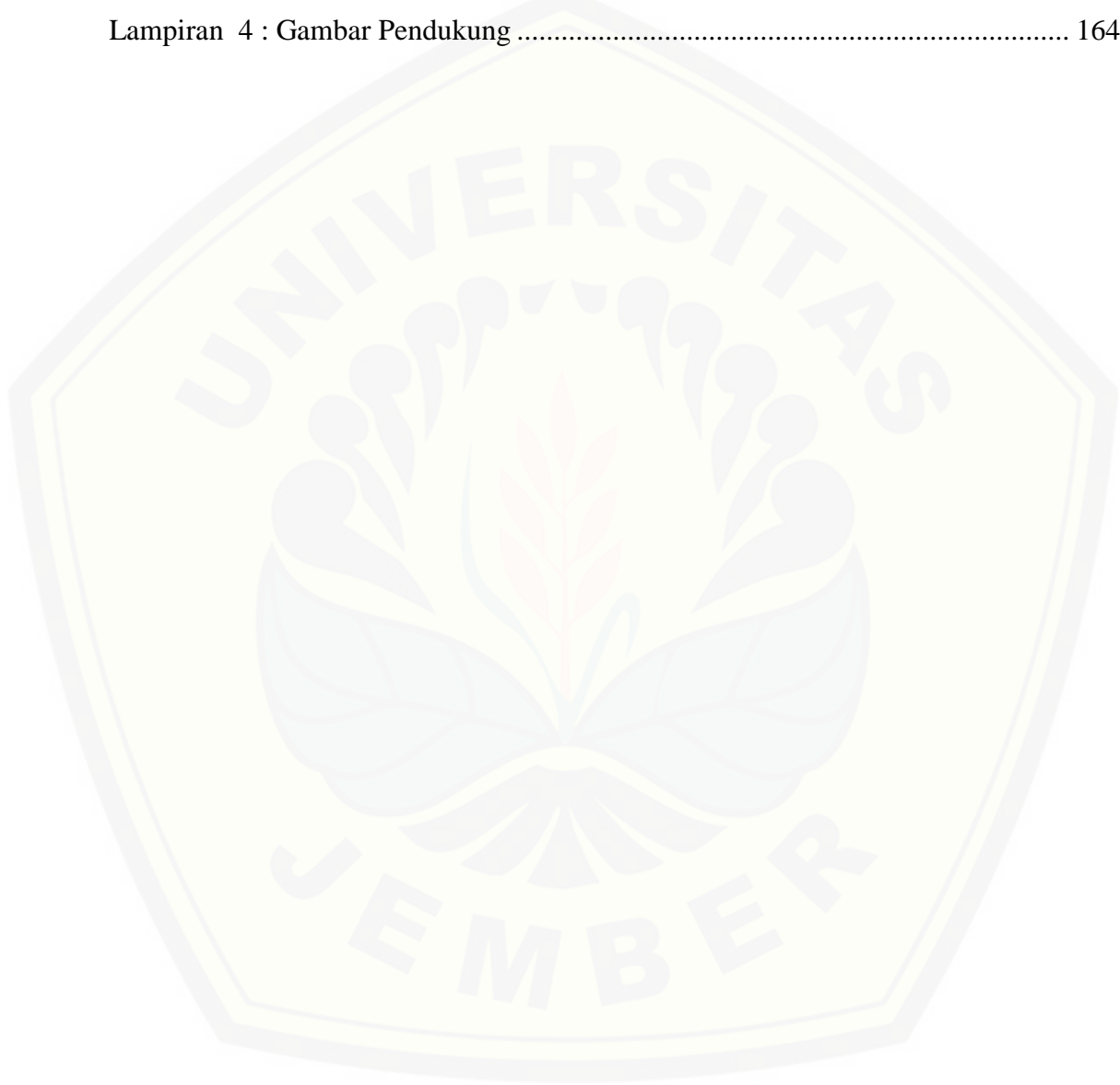
Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	81
Tabel 4.15 Pengolahan Data <i>Idling And Minor Stoppages Losses</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	83
Tabel 4.16 Pengolahan Data <i>Rework Losses</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	84
Tabel 4.17 Pengolahan Data <i>Yield Losses</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	85
Tabel 4.18 Pengolahan Data <i>Six Big Losses</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	86
Tabel 4.19 Pengolahan Data <i>Readiness Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	87
Tabel 4.20 Pengolahan Data <i>Availability Of Facility Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	88
Tabel 4.21 Pengolahan Data <i>Changeover Efficiency Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	90
Tabel 4.22 Pengolahan Data <i>Availability Of Material Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	91
Tabel 4.23 Pengolahan Data <i>Availability Of Manpower Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	93
Tabel 4.24 Pengolahan Data <i>Performance Efficiency Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	94
Tabel 4.25 Pengolahan Data <i>Quality Ratio</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	95
Tabel 4.26 Pengolahan Data <i>Overall Resource Effectiveness (ORE)</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	97
Tabel 4.27 Pengolahan Data <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> dan <i>Overall Resource Effectiveness (ORE)</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	99
Tabel 4.28 <i>Analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 .....	115
Tabel 4.29 Usulan Perbaikan Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019.....	118

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Pilar-pilar dalam TPM dan pondasi dari TPM.....	13
Gambar 2.2 Model Overall Resource Effectiveness (ORE) .....	21
Gambar 2.3 Kerangka Konseptual .....	29
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	43
Gambar 4.1 Struktur Organisasi CV. Buana Engineering .....	49
Gambar 4.2 Mesin TruLaser 3040 .....	54
Gambar 1 Mesin Trulaser 3040 (L50) .....	164
Gambar 2 Penyimpanan Plat.....	164
Gambar 3 Panel Control Dan Sketsa Gambar Cutting.....	164
Gambar 4 Penempatan Plat Pada Pallet .....	164
Gambar 5 Proses Cutting .....	164
Gambar 6 Hasil Cutting .....	164
Gambar 7 Mesin Trubend 5230 I (B03).....	165
Gambar 8 Hasil Plat Yang Sudah Diproses Bending.....	165
Gambar 9 Mesin Las SMAW.....	165
Gambar 10 Mesin Bubut CNC .....	165
Gambar 11 Mesin Las TIG (tungsten inert gas).....	165
Gambar 12 Mesin Las MIG (Metal Inert Gas).....	165
Gambar 13 Bahan Di Masukkan Kedalam Keranjang Untuk Di Treatment .....	166
Gambar 14 Rangka Tungku Pembakaran .....	166
Gambar 15 Proses Pengecatan Powder Coating .....	166
Gambar 16 Oven Pengeringan .....	166
Gambar 17 Gudang Hasil.....	166
Gambar 18 Proses Pengovenan Cat .....	166
Gambar 19 Papan Alamat Perusahaan .....	167
Gambar 20 Lingkungan Kerja Bagian Las.....	167
Gambar 21 Lingkungan Kerja Bagian CNC .....	167
Gambar 22 Ilustrasi Mesin Trulaser 3040 (L50).....	168

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1: Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	128
Lampiran 2: Perhitungan <i>Six Big Losses</i> .....	136
Lampiran 3 : Perhitungan <i>Overall Resource Effectiveness</i> (ORE).....	148
Lampiran 4 : Gambar Pendukung .....	164



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi memberikan dampak yang signifikan dalam dunia bisnis, hal ini mengakibatkan perusahaan bersaing dengan ketat dalam meningkatkan produktivitas mereka. Adanya teknologi yang canggih membuat perusahaan melakukan pengembangan dengan menciptakan suatu produk yang memiliki nilai jual yang tinggi sehingga perusahaan diharapkan mampu mencapai target produksi yang maksimal dan dapat memenuhi kebutuhan para konsumennya. Tercapainya target produksi perusahaan didorong dari proses produksi yang berjalan dengan efektif yang mana tidak terlepas dari faktor produksi, manusia dan mesin yang saling berkaitan pada perusahaan. Pengertian mesin menurut Assauri (2008:111), “Mesin adalah suatu peralatan yang digerakan oleh suatu kekuatan atau tenaga yang dipergunakan untuk membantu manusia dalam mengerjakan produk atau bagian-bagian produk tertentu”.

Kemampuan mesin dalam memproduksi merupakan bagian yang penting untuk memengaruhi lancarnya proses produksi. Kelancaran suatu proses produksi memerlukan dukungan dari beberapa aspek, diantaranya adalah perawatan dan ketersediaan mesin yang terdapat pada sistem produksi tersebut. Namun dengan berjalannya waktu peralatan atau mesin yang digunakan dalam memproduksi menimbulkan suatu masalah yaitu waktu menganggur yang menyebabkan mesin tidak dapat lagi digunakan atau beroperasi sesuai dengan kemampuannya, sehingga mesin tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik yang disebut dengan *downtime*. Hal ini disebabkan kurangnya perawatan maupun pemeliharaan mesin dan tidak dilakukannya pengecekan secara berkala saat menggunakan mesin. Terjadinya *downtime* yang terlalu sering mengakibatkan kerugian pada perusahaan sehingga perlu adanya rencana yang optimal dalam meningkatkan efektivitas peralatan/mesin. Strategi dalam memelihara dan merawat mesin pada jangka pendek maupun jangka panjang sangat diperlukan sesuai dengan keadaan perusahaan. Pemeliharaan adalah kegiatan dalam menjaga atau memelihara

fasilitas suatu peralatan perusahaan, melakukan perbaikan, dan melakukan pergantian atau penyesuaian yang dibutuhkan sehingga keadaan produksi terpenuhi sesuai dengan harapan (Assauri, 2008:134).

Pendekatan yang digunakan dalam meningkatkan efektivitas mesin pada perusahaan yaitu dengan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM dapat digunakan untuk mengevaluasi, mengukur, meningkatkan efektivitas dan menentukan rencana strategi dalam melakukan pemeliharaan maupun perawatan mesin. TPM merupakan suatu kerjasama yang saling berhubungan erat antara perawatan dengan organisasi dalam produksi secara menyeluruh yang memiliki tujuan dalam meningkatkan kualitas suatu produksi, meminimalkan biaya produksi, meningkatkan kinerja peralatan/mesin dan melakukan perbaikan semua sistem perawatan yang ada pada perusahaan (Borris, 2006:15).

Penerapan TPM dibantu dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang berfungsi untuk menghilangkan *Six Big Losses* pada peralatan atau mesin agar nilai dari ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance efficiency*) dan kualitas (*quality rate*) menjadi optimal. Lalu ditambah dengan metode *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yang mana merupakan modifikasi dari metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang lebih spesifik membahas tentang kerugian yang terkait dengan faktor-faktor material, mesin, metode dan manusia penyebab *downtime* (*Readiness, Availability of Facility, Changeover Efficiency, Availability of Material, Availability of Man power*) (Eswaramurthi dan Mohanram, 2013).

Sementara itu, untuk dapat memastikan tindakan apa yang harus dilakukan untuk perbaikan dalam kurun waktu berikutnya digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penggunaan metode FMEA ini akan dapat mengidentifikasi potensi kegagalan yang timbul dalam proses produksi dengan tujuan untuk meminimalkan resiko kegagalan produksi. Seberapa besar tingkat kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan, tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan dan langkah apa yang akan diterapkan untuk menanggulangi kegagalan tersebut merupakan dasar untuk menentukan komponen penting dalam menentukan tindakan perbaikan.

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi atau bahan pemikiran oleh peneliti antara lain oleh Rosyidi et al. (2015) yang menggunakan integrasi dua metode sekaligus, yakni *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Hasil penelitian menunjukkan nilai OEE yang didapatkan masih berada di bawah standar, sehingga dilanjutkan dengan analisis mencari faktor penyebab permasalahan menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Selain itu Aulia et al. (2017) melakukan penelitian tentang efektivitas sumber daya produksi filter rokok mono jenis A menggunakan OEE dan ORE dan hasil yang di dapat masih dibawah standar pula, selanjutnya dilakukan identifikasi akar penyebab masalah yang memengaruhi rendahnya nilai ORE atau tingkat efektivitas sumber daya produksi filter rokok mono jenis A menggunakan *cause effect* diagram.

Selanjutnya Supriyadi et al. (2017) telah melakukan penelitian analisis TPM dengan metode OEE yang bertujuan untuk untuk mengetahui nilai OEE, mengetahui dampak gangguan belt sobek, mengetahui penyebab terjadinya belt conveyor sobek, dan melakukan estimasi hasil perbaikan dari sisi biaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OEE masih berada di bawah standar internasional, sehingga dilakukan langkah tindakan perbaikan menggunakan metode *Fuzzy Failure Mode and Effect* (FMEA)

CV. Buana Engineering adalah sebuah perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang manufaktur pembuatan alat-alat pertanian, mesin mekanis dan peralatan pabrik, mesin dan peralatan listrik, alat angkut, alat konstruksi dan peralatan lainnya yang berkaitan dengan bidang pertanian dan kontruksi. Dalam proses produksi terbagi menjadi beberapa divisi antara lain divisi CNC, divisi perakitan, dan divisi finishing atau painting. Pada divisi CNC terdapat dua jenis mesin yaitu mesin CNC laser yang bernama Trulaser 3040 (L50) dan juga mesin CNC bending yang bernama Trubend 5230 I (B03). Penggunaan mesin CNC laser digunakan untuk memotong bahan plat sesuai dengan sketsa yang telah digambar oleh drafter sedangkan penggunaan mesin CNC bending yaitu untuk menekuk plat bahan yang diperoleh dari proses pemotongan dan marking dari mesin CNC laser.

Selama proses produksi, CV. Buana Engineering melakukan perawatan terhadap mesin CNC tersebut dengan perawatan mingguan, bulanan dan juga tahunan. Namun meskipun perawatan mesin sudah dilakukan masih terdapat hambatan yang terdapat pada mesin CNC tersebut yaitu tingkat kerusakan mesin pada unit produksi dan mengakibatkan terjadinya *downtime* sehingga memengaruhi efektivitas kerja mesin pada proses produksi dan berpotensi mengalami kerugian sehingga target produksi tidak tercapai. Berikut merupakan data rata-rata jam kerja mesin dan *downtime* yang ada pada CV. Buana Engineering.

Tabel 1.1 Data *Machine Working Time* dan *Downtime* Mesin Trulaser 3040 (L50) dan Trubend 5230 I (B03) Periode Januari 2019-Desember 2019

Jenis Mesin					
Trulaser 3040 (L50)			Trubend 5230 I (B03)		
Bulan	<i>Machine Working Time (Hour)</i>	<i>Downtime</i>	Bulan	<i>Machine Working Time (Hour)</i>	<i>Downtime</i>
Jan-19	313:00:00	17:04:00	Jan-19	328:00:00	15:04:00
Feb-19	345:00:00	32:37:00	Feb-19	276:00:00	27:00:00
Mar-19	375:00:00	13:49:00	Mar-19	317:00:00	9:22:00
Apr-19	370:00:00	11:14:00	Apr-19	279:00:00	10:00:00
May-19	204:23:00	8:37:00	May-19	227:00:00	6:30:00
Jun-19	225:00:00	4:18:00	Jun-19	168:00:00	3:14:00
Jul-19	496:00:00	24:43:00	Jul-19	250:58:00	15:03:00
Aug-19	365:00:00	10:42:00	Aug-19	308:00:00	8:44:00
Sep-19	309:00:00	18:06:00	Sep-19	244:00:00	16:50:00
Oct-19	392:00:00	0:52:00	Oct-19	300:00:00	1:33:00
Nov-19	235:00:00	4:26:00	Nov-19	208:00:00	3:11:00
Dec-19	200:00:00	2:43:00	Dec-19	189:00:00	2:17:00
Total	3829:23:00	149:11:00	Total	3094:58:00	118:48:00
Rata-Rata	319:06:55	12:25:55	Rata-Rata	257:54:50	9:54:00

Sumber: CV. Buana Engineering Jember, 2019

Pada tabel 1.1 dapat dilihat bahwa *downtime* paling banyak terjadi pada mesin Trulaser 3040 (L50) dibandingkan dengan mesin Trubend 5230 I (B03), maka dalam hal ini peneliti akan melanjutkan dengan menganalisis *Total Productive Maintenance* pada mesin Trulaser 3040 (L50). Selain karena *downtime* pada mesin tersebut lebih besar dibanding mesin Trubend 5230 I (B03) alasan lainnya yaitu karena output pada mesin CNC Trulaser 3040 (L50) merupakan awal dari semua proses, jika terjadi masalah pada mesin tersebut maka akan



memengaruhi proses selanjutnya. Terjadinya *downtime* pada mesin tersebut dikarenakan adanya beberapa kerusakan seperti error pada axis, tape shot, lensa, parameter, eror pada data tranmisi dan teknologi yang digunakan sehingga menyebabkan mesin berhenti sementara dan hasil potongan menjadi tidak rata. Selain itu juga ada beberapa penyebab mesin berhenti sementara yaitu habisnya gas O<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> yang mana harus dilakukan penggantian pada gas tersebut agar mesin dapat berjalan kembali.

Beberapa penyebab *downtime* tersebut tentu akan mengakibatkan penurunan efektivitas mesin pada CV. Buana Engineering sehingga dibutuhkan perawatan dan pemeliharaan secara rutin untuk mencapai *zero breakdown* dan *zero defect*. *Zero breakdown* disini diartikan bahwa mesin tidak mengalami kerusakan sedangkan *zero defect* diartikan bahwa mesin tidak menghasilkan produk yang rusak/cacat. Adanya fenomena tersebut, peneliti ingin melakukan penelitian dengan penerapan TPM menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, *Overall Resource Effectiveness* (ORE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan fenomena yang telah dipaparkan pada latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana efektivitas kinerja mesin Trulaser 3040 (L50) pada CV. Buana Engineering Jember?”

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui efektivitas kinerja dan faktor penyebab terjadinya *downtime* pada mesin Trulaser 3040 (L50) di CV. Buana Engineering Jember.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

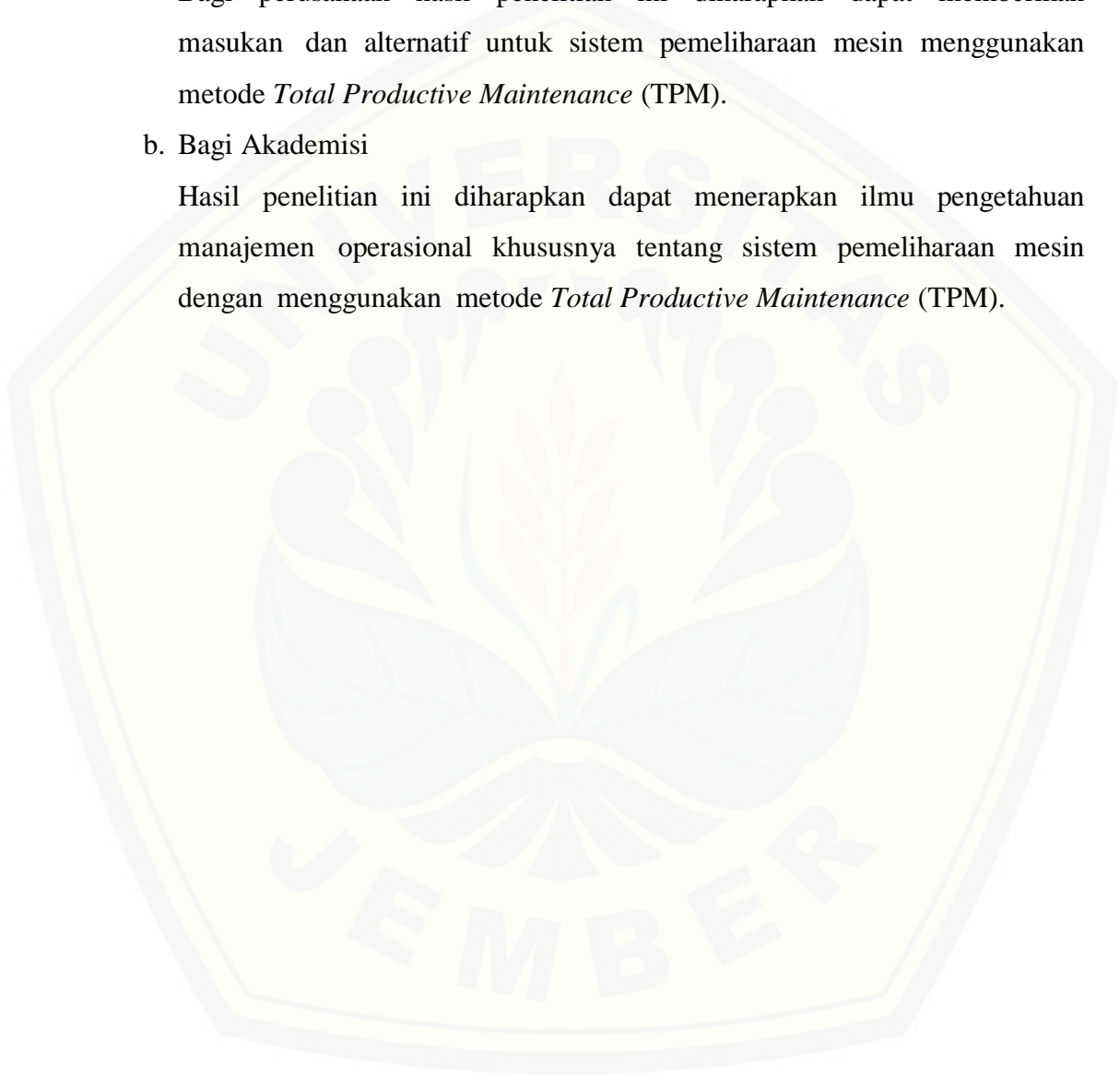
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi beberapa pihak diantaranya :

a. Bagi Perusahaan

Bagi perusahaan hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dan alternatif untuk sistem pemeliharaan mesin menggunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM).

b. Bagi Akademisi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menerapkan ilmu pengetahuan manajemen operasional khususnya tentang sistem pemeliharaan mesin dengan menggunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM).



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Landasan Teori

#### 2.1.1 Pemeliharaan

##### a. Definisi Pemeliharaan

Pemeliharaan atau *maintenance* pada suatu peralatan atau mesin sangat penting dan diperlukan oleh suatu perusahaan industri, hal tersebut berkaitan dengan efektivitas dan efisiensi dalam menjalankan sistem produksi. Suatu perusahaan selalu berusaha agar dapat menjalankan proses produksi dengan lancar dan tetap menggunakan fasilitas-fasilitas produksinya. Apabila fasilitas tersebut digunakan secara terus menerus, maka dalam penggunaan perlu adanya pemeliharaan agar proses produksi sesuai dengan target yang diinginkan perusahaan. Kegiatan *maintenance* dilakukan secara berkelanjutan, sehingga perlu juga adanya pengawasan untuk mengetahui efektivitas sistem produksi pada suatu mesin.

Pengertian pemeliharaan menurut Heizer dan Render (2005:296) adalah semua kegiatan yang berhubungan untuk menjaga dan mempertahankan peralatan sistem agar memenuhi kondisi dalam layak bekerja. Menurut Assauri (2008:134), “Maintenance adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.” Menurut Ating Sudrajat (2011:2), pemeliharaan adalah aktivitas untuk menjaga atau mempertahankan kualitas suatu peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik.

Berdasarkan definisi beberapa para ahli diatas, dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan atau *maintenance* merupakan kegiatan memelihara, merawat, memperbaiki, menyesuaikan serta penggantian fasilitas mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi sesuai dengan perencanaan dan keperluan agar output yang dihasilkan sesuai dengan keinginan yang diharapkan perusahaan serta kondisi mesin tetap siap untuk digunakan dan dapat beroperasi secara maksimal.

b. Tujuan Pemeliharaan

Menurut Heizer dan Render (2005:296) tujuan pemeliharaan yaitu usaha untuk mempertahankan kinerja kemampuan sistem dengan mengendalikan biaya. Menurut Assauri (2008:134), mengatakan bahwa tujuan pemeliharaan adalah sebagai berikut :

- 1) Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
- 2) Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
- 3) Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang di investasikan tersebut.
- 4) Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien.
- 5) Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
- 6) Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dari total biaya yang terendah.

Berdasarkan beberapa tujuan pemeliharaan diatas dapat disimpulkan tujuan pemeliharaan adalah untuk mempermudah melakukan kegiatan perbaikan serta penggantian mesin secara optimal agar aktivitas operasi tetap berjalan dengan baik dan lancar.

c. Jenis-Jenis Pemeliharaan

Pada suatu perusahaan terdapat kegiatan pemeliharaan terhadap peralatan mesin-mesin sesuai dengan prosedur dan jadwal yang telah ditetapkan sehingga dapat menjamin kelancaran kegiatan operasi perusahaan. Kegiatan pemeliharaan dapat dibedakan menjadi 2 jenis. Menurut Assauri (2008:124-126) kegiatan pemeliharaan mesin dalam suatu perusahaan dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu :

### 1) *Preventive Maintenance*

*Preventive maintenance* adalah aktivitas pemeliharaan untuk mencegah adanya kerusakan-kerusakan tak terduga dan mengetahui penyebab peralatan produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi berlangsung. *Preventive maintenance* kegunaannya sangat penting dan efektif dalam menghadapi fasilitas peralatan produksi yang termasuk dalam golongan “critical unit”. Apabila *preventive maintenance* dilaksanakan pada golongan critical unit maka tugas *maintenance* dapat dilakukan dengan perencanaan yang insentif untuk unit yang bersangkutan sehingga rencana produksi dapat dicapai dengan jumlah hasil produksi yang lebih banyak dan menghemat waktu. Peralatan produksi yang termasuk dalam golongan critical unit apabila peralatan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, kerusakan mempengaruhi kualitas produk, kerusakan yang menyebabkan terkendalanya dalam proses produksi. Kegiatan *preventive* dalam perusahaan meliputi :

- a) *Routine Maintenance* : adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin. Misalnya, pembersihan peralatan, pelumasan atau pengecekan oli, serta pengecekan isi bahan bakar dan pemanasan dari mesin sebelum digunakan untuk proses produksi.
- b) *Periodic Maintenance* : adalah pemeliharaan yang dilakukan secara periodic atau dalam jangka waktu tertentu. Misalnya, pembongkaran alat-alat, pemasukan dan pembuangan cylinder atau dan fasilitas tersebut untuk penggantian pelor roda atau bearing serta service atau overhaul besar ataupun kecil.

### 2) *Corrective Maintenance* atau *Breakdown Maintenance*

*Corrective maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan *corrective maintenance* sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya suatu kerusakan yang diakibatkan tidak dilakukannya *preventive maintenance*. Jadi kegiatan *maintenance* yang dilakukan menunggu sampai

terjadi kerusakan terlebih dahulu kemudian diperbaiki. Perbaikan yang dimaksud agar dapat digunakan kembali dalam proses produksi dan dapat berjalan lancar seperti semula. Apabila suatu perusahaan hanya melakukan *corrective maintenance* maka akan terdapat faktor ketidakpastian (*uncertainty*) dalam proses produksinya. Oleh karena itu kebijaksanaan untuk melakukan *corrective maintenance* saja tanpa *preventive maintenance* akan menimbulkan akibat-akibat yang menghambat aktivitas proses produksi.

### 2.1.2 Manajemen Pemeliharaan

Pengertian manajemen pemeliharaan menurut Ating Sudrajat (2011:2) merupakan pengelolaan pemeliharaan melalui tahap perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian operasi pemeliharaan untuk memberikan hasil kemampuan mengenai peralatan perusahaan. Bentuk dari tahap perencanaannya seperti apa yang harus dirawat, bagaimana cara merawatnya, kapan melakukan pemeliharannya, dan siapa yang melakukan pemeliharannya.

Sedangkan tahap pengorganisasian bermaksud penerapan metode manajemen dengan cara yang sistematis. Sehingga pemeliharaan dalam suatu perusahaan tidak hanya ditunjang dengan peralatan dan teknik pemeliharannya saja, melainkan diperlukan pula manajemen yang memadai. Dengan adanya manajemen pemeliharaan yang baik akan mendatangkan kebaikan pula pada sistem yang bersangkutan. Jadi dapat disimpulkan bahwa, dengan adanya manajemen pemeliharaan yang baik akan menunjang aktivitas pemeliharaan dan keberhasilan dalam proses pengelolaan pemeliharaan.

#### a. Aspek Dasar Manajemen Pemeliharaan

Menurut Ating Sudrajat (2011:11) aspek dasar manajemen pemeliharaan terkait dengan efisiensi dan subjek sangat berhubungan dengan :

- 1) Tujuan, yaitu salah satu aspek yang sangat penting dalam menilai serta menentukan tujuan pemeliharaan.
- 2) Organisasi, yaitu penyusunan dan pembagian tugas untuk tenaga kerja bagian pemeliharaan.

- 3) Metode, yaitu alur proses pelaksanaan pemeliharaan dan bagaimana serta dimana pekerjaan itu dilaksanakan.
- 4) Ketenagakerjaan, yaitu biasanya berhubungan dengan rekrutmen, pelatihan, penempatan, kenaikan pangkat, dan pemberhentian.
- 5) Lingkungan, yaitu lingkungan kerja seperti kantor, gudang, dan kondisi fisik lainnya.
- 6) Mesin dan peralatan, yaitu semua yang dipergunakan dalam menunjang pekerjaan pemeliharaan.

### 2.1.3 Konsep *Breakdown* dan *Downtime*

*Breakdown* dapat diartikan sebagai keadaan dimana mesin produksi tidak dapat digunakan dan melakukan fungsinya dengan baik sehingga dibutuhkan seorang *engineer* dalam proses perbaikannya. Sedangkan *downtime* didefinisikan sebagai waktu menganggur dimana mesin tidak dapat lagi digunakan atau beroperasi sesuai dengan kemampuannya, sehingga mesin tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Beberapa unsur di dalam konsep *downtime*:

a. *Maintenance delay*

*Maintenance delay* merupakan waktu yang diperlukan untuk menunggu ketersediaannya sumber daya *maintenance* yang akan melakukan proses perbaikan. Sumber daya *maintenance* dapat berupa teknisi, peralatan bantu, alat pengelasan dan komponen pengganti.

b. *Supply delay*

*Supply delay* merupakan waktu yang dibutuhkan oleh *personel maintenance* untuk memperoleh komponen yang diperlukan dalam melakukan proses perbaikan. *Supply delay* terdiri dari *lead time* administrasi, *lead time* produksi, dan waktu transportasi komponen ke lokasi perbaikan.

c. *Access time*

*Access time* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh akses ke komponen yang mengalami kerusakan.

d. *Diagnosis time*

*Diagnosis time* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan yang terjadi serta mempersiapkan langkah-langkah yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan.

e. *Repair atau replacement time*

*Repair atau replacement time* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki mesin agar mampu menjalankan fungsinya kembali dengan baik setelah mengetahui permasalahan dan mengakses ke komponen yang rusak.

f. *Verification and alignment*

*Verification and alignment* merupakan waktu yang digunakan untuk memastikan bahwa fungsi dari suatu mesin atau peralatan telah kembali seperti kondisi semula.

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

*Total Productive Maintenance (TPM)* merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikut sertakan semua elemen dari perusahaan, yang bertujuan untuk menciptakan suasana kritis (*critical mass*) dalam lingkungan industri guna mencapai *zero defect* dan *zero accident* (Kurniawan, 2013).

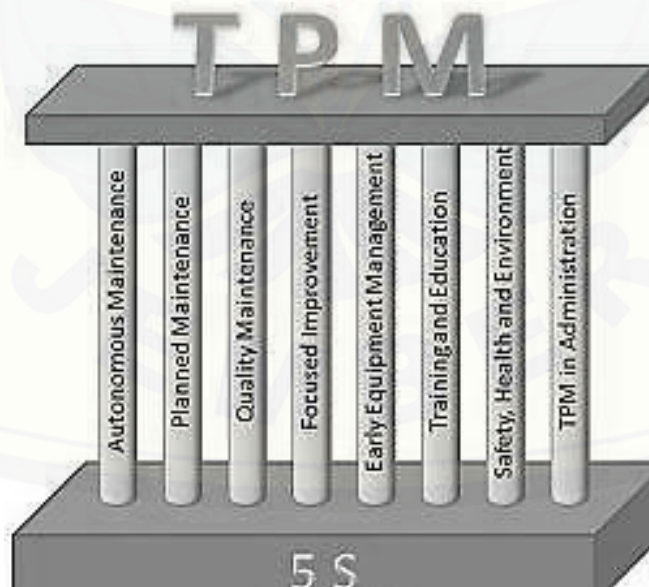
Mukril (dalam Merry, 2018:16) menyatakan bahwa tujuan utama TPM salah satunya yaitu memaksimalkan produktivitas pabrik dan mesin dengan biaya yang kecil dalam menggapai pemeliharaan. Penerapan TPM dilakukan untuk pencapaian efisiensi produksi pada seluruh lini, karena sekarang ini banyak sekali industri yang menggunakan sistem manusia mesin, sehingga dalam membantu efisiensi diperlukan upaya yang sesuai dalam menggunakan metode produksi dan pemeliharaan pada fasilitas produksi. Total Productive Maintenance (TPM) dirancang untuk meminimalkan kerugian yang disebabkan kerusakan, maupun kinerja peralatan/mesin yang menurun. TPM juga berusaha dalam mengoptimalkan kinerja kelompok, dimana suatu anggota kelompok harus ikut serta dan mempunyai kesadaran dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara menyeluruh.



Menurut Ireland dan Dale (2001) tujuan dari Total Productive Maintenance (TPM) sebagai berikut:

- a. Mencapai zero losses dalam kecelakaan, cacat, dan kegagalan.
- b. Membuat sistem perusahaan dalam memaksimalkan proses secara efisien.
- c. Melibatkan seluruh sektor mulai dari produksi, pengembangan dan administrasi.
- d. Melibatkan semua karyawan mulai dari tingkat manajemen yang tinggi sampai dengan staff.
- e. Mengembangkan kegiatan dalam melakukan maintenance.

Untuk menerapkan metode TPM dalam sebuah perusahaan manufacturing, diperlukan pondasi yang kuat dan pilar yang kokoh. Pondasi TPM adalah 5S, sedangkan pilar utama TPM terdiri dari 8 pilar atau biasanya disebut dengan 8 pilar TPM (*Total Productive Maintenance*). 8 pilar TPM sebagian besar difokuskan pada teknik proaktif dan preventif untuk meningkatkan kehandalan mesin dan peralatan produksi. Berikut 8 pilar TPM : (Shirose, 1995).



Gambar 2.1 Pilar-pilar dalam TPM dan pondasi dari TPM  
Sumber: Ahuja & Khamba, 2008

- a. *Autonomous Maintenance /Jishu Hozen* (Perawatan Otonomus)  
Autonomous Maintenance atau Jishu Hozen memberikan tanggung jawab perawatan rutin kepada operator seperti pembersihan mesin, pemberian lubrikasi/minyak dan inspeksi mesin. Dengan demikian, operator atau pekerja yang bersangkutan memiliki rasa kepemilikan yang tinggi, meningkatkan pengetahuan pekerja terhadap peralatan yang digunakannya. Dengan Pilar *Autonomous Maintenance*, Mesin atau peralatan produksi dapat dipastikan bersih dan terlubrikasi dengan baik serta dapat mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadinya kerusakan yang lebih parah.
- b. *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana)  
*Pilar Planned Maintenance* menjadwalkan tugas perawatan berdasarkan tingkat rasio kerusakan yang pernah terjadi dan atau tingkat kerusakan yang diprediksikan. Dengan *Planned Maintenance*, kita dapat mengurangi kerusakan yang terjadi secara mendadak serta dapat lebih baik mengendalikan tingkat kerusakan komponen.
- c. *Quality Maintenance* (Perawatan Kualitas)  
Pilar *Quality Maintenance* membahas tentang masalah kualitas dengan memastikan peralatan atau mesin produksi dapat mendeteksi dan mencegah kesalahan selama produksi berlangsung. Dengan kemampuan mendeteksi kesalahan ini, proses produksi menjadi cukup handal dalam menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi pada pertama kalinya. Dengan demikian, tingkat kegagalan produk akan terkendali dan biaya produksi pun menjadi semakin rendah.
- d. *Focused Improvement / Kobetsu Kaizen* (Perbaikan yang terfokus)  
Membentuk kelompok kerja untuk secara proaktif mengidentifikasi mesin/peralatan kerja yang bermasalah dan memberikan solusi atau usulan-usulan perbaikan. Kelompok kerja dalam melakukan *Focused Improvement* juga bisa mendapatkan karyawan-karyawan yang bertalenta dalam mendukung kinerja perusahaan untuk mencapai targetnya.

- e. *Early Equipment Management* (Manajemen Awal pada Peralatan kerja)  
*Early Equipment Management* merupakan pilar TPM yang menggunakan kumpulan pengalaman dari kegiatan perbaikan dan perawatan sebelumnya untuk memastikan mesin baru dapat mencapai kinerja yang optimal. Tujuan dari pilar ini adalah agar mesin atau peralatan produksi baru dapat mencapai kinerja yang optimal pada waktu yang sesingkat- singkatnya.
- f. *Training dan Education* (Pelatihan dan Pendidikan)  
Pilar *Training dan Education* ini diperlukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan saat menerapkan TPM (*Total Productive Maintenance*). Kurangnya pengetahuan terhadap alat atau mesin yang dipakainya dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan tersebut dan menyebabkan rendahnya produktivitas kerja yang akhirnya merugikan perusahaan. Dengan pelatihan yang cukup, kemampuan operator dapat ditingkatkan sehingga dapat melakukan kegiatan perawatan dasar sedangkan teknisi dapat dilatih dalam hal meningkatkan kemampuannya untuk melakukan perawatan pencegahan dan kemampuan dalam menganalisis kerusakan mesin atau peralatan kerja. Pelatihan pada level Manajerial juga dapat meningkatkan kemampuan Manajer dalam membimbing dan mendidik tenaga kerjanya (*Mentoring and Coaching Skills*) dalam penerapan TPM.
- g. *Safety, Health and Environment* (Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan).  
Para Pekerja harus dapat bekerja dan mampu menjalankan fungsinya dalam lingkungan yang aman dan sehat. Dalam Pilar ini, Perusahaan diwajibkan untuk menyediakan lingkungan yang aman dan sehat serta bebas dari kondisi berbahaya. Tujuan Pilar ini adalah mencapai target Tempat kerja yang “*Accident Free*” (Tempat Kerja yang bebas dari segala kecelakaan).
- h. *TPM in Administration* (TPM dalam Administrasi)  
Pilar selanjutnya dalam TPM adalah menyebarkan konsep TPM ke dalam fungsi Administrasi. Tujuan pilar TPM in Administrasi ini adalah agar semua pihak dalam organisasi (perusahaan) memiliki konsep dan persepsi yang sama termasuk staff administrasi (pembelian, perencanaan dan keuangan).

5S adalah suatu metode penataan dan pemeliharaan wilayah kerja secara intensif yang berasal dari Jepang yang digunakan oleh manajemen dalam usaha memelihara ketertiban, efisiensi, dan disiplin di lokasi kerja sekaligus meningkatkan kinerja perusahaan secara menyeluruh. Penerapan 5S umumnya diberlakukan bersamaan dengan penerapan kaizen agar dapat mendorong efektivitas pelaksanaan 5S (Shirose, 1995).

- a. *Seiri* (ringkas) merupakan kegiatan menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan sehingga segala barang yang ada di lokasi kerja hanya barang yang benar-benar dibutuhkan dalam aktivitas kerja.
- b. *Seiton* (rapi) segala sesuatu harus diletakkan sesuai posisi yang ditetapkan sehingga siap digunakan pada saat diperlukan.
- c. *Seiso* (resik) merupakan kegiatan membersihkan peralatan dan daerah kerja sehingga segala peralatan kerja tetap terjaga dalam kondisi yang baik.
- d. *Seiketsu* (Rawat), merupakan kegiatan menjaga kebersihan pribadi sekaligus mematuhi ketiga tahap sebelumnya.
- e. *Shitsuke* (Rajin) yaitu pemeliharaan kedisiplinan pribadi masing-masing pekerja dalam menjalankan seluruh tahap 5S.

Penerapan 5S harus dilaksanakan secara bertahap sesuai urutannya. Jika tahap pertama (*seiri*) tidak dilakukan dengan baik, maka tahap berikutnya pun tidak akan dapat dijalankan secara maksimal, dan seterusnya.

#### 2.1.5 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

- a. Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Nakajima (dalam Dal *et al.*, 2000) menyatakan bahwa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah sebuah alat ukur maupun metrik keseluruhan untuk mengidentifikasi tingkat keefektifan produktivitas peralatan/mesin. Sangat penting dilakukannya pengukuran ini untuk mengetahui bagian mana yang perlu dilakukan peningkatan produktivitasnya ataupun efisiensi peralatan/mesin dan dapat menunjukkan ketika terjadi kemacetan pada saat proses produksi berlangsung, mulai dari ketersediaan, kinerja dan kualitasnya.

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan salah satu cara dalam mengevaluasi seberapa efektif manajemen operasi dapat terlaksana oleh perusahaan dengan baik. OEE bukan merupakan suatu alat pengukur yang absolut namun OEE digunakan untuk mengidentifikasi kinerja dalam sebuah proses produksi dan juga untuk mengetahui cara meningkatkan kinerja proses produksi (Ahmad, 2018:138). Untuk standart nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di seluruh dunia, *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) menetapkan suatu standar *benchmark* yang sudah dipraktikkan secara menyeluruh di dunia. Berikut merupakan skor penilaian *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Ahmad, 2018:140):

- 1)  $OEE < 40\%$  TIDAK DITERIMA, dapat menimbulkan kerugian ekonomi signifikan dan daya saing sangat rendah.
- 2)  $40\% \leq OEE < 59\%$  RENDAH, maka perusahaan perlu melakukan pencarian dan memperbaiki kinerja sistem yang ada karena dapat menimbulkan kerugian ekonomi dan daya saing rendah
- 3)  $60\% \leq OEE < 84\%$  SEDANG tetap diperlukan adanya perbaikan pada sistem agar nilai OEE naik menjadi di atas 85% sehingga perusahaan akan bergerak menuju kelas dunia. Kategori ini dapat menimbulkan sedikit kerugian ekonomi dan daya saing sedikit rendah.
- 4)  $85\% \leq OEE < 95\%$  KELAS DUNIA, kategori ini masuk ke dalam efek kelas dunia dan baik dalam daya saing, setiap perusahaan menjadikan kategori ini menjadi tujuan jangka panjang yang berkelanjutan.
- 5)  $OEE > 95\%$  SEMPURNA, kategori ini memiliki sistem secepat mungkin, tanpa adanya waktu berhenti pada sistem dan mempunyai daya saing sempurna.

Untuk standar *benchmark world class* yang dianjurkan JIPM, yaitu  $OEE = 85\%$  dengan komposisi nilai sebagai berikut:

- 1) Ketersediaan waktu (*Availability*) mencapai 90% atau lebih
- 2) Kinerja mesin (*Performance Efficiency*) mencapai 92% atau lebih
- 3) Kualitas produk (*Quality*) mencapai 99% atau lebih

Menurut Tajiri dan Gotoh (dalam Puvanasvaran *et al.*, 2013) adanya metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ini menjadi alat ukur untuk mengevaluasi *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam menjaga peralatan/mesin. Peningkatan OEE dengan menghilangkan *Six Big Losses* pada peralatan/mesin agar nilai dari ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance*) dan kualitas (*quality*) menjadi optimal.

b. Analisis Efektivitas *Six Big Losses*

Menurut Chikwendu dan Chima (2018), ada enam kerugian peralatan/mesin yang mengakibatkan menurunnya efektivitas dari peralatan/mesin. Keenam kerugian itu dikenal dengan *Six Big Losses* yang disebutkan sebagai berikut:

1) *Downtime* (Penurunan Waktu)

*Downtime* merupakan waktu terbuang dengan sia-sia, dimana dalam proses produksi mengalami gangguan, tidak berjalan dengan lancar yang diakibatkan oleh kerusakan mesin. *Downtime* dibagi menjadi dua kerugian yaitu:

a) *Equipment failure/Breakdown*

Kerugian yang disebabkan oleh kerusakan pada peralatan/mesin. Kerugian ini membuat terbuangnya waktu dengan sia-sia yang menyebabkan kerugian pada perusahaan akibat menurunnya produksi dan juga kerugian adanya produk cacat.

b) *Set up and adjustment*

Kerugian yang terjadi karena adanya waktu untuk pemasangan, penyesuaian, dan penyetelan untuk memperoleh spesifikasi pada saat awal mulai memproduksi suatu komponen tertentu. Kemudian waktu yang dibutuhkan dalam aktivitas mengganti suatu jenis produk ke produk selanjutnya untuk proses produksi berikutnya.

2) *Speed losses* (Penurunan Kecepatan)

*Speed losses* merupakan kondisi dimana suatu kecepatan proses produktivitas mengalami gangguan, sehingga menyebabkan tidak mencapai target yang diinginkan. *Speed losses* terbagi menjadi dua kerugian yaitu:

a) *Idling and Minor stoppage*

Kerugian yang terjadi karena peralatan/mesin beroperasi tanpa adanya

beban dan berhenti sesaat. Kerugian *Idling* terjadi ketika peralatan dan mesin beroperasi tanpa beban dan beroperasi tanpa menghasilkan produk. *Minor Stoppage* merupakan peralatan/mesin terhenti sesaat terjadi karena faktor eksternal yang mengakibatkan mesin berhenti berulang-ulang, misalnya ada keterlambatan pasokan material atau operator tidak ada.

b) *Reduced speed*

Kerugian akibat adanya penurunan kecepatan produksi. Hal ini terjadi ketika adanya selisih waktu antara kecepatan dari produksi aktual dengan kecepatan produksi ideal peralatan/mesin sehingga beroperasi kurang dari standart kecepatan yang normal.

3) *Quality defect*

Suatu kondisi dimana produk yang dihasilkan cacat, dimana produk tersebut tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan. Kerugian ini dibagi menjadi dua kerugian yaitu:

a) *Defect in process*

Kerugian yang terjadi karena menghasilkan produk yang cacat dan pengerjaan ulang. Kerugian akibat terjadinya kehilangan waktu yang dibutuhkan dalam memperbaiki produk cacat untuk menjadi produk unggulan.

b) *Reduced yield*

Kerugian waktu yang terjadi pada awal produksi hingga tercapai keadaan yang stabil. Kerugian yang disebabkan ketika produk yang dihasilkan tidak sesuai harapan, karena terjadi perbedaan kualitas dari waktu mesin pertama beroperasi dengan saat mesin telah stabil beroperasi.

#### 2.1.6 *Overall Resource Effectiveness (ORE)*

*Overall Resource Effectiveness (ORE)* adalah metode yang digunakan untuk mengukur waktu efektif keseluruhan dari sistem manufaktur yang berkaitan dengan adanya *resources (man, machine, material, methode)* yang digunakan. (Eswaramurthi dan Mohanram, 2013). Pengukuran dilakukan dengan melibatkan faktor *readiness (R)*, *availability of facility (Af)*, *changeover efficiency (C)*,

*availability of material* (Am), *availability of manpower* (Amp), *performance efficiency* (P), *quality rate* (Q) (Aulia *et al.*, 2017)

ORE adalah satu-satunya pendekatan yang mengambil pandangan holistik tentang pembuatan dan produksi. Mencakup kerugian manufaktur, kerugian pemeliharaan, masalah produktivitas, masalah perencanaan dan masalah sistem. ORE memiliki tingkat keefektifan di mana kita menggunakan semua sumber daya, peralatan, operator, teknisi, manajemen dasar dan sistem pendukung. ORE akan sangat membantu pengambil keputusan untuk analisis lebih lanjut dan terus meningkatkan kinerja sumber daya. Ini digunakan untuk mengidentifikasi status sistem manufaktur saat ini dan juga untuk membandingkan efektivitas manufaktur dengan standar kelas dunia (Eswaramurthi dan Mohanram, 2013).

Secara keseluruhan *Resource Effectiveness* dibagi menjadi tiga kategori utama:

- a. EE - *Equipment Effectiveness* adalah persentase waktu suatu peralatan memproduksi barang-barang yang dapat dijual. Komponen dari formula ini adalah state and yield.
- b. HRE - Efektivitas Sumber Daya Manusia adalah persentase waktu seseorang (operator, teknisi, insinyur pendukung) melakukan aktivitas bernilai tambah.
- c. ISE - Infrastruktur dan sistem Efektivitas tidak dapat diukur dari dasar dan juga tidak dapat dihitung dalam persentase. Untuk menilai kekuatan infrastruktur, seseorang perlu memahami semua pekerja dan sistem yang terlibat dalam pembuatan. Tingkat implementasi Sistem Eksekusi Manufaktur, model kapasitas dan alokasi sumber daya rinci diperiksa.

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dimodifikasi sebagai *Overall Resource Effectiveness* (ORE) karena metodologi baru ini membahas kerugian yang terkait dengan sumber daya (manusia, mesin, material, metode) secara terpisah. Pencantuman faktor-faktor baru ini, memungkinkan kita untuk klasifikasi kerugian sumber daya yang lebih rinci dan bertingkat. Klasifikasi kerugian yang diusulkan (Tabel 2.1) dan Model *Overall Resource Effectiveness* (ORE) (Gambar 2.2).



Total time						
Planned production time						1
Loading time					2	
Operation time				3		
Running time			4			
Actual Running time		5				
Earned time		6				
Effective time	7	Performance loss				
Overall Resource Effectiveness	Defect loss	Performance loss	Absence of man power	Material shortages	Set-up and adj. losses	Facilities break down/ Non-availability
Preparatory work/ planned down time						

Gambar 2.2 Model Overall Resource Effectiveness (ORE)

Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Kerugian

ORE factors	Proposed classification of losses
Readiness	Losses due to preparatory on machine or facilities/Planned down time
Availability of facility	Losses due to equipment and accessories break down, Break down/non- availability of Machine accessories, Tools, Jigs and Fixtures, Gauges and instruments, etc., related to facility
Changeover efficiency	Losses due to Set-up and adjustments
Material availability	Losses due to non-availability of raw material/components / sub-assembly/WIP
Man power availability	Losses due to non-availability/absence of Manpower
Performance efficiency	Losses due to operator performance, speed loss and ergonomic related issues
Quality losses	Losses due to quality issues/defects

Sumber : K.G. Eswaramurthi and P.V. Mohanram / American Journal of Applied Sciences, 10 (2): 131-138, 2013

### 2.1.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan yang terjadi (Soemohadiwidjojo, 2017:49). Menurut Stamatis (1995) FMEA adalah teknik yang mengidentifikasi (1) penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya, (2) efek yang terjadi dari kegagalan yang ditimbulkan, (3) tingkat kekritisan efek kegagalan yang ditimbulkan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses yang terjadi. Jadi dapat dikatakan bahwa *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang dapat terjadi dan berfokus terhadap desain produk atau proses.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam FMEA (Soemohadiwidjojo, 2017:50) :

- 1) Mengidentifikasi potensi terjadinya masalah (*failure mode/effect*).
- 2) Menganalisis peluang terjadinya masalah dengan memberikan penilaian berdasarkan *severity, occurrence, detection*.
- 3) Berdasarkan hasil penilaian tersebut kemudian menetapkan *Risk Priority Number* (RPN). Hasil dari RPN ini digunakan sebagai pemeringkatan peluang terjadinya kegagalan.
- 4) Melakukan tindakan untuk mengurangi terjadinya kecacatan.

Ada 3 tingkatan dalam penilaian terhadap potensi kegagalan tersebut:

a. *Menentukan Severity, Occurance, Detection dan RPN*

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *severity, detection*, serta hasil akhirnya yang berupa *risk priority number*.

a. *Severity*

*Severity* merupakan penilaian terhadap besarnya tingkat keparahan yang akan ditimbulkan terhadap *output* yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai dari *severity* menunjukkan bahwasanya semakin tinggi pula tingkat keparahan yang terjadi. Penilaian terhadap *severity* akan dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Nilai *Severity*

Rating	Level	Keterangan
1	<i>Negligible severity</i>	Pengaruh buruk atau gangguan kecil dapat diabaikan. Konsumen mungkin tidak memperhatikan kecacatan ini.
2		<i>Mild Severity</i>
3	Pengaruh buruk yang ringan, konsumen tidak akan memperhatikan penurunan kualitas.	
4	<i>Moderate severity</i>	
5		Terjadi penurunan kualitas secara bertahap. Konsumen mulai merasakan adanya penurunan ini namun masih pada batas toleransi.
6		<i>High severity</i>
7	Pengaruh buruk dengan efek yang tinggi hingga kehilangan fungsi dari produk tersebut. Konsumen merasakan penurunan ini hingga melebihi batas toleransi.	
8	<i>Potential severity</i>	
9		Pengaruh buruh dengan efek yang ditimbulkan sangat tinggi sehingga dapat mempengaruhi kualitas lain, konsumen tidak akan menerimanya.
10		

Sumber : Gasperz, 2002

b. *Occurance*

*Occurance* merupakan penilaian terhadap frekuensi kemungkinan terjadinya kegagalan pada produk atau proses yang terjadi.

Tabel 2.3 Nilai *Occurance*

<b>Rating</b>	<b>Level</b>	<b>Berdasarkan Frekuensi Kejadian</b>
1	<i>Remote</i>	0,01 per 1000 item
2		0,1 per 1000 item
3	<i>Low</i>	0,5 per 1000 item
4		1 per 1000 item
5	<i>Moderate</i>	2 per 1000 item
6		5 per 1000 item
7	<i>High</i>	10 per 1000 item
8		20 per 1000 item
9	<i>Very High</i>	50 per 1000 item
10		100 per 1000 item

Sumber : Gasperz, 2002

c. Tingkat Deteksi (*Detection*)

*Detection* merupakan parameter untuk mendeteksi kemungkinan masalah yang terjadi pada produk atau proses sehingga dapat mencegah terjadinya kegagalan.

Tabel 2.4 Nilai *Detection*

<b>Rating</b>	<b>Berdasarkan Frekuensi Kejadian</b>	<b>Keterangan</b>
1	0,01 per 1000 item	Metode pencegahan efektif, tidak ada kesempatan kemungkinan penyebab terjadi.
2	0,1 per 1000 item	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah.
3	0,5 per 1000 item	
4	1 per 1000 item 2 per 1000 item 5 per 1000 item	Kemungkinan penyebab terjadi moderat, metode pencegahan memungkinkan penyebab itu terjadi kembali.
5		
6		
7	10 per 1000 item	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi, metode pencegahan kurang efektif, dan penyebab masih berulang kembali.
8	20 per 1000 item	
9	50 per 1000 item	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi, metode pencegahan tidak efektif, dan penyebab masih berulang kembali.
10	100 per 1000 item	

Sumber : Gasperz, 2002

Setelah mengetahui dan mengidentifikasi tingkat kerusakan (*severity*), frekuensi (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*) kemudian melakukan penentuan nilai RPN (*Risk Priority Number*). Angka yang didapatkan dari hasil RPN (*Risk Priority Number*) mengindikasikan tingkat permasalahan manakah yang perlu diatasi terlebih dahulu. Artinya semakin tinggi nilai RPN yang didapatkan menunjukkan tingkat keparahan yang memerlukan tingkat prioritas penanganan serius.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu memiliki peran penting dalam penyusunan penelitian ini, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai dasar acuan pelaksanaan penelitian ini. Selain sebagai dasar acuan, dengan dituliskannya penelitian terdahulu ini memberi informasi bahwa penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya baik dari segi objek penelitian, metode penelitian, ataupun hasil penelitian. Berikut ini beberapa penelitian terdahulu:

Tabel 2.5 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama peneliti (Tahun)	Objek penelitian	Metode analisis	Hasil penelitian
1.	Fakhrurrozi et al. (2012)	perusahaan pelumas	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	Selama tahun 2010 hingga 2012 nilai OEE tidak pernah mencapai standar world class. Penyebab utama rendahnya nilai OEE yaitu karena nilai performance rate yang sangat jauh di bawah standar. Selain itu, dalam penelitian ini dilengkapi dengan analisis menggunakan metode FMEA, dari hasil pengolahan kemudian diketahui bahwa pada proses filling, capping, serta induction sealing memiliki risiko yang paling tinggi. Oleh karena itu sebaiknya tindakan perbaikan difokuskan dari faktor-faktor yang memiliki dampak paling besar tersebut.
2.	Irma et al. (2015)	perusahaan alat-alat listrik	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, Failure Mode And Effect</i>	Rata-rata nilai OEE untuk bulan Juli 2014 – Juni 2015 adalah 32,706% masih jauh dari nilai ideal OEE menurut standar internasional yaitu 84%. Risiko penyebab kegagalan utama berdasarkan hasil rekapitulasi nilai RPN dan analisis diagram pareto terdapat 8 kegagalan yang

dilanjutkan di hal 27

Tabel 2.5 Ringkasan Penelitian Terdahulu (lanjutan)

			<i>Analysis</i> (FMEA)	paling kritis yaitu: bahan kawat habis, suhu udara ruangan yang panas, bising dan bau, c oil gemuk, rendahnya kualitas bobbin dan tidak ada pengecekan diawal proses, listrik padam, kawat terlalu besar masih terdapat enamel, selang angin bocor, kelelahan, kurang pengawasan.
3.	Rosyidi et al. (2015)	mesin perontok bulu unggas	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dan metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA).	Rata-rata nilai OEE dalam satu tahun adalah sebesar 65.14 % (< 85 %). Artinya kondisi perusahaan belum mencapai nilai minimal sebagaimana yang disarankan menjadi perusahaan yang menguntungkan dalam hal efektivitas perawatan mesin. Penyebab utama kegagalan mesin adalah tidak adanya jadwal perawatan mesin. Sebagaimana hasil dari analisis metode FMEA bahwa nilai tetinggi ada pada faktor tersebut dengan nilai RPN sebesar 512. Dengan demikian, upaya perbaikan yang perlu segera dilakukan adalah membuat jadwal perawatan mesin.
4.	Aulia et al. (2017)	filter rokok mono jenis A	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dan <i>Overall resource Effectiveness</i> (ORE)	Adapun kesimpulan yang didapat dari penelitian adalah nilai OEE mesin produksi filter rokok mono jenis A memiliki rata-rata nilai sebesar 58,62%. Sedangkan, nilai ORE menunjukkan tingkat efektivitas sumber daya produksi filter rokok mono jenis A yang memiliki rata-rata nilai sebesar 55,51%. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan pada penelitian ini adalah mengadakan pelatihan operator secara menyeluruh

dilanjutkan di hal 28

Tabel 2.5 Ringkasan Penelitian Terdahulu (lanjutan)

				tiap satu bulan sekali, penerapan konsep reward and punishment, membiasakan membaca logbook sebelum pergantian shift.
5.	Supriyadi et al. (2017)	Ash Handling System	TPM dengan metode OEE	mengetahui dampak gangguan belt sobek, mengetahui penyebab terjadinya belt conveyor sobek, dan melakukan estimasi hasil perbaikan dari sisi biaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OEE masih berada di bawah standar internasional, sehingga dilakukan langkah tindakan perbaikan menggunakan metode <i>Fuzzy Failure Mode and Effect</i> .

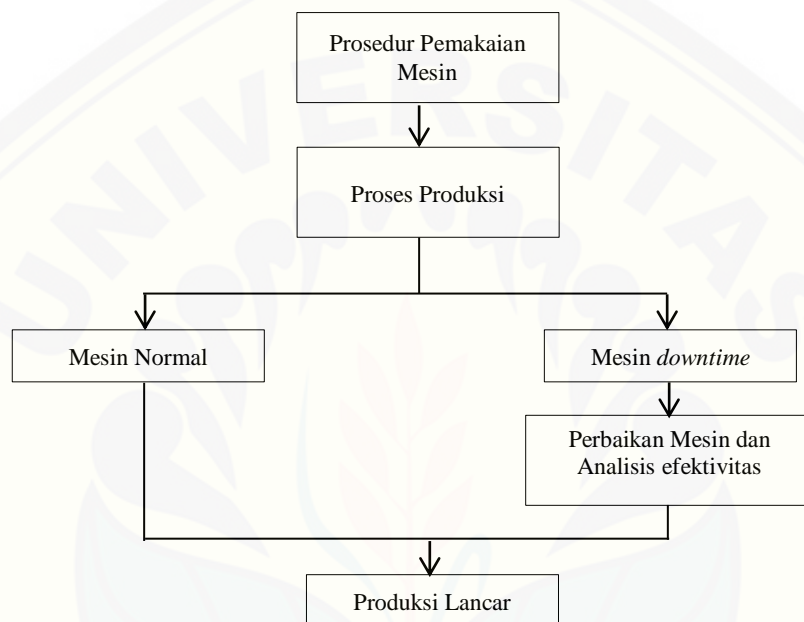
Sumber : Fakhurrozi et al. (2012); Irma et al. (2015); Rosyidi et al. (2015); Aulia et al. (2017); Supriyadi et al. (2017)

Berdasarkan paparan yang ada pada Tabel 2.5 maka penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian Fakhurrozi et al. (2012); Irma et al. (2015); Rosyidi et al. (2015); Supriyadi et al. (2017) yaitu menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk menghilangkan six big losses dan *Fuzzy Failure Mode and Effect* (FMEA) untuk menganalisis factor penyebab permasalahan. Perbedaan ada pada penambahan metode yang digunakan yaitu menggunakan metode tambahan berupa *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yang sama dengan penelitian milik Aulia et al. (2017).



### 2.3 Kerangka Konseptual

Berdasarkan landasan teori dan dari penelitian terdahulu yang diuraikan sebelumnya, penelitian ini digunakan untuk menganalisis tingkat efektivitas mesin pada CV. Buana Engineering Jember, serta mengidentifikasi penyebab efektivitas mesin menurun dan mencari solusi perbaikan dalam mengoptimalkan efektivitas mesin. Secara sistematis kerangka konseptual dalam penelitian ini yaitu:



Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual ini menggambarkan bagaimana prosedur pemakaian mesin dan pemeliharaan mesin pada CV. Buana Engineering Jember dalam memperlancar proses produksinya. Penelitian ini fokus pada tingkat efektivitas mesin, sehingga nanti terdapat mesin normal dan mesin *downtime*. Dimana untuk mesin normal menandakan bahwa proses produksi berjalan dengan lancar, sedangkan pada mesin *downtime* menandakan bahwa proses produksi terjadi gangguan yang menyebabkan proses produksi terhambat dan tidak berjalan dengan lancar sehingga nantinya akan dilakukan perbaikan dan analisis oleh peneliti menggunakan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Overall Resource Effectiveness* (ORE) dan *Fuzzy Failure Mode and Effect* (FMEA) sehingga produksi lancar.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian

Metode penelitian menurut Sugiyono (2018:2) adalah “Cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Berdasarkan hal tersebut terdapat empat kata kunci yang perlu diperhatikan yaitu cara ilmiah, data, tujuan dan kegunaan”. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah semi penelitian tindakan atau *semi action research*. Menurut Sugiyono (2018:9) penelitian tindakan adalah suatu proses kegiatan menghendaki perubahan yang dilalui oleh individu atau kelompok dalam situasi tertentu untuk menguji perkiraan prosedur yang menghasilkan perubahan dan kemudian pada tahap kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan dalam melakukan prosedur tersebut. Keterlibatan peneliti dalam tindakan langsung yaitu proses pengambilan data.

### 3.2 Jenis dan Sumber Data

#### 3.2.1 Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### a. Data Kualitatif

Menurut Sugiyono (2018:23) data kualitatif adalah data yang berbentuk kalimat, kata atau gambar. Data kualitatif yang dimaksud dalam penelitian ini adalah gambaran umum perusahaan, struktur organisasi, tata cara kerja dan pengoperasian mesin, kebijakan *maintenance*, alur produksi, penyebab kerusakan dari mesin atau *downtime*.

##### b. Data Kuantitatif

Menurut Sugiyono (2018:23) data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka, atau data kuantitatif yang diangkakan (*scoring*). Data kuantitatif dalam penelitian ini adalah data jam kerja mesin, data *breakdown* mesin, data jumlah produksi, data produk cacat.

### 3.2.2 Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### a. Data Primer

Data primer adalah sumber data yang didapatkan langsung kepada pengumpul data, (Sugiyono, 2018:213). Sumber data primer didapatkan melalui kegiatan wawancara dengan subjek penelitian dan dengan observasi atau pengamatan langsung di lapangan. Dalam penelitian ini data primer berupa pengamatan terhadap kondisi lapangan secara langsung, kemudian melakukan pencatatan kondisi objek berdasarkan pengamatan, seperti:

- 1) Alur produksi dan cara kerja mesin
- 2) Penyebab kerusakan dari mesin atau *downtime* dan cara merawat

#### b. Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2018:213), data yang tidak diberikan secara langsung kepada pengumpul data disebut data sekunder, biasanya dalam bentuk file dokumen atau melalui orang lain. Sumber data sekunder dalam penelitian ini diambil dari referensi buku, dan jurnal yang berkaitan dengan metode *Total Productive Maintenance* (TPM), studi kepustakaan mengenai manajemen perawatan serta disiplin ilmu pengetahuan lain yang mendukung dan berhubungan dengan topik penelitian serta melakukan pengumpulan data yang berasal dari history perusahaan mengenai mesin yang ada di CV. Buana Engineering seperti :

- 1) Gambaran umum perusahaan
- 2) Data jam kerja mesin
- 3) Data *downtime* Mesin
- 4) Data jumlah produksi
- 5) Data operasional mesin
- 6) Jumlah tenaga kerja
- 7) Jenis pemeliharaan mesin

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam sebuah penelitian, sebab tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data yang akurat, sehingga tanpa mengetahui teknik pengumpulan data, peneliti tidak akan mendapatkan data yang memenuhi standar yang ditetapkan (Sugiyono, 2016: 224). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode wawancara, observasi, dokumentasi.

#### a. Wawancara

Menurut Sugiyono (2018:137) “Wawancara yaitu teknik pengumpulan data apabila ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, dan juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mengandalkan dalam jumlah respondennya sedikit”. Dalam penelitian ini wawancara dilakukan secara langsung dengan manajer operasional mengenai tata cara kerja dan pengoperasian mesin, cara perawatan mesin, alur produksi, penyebab kerusakan dari mesin atau *downtime*, lama waktu perbaikan yang dilakukan untuk perawatan mesin.

#### b. Observasi

Observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis (Sugiyono, 2018:203). Dua diantara yang terpenting adalah proses-proses pengamatan dan ingatan. Jadi Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung yang mana pada penelitian ini yaitu pada objek CV. Buana Engineering. Observasi dilakukan peneliti dengan berinteraksi secara langsung dalam pengecekan mesin, cara kerja mesin, serta prosedur dan proses perbaikan jika terjadi kerusakan pada mesin.

#### c. Dokumentasi

Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara (Sugiyono, 2018: 240). Dalam penelitian ini dokumentasi diperoleh dari manajer operasional berupa data, foto, laporan kegiatan, atau segala bentuk dokumentasi yang merekam aktivitas di CV. Buana Engineering

### 3.4 Metode Analisis Data

Menurut Sugiyono (2018:147) yang dimaksud dengan analisis data adalah sebagai berikut: “Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan dokumentasi, dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih nama yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.”

Penelitian ini dilaksanakan di CV. Buana Engineering, dengan menggunakan data kinerja mesin mulai dari Januari 2019 sampai dengan Desember 2019. Metode pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara yaitu observasi, wawancara dan dokumentasi. Setelah data tersebut dikumpulkan, kemudian data tersebut dianalisis, analisis data dilakukan untuk mengolah data menjadi informasi, data akan menjadi mudah dipahami dan bermanfaat untuk menjawab masalah-masalah yang berkaitan dengan kegiatan penelitian. Pada penelitian ini, analisis data menggunakan alat bantu yaitu *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Six Big Losses*, *Overall Resource Effectiveness (ORE)*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Total Productive Maintenance (TPM)*. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

#### a. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Menurut standar JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) nilai OEE akhir dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori sebagai berikut (Nakajima, 1988):

- 6)  $OEE < 40\%$  TIDAK DITERIMA, dapat menimbulkan kerugian ekonomi signifikan dan daya saing sangat rendah.
- 7)  $40\% \leq OEE < 59\%$  RENDAH, maka perusahaan perlu melakukan pencarian dan memperbaiki kinerja sistem yang ada karena dapat menimbulkan kerugian ekonomi dan daya saing rendah
- 8)  $60\% \leq OEE < 84\%$  SEDANG tetap diperlukan adanya perbaikan pada sistem agar nilai OEE naik menjadi di atas 85% sehingga perusahaan akan bergerak menuju kelas dunia. Kategori ini dapat menimbulkan

sedikit kerugian ekonomi dan daya saing sedikit rendah.

- 9)  $85\% \leq OEE < 95\%$  KELAS DUNIA, kategori ini masuk ke dalam efek kelas dunia dan baik dalam daya saing, setiap perusahaan menjadikan kategori ini menjadi tujuan jangka panjang yang berkelanjutan.
- 10)  $OEE > 95\%$  SEMPURNA, kategori ini memiliki sistem secepat mungkin, tanpa adanya waktu berhenti pada sistem dan mempunyai daya saing sempurna.

Menurut Nakajima (dalam Dal *et al.*,2000) perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) meliputi *Availability* (Ketersediaan), *Performance* (Kinerja), dan *Quality* (Kualitas). Formula matematis dari konsep *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dirumuskan sebagai berikut :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (3.1)$$

a) *Availability*

*Availability* merupakan rasio perbandingan antara *Operation Time* dibagi dengan *Loading Time*. perhitungan ini dapat menghasilkan gambaran berapa besar ketersediaan mesin saat beroperasi atau pemanfaatan suatu peralatan. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (3.2)$$

(1) *Operation Time* merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan jumlah waktu *Setup & Adjustment* dan dikurangi juga dengan waktu mesin berhenti operasi (*Breakdown*). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Operation\ Time = Loading\ Time - Downtime \quad (3.3)$$

(2) *Loading Time* merupakan waktu yang tersedia (*machine working times*) per hari dikurang dengan waktu *downtime* mesin direncanakan (*planned downtime*). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Loading Time} = \text{Machine Working Time} - \text{Planned Downtime} \quad (3.4)$$

- (3) *Machine Working Times* merupakan tersedianya waktu penggunaan mesin dalam satu hari waktu ini juga dapat ditambahkan dengan jam lembur apabila waktu tersebut tersedia di perusahaan. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Machine Working Times} = \text{Jam kerja} + \text{Jam lembur} \quad (3.5)$$

- (4) *Planned Downtime* merupakan jumlah waktu *downtime* mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

- (5) *Downtime* merupakan jumlah waktu *setup & adjustment* seperti *briefing* atau *setting* mesin sebelum dimulainya proses produksi ditambah dengan waktu mesin berhenti operasi (*breakdown*) seperti pergantian dies atau terjadi kerusakan pada bagian tertentu. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Downtime} = \text{Setup \& Adjustment} + \text{Breakdown} \quad (3.6)$$

#### b) *Performance*

*Performance Eficiency* merupakan perhitungan yang dipengaruhi oleh *idling and minor stoppage losses* dan *reduced speed losses*. Dalam perhitungan ini menentukan berapa besar keefektifan peralatan/mesin pada saat melakukan produksi dalam menghasilkan barang. Berikut perhitungan *Performance Eficiency*:

$$\text{Performance} = \frac{\text{JPK} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \quad (3.7)$$

- (1) Jumlah Produksi Kotor (JPK) merupakan output hasil produksi selama mesin bekerja dalam setiap *Machine Working Times*.

- (2) *Ideal Cycle Time* merupakan waktu siklus ideal mesin dalam melakukan proses produksi terhadap produk. Untuk menghitung *ideal cycle time* maka perlu diperhatikan persentase jam kerja terhadap total *downtime*. Rumus jam kerja yaitu:

$$Ideal\ Cycle\ Time = Cycle\ Time \times Persentase\ Jam\ Kerja \quad (3.8)$$

$$Cycle\ Time = \frac{Loading\ Time}{JPK} \quad (3.9)$$

$$\% \text{ jam kerja} = 1 - \frac{Rest\ Time}{Loading\ Time} \quad (3.10)$$

- (3) Operation Time merupakan hasil pengurangan loading time dengan jumlah waktu Setup & Adjustment dan dikurangi juga dengan waktu mesin berhenti operasi (*Breakdown*). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Operation\ Time = Loading\ Time - Downtime \quad (3.11)$$

c) *Quality*

*Quality Rate* merupakan perhitungan yang dipengaruhi oleh *reduced yields* dan *quality defect*. Pada perhitungan ini memperlihatkan gambaran suatu peralatan/mesin menghasilkan kualitas produk yang sesuai dengan standar. Berikut perhitungan *Quality Rate* :

$$Quality = \frac{Jumlah\ Produksi\ Bersih}{Jumlah\ Produksi\ Kotor} \times 100\% \quad (3.12)$$

- (1) Jumlah Produksi Bersih (JPB) merupakan hasil pengurangan antara Jumlah Produksi Kotor (JPK) dikurangi dengan jumlah produk cacat atau kerusakan (*Scrap*) dan jumlah produk cacat yang bisa diproses kembali (*Reject & Rework*). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$JPB = JPK - Reject\ \&\ Rework \quad (3.13)$$

- (2) Jumlah Produksi Kotor (JPK) merupakan output hasil produksi selama mesin bekerja dalam setiap *Machine Working Times*.



b. *Six Big Losses*

Menurut Chikwendu dan Chima (2018), ada enam kerugian peralatan/mesin yang mengakibatkan menurunnya efektivitas dari peralatan/mesin. Keenam kerugian itu dikenal dengan *Six Big Losses*. Perhitungan dari *Six Big Losses* menurut Nakajima (dalam Dianra *et al.*, 2015) sebagai berikut:

1) *Downtime Losses*

*Downtime Losses* terdiri dari dua kerugian yaitu *breakdown losses* adalah suatu keadaan dimana mesin atau peralatan mengalami kerusakan, sehingga mesin tidak dapat dioperasikan. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *breakdown losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (3.14)$$

Kerugian lainnya adalah *setup and adjustment losses* merupakan waktu yang diperlukan untuk setup mesin mulai dari mesin berhenti hingga beroperasi dengan normal. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *set up and adjustment losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (3.15)$$

2) *Speed Losses*

*Speed Losses* terdiri dari dua kerugian yaitu *reduced speed* yang disebabkan terjadinya penurunan kecepatan operasi mesin dari kecepatan normal. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *reduced speed losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (3.16)$$

Kerugian lainnya adalah *idling and minor stoppages* yang disebabkan mesin berhenti sesaat yang disebabkan faktor eksternal dan dapat dihitung

dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK-JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (3.17)$$

### 3) Defect Losses

*Defect Losses* terdiri dari dua kerugian yaitu *quality defect* (process defect) atau *rework losses* merupakan hasil proses produksi yang tidak memenuhi standar dari *quality control*. Adapun rumus untuk *rework losses* yaitu:

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (3.18)$$

Kerugian lainnya yaitu *yield losses* yang merupakan kerugian yang diakibatkan percobaan bahan baku diawal ketika setting mesin yang akan beroperasi sampai tercapainya proses produksi yang stabil. Adapun rumus untuk *yield losses* yaitu:

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Jumlah Cacat Pada Awal Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (3.19)$$

### c. Overall Resource Effectiveness (ORE)

*Overall Resource Effectiveness* (ORE) merupakan modifikasi dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang dikembangkan oleh Saiji Nakajima pada tahun 80an dan diadopsi oleh “SEMI” pada tahun 90an, setelah mengimplementasi filosofi kerja dari OEE dibagian semikonduktor manufaktur dan Gas. ORE menganalisis dan menerapkan perbaikan, melalui proses pengambilan sampel, analisis, dan perbaikan. Formula matematis dari konsep Overall Resource Effectiveness (ORE) dirumuskan sebagai berikut (Eswaramurthi dan Mohanram, 2013):

$$\text{ORE} = R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \times 100\% \quad (3.20)$$

Keterangan : *Readiness* (R), *availability of facility* (Af), *changeover efficiency* (C), *availability of material* (Am), *availability of manpower* (Amp), *performance efficiency* (P), *quality rate* (Q)

1) *Readiness (R)*

Ukuran "*Readiness (R)*" berkaitan dengan total waktu yang tidak siap beroperasi karena *downtime* yang direncanakan karena persiapan / kegiatan yang direncanakan. Kesiapan menunjukkan rasio waktu produksi yang direncanakan terhadap total waktu yang tersedia.

$$Readiness(R) = \frac{Planned\ production\ time}{Total\ Time} \quad (3.21)$$

*Total time* = Shift time or period decided by the management

*Planned production time* = (Total time-Planned down time)

Perencanaan *Downtime* meliputi:

- a) Pekerjaan persiapan seperti pembersihan, inspeksi mesin, inspeksi bagian awal, pelumasan, pengetatan, pengumpulan data dan update
- b) Rapat, Audit, pelatihan operator
- c) Pengolahan sampel proto untuk persyaratan R dan D, Studi rekayasa proses

2) *Availability of Facility (Af)*

Ukuran "*Availability of Facility (Af)*" berkaitan dengan total waktu sistem tidak beroperasi karena down time fasilitas. Ini menunjukkan rasio waktu pemuatan terhadap waktu produksi yang direncanakan:

$$Availability\ of\ Facility\ (Af) = \frac{Loading\ time}{Planned\ production\ time} \quad (3.22)$$

*Loading time* = *Planned production time*-*Facilities down time*.

Fasilitas down time meliputi:

- a) Turunkan waktu mesin dan aksesorinya
- b) Tidak tersedianya alat, jig dan perlengkapan
- c) Tidak tersedianya alat pengukur dan instrumen, rig uji yang berkaitan dengan fasilitas

### 3) *Changeover Efficiency (C)*

*Changeover Efficiency (C)* berkaitan dengan total waktu sistem tidak beroperasi karena pengaturan dan penyesuaian. Ini menunjukkan rasio waktu operasi terhadap waktu Pemuatan:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \quad (3.23)$$

Waktu operasi = Waktu pengunduhan-Penyesuaian dan penyiapan. Penyiapan dan penyesuaian meliputi:

- a) Waktu perpindahan alat, mati, jig dan perlengkapan
- b) Penyesuaian kecil setelah pergantian

### 4) *Availability of Material (Am)*

Dalam skenario manufaktur, terkadang, bahan baku, komponen, sub-rakitan tidak tersedia karena kekurangan dan berbagai alasan lainnya. Ukuran "*Availability of Material (Am) (Am)*" berkaitan dengan total waktu sistem tidak beroperasi karena kekurangan material. Ini adalah rasio waktu berjalan ke waktu operasi.

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \quad (3.24)$$

Waktu berjalan = Waktu operasi-kekurangan bahan. Kekurangan material meliputi:

- a) Tidak tersedianya bahan baku, bahan habis pakai, suku cadang dan sub-rakitan
- b) Tidak tersedianya WIP.

### 5) *Availability of Manpower (Amp)*

Dalam sistem manufaktur, terkadang, operator mungkin tidak tersedia di tempat kerja karena ketidakhadiran. Ukuran "*Availability of Manpower (Amp)*" berkaitan dengan total waktu sistem tidak beroperasi karena tidak adanya tenaga kerja. Ini adalah rasio waktu berjalan aktual dengan waktu berjalan:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \quad (3.25)$$

*Actual Running time* = Waktu berjalan-Ketenagakerjaan tidak ada waktu.

Ketiadaan tenaga manusia meliputi:

- a)Izin, Tinggalkan dan ketidakhadiran
- b)Diskusi dengan atasan, pimpinan tim
- c)Keterkaitan medis

#### 6) *Performance Efficiency (P)*

"*Performance Efficiency (P)*" mengukur waktu total yang digunakan operator secara efisien. Ini adalah waktu yang diperoleh dalam memproduksi produk sebagai melawan *Performance Efficiency* Aktual. Efisiensi kinerja adalah rasio waktu yang diterima terhadap waktu berjalan aktual.

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \quad (3.26)$$

*Earned time* = Siklus waktu / satuan X Kuantitas yang dihasilkan.

#### 7) *Quality Rate (Q)*

"*Quality Rate* " adalah tingkat kualitas produk yang dihasilkan oleh sistem. Ini adalah rasio Kuantitas bagian yang diterima terhadap Kuantitas suku cadang yang diproduksi:

$$\text{Quality Rate (Q)} = \frac{\text{Quantity of parts accepted}}{\text{Quantity of parts produced}} \quad (3.27)$$

Jumlah bagian diterima = Kuantitas yang dihasilkan-Kuantitas ditolak.

#### d. Pembuatan FMEA

*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan suatu metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan yang terjadi (Soemohadiwidjojo, 2017:49). Langkah-langkah yang dilakukan dalam FMEA (Soemohadiwidjojo, 2017:50) :

Mengidentifikasi potensi terjadinya masalah (*failure mode/effect*). Menganalisis peluang terjadinya masalah dengan memberikan penilaian berdasarkan *severity, occurrence, detection*. Berdasarkan hasil penilaian tersebut kemudian menetapkan *Risk Priority Number* (RPN). Hasil dari RPN ini digunakan sebagai pemeringkatan peluang terjadinya kegagalan. RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (3.28)$$

Tabel 3.1 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

No.	Process Step	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	Dampak	Potential Cause	Frekuensi	Current Control	Deteksi	RPN

Sumber: Soemohadiwidjojo, 2017

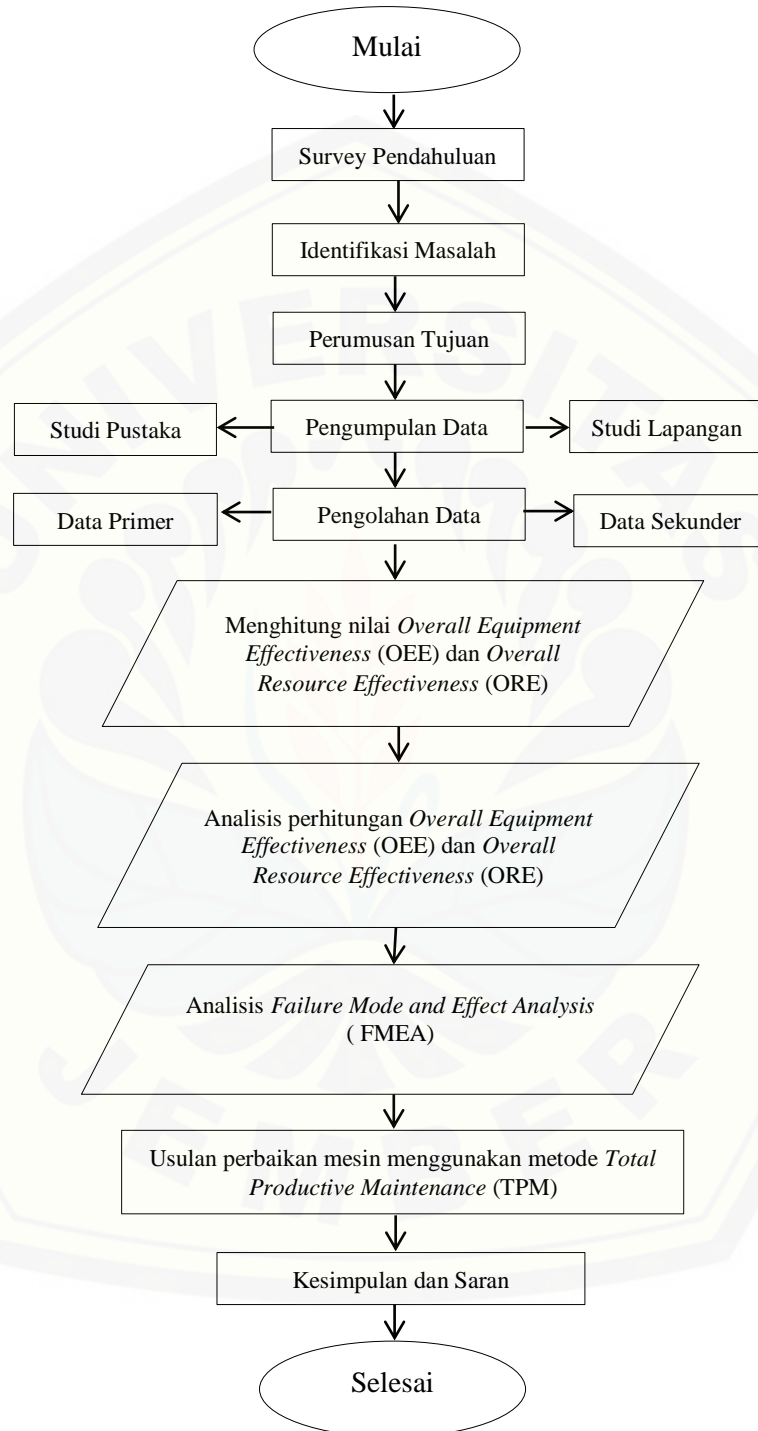
e. Penerapan *Total Productive Maintenance*

Setelah dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, *Overall Resource Effectiveness* (ORE), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) kita dapat menganalisa penerapan *Total Productive Maintenance* pada perusahaan. Dengan melakukan analisa maka dapat dijelaskan secara rinci mengenai keadaan perusahaan yang sebenarnya dan kegiatan apa saja yang harus dilakukan untuk memperbaiki kekurangan-kekurangannya.

f. Usulan Perbaikan

Setelah diketahui nilai RPN dari masing- masing root cause, usulan perbaikan di prioritaskan berdasarkan dari hasil nilai RPN yang tertinggi. Usulan dilakukan berdasarkan brainstorming dengan pihak perusahaan serta menggabungkan usulan perbaikan efektivitas mesin dengan menggunakan *Total Productive Maintenance* (TPM).

### 3.5 Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Keterangan :

1. Mulai, yaitu tahap awal atau persiapan sebelum melakukan penelitian terhadap masalah yang dihadapi.
2. Survey Pendahuluan, yaitu kegiatan terjun secara langsung ke objek penelitian untuk mengetahui kondisi perusahaan dan mendapatkan informasi namun belum secara rinci mengenai objek penelitian, yang berguna untuk mengetahui permasalahan atau fenomena yang terjadi pada objek tersebut.
3. Identifikasi Masalah, yaitu tahap untuk mengidentifikasi masalah yang sedang terjadi pada objek yang menjadi landasan penelitian. Berdasarkan survey pendahuluan masalah yang dihadapi perusahaan adalah kerusakan mesin dengan tingkat probabilitas yang cukup tinggi.
4. Perumusan Tujuan, yaitu tahap dimana merumuskan tujuan yang ingin dicapai dengan melakukan penelitian berdasarkan masalah yang teridentifikasi.
5. Studi Lapangan dan Studi Pustaka, studi lapangan, yaitu tahap melakukan pengamatan lebih lanjut mengenai objek penelitian secara langsung. Sedangkan studi pustaka yaitu tahap mencari referensi sumber-sumber teori dan praktik atau informasi pendukung dapat berasal dari buku atau jurnal terkait untuk mendukung penyelesaian masalah dan metode dari topik yang dibahas.
6. Pengumpulan Data, yaitu tahap observasi secara menyeluruh dengan kegiatan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dari objek penelitian untuk menjawab permasalahan dalam penelitian.
7. Data primer dan data sekunder, sumber data primer didapatkan melalui kegiatan wawancara dengan subjek penelitian dan dengan observasi atau pengamatan langsung di lapangan. Sumber data sekunder digunakan untuk mendukung informasi yang didapatkan dari sumber data primer yaitu dari bahan pustaka, literatur, penelitian terdahulu, buku, laporan-laporan kegiatan yang diadakan oleh perpustakaan dan lain sebagainya.



8. Pengolahan data, setelah semua data terkumpul maka dilakukan pengolahan seperti mengelompokkan data untuk diolah sesuai dengan alur yang dibutuhkan.
9. Menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Overall Resource Effectiveness* (ORE), menghitung performa mesin sesuai dengan rumus yang ada.
10. Analisis perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Overall Resource Effectiveness* (ORE), mengetahui nilai dari hasil perhitungan dan penyebab nilai tersebut.
11. Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), menganalisis penyebab kerusakan yang ditentukan pada tahapan sebelumnya. Hasil analisis tahap FMEA dapat digunakan untuk memprediksi komponen yang sering mengalami kerusakan dan penyebabnya.
12. Usulan perbaikan mesin dengan *Total Productive Maintenance* (TPM), usulan perbaikan di prioritaskan berdasarkan dari hasil nilai RPN yang tertinggi dan dilakukan berdasarkan brainstorming dengan pihak perusahaan serta menggabungkan usulan perbaikan efektivitas mesin dengan TPM
13. Kesimpulan dan Saran, yaitu tahap dimana penelitian akan selesai dengan menarik kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang diperoleh.
14. Selesai, yaitu berakhirnya kegiatan penelitian.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai analisis *Total Productive Maintenance* (TPM) pada mesin Trulaser 3040 (L50) di CV. Buana Engineering Jember dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

a. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Berdasarkan hasil pengolahan data *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin Trulaser 3040 (L50) pada bulan Januari 2019 – Desember 2019 memiliki nilai *Availability Ratio* dengan rata-rata sebesar 96%, *Performance Ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 88%, dan *Quality Ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 100% sehingga didapatkan rata-rata nilai OEE yaitu 84% yang mana nilai tersebut didapatkan dari mengalikan nilai dari *availability*, *performance* dan *quality*. Nilai tersebut masih dibawah standar *benchmark world class* yang dianjurkan JIPM yaitu  $\geq 85\%$ , yang berarti efektivitas mesin masih kurang dan perlu perbaikan agar dapat lebih maksimal, dari ketiga ratio tersebut yang sangat memengaruhi rendahnya nilai OEE adalah nilai *Performace Ratio* yaitu 88%.

b. *Six Big Losses*

Berdasarkan hasil pengolahan data *Six Big Losses* pada mesin Trulaser 3040 (L50) pada bulan Januari 2019 – Desember 2019 maka losses yang paling besar ada pada *Reduce Speed Losses* yaitu sebesar 12% dilanjutkan dengan *breakdown losses* sebesar 3% dan *set up and adjustment losses* sebesar 1%. Pada perhitungan *losses* mesin Trulaser 3040 (L50) ini, *losses Idling and minor stoppages*, *rework* dan *yield* memiliki total time losses sebesar 0% yang berarti tidak ada losses pada bagian tersebut.

c. *Overall Resource Effectiveness* (ORE)

Berdasarkan hasil pengolahan data *Overall Resource Effectiveness* (ORE) pada mesin Trulaser 3040 (L50) pada bulan Januari 2019 – Desember 2019,

nilai rata-rata *Readiness Ratio* sebesar 98%, *Availability Of Facility Ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 94%, *Changeover Efficiency Ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 96%, *Availability of Material Ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 98%, *Availability of ManPower Ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 97%, *Performance Efficiency Ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 93%, *Quality Ratio* memiliki nilai rata-rata sebesar 100% sehingga didapat rata-rata nilai ORE sebesar 78%. Pada ketujuh faktor tersebut nilai rata-rata paling kecil ada pada *Performance Ratio* yaitu sebesar 93%, hal ini berarti bahwa pada bulan tersebut mesin belum bekerja dengan maksimal.

d. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Penyebab utama kegagalan mesin berdasarkan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada mesin Trulaser 3040 (L50) pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019 yaitu disebabkan karena eror pada axis yang disebabkan oleh material plat yang akan diproses melengkung sehingga mesin berhenti sementara dan diperlukan perbaikan oleh operator secara langsung saat masalah tersebut terjadi seperti melakukan pemeriksaan terhadap plat yang akan diproses, penyimpanan plat lebih diperhatikan, memeriksa kembali kualitas plat yang baru sampai, memberikan tanggung jawab perawatan rutin dan teliti kepada operator.

e. *Total Productive Maintenance* (TPM)

*Total Productive Maintenance* (TPM) yang dapat diterapkan yaitu berpatok pada 4 dari 8 pilar TPM yaitu *Autonomous Maintenance*, *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana), *Quality Maintenance* (Perawatan Kualitas), *Training dan Education* (Pelatihan dan Pendidikan) serta penerapan pondasi 5S yaitu *Seiri* (ringkas), *Seiton* (rapi), *Seiso* (resik), *Seiketsu* (Rawat), *Shitsuke* (Rajin) dalam lingkungan kerja terutama pada bagian mesin Trulaser 3040 (150)

## 5.2 Saran

### a. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian menyarankan agar perusahaan dapat menerapkan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) yang berpatok pada 4 dari 8 pilar TPM yaitu *Autonomous Maintenance*, *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana), *Quality Maintenance* (Perawatan Kualitas), *Training dan Education* (Pelatihan dan Pendidikan) serta penerapan pondasi 5S yaitu *Seiri* (ringkas), *Seiton* (rapi), *Seiso* (resik), *Seiketsu* (Rawat), *Shitsuke* (Rajin) dalam lingkungan kerja terutama pada bagian mesin Trulaser 3040 (150) lalu untuk mengetahui efektivitas semua mesin yang ada pada perusahaan dibantu dengan menggunakan metode *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yang mengukur waktu efektif keseluruhan dari sistem manufaktur yang berkaitan dengan adanya beberapa faktor seperti *readiness* (R), *availability of facility* (Af), *changeover efficiency* (C), *availability of material* (Am), *availability of manpower* (Amp), *performance efficiency* (P), *quality rate* (Q).

### b. Bagi Akademisi

Hasil penelitian menyarankan agar peneliti selanjutnya dapat melakukan penambahan faktor atau metode lain yang digunakan untuk penyempurnaan perhitungan efektifitas mesin serta peneliti selanjutnya dapat memecahkan masalah lain yang ada dalam perusahaan dan memberikan solusi atau saran untuk perusahaan agar menjadi lebih baik.

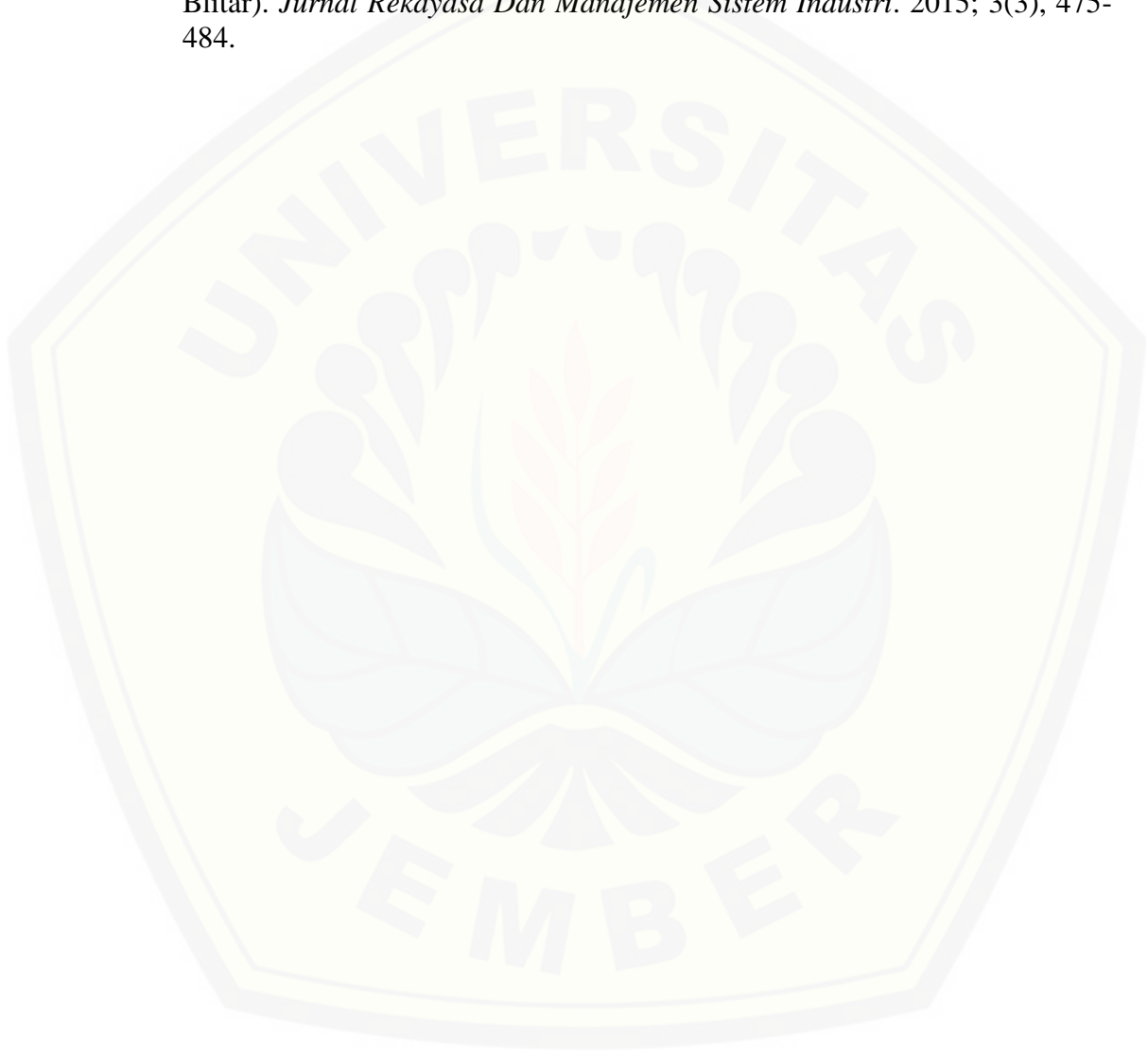
## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Gatot Nazir. 2018. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ahuja, I.P.S., & Khamba, J.S. 2008. Total Productive Maintenance: Literature Review and Directions. *International Journal of Quality & Realibility Management*. 25 (7): 709-756.
- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Aulia, R. S., Novareza, O., & Sulistyarini, D. H. 2017. Pengukuran Nilai OEE dan ORE sebagai Dasar Perbaikan Efektivitas Produksi Filter Rokok Mono Jenis A. *Prosiding SNTI dan SATELIT* (pp. C187-193). Malang: Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya
- Borris Steven. 2006. *Total Productive Maintenance*. United State of America: The McGraw-Hill Companies.
- Chikwendu, O., & Chima, A., S. 2018. Overall Equipment Effectiviness and the Six Big Losses in Total Productive Maintenance. *Journal of Scientific and Engineering Reasearch*. 5 (4): 156-164.
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. 2000. Overall Equipment Effectiviness as a Measure of Operational Improvement a Practical Analysis. *International Journal of Operations & Production Management*. 20 (12): 1488-1502.
- Dianra A., Yanti H., dan Hendro P. 2015. Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiviness (OEE) pada Mesin Tapping Manual dengan Meminimumkan Six Big Losses. *Jurnal Online Institut Teknologi nasional*. 3 (3): 240-251.
- Eswaramurthi, K.G., & Mohanram, P.V., 2013, "Improvement of Manufacturing and Evaluation of Overall Resource Effectiveness", *American Journal of Applied Sciences*. 10 (2).
- Fakhrurrozi, Hanif Fikri., dan Ishak, Dendi Prajadhiana. 2012. *Pengukuran dan Analisis Overall Equipment Effectiveness pada Perusahaan Pelumas*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2013.
- Gasperz, Vincent, 2002, *Total Quality Management*, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Heizer, J., & Render, B. 2005. *Operations Management Edisi Ketujuh*. Jakarta: Salemba Empat.
- IR. Ating Sudrajat, M. 2011. *Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Bandung: PT Refika Aditama.

- Ireland, F., dan Dale, B., G. 2001. A Study of Total Productive Maintenance Implementation. *Journal of Quality Maintenance Engineering*. 7 (3): 183-191.
- Irma, Rizkia, Adianto Hari, dan Yuniati, Yoanita. 2015. Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dalam Mengukur Kinerja Mesin Produksi Winding NT-880N Untuk Meminimasi Six Big Losses. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* No. 04, Vol. 03, Oktober 2015. Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Kurniawan, F. 2013. *Manajemen Perawatan Industri: Teknik dan Aplikasi Implementasi Total Productive Maintenance (TPM), Preventive Maintenance, & Reability Centered Maintenance (RCM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Merry Citra Dewi. 2018. "Analisis Pelaksanaan Pemeliharaan Mesin dalam Meningkatkan Kualitas Produksi Bekatul UD Bintang Usaha Arjasa Jember". Skripsi. Jember: Fakultas Ekonomi dan Bisnis.
- Nakajima, Seiichi. 1988, "Introduction to Total Productive Maintenance", 1<sup>st</sup> Edition, Productivity Press, Inc, Cambridge, Massachusetts.
- Puvanasvaran, P., Teoh Y. S., & Tay C. C. 2013. Consideration of Demand Rate in Overall Equipment Effectiveness (OEE) on Equipment with constant Process Time. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 6 (2): 507-524
- Rosyidi, Khafizh., Santoso, Purnomo Budi dan Sasongko, Mega Nur. 2015. Peningkatan Efektifitas Perawatan Mesin Perontok Bulu Unggas Dengan Metode OEE dan FMEA. (Studi Kasus di Perusahaan Pengolahan Ayam Kampung Pasuruan). *Jemis Vol. 3 No. Tahun 2015*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Shirose, K. 1989. *Equipment Effectiveness Chronic Losses and other TPM Improvement Concept in TPM Developmet Program: Implementing Total Productive Maintenance*. Productivity Press, Inc., Portland, Oregon.
- Soemohadiwidjojo, Ariani T., (2017), *Six Sigma: Metode Pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Statistik*. Raih Asa Sukses (Penebar Swadaya Group), Jakarta Timur.
- Stamatis, D. H. 1995. "Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution". Penerbit: ASQC Quality Press, Milwaukee.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Supriyadi., Ramayanti, G., Afriansyah, R. 2017. Analisis Total Productive Maintenance Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness dan Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis. *Sinergi*. Volume (21) : 165-172. Nomor 3. DOI : doi.org/10.22441/sinergi.2017.3.002

Syaifudin, H. L., Novareza, O., & Efranto, R. Y. Pengukuran Performance Sistem Produksi Menggunakan Overall Throughput Effectiveness (OTE) (Studi Kasus: PT. Tani Gemilang Desa Kerjen Kecamatan Srengat Kabupaten Blitar). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*. 2015; 3(3), 475-484.



## LAMPIRAN

**Lampiran 1: Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

1) *Availability Ratio* (Tabel 4.8 Pengolahan Data *Availability Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= \frac{256:09:00 \text{ Jam}}{273:13:00 \text{ Jam}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= 94\% \end{aligned}$$

b) Februari 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= \frac{277:54:00 \text{ Jam}}{310:31:00 \text{ Jam}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= 89\% \end{aligned}$$

c) Maret 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= \frac{313:20:00 \text{ Jam}}{327:09:00 \text{ Jam}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= 96\% \end{aligned}$$

d) April 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= \frac{323:14:00 \text{ Jam}}{334:28:00 \text{ Jam}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= 97\% \end{aligned}$$

e) Mei 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= \frac{169:35:00 \text{ Jam}}{178:12:00 \text{ Jam}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= 95\% \end{aligned}$$

f) Juni 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= \frac{190:40:00 \text{ Jam}}{194:58:00 \text{ Jam}} \times 100\% \\ \text{Availability} &= 98\% \end{aligned}$$



g) Juli 2019 :

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

$$\text{Availability} = \frac{417: 50: 00 \text{ Jam}}{442: 33: 00 \text{ Jam}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = 94\%$$

h) Agustus 2019 :

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

$$\text{Availability} = \frac{302: 56: 00 \text{ Jam}}{313: 28: 00 \text{ Jam}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = 97\%$$

i) September 2019 :

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

$$\text{Availability} = \frac{250: 12: 00 \text{ Jam}}{268: 18: 00 \text{ Jam}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = 93\%$$

j) Oktober 2019 :

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

$$\text{Availability} = \frac{342: 30: 00 \text{ Jam}}{343: 22: 00 \text{ Jam}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = 100\%$$

k) November 2019 :

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

$$\text{Availability} = \frac{204: 06: 00 \text{ Jam}}{208: 32: 00 \text{ Jam}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = 98\%$$

l) Desember 2019 :

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

$$\text{Availability} = \frac{172: 18: 00 \text{ Jam}}{175: 01: 00 \text{ Jam}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = 98\%$$

2) *Performance Ratio* (Tabel 4.9 Pengolahan Data *Performance Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{43 \text{ Set X } 0,22}{256:09:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 87\% \end{aligned}$$

b) Februari 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{133 \text{ Set X } 0,08}{277:54:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 90\% \end{aligned}$$

c) Maret 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{133 \text{ Set X } 0,09}{313:20:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 87\% \end{aligned}$$

d) April 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{46 \text{ Set X } 0,27}{323:14:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 91\% \end{aligned}$$

e) Mei 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{32 \text{ Set X } 0,19}{169:35:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 88\% \end{aligned}$$

f) Juni 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{56 \text{ Set X } 0,12}{190:40:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 87\% \end{aligned}$$

g) Juli 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{158 \text{ Set X } 0,10}{417:50:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 89\% \end{aligned}$$

h) Agustus 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{113 \text{ Set X } 0,09}{302:56:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 85\% \end{aligned}$$

i) September 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{110 \text{ Set X } 0,08}{250:12:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 86\% \end{aligned}$$

j) Oktober 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{146 \text{ Set X } 0,09}{342:30:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 87\% \end{aligned}$$

k) November 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{81 \text{ Set X } 0,09}{204:06:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 89\% \end{aligned}$$

l) Desember 2019:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{JPK X Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{77 \text{ Set X } 0,08}{179:01:00} \times 100\% \\ \text{Performance} &= 88\% \end{aligned}$$

3) *Quality Ratio* (Tabel 4.10 Pengolahan Data *Quality Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{43 \text{ Set}}{43 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

b) Februari 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{133 \text{ Set}}{133 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

c) Maret 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{133 \text{ Set}}{133 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

d) April 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{46 \text{ Set}}{46 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

e) Mei 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{32 \text{ Set}}{32 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

f) Juni 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{56 \text{ Set}}{56 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

g) Juli 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{158 \text{ Set}}{158 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

h) Agustus 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{113 \text{ Set}}{113 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100$$

i) September 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{110 \text{ Set}}{110 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

j) Oktober 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{146 \text{ Set}}{146 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

k) November 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{81 \text{ Set}}{81 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

l) Desember 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{77 \text{ Set}}{77 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

4) *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* (Tabel 4.11 Pengolahan Data *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019 :

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

$$\text{OEE} = 94\% \times 87\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 82\%$$

b) Februari 2019 :

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

$$\text{OEE} = 89\% \times 90\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 81\%$$

c) Maret 2019 :

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

$$\text{OEE} = 96\% \times 87\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 83\%$$

d) April 2019 :

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

$$\text{OEE} = 97\% \times 91\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 88\%$$

e) Mei 2019 :

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

$$\text{OEE} = 95\% \times 88\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 84\%$$

f) Juni 2019 :

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

$$\text{OEE} = 98\% \times 87\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 85\%$$

g) Juli 2019 :

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

$$\text{OEE} = 94\% \times 89\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 84\%$$

h) Agustus 2019 :

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

$$\text{OEE} = 97\% \times 85\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 82\%$$

i) September 2019 :

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

$$\text{OEE} = 93\% \times 87\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 81\%$$

j) Oktober 2019 :

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

$$\text{OEE} = 100\% \times 87\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 87\%$$

k) November 2019 :

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

$$\text{OEE} = 98\% \times 89\% \times 100\%$$

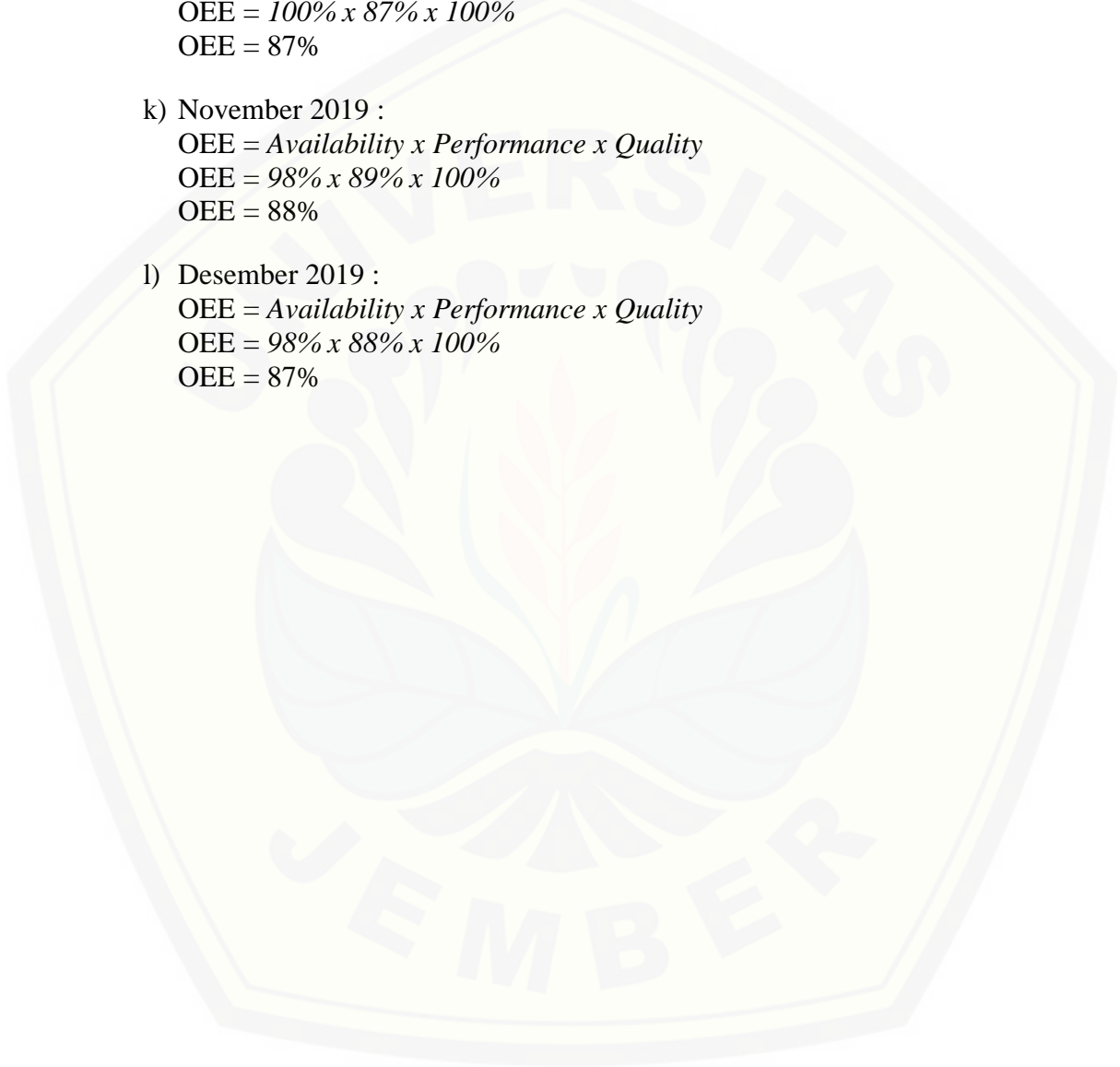
$$\text{OEE} = 88\%$$

l) Desember 2019 :

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

$$\text{OEE} = 98\% \times 88\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 87\%$$



**Lampiran 2: Perhitungan Six Big Losses**

1) *Breakdown Losses* (Tabel 4.12 Pengolahan Data *Breakdown Losses* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Losses} &= \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= \frac{12:42:00}{273:13:00} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= 5\% \end{aligned}$$

b) Februari 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Losses} &= \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= \frac{27:25:00}{310:31:00} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= 9\% \end{aligned}$$

c) Maret 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Losses} &= \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= \frac{8:35:00}{327:09:00} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= 3\% \end{aligned}$$

d) April 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Losses} &= \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= \frac{5:55:00}{334:28:00} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= 2\% \end{aligned}$$

e) Mei 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Losses} &= \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= \frac{7:07:00}{178:12:00} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= 4\% \end{aligned}$$

f) Juni 2019 :

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Losses} &= \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= \frac{3:03:00}{194:58:00} \times 100\% \\ \text{Breakdown Losses} &= 2\% \end{aligned}$$



g) Juli 2019 :

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

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{21:23:00}{442:33:00} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown Losses} = 5\%$$

h) Agustus 2019 :

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

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{8:04:00}{313:38:00} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown Losses} = 3\%$$

i) September 2019 :

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

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{16:24:00}{268:18:00} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown Losses} = 6\%$$

j) Oktober 2019 :

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

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{0:27:00}{343:22:00} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown Losses} = 0,1\%$$

k) November 2019 :

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

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{3:14:00}{208:32:00} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown Losses} = 2\%$$

l) Desember 2019 :

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

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{1:53:00}{175:01:00} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown Losses} = 1\%$$

2) *Setup and Adjustment Losses* (Tabel 4.13 Pengolahan Data *Setup And Adjustment Losses* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{4:22:00}{273:13:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 2\%$$

b) Februari 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{5:12:00}{310:31:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 2\%$$

c) Maret 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{5:14:00}{327:09:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 2\%$$

d) April 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{5:19:00}{334:28:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 2\%$$

e) Mei 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{1:30:00}{178:12:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 1\%$$

f) Juni 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{1:15:00}{194:58:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 1\%$$

g) Juli 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{3:20:00}{442:33:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 1\%$$

h) Agustus 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{2:38:00}{313:38:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 1\%$$

i) September 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{1:42:00}{268:18:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 1\%$$

j) Oktober 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{0:25:00}{343:22:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 0.1\%$$

k) November 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{1:12:00}{208:32:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 1\%$$

l) Desember 2019

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{0:50:00}{175:01:00} \times 100\%$$

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = 0,5\%$$

3) *Reduced Speed Losses* (Tabel 4.14 Pengolahan Data *Reduced Speed Losses* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,25 - 0,22) \times 43}{273:13:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 12\%$$

b) Februari 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,09 - 0,08) \times 133}{310:31:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 9\%$$

c) Maret 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,10 - 0,09) \times 133}{327:09:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 13\%$$

d) April 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,29 - 0,27) \times 46}{324:28:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 9\%$$

e) Mei 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,22 - 0,19) \times 32}{178:12:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 12\%$$

f) Juni 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,14 - 0,12) \times 56}{194:58:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 13\%$$

g) Juli 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,11 - 0,10) \times 158}{442:33:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 10\%$$

h) Agustus 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,11 - 0,10) \times 113}{313:38:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 14\%$$

i) September 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,09 - 0,08) \times 110}{268:18:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 13\%$$

j) Oktober 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,10 - 0,09) \times 146}{343:22:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 13\%$$

k) November 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,10 - 0,09) \times 81}{208:32:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 10\%$$

l) Desember 2019

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{JPK}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = \frac{(0,09 - 0,08) \times 77}{175:01:00} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed} = 12\%$$

4) *Idling and Minor Stoppages Losses* (Tabel 4.15 Pengolahan Data *Idling And Minor Stoppages Losses* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(43 - 43) \times 0,22}{273:13:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

b) Februari 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(133 - 133) \times 0,08}{310:31:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

c) Maret 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(133 - 133) \times 0,09}{327:09:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

d) April 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(46 - 46) \times 0,27}{334:28:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

e) Mei 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(32 - 32) \times 0,19}{178:12:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

f) Juni 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(56 - 56) \times 0,12}{194:58:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

g) Juli 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(158 - 158) \times 0,10}{442:33:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

h) Agustus 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(113 - 113) \times 0,10}{313:38:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

i) September 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(110 - 110) \times 0,08}{268:18:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

j) Oktober 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(146 - 146) \times 0,09}{343:22:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

k) November 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(81 - 81) \times 0,09}{208:32:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

l) Desember 2019 :

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(JPK - JPB) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{(77 - 77) \times 0,08}{175:01:00} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = 0\%$$

5) *Rework losses* (Tabel 4.16 Pengolahan Data *Rework Losses* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,22}{273:13:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

b) Februari 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,08}{310:31:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

c) Maret 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,09}{327:09:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

d) April 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,27}{334:28:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

e) Mei 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,19}{178:12:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

f) Juni 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,12}{194:58:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$



g) Juli 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,10}{442:33:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

h) Agustus 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,10}{313:38:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

i) September 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,08}{268:18:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

j) Oktober 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,09}{343:22:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

k) November 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,09}{208:32:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

l) Desember 2019 :

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,08}{175:01:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

6) *Yield Losses* (Tabel 4.17 Pengolahan Data *Yield Losses* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019 :

$$Yield Losses = \frac{Jumlah\ Cacat\ Pada\ Awal\ Produksi \times Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Rework Losses = \frac{0 \times 0,22}{273:13:00} \times 100\%$$

$$Rework Losses = 0\%$$

b) Februari 2019 :

$$Yield Losses = \frac{Jumlah\ Cacat\ Pada\ Awal\ Produksi \times Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Rework Losses = \frac{0 \times 0,08}{310:31:00} \times 100\%$$

$$Rework Losses = 0\%$$

c) Maret 2019 :

$$Yield Losses = \frac{Jumlah\ Cacat\ Pada\ Awal\ Produksi \times Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Rework Losses = \frac{0 \times 0,09}{327:09:00} \times 100\%$$

$$Rework Losses = 0\%$$

d) April 2019 :

$$Yield Losses = \frac{Jumlah\ Cacat\ Pada\ Awal\ Produksi \times Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Rework Losses = \frac{0 \times 0,27}{334:28:00} \times 100\%$$

$$Rework Losses = 0\%$$

e) Mei 2019 :

$$Yield Losses = \frac{Jumlah\ Cacat\ Pada\ Awal\ Produksi \times Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Rework Losses = \frac{0 \times 0,19}{178:12:00} \times 100\%$$

$$Rework Losses = 0\%$$

f) Juni 2019 :

$$Yield Losses = \frac{Jumlah\ Cacat\ Pada\ Awal\ Produksi \times Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Rework Losses = \frac{0 \times 0,12}{194:58:00} \times 100\%$$

$$Rework Losses = 0\%$$

g) Juli 2019 :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Jumlah Cacat Pada Awal Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,10}{442:33:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

h) Agustus 2019 :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Jumlah Cacat Pada Awal Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,10}{313:38:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

i) September 2019 :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Jumlah Cacat Pada Awal Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,08}{268:18:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

j) Oktober 2019 :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Jumlah Cacat Pada Awal Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,09}{343:22:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

k) November 2019 :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Jumlah Cacat Pada Awal Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,09}{208:32:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

l) Desember 2019 :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Jumlah Cacat Pada Awal Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = \frac{0 \times 0,08}{175:01:00} \times 100\%$$

$$\text{Rework Losses} = 0\%$$

**Lampiran 3 : Perhitungan Overall Resource Effectiveness (ORE)**

1) *Readiness Ratio* (Tabel 4.19 Pengolahan Data *Readiness Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{273:13:00}{277:13:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 99\% \end{aligned}$$

b) Februari 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{310:31:00}{314:31:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 99\% \end{aligned}$$

c) Maret 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{327:09:00}{331:09:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 99\% \end{aligned}$$

d) April 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{334:28:00}{338:28:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 99\% \end{aligned}$$

e) Mei 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{178:12:00}{182:12:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 98\% \end{aligned}$$

f) Juni 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{194:58:00}{198:58:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 98\% \end{aligned}$$

g) Juli 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{442:33:00}{446:33:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 99\% \end{aligned}$$

h) Agustus 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{313:38:00}{317:38:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 99\% \end{aligned}$$

i) September 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{273:13:00}{277:13:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 99\% \end{aligned}$$

j) Oktober 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{343:22:00}{347:22:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 99\% \end{aligned}$$

k) November 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{212:32:00}{208:32:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 98\% \end{aligned}$$

l) Desember 2019:

$$\begin{aligned} \text{Readiness}(R) &= \frac{\text{Planned production time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= \frac{175:01:00}{179:01:00} \times 100\% \\ \text{Readiness}(R) &= 98\% \end{aligned}$$

2) *Availability Of Facility Ratio* (Tabel 4.20 Pengolahan Data *Availability Of Facility Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{273:13:00 - 21:04:00}{273:13:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = 92\%$$

b) Februari 2019:

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{310:31:00 - 36:37:00}{310:31:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = 88\%$$

c) Maret 2019:

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{327:09:00 - 17:49:00}{327:09:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = 95\%$$

d) April 2019:

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{334:28:00 - 15:14:00}{334:28:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = 95\%$$

e) Mei 2019:

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{178:12:00 - 12:37:00}{178:12:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = 93\%$$

f) Juni 2019:

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = \frac{194:58:00 - 8:18:00}{194:58:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Facility (Af)} = 96\%$$

g) Juli 2019:

$$\begin{aligned} \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{442:33:00 - 28:43:00}{442:33:00} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= 94\% \end{aligned}$$

h) Agustus 2019:

$$\begin{aligned} \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{313:38:00 - 14:42:00}{313:38:00} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= 95\% \end{aligned}$$

i) September 2019:

$$\begin{aligned} \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{268:18:00 - 22:06:00}{268:18:00} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= 92\% \end{aligned}$$

j) Oktober 2019:

$$\begin{aligned} \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{343:22:00 - 4:52:00}{343:22:00} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= 99\% \end{aligned}$$

k) November 2019:

$$\begin{aligned} \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{208:32:00 - 8:26:00}{208:32:00} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= 96\% \end{aligned}$$

l) Desember 2019:

$$\begin{aligned} \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Planned production time}} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= \frac{175:01:00 - 6:43:00}{175:01:00} \times 100\% \\ \text{Availability of Facility (Af)} &= 96\% \end{aligned}$$

3) *Changeover Efficiency Ratio* (Tabel 4.21 Pengolahan Data *Changeover Efficiency Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{256:09:00}{273:13:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 94\%$$

b) Februari 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{277:54:00}{310:31:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 89\%$$

c) Maret 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{313:20:00}{327:09:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 96\%$$

d) April 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{323:14:00}{334:28:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 97\%$$

e) Mei 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{169:35:00}{178:12:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 95\%$$

f) Juni 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{190:40:00}{194:58:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 98\%$$



g) Juli 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{417:50:00}{442:33:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 94\%$$

h) Agustus 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{302:56:00}{313:38:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 97\%$$

i) September 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{250:12:00}{268:18:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 93\%$$

j) Oktober 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{342:30:00}{343:22:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 100\%$$

k) November 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{204:06:00}{208:32:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 98\%$$

l) Januari 2019:

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = \frac{172:18:00}{175:01:00} \times 100\%$$

$$\text{Changeover Efficiency (C)} = 98\%$$

4) *Availability Of Material Ratio* (Tabel 4.22 Pengolahan Data *Availability Of Material Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{252:44:00}{256:09:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 99\%$$

b) Februari 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{271:54:00}{277:54:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 98\%$$

c) Maret 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{307:05:00}{313:20:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 98\%$$

d) April 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{319:44:00}{323:14:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 99\%$$

e) Mei 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{166:20:00}{169:35:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 98\%$$

f) Juni 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{186:55:00}{190:40:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 98\%$$

g) Juli 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{411:05:00}{417:50:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 98\%$$

h) Agustus 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{296:26:00}{302:56:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 98\%$$

i) September 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{243:42:00}{250:12:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 97\%$$

j) Oktober 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{342:30:00}{335:45:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 98\%$$

k) November 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{198:56:00}{204:06:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 97\%$$

l) Desember 2019:

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{\text{Running time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = \frac{167:23:00}{172:18:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Material (Am)} = 97\%$$

5) *Availability Of Manpower Ratio* (Tabel 4.23 Pengolahan Data *Availability Of Manpower Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{244:44:00}{252:44:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 97\%$$

b) Februari 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{263:54:00}{271:54:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 97\%$$

c) Maret 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{299:05:00}{307:05:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 97\%$$

d) April 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{311:44:00}{319:44:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 97\%$$

e) Mei 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{158:20:00}{166:20:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 95\%$$

f) Juni 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{178:55:00}{186:55:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 96\%$$

g) Juli 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{403:05:00}{411:05:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 98\%$$

h) Agustus 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{288:26:00}{296:26:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 97\%$$

i) September 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{235:42:00}{243:42:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 97\%$$

j) Oktober 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{327:45:00}{335:45:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 98\%$$

k) November 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{190:56:00}{198:56:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 96\%$$

l) Desember 2019:

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{\text{Actual running time}}{\text{Running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = \frac{159:23:00}{167:23:00} \times 100\%$$

$$\text{Availability of Manpower (Amp)} = 95\%$$

6) *Performance Efficiency Ratio* (Tabel 4.24 Pengolahan Data *Performance Efficiency Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{222:36:00}{244:44:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 91\%$$

b) Februari 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{250:37:07}{263:54:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 95\%$$

c) Maret 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{271:20:07}{299:05:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 91\%$$

d) April 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{292:45:33}{311:44:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 94\%$$

e) Mei 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{148:28:22}{158:20:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 94\%$$

f) Juni 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{165:12:27}{178:55:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 92\%$$

g) Juli 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{371:08:43}{403:05:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 92\%$$

h) Agustus 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{257:10:58}{288:26:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 89\%$$

i) September 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{215:58:33}{235:42:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 92\%$$

j) Oktober 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{297:58:46}{327:45:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 91\%$$

k) November 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{182:06:39}{190:56:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 95\%$$

l) Desember 2019:

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{\text{Earned time}}{\text{Actual running time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = \frac{151:38:33}{159:23:00} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency (P)} = 95\%$$

7) *Quality Ratio* (Tabel 4.25 Pengolahan Data *Quality Ratio* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{43 \text{ Set}}{43 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

b) Februari 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{133 \text{ Set}}{133 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

c) Maret 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{133 \text{ Set}}{133 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

d) April 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{46 \text{ Set}}{46 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

e) Mei 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{32 \text{ Set}}{32 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

f) Juni 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{56 \text{ Set}}{56 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$



g) Juli 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{158 \text{ Set}}{158 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

h) Agustus 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{113 \text{ Set}}{113 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100$$

i) September 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{110 \text{ Set}}{110 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

j) Oktober 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{146 \text{ Set}}{146 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

k) November 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{81 \text{ Set}}{81 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

l) Desember 2019:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Produksi Bersih}}{\text{Jumlah Produksi Kotor}} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{77 \text{ Set}}{77 \text{ Set}} \times 100\%$$

$$Quality = 100 \%$$

8) *Overall Resource Effectiveness (ORE)* (Tabel 4.26 Pengolahan Data *Overall Resource Effectiveness (ORE)* Pada Mesin Trulaser 3040 (L50) Pada Bulan Januari 2019 – Desember 2019)

a) Januari 2019 :

$$\begin{aligned} ORE &= R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \\ ORE &= 99\% \times 92\% \times 94\% \times 99\% \times 97\% \times 91\% \times 100\% \\ ORE &= 74\% \end{aligned}$$

b) Februari 2019 :

$$\begin{aligned} ORE &= R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \\ ORE &= 99\% \times 88\% \times 89\% \times 98\% \times 97\% \times 95\% \times 100\% \\ ORE &= 70\% \end{aligned}$$

c) Maret 2019 :

$$\begin{aligned} ORE &= R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \\ ORE &= 99\% \times 95\% \times 96\% \times 98\% \times 97\% \times 91\% \times 100\% \\ ORE &= 77\% \end{aligned}$$

d) April 2019 :

$$\begin{aligned} ORE &= R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \\ ORE &= 99\% \times 95\% \times 97\% \times 99\% \times 97\% \times 94\% \times 100\% \\ ORE &= 83\% \end{aligned}$$

e) Mei 2019 :

$$\begin{aligned} ORE &= R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \\ ORE &= 98\% \times 93\% \times 95\% \times 98\% \times 95\% \times 94\% \times 100\% \\ ORE &= 76\% \end{aligned}$$

f) Juni 2019 :

$$\begin{aligned} ORE &= R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \\ ORE &= 98\% \times 96\% \times 98\% \times 98\% \times 96\% \times 92\% \times 100\% \\ ORE &= 79\% \end{aligned}$$

g) Juli 2019 :

$$\begin{aligned} ORE &= R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \\ ORE &= 99\% \times 94\% \times 94\% \times 98\% \times 98\% \times 92\% \times 100\% \\ ORE &= 78\% \end{aligned}$$

h) Agustus 2019 :

$$ORE = R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q$$

$$ORE = 99\% \times 95\% \times 97\% \times 98\% \times 97\% \times 89\% \times 100\%$$

$$ORE = 77\%$$

i) September 2019 :

$$ORE = R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q$$

$$ORE = 99\% \times 92\% \times 93\% \times 97\% \times 97\% \times 92\% \times 100\%$$

$$ORE = 73\%$$

j) Oktober 2019 :

$$ORE = R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q$$

$$ORE = 99\% \times 99\% \times 100\% \times 98\% \times 98\% \times 91\% \times 100\%$$

$$ORE = 85\%$$

k) November 2019 :

$$ORE = R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q$$

$$ORE = 98\% \times 96\% \times 98\% \times 97\% \times 96\% \times 95\% \times 100\%$$

$$ORE = 82\%$$

l) Desember 2019 :

$$ORE = R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q$$

$$ORE = 98\% \times 96\% \times 98\% \times 97\% \times 95\% \times 95\% \times 100\%$$

$$ORE = 81\%$$

**Lampiran 4 : Gambar Pendukung**



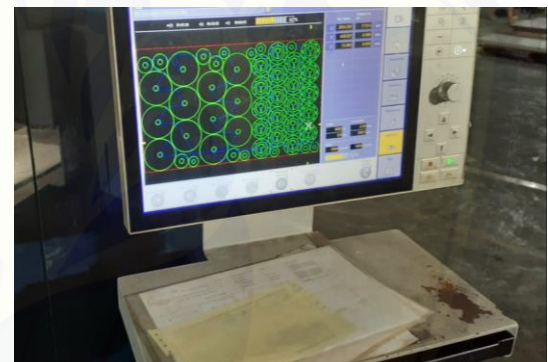
Gambar 1 Mesin Trulaser 3040 (L50)  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 2 Penyimpanan Plat  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4 Penempatan Plat Pada Pallet  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



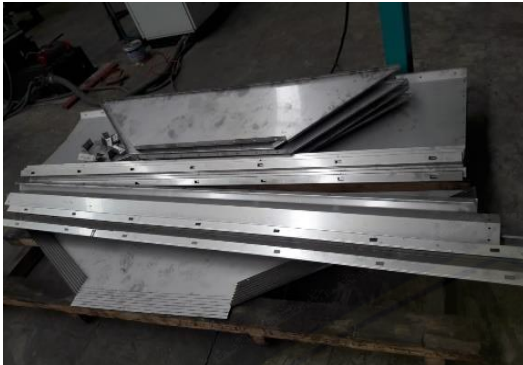
Gambar 3 Panel Control Dan Sketsa Gambar Cutting  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 6 Hasil Cutting  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 5 Proses Cutting  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 8 Hasil Plat Yang Sudah Diproses Bending  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 7 Mesin Trubend 5230 I (B03)  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 10 Mesin Bubut CNC  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 9 Mesin Las SMAW  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 12 Mesin Las MIG (Metal Inert Gas)  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 11 Mesin Las TIG (tungsten inert gas)  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 14 Rangka Tungku Pembakaran  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 13 Bahan Di Masukkan Kedalam  
Keranjang Untuk Di Treatment  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 16 Oven Pengeringan  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 15 Proses Pengecatan Powder Coating  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 18 Proses Pengovenan Cat  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 17 Gudang Hasil  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



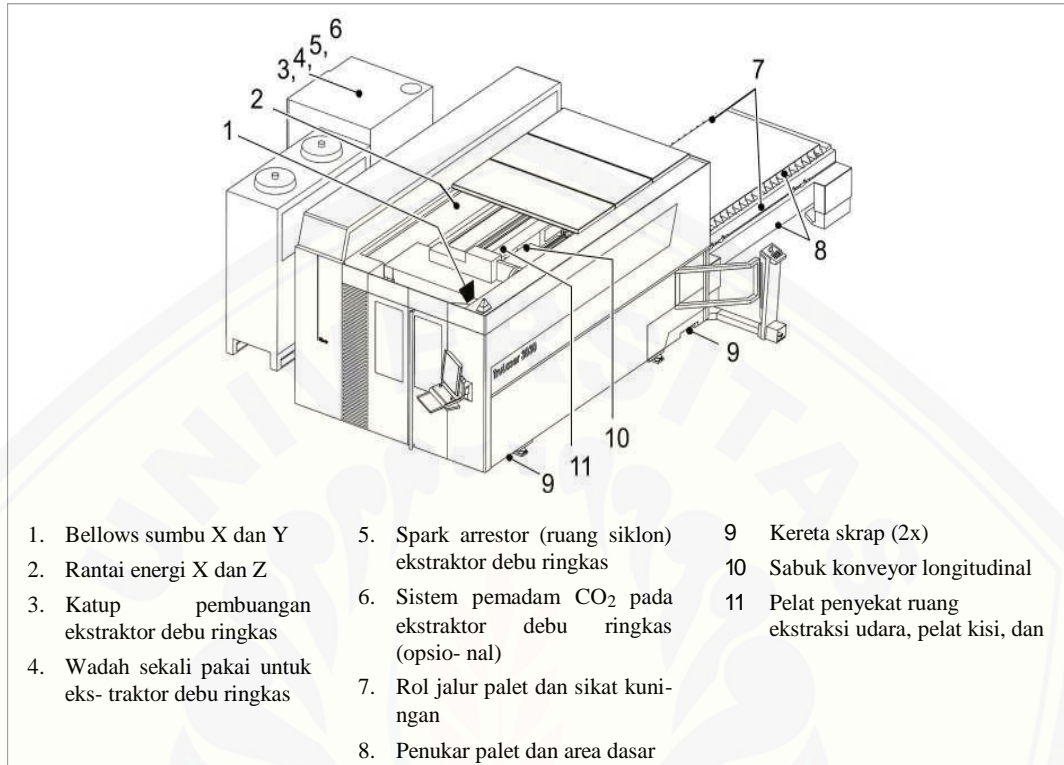
Gambar 19 Papan Alamat Perusahaan  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 20 Lingkungan Kerja Bagian Las  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 21 Lingkungan Kerja Bagian CNC  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 22 Ilustrasi Mesin Trulaser 3040 (L50)  
 Sumber : CV. Buana Engineering