

**USULAN PENINGKATAN PERFORMA MESIN LASER
DENGAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*
DAN DMAIC PADA PT. INDOMIKA UTAMA**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
TANGERANG**

2025

**USULAN PENINGKATAN PERFORMA MESIN LASER
DENGAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*
DAN DMAIC PADA PT. INDOMIKA UTAMA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk kelengkapan gelar kesarjanaan pada Program
Studi Teknik Industri Jenjang Pendidikan Strata I**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
TANGERANG**

2025

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Sita Dwi Anisa
NIM : 20210910001
Jenjang Studi : Strata 1
Program Studi : Teknik Industri
Peminatan : *Quality Control*

DENGAN INI SAYA MENYATAKAN BAHWA:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik Sarjana atau kelengkapan studi, baik di Universitas Buddhi Dharma maupun di Pereguruan Tinggi lainnya.
2. Skripsi ini saya buat sendiri tanpa bantuan dari pihak lain, kecuali arahan Dosen pembimbing.
3. Dalam Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan daftar pustaka.
4. Dalam Skripsi ini tidak terdapat pemalsuan (kebohongan), seperti buku, artikel, jurnal, data sekunder, pengolahan data, dan pemalsuan tanda tangan Dosen atau Ketua Program Studi Universitas Buddhi Dharma yang dibuktikan dengan keasliannya.
5. Lembar pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, tanpa paksaan dan apabila dikemudian hari atau pada waktu lainnya terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima Sanksi Akademik berupa pencabutan Gelar Akademik yang telah saya peroleh karena Skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan dan norma yang berlaku.

Tangerang, 04 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,



Sita Dwi Anisa
NIM :20210910001

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Sita Dwi Anisa
NIM : 20210910001
Jenjang Studi : Strata 1
Program Studi : Teknik Industri
Peminatan : *Quality Control*

Dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Universitas Buddhi Dharma, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul “Usulan Peningkatan Performa Mesin Laser Dengan Metode *Total Productive Maintenance* dan Dmaic Pada Pt. Indomika Utama”.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini pihak Universitas Buddhi Dharma berhak menyimpan, mengalih-media atau format-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan atau mempublikasikannya di *internet* atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama atau pencipta karya ilmiah tersebut. Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Buddhi Dharma, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 04 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,



Sita Dwi Anisa
20210910001

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**USULAN PENINGKATAN PERFORMA MESIN LASER
DENGAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*
DAN DMAIC PADA PT. INDOMIKA UTAMA**

Dibuat oleh:

Nama : Sita Dwi Anisa

NIM : 20210910001

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Komprehensif

Program Studi Teknik Industri

Peminatan Sistem Kualitas

Tahun Akademik 2024/2025

Tangerang, 04 Februari 2025

Disahkan oleh,

Pembimbing,



Dr. Abidin, ST., M.Si.

NIDN: 0408047605

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**USULAN PENINGKATAN PERFORMA MESIN LASER
DENGAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*
DAN DMAIC PADA PT. INDOMIKA UTAMA**

Dibuat oleh:

Nama : Sita Dwi Anisa

NIM : 20210910001

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Komprehensif

Program Studi Teknik Industri

Peminatan Sistem Kualitas

Tahun Akademik 2024/2025

Tangerang, 04 Februari 2025

Disahkan oleh,

Dekan,



Dr. Yakub, SKom., M.Kom., M.M.

NIDN: 0304056901

Pembimbing,



Dr. Abidin, ST., M.Si.

NIDN: 0408047605

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Sita Dwi Anisa
NIM : 20210910001
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : USULAN PENINGKATAN PERFORMA MESIN LASER DENGAN
METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* DAN DMAIC
PADA PT. INDOMIKA UTAMA

Dinyatakan LULUS setelah mempertahankan di depan Tim Penguji pada hari, Selasa 04
Februari 2025

Nama Penguji:

Tanda Tangan:

Ketua Sidang : Dr. Eng. Ir. Amin Suyitno, M.Eng.

NIDK: 8826333420

Penguji I : Alek, ST., MM., IPM., ASEAN Eng.

NIDN: 0407058801

Penguji II : Dr. Abidin, ST., M.Si.

NIDN: 0408047605

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Yakub, SKom., M.Kom., M.M.

NIDN: 0304056901

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga proposal disertasi ini dapat diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian adalah peningkatan *performance* mesin laser. Oleh karena itu, penelitian ini diberi judul Usulan Peningkatan *Performance* Mesin Laser Dengan Metode *Total Productive Maintenance* dan DMAIC.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Abidin, S.T., M.Si sebagai dosen pembimbing sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma.
2. Bapak Ma'ruf Juli Kurniawan selaku Komisaris PT. Indomika Utama yang telah bersedia menuntun penulis selama penelitian.
3. Keluarga besar PT. Indomika Utama yang telah menerima penulis seperti keluarga sendiri selama penelitian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan, baik dalam isi maupun sistematikanya yang disebabkan oleh terbatasnya kemampuan maupun pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini.

Tangerang, 04 Februari 2025

Penulis

Usulan peningkatan performa mesin laser dengan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dan DMAIC pada PT. Indomika Utama
107 halaman + xii / 16 tabel / 10 gambar / 4 lampiran

ABSTRAK

PT. Indomika Utama menghadapi tantangan dalam meningkatkan performa mesin laser yang berdampak pada produktivitas dan efisiensi operasional. Berdasarkan data yang ada, mesin laser memiliki nilai rata-rata *Availability* sebesar 95%, *Quality Rate* 96,07%, *Performance Rate* 84,07%, dan OEE sebesar 77%. Beberapa sumber kerugian yang teridentifikasi antara lain *Equipment Failure Losses* sebesar 5%, *Setup and Adjustment Losses* sebesar 2,5%, *Reduced Speed* sebesar -5%, *Idling & Minor Stoppage* sebesar 0,48%, *Rework Losses* sebesar 39,21%, dan *Yield Losses* sebesar 5,18%. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan performa mesin laser dengan mengimplementasikan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Metode TPM diterapkan untuk mengurangi *downtime* dan meningkatkan perawatan preventif, sedangkan DMAIC digunakan untuk menganalisis data kerugian dan merancang solusi perbaikan berbasis data. Diharapkan dengan penerapan kedua metode ini, nilai OEE dapat meningkat, kerugian dari berbagai sumber dapat dikurangi, dan kinerja mesin laser dapat dioptimalkan untuk mendukung efisiensi produksi yang lebih baik. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan terhadap perbaikan sistem produksi di PT. Indomika Utama.

Kata kunci: Performa mesin laser, TPM, DMAIC, OEE, *breakdown losses*, *yield losses*, *rework losses*.

Proposal for improving laser machine performance using Total Productive Maintenance (TPM) and DMAIC methods at PT. Indomika Utama
107 pages + xii 16 tables / 10 images / 4 attachments

ABSTRACT

PT. Indomika Utama faces challenges in improving laser machine performance that impact productivity and operational efficiency. Based on existing data, the laser machine has an average Availability value of 95%, Quality Rate of 96.07%, Performance Rate of 84.07%, and OEE of 77%. Several sources of losses identified include Breakdown Losses of 4.73%, Setup and Adjustment Losses of 2.5%, Reduced Speed of -5%, Idling & Minor Stoppage of 0.48%, Rework Losses of 39.21%, and Yield Losses of 5.18%. This study aims to improve the performance of laser machines by implementing the Total Productive Maintenance (TPM) and DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) methods. The TPM method is applied to reduce downtime and improve preventive maintenance, while DMAIC is used to analyze loss data and design data-based improvement solutions. It is expected that by implementing these two methods, the OEE value can be increased, losses from various sources can be reduced, and laser machine performance can be optimized to support better production efficiency. This study is expected to provide a significant contribution to improving the production system at PT. Indomika Utama.

Keywords: Laser machine performance, TPM, DMAIC, OEE, breakdown losses, yield losses, rework losses.

DAFTAR ISI

<u>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</u>	i
<u>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</u>	ii
<u>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</u>	iii
<u>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</u>	iv
<u>LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI</u>	v
<u>KATA PENGANTAR</u>	vi
<u>ABSTRAK</u>	vii
<u>ABSTRACT</u>	viii
<u>DAFTAR ISI</u>	ix
<u>DAFTAR TABEL</u>	xi
<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	xiii
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	1
1.1 <u>Latar Belakang</u>	1
1.2 <u>Identifikasi Masalah</u>	4
1.3 <u>Ruang Lingkup Penelitian</u>	4
1.4 <u>Tujuan dan Manfaat Penelitian</u>	4
1.5 <u>Sistematika Penulisan</u>	5
<u>BAB II LANDASAN TEORI</u>	6
2.1 <u>Mesin Laser Cutting</u>	6
2.2 <u>Total Productive Maintenance (TPM)</u>	7
2.2.1 <u>Fokus TPM</u>	9
2.2.2 <u>Pilar TPM</u>	10
2.2.3 <u>Overall Equipment Effectivity (OEE)</u>	11
2.3 <u>Six Big Losses</u>	16
2.4 <u>Diagram Pareto</u>	18
2.5 <u>Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control (DMAIC)</u>	20
<u>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</u>	24
3.1 <u>Kerangka Pemikiran</u>	24
3.2 <u>Tahapan Penelitian</u>	28
3.3 <u>Teknik Pengumpulan Data</u>	30
<u>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</u>	32

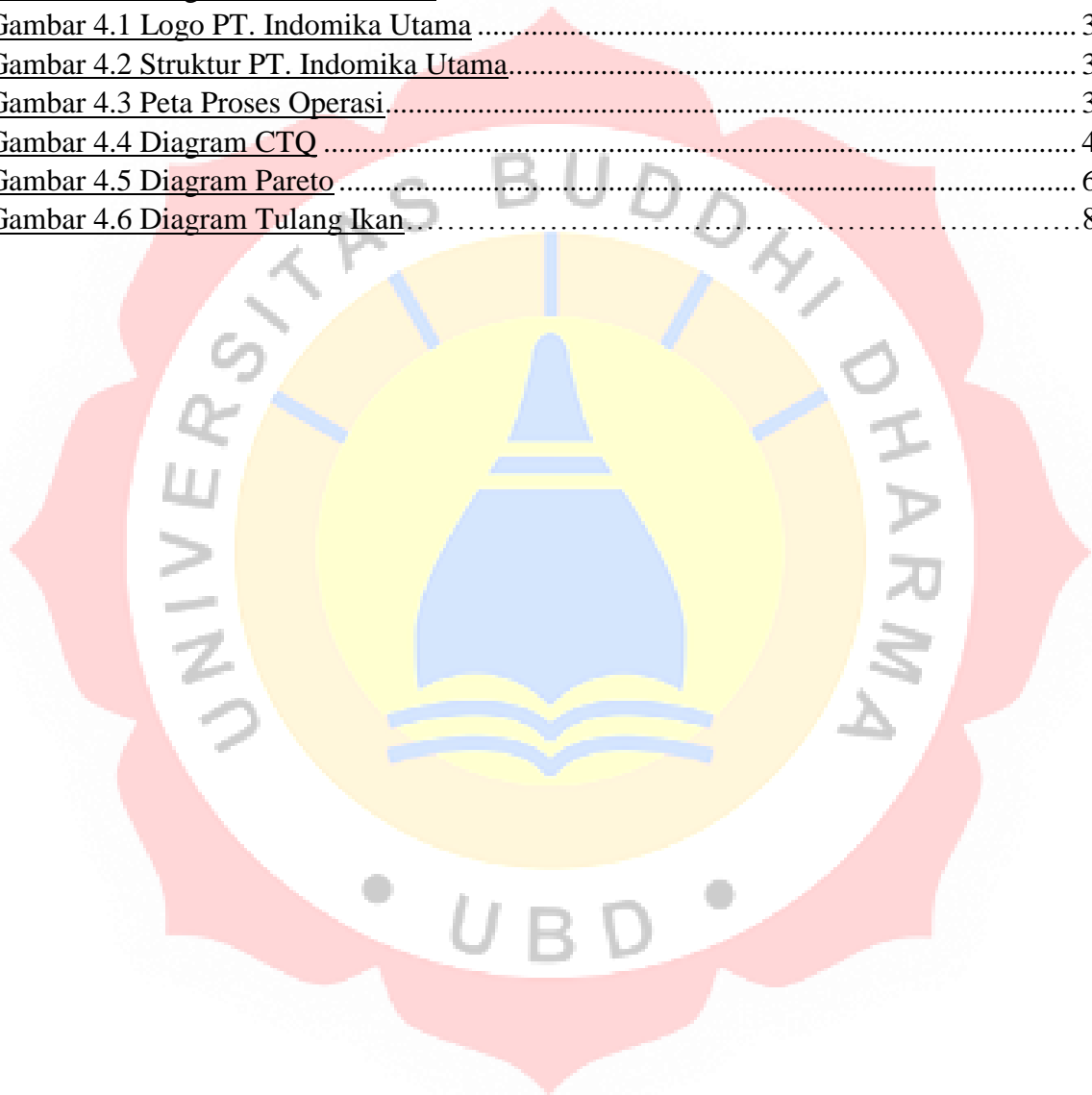
<u>4.1</u>	<u>Gambaran Umum Perusahaan</u>	32
<u>4.1.1</u>	<u>Sejarah Perusahaan</u>	32
<u>4.1.2</u>	<u>Struktur Organisasi Perusahaan</u>	33
<u>4.1.3</u>	<u>Peta Proses Operasi (PPO)</u>	36
<u>4.2</u>	<u>Data dan Pengolahan</u>	37
<u>4.2.1</u>	<u>Define</u>	41
<u>4.2.2</u>	<u>Measure</u>	42
<u>4.2.3</u>	<u>Analyze</u>	69
<u>4.2.4</u>	<u>Improve</u>	70
<u>4.2.5</u>	<u>Control</u>	71
<u>4.3</u>	<u>Analisis dan Pembahasan</u>	73
<u>4.3. 1</u>	<u>Define</u>	73
<u>4.3. 2</u>	<u>Measure</u>	74
<u>4.3.3</u>	<u>Analyze</u>	83
<u>4.3.3</u>	<u>Improve</u>	87
<u>4.3.5</u>	<u>Control</u>	93
<u>BAB V</u>	<u>SIMPULAN DAN SARAN</u>	95
<u>5.1</u>	<u>Simpulan</u>	95
<u>5.2</u>	<u>Saran</u>	96

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 4.1 Data Jam Kerja, <i>Planned Downtime</i>, <i>Loading Time</i>, <i>Downtime</i></u>	37
<u>Tabel 4.2 Jumlah Produksi, Jumlah Cacat dan Jenis Cacat</u>	39
<u>Tabel 4.3 Data <i>Running Time</i></u>	42
<u>Tabel 4.4 Hasil <i>Operation Time</i></u>	45
<u>Tabel 4.5 Hasil Perhitungan <i>Availability</i></u>	47
<u>Tabel 4.6 Hasil <i>Quality Rate</i></u>	49
<u>Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Waktu Siklus Ideal</u>	51
<u>Tabel 4.8 Perhitungan <i>Performance Rate</i></u>	53
<u>Tabel 4.9 Hasil Perhitungan OEE</u>	55
<u>Tabel 4.10 Hasil Perhitungan <i>Equipment Failure Losses</i></u>	57
<u>Tabel 4.11 Perhitungan <i>Setup and Adjustment Losses</i></u>	59
<u>Tabel 4.12 Perhitungan <i>Reduced Speed</i></u>	61
<u>Tabel 4.13 Perhitungan <i>Idling & Minor Soppage</i></u>	63
<u>Tabel 4.14 Hasil Perhitungan <i>Rework Losses</i></u>	65
<u>Tabel 4.15 Perhitungan <i>Yield Losses</i></u>	67
<u>Tabel 4.15 Solusi Peningkatan Performa Mesin dengan Pendekatan Delapan Pilar TPM</u> .	90

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2.1 Delapan Pilar TPM</u>	10
<u>Gambar 2.2 Model DMAIC.....</u>	20
<u>Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir</u>	27
<u>Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....</u>	28
<u>Gambar 4.1 Logo PT. Indomika Utama</u>	32
<u>Gambar 4.2 Struktur PT. Indomika Utama.....</u>	35
<u>Gambar 4.3 Peta Proses Operasi.....</u>	36
<u>Gambar 4.4 Diagram CTQ</u>	41
<u>Gambar 4.5 Diagram Pareto</u>	69
<u>Gambar 4.6 Diagram Tulang Ikan.....</u>	84



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Tempat Magang	103
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Skripsi	104
Lampiran 3. Lembar Pengesahan Selesai SKripsi	105
Lampiran 4. Hasil Wawancara Untuk Diagram Tulang Ikan	106



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Modernisasi kini telah menyentuh hampir seluruh industri di dunia. Tak terkecuali dalam ruang lingkup tingkat kerajinan akrilik yang telah mengalami banyak perkembangan dalam beberapa tahun terakhir. Penggunaan mesin dan perangkat lunak untuk mendukung pengolahan produk akrilik semakin meluas. Dengan kemajuan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang mencakup elektronika, mekanika, dan industri kreatif yang sebelumnya bergantung pada proses manual kini bertransformasi menjadi otomatis. Inilah yang mendorong beberapa perusahaan untuk memanfaatkan mesin secara maksimal dan mengubah unit mereka menjadi sepenuhnya otomatis.

Penggunaan laser untuk memotong material merupakan salah satu teknologi yang terus mengalami perkembangan saat ini. Laser *cutting* merupakan teknologi yang telah banyak digunakan pada perusahaan khususnya untuk kepentingan komersial. Salah satu keunggulan laser *cutting* dibandingkan metode konvensional lainnya adalah tingkat kepresisian yang tinggi, serta peningkatan kualitas material yang dihasilkan setelah proses pemotongan. Laser *cutting* adalah metode pemotongan material dengan laser yang umumnya digunakan dalam dunia manufaktur (Saputro dan Darwis, 2020).

Berkembang dan kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang elektronika dan mekanika, perusahaan kreatif yang dahulu perusahaan kerjanya manual sekarang beralih menjadi otomatis. Pengaturan yang tepat dalam kontrol sangat diperlukan agar mesin laser dalam proses *engraving* dapat berfungsi dengan

presisi, menciptakan pola atau desain yang diinginkan. Untuk mencapai ketepatan dalam proses *engraving*, diperlukan keseimbangan antara beberapa faktor, seperti daya laser, jenis laser, jarak fokus laser terhadap benda kerja, dan kecepatan laser.

Daya dan jenis laser mempengaruhi kemampuan mesin *engraving* dalam mengolah material, baik itu logam maupun non-logam. Jarak antara kepala laser dan objek kerja pada mesin laser engraving juga mempengaruhi titik pusat yang terbentuk selama proses *engraving*. Selain itu, kecepatan pergerakan sinar laser akan menentukan tingkat kekasaran atau kehalusan hasil *engraving* pada permukaan benda kerja. Dengan mengatur parameter daya laser, jenis laser, jarak fokus laser, dan kecepatan laser yang sesuai untuk masing-masing material, kerugian akibat cacat atau kerusakan pada hasil *engraving* dapat diminimalkan.

Pada PT. Indomika Utama terdapat beberapa mesin, salah satunya mesin laser. Mesin laser yang terdapat pada perusahaan tersebut merupakan mesin laser yang bekerja dengan menggunakan aplikasi khusus. Mesin laser pada perusahaan tersebut mengalami 4 (empat) kali *breakdown* dalam sebulan, maka secara langsung dapat menghambat aktivitas produksi yang akan menimbulkan masalah bagi perusahaan.

PT. Indomika Utama merupakan perusahaan di bidang manufaktur yang menghasilkan produk jadi berupa plakat, etalase, gantungan kunci dan sebagainya. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan tersebut adalah belum adanya manajemen perawatan terhadap peralatan dan mesin yang baik. Oleh karena itu, fokus dalam laporan ini adalah meningkatkan dan menganalisa nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin laser *cutting* serta mengurangi produk cacat dengan menggunakan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC). Dengan adanya pengukuran dan perawatan mesin dengan metode OEE, perusahaan

akan mengetahui ketersediaan ketersediaan dan performansi mesin. Selain itu, Perusahaan juga dapat mengurangi produk cacat dengan menggunakan metode DMAIC.

OEE adalah nilai yang menggambarkan tingkat efektivitas suatu peralatan atau mesin. (Ariyah, 2022). OEE dapat dihitung dengan mengukur ketersediaan mesin/peralatan, efisiensi proses kinerja, dan tingkat kualitas produk yang dihasilkan. OEE biasanya diaplikasikan sebagai tingkatan kinerja mesin atau peralatan, yang dibagi menjadi tiga komponen utama, yaitu ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance*), dan kualitas (*quality*). Menurut Fahrezi *et al.* (2023) keunggulan OEE adalah untuk menggambarkan kinerja nyata perusahaan dan membantu memfokuskan upaya peningkatan pada kerugian yang paling signifikan, serta memungkinkan pengukuran berbagai jenis kerugian produksi dan mengidentifikasi peluang untuk perbaikan.

Sementara itu, DMAIC adalah komponen utama dari metodologi *six sigma* yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja suatu proses. Metode ini menekankan pada identifikasi dan pengurangan cacat dalam proses, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil (Lestari dan Purwatmini, 2021). Menurut Nurazizi (2023) keunggulan DMAIC memberikan dampak positif dalam berbagai aspek, seperti pengurangan biaya, peningkatan produktivitas, peningkatan pangsa pasar, pengurangan waktu siklus, penurunan tingkat cacat, serta pengembangan produk atau layanan.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Mesin laser sering mengalami *downtime*, yang berdampak pada produktivitas keseluruhan. Tingginya jumlah produk cacat yang dihasilkan oleh setiap mesin yang beroperasi.
2. Kerusakan pada mesin yang menyebabkan perbaikan mendadak.,
3. Tidak adanya pengukuran yang sesuai dengan performa mesin laser.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Perusahaan menggunakan semua mesin secara otomatis.
2. Penelitian dilakukan pada mesin laser di PT. Indomika Utama.
3. Identifikasi faktor rendahnya nilai OEE menggunakan metode *six big losses*.
4. Identifikasi faktor tingginya produk cacat menggunakan metode DMAIC.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengukur *downtime* yang berdampak pada produktivitas keseluruhan.
2. Mengetahui apa yang menjadi penyebab *breakdown*.
3. Merancang usulan pengukuran untuk meningkatkan performa mesin laser.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Perusahaan mendapatkan informasi mengenai pengukuran performa mesin laser.

2. Perusahaan dapat menambah pemahaman mengenai cara meminimalisir produk cacat.
3. Dapat menambah pemahaman mengenai pemeliharaan mesin laser.
4. Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan kajian ilmu dan menambah referensi dalam pengukuran performa mesin laser.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, identifikasi masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori mengenai pemeliharaan, metode *Total Productive Maintenance*, Metode *Overall Equipment Effectiveness*, metode DMAIC dan penelitian yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi kerangka pemikiran, tahapan penelitian, dan tahap pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi gambaran umum perusahaan, data dan pengolahan, analisis dan pembahasan serta sistem usulan.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan yang diperoleh dari pengolahan data pada bab sebelumnya, serta saran-saran yang dapat menunjang perbaikan kondisi objek penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Mesin Laser *Cutting*

Mesin laser merupakan alat yang memanfaatkan sinar laser untuk mengikis permukaan material. Sinar laser yang menghasilkan panas ini digunakan untuk mengikis atau membakar area permukaan, sehingga menciptakan tulisan atau karakter yang tampak seperti diukir (Octowinandi, 2022). Ada beberapa jenis mesin laser yang sering digunakan oleh perusahaan manufaktur, salah satunya yaitu mesin laser *cutting*. Mesin laser *cutting* yaitu memanfaatkan laser sebagai sumber pemotong yang mengarahkan energi tinggi ke area tertentu. Hasil pemotongan dengan metode ini akan halus dan siap digunakan sesuai kebutuhan (Saputro dan Darwis, 2020).

Menurut Satyawardhana *et al.* (2022) mesin laser *cutting* adalah alat yang banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk memotong akrilik dan dapat menangani bagian-bagian yang rumit. Proses ini bekerja dengan mengarahkan sinar laser berkekuatan tinggi untuk memotong material, serta menggunakan pemrograman komputer untuk mengontrol operasinya. Pemotongan laser merupakan salah satu solusi yang menjawab tantangan teknologi saat ini, menawarkan keuntungan signifikan dibandingkan metode pemotongan konvensional, seperti tingkat presisi yang tinggi, kecepatan proses yang cepat, dan biaya yang rendah.

Saputro dan Darwis (2020) mengemukakan bahwa terdapat tiga jenis laser yang umum digunakan dalam mesin laser *cutting*. Laser CO₂ ideal untuk memotong, membuat lubang, dan mengukir. *Neodymium* (Nd) digunakan untuk proses pengeboran yang

memerlukan energi besar, meskipun memiliki frekuensi pengulangan yang rendah. Sementara itu, laser neodymium *yttrium-aluminum-garnet* (Nd-YAG) membutuhkan daya yang sangat tinggi untuk pengeboran dan pengukiran. Baik laser CO₂ maupun Nd dan Nd-YAG dapat digunakan untuk pengelasan.

Mesin laser *cutting* adalah mesin yang berfungsi untuk memotong bahan baku dengan berbagai ketebalan, menggunakan teknologi sinar laser yang difokuskan pada satu titik. Proses pemotongan ini memanfaatkan sinar laser yang sangat terfokus, sehingga memiliki energi tinggi. Laser *cutting* beroperasi dengan mengarahkan sinar laser berkekuatan tinggi untuk memotong material, dengan bantuan komputer untuk mengontrol arah sinar tersebut. Laser ini biasanya hadir dalam bentuk yang tidak terlihat maupun yang dapat dilihat oleh mata manusia (Slamet *et al.*, 2021).

2.2 Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) adalah sebuah pendekatan pemeliharaan yang dikembangkan dengan mengutamakan aspek produktivitas. Selain itu, TPM adalah suatu proses perbaikan berkelanjutan yang terstruktur dan berfokus pada peralatan pabrik. Tujuan TPM adalah mengoptimalkan efektivitas produksi dengan mengidentifikasi dan mengurangi kerugian yang disebabkan oleh peralatan, serta melibatkan karyawan secara aktif dalam tim di semua tingkat hierarki operasional (Ardianto, 2021).

Harahap *et al.* (2021) mengatakan bahwa TPM fokus pada kegiatan pemeliharaan dan menjadikannya bagian krusial dari bisnis. Inisiatif-inisiatif TPM

membantu menyelaraskan fungsi manufaktur dengan fungsi lain untuk mencapai keuntungan yang berkelanjutan.

Tujuan TPM adalah untuk menghindari perbaikan mendesak dan mengurangi perawatan yang tidak direncanakan. Nilai OEE yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar internasional yang berlaku (Ariyah, 2022). Selain itu, filosofi yang bertujuan untuk mengoptimalkan efektivitas fasilitas di semua tingkat. Pendekatan ini tidak hanya fokus pada pemeliharaan, tetapi juga mencakup seluruh aspek operasi dan instalasi fasilitas produksi, serta peningkatan kinerja karyawan dalam perusahaan.

Menurut Sibarani *et al.* (2020) TPM merupakan suatu aktivitas pemeliharaan yang melibatkan semua elemen dalam upaya peningkatan, dengan tujuan untuk meningkatkan kepedulian terhadap hasil akhir atau output produksi. Ini dilakukan dalam lingkungan yang bertujuan mencapai *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident*. Di perusahaan, keberhasilan TPM diukur melalui OEE dan enam kehilangan besar (*Six Big Losses*).

Gusniar dan Sidik (2022) mengemukakan bahwa metode TPM dalam melakukan perhitungan tidak dapat berdiri sendiri, melainkan memerlukan dukungan untuk menyesuaikan dengan standar yang diterapkan di setiap perusahaan. Oleh karena itu, kali ini perhitungan akan dilakukan dengan menggunakan OEE yang telah ditetapkan sebagai standar dunia.

Samadhiya *et al.* (2023) menyatakan bahwa TPM mendorong konsistensi operasional dengan menjaga mesin manufaktur secara efisien, sehingga meminimalkan kegagalan dan kesalahan kualitas. TPM memiliki peran penting, karena dapat mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin atau peralatan, sehingga kerugian akibat kerusakan mesin dapat dihindari.

TPM adalah pendekatan pemeliharaan yang memperkuat integrasi antara produksi dan kualitas melalui mesin, peralatan, proses, dan karyawan, sehingga memberikan nilai tambah bagi organisasi. Salah satu indikator kinerja dalam TPM yang mengukur seberapa efektif penggunaan mesin dan peralatan adalah OEE. Persentase OEE digunakan untuk menunjukkan bahwa mesin dan peralatan beroperasi pada kapasitas optimal dan menghasilkan produk dengan kualitas tinggi (Hassan dan Kader, 2020).

2.2.1 Fokus TPM

Menurut Sibarani *et al.* (2020) fokus TPM adalah memaksimalkan efisiensi peralatan secara keseluruhan, membangun pemeliharaan preventif total untuk sepanjang umur peralatan, melibatkan semua sektor, departemen, dan karyawan, menyediakan mekanisme untuk mencapai "nihil kecelakaan, nihil cacat, dan nihil kegagalan" dalam produksi, serta memanfaatkan kegiatan kelompok kecil untuk mencapai nol kerugian. Mekanisme tersebut, yaitu:

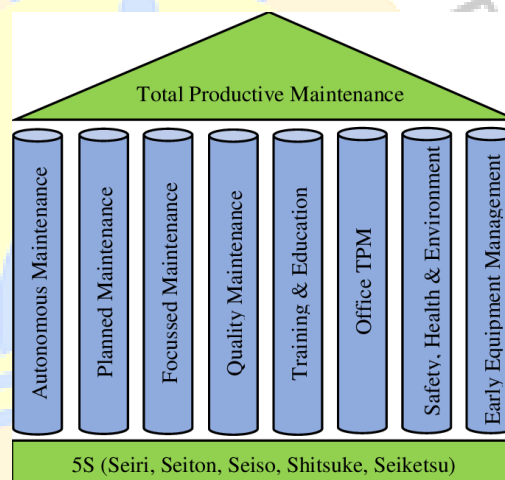
- a. *Zero downtime* adalah kondisi mesin rusak dan tidak bisa beroperasi. Karena adanya masalah pada mesin, produksi atau operasional proses akan terhambat.
- b. *Zero defect* adalah barang cacat dari hasil operasional yang menghasilkan produk yang tidak sempurna atau rusak. Terdapat dua kategori cacat. Pertama, barang yang tidak dapat digunakan lagi, dan kedua, barang yang mungkin masih bisa diperbaiki. Namun, kedua jenis cacat ini tetap dianggap sebagai limbah.

- c. *Zero accident* adalah kecelakaan yang terjadi selama proses produksi yang berkaitan dengan peralatan, kerusakan mesin, pengoperasian yang tidak tepat, atau bahkan perawatan yang tidak benar juga dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan.

2.2.2 Pilar TPM

yang dirancang untuk secara proaktif membangun keandalan mesin (Pratitis dan Maryanty, 2024). Delapan pilar tersebut dapat dilihat pada gambar

2.1.



Gambar 2.1 Delapan Pilar TPM

Sumber: Setiawan (2021)

- a. *Autonomous Maintenance* (AM), memberikan tanggung jawab kepada operator untuk melaksanakan perawatan rutin pada mesin, seperti pembersihan berkala, pelumasan, dan inspeksi.
- b. *Planned Maintenance* (PM), bertugas untuk menjadwalkan perawatan berdasarkan frekuensi kerusakan yang telah terjadi atau perkiraan tingkat

kerusakan, sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan mesin yang mendadak.

- c. *Focus Maintenance* (FM), berfokus pada peningkatan perawatan mesin, pilar ini bertujuan untuk mengurangi kerugian dalam kinerja mesin.
- d. *Quality Maintenance* (QM), bertugas untuk mendeteksi dan mencegah kesalahan yang terjadi selama proses produksi.
- e. *Training and Education* (TE), memberikan pelatihan kepada operator mengenai penerapan TPM untuk meningkatkan keterampilan mereka dalam perawatan mesin, pencegahan kerusakan, serta analisis kerusakan pada mesin atau peralatan.
- f. *Office TPM*, menyebarluaskan konsep TPM ke dalam fungsi administrasi agar semua seluruh pihak di perusahaan memiliki pemahaman dan perspektif yang beragam.
- g. *Safety, Health and Environment* (SHE), perusahaan diharuskan untuk menciptakan lingkungan yang aman, sehat, dan terbebas dari risiko bahaya guna mencapai tujuan tanpa terjadinya kecelakaan.
- h. *Early Equipment Management* (EEM), mengumpulkan pengalaman dari kegiatan pemeliharaan dan perbaikan sebelumnya, sehingga mesin atau peralatan baru dapat mencapai kinerja optimal dalam waktu yang lebih cepat.

2.2.3 Overall Equipment Effectivity (OEE)

OEE merupakan sebuah metode untuk mengukur tingkat efektivitas yang dimiliki oleh peralatan atau mesin dengan menghitung nilai *availability*, *performance*

rate dan *quality rate* (Gusniar dan Sidik, 2022). Menurut Chikwendu *et al.* (2020) OEE dapat meningkatkan kinerja mesin yang terkait. Tujuan dari OEE adalah untuk menjadi alat ukur kinerja suatu pemeliharaan. Dengan menerapkan metode ini, kita dapat mengetahui tingkat ketersediaan mesin atau peralatan, efisiensi produksi, serta kualitas hasil yang dihasilkan oleh mesin atau peralatan tersebut.

OEE menggambarkan hubungan antara kinerja dan pemeliharaan. Konsep TPM diperkenalkan dan dikembangkan sebagai respons terhadap masalah pemeliharaan yang dihadapi di lingkungan perusahaan, dengan tujuan untuk perbaikan berkelanjutan dalam kualitas produk, kapasitas mesin, dan efisiensi operasional (Singh *et al.*, 2020).

Menurut Ardianto (2021) perhitungan OEE berdasarkan perkalian tiga basis utama untuk *six big losses* yaitu:

- a. *Availability* menunjukkan masalah yang disebabkan oleh kerugian *downtime*.
- b. *Performance* menunjukkan kerugian yang disebabkan oleh kehilangan kecepatan.
- c. *Quality* menunjukkan kerugian skrap dan pengerjaan ulang.

Septian *et al.* (2021) menyatakan bahwa OEE dibagi menjadi 3 komponen utama, yaitu:

- a. Ketersediaan mesin (*Availability*) adalah perbandingan antara masa manfaat mesin yang aktual dengan masa manfaat yang diharapkan dalam waktu yang tersedia. *Availability* menggambarkan seberapa lama mesin atau peralatan dapat beroperasi. Rasio ketersediaan ini mencerminkan efektivitas operasi mesin, yang terkait dengan perbandingan antara waktu operasional dan waktu persiapan. Parameter ini membantu menentukan sejauh mana mesin atau peralatan yang tersedia siap digunakan dengan optimal.

- b. Kinerja mesin (*Performance*) adalah hubungan antara apa yang seharusnya dicapai dalam periode waktu tertentu dapat digambarkan sebagai perbandingan antara tingkat produksi aktual dan yang diharapkan. Perbandingan ini mencerminkan sejauh mana produksi yang tercapai sesuai dengan target atau standar yang ditetapkan.
- c. Kualitas produk (*Quality*) adalah produksi yang sebenarnya dan produksi yang diharapkan. Perbandingan ini menunjukkan sejauh mana hasil produksi yang diperoleh sesuai dengan target atau standar yang telah ditentukan.

Rumus *Overall Equipment Effectiveness* sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\% \dots\dots\dots (Pesamaan 1)$$

Menurut Ariyah (2022) standar dari *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) untuk TPM Indeks yang ideal sebagai berikut:

1. *Availability* (AV) $\geq 90\%$
2. *Performance Efficiency* (PE) $\geq 95\%$
3. *Rate of Quality product* (RQ) $\geq 99\%$
4. *Overall Equipment Effectivene* (OEE) $\geq 85\%$

Perusahaan memiliki metrik untuk menilai peralatan dan mesin yang digunakan, seperti waktu, unit yang diproduksi, dan tingkat produksi. Ini adalah parameter penting untuk dipantau jika fokus hanya pada hasil dari mesin. OEE juga berfungsi sebagai alat untuk menilai penggunaan mesin yang lebih efektif guna memastikan peningkatan produktivitas (Sari dan Herlina, 2023).

JIPM telah menetapkan standar acuan yang banyak diterapkan di seluruh dunia. Berikut *Overall Equipment Effectivene benchmark*: (Sari dan Herlina, 2023)

1. Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna jika hanya menghasilkan produk tanpa cacat, beroperasi dengan cepat, dan tidak mengalami waktu henti.
2. Jika OEE = 85%, produksi dianggap berstandar dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini menjadi target yang ideal untuk dicapai dalam jangka panjang.
3. Jika OEE = 60%, produksi dianggap memadai, namun menunjukkan adanya peluang besar untuk perbaikan.
4. Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tetapi dalam banyak kasus dapat dengan mudah ditingkatkan melalui pengukuran langsung, seperti menyelidiki penyebab *downtime* dan menangani sumber-sumber masalah satu per satu.

Menurut Sari dan Herlina (2023) penjelasan mengenai formula pada OEE, sebagai berikut:

a. *Availability Ratio* (Ketersediaan)

Waktu mesin yang beroperasi dihitung dengan mengurangi waktu henti dari waktu operasi yang direncanakan atau tersedia. Mesin atau peralatan produksi dengan tingkat ketersediaan tinggi menunjukkan bahwa peralatan tersebut selalu siap untuk digunakan kapan saja (Wibisono, 2021). Rumus untuk menentukan nilai ketersediaan adalah sebagai berikut: (Pramula dan Hamdy, 2023)

$$Availability = \frac{Operating Time}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (2)}$$

Dimana *operating time* adalah hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin. Sedangkan *loading time* adalah waktu yang dapat digunakan untuk proses produksi aktif, dan hal ini penting untuk mengukur *availability* dalam OEE (Toraman, 2024).

b. *Performance Efficiency* (Efisiensi Kinerja)

Deskripsi mengenai kapasitas output mesin. Analisis tingkat kinerja bertujuan untuk mengukur sejauh mana efisiensi peralatan atau mesin yang digunakan dalam proses produksi (Wibisono, 2021). Nilai *performance efficiency* dihitung dengan rumus, sebagai berikut: (Pramula dan Hamdy, 2023)

$$Performance = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operating\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

$$Waktu\ Siklus\ Ideal = \frac{Jumlah\ Loading\ Time}{Jumlah\ Produksi} \dots\dots\dots \text{Persamaan (4)}$$

Dimana *processed amount* adalah jumlah semua produk yang di produksi dalam sehari. Sedangkan *ideal cycle time* adalah waktu ideal mesin beroperasi yang datanya diperoleh dari standar *time*.

c. *Rate Of Quality Product* (Tingkat Kualitas Produk)

Jumlah produk yang berkualitas baik dibandingkan dengan total produk yang telah diproses di mesin. Nilai *rate of quality product* dihitung dengan rumus, sebagai berikut: (Pramula dan Hamdy, 2023)

$$Quality\ Ratio = \frac{(Processed\ Amount - Defect\ Amount)}{Processed\ Amount} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (5)}$$

Dimana *defect amount* adalah jumlah produk yang cacat.

Suyatmo *et al.* (2023) menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas sangat penting agar perusahaan dapat bersaing dengan yang sejenis. Industri perlu memiliki strategi pemasaran untuk memenuhi kepuasan pelanggan, salah satunya dengan memprioritaskan kualitas produk. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab nilai OEE yang di bawah standar, analisis enam kerugian besar (*six big losses*) dapat dilakukan. *Six big losses* adalah enam jenis kerugian yang harus dihindari oleh setiap perusahaan karena dapat mengurangi kinerja mesin dan peralatan.

2.3 Six Big Losses

Menurut Suyatmo *et al.* (2023) *Six big losses* adalah enam jenis kerugian yang perlu dihindari oleh setiap perusahaan dihitung dengan mengalikan jumlah produk yang berhasil diproduksi dengan waktu siklus ideal dan waktu yang tersedia untuk berbagai proses produksi. Kerugian-kerugian ini dapat mengurangi kinerja mesin dan peralatan. *Six big losses* dikelompokkan menjadi tiga kategori utama berdasarkan jenis kerugiannya, yaitu:

1. *Downtime losses* dibagi menjadi 2, yaitu:
 - a. *Equipment Failure Losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh kerusakan mesin.
 - b. *Setup and Adjustment Losses* merupakan kerugian yang terjadi setelah proses pengaturan mesin selesai.
2. *Speed losses* dibagi menjadi 2, yaitu:
 - a. *Idle and Minor Stoppage Losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh mesin yang berhenti sesaat.
 - b. *Reduce Speed Losses* merupakan kerugian akibat penurunan kecepatan mesin sehingga operasi tidak berjalan maksimal.
3. *Quality losses* dibagi menjadi 2, yaitu :
 - a. *Defects losses* merupakan kondisi dimana hasil produksi tidak memenuhi standar.
 - b. *Reduce Yield* merupakan kondisi produk cacat dari awal mesin dinyalakan hingga mencapai keadaan stabil.

Dengan mengukur nilai *Six Big Losses* dapat mengetahui nilai mengidentifikasi seberapa besar kerugian yang disebabkan oleh kerusakan mesin, waktu yang terbuang untuk penyetelan dan penyesuaian, kecacatan produk, serta kerugian akibat penurunan kecepatan dan waktu *idle and minor stoppage* (Syaputra *et al.*, 2020)

Menurut Sari dan Herlina (2023) perhitungan *Six Big Losses* sebagai berikut:

1. *Breakdown Losses*. Merupakan waktu yang hilang akibat mesin atau peralatan tidak beroperasi secara normal, seperti:

a. *Equipment Failure Losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh kerusakan mendadak pada mesin dan peralatan, yang mengakibatkan penghentian proses produksi. Faktor ini dapat dihitung menggunakan rumus: (Syaputra *et al.*, 2020)

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

b. Kerugian penataan dan perubahan (*Setup and Adjustment Losses*) adalah kerugian yang disebabkan oleh perubahan kondisi operasi, seperti dimulainya produksi, pergantian *shift*, dan perubahan tipe produk. Faktor ini dapat dihitung menggunakan rumus: (Syaputra *et al.*, 2020)

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

2. *Speed Losses* adalah suatu kondisi di mana kecepatan proses produksi terhambat, sehingga hasil produksi tidak mencapai tingkat yang diharapkan. Kerugian kinerja mesin berkaitan dengan kemampuan mesin, sehingga dapat diketahui seberapa baik mesin dapat beroperasi sesuai dengan kapasitas yang ditentukan:

a. Kerugian berhenti sejenak (*Small Stop/Idling Minor Losses*) merupakan kerugian yang terjadi akibat menunggu atau mendiamkan terkait dengan pembersihan dan

penataan ulang. Faktor ini dapat dihitung menggunakan rumus: (Syaputra *et al.*, 2020)

$$\text{Reduced Speed} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Output})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots \text{Persamaan (7)}$$

- b. Kerusakan kehilangan kecepatan (*Loss of Speed/Deceleration*). Dihitung dengan rumus: (Syaputra *et al.*, 2020)

$$\text{Idling dan Minor Stoppage} = \frac{(\text{Target} - \text{Hasil}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \text{Persamaan (8)}$$

3. *Defect Losses*. Kerugian akibat kualitas produk cacat yang terdiri dari:

- a. Kerugian cacat produk (juga dikenal sebagai *Defect Losses*) dan kerugian pengerjaan ulang (*Rework Losses*). Faktor ini dapat dihitung dengan rumus: (Syaputra *et al.*, 2020)

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Total Product Defect}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots \text{Persamaan (10)}$$

$$\text{Total Rework Losses} = \text{Jumlah Defect} \times \text{Waktu Siklus} \dots\dots \text{Persamaan (11)}$$

- b. Kerugian yang disebabkan oleh produk cacat selama *start-up* atau *ramp-down* disebut sebagai kerugian rasio atau kerugian hasil (*Yield Losses*). Faktor ini dapat dihitung dengan rumus: (Syaputra *et al.*, 2020)

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Jumlah cacat awal} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (12)}$$

2.4 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah diagram dbatang dan garis yang menyusun data berdasarkan urutan peringkat dari yang tertinggi hingga terendah, sehingga memudahkan identifikasi masalah yang paling signifikan dan membantu dalam mengalokasikan sumber daya terbatas untuk mengatasi masalah tersebut. Dalam

penerapannya pada TPM, diagram Pareto mengikuti prinsip Pareto atau aturan 80/20, yang menyatakan bahwa 80% masalah berasal dari 20% penyebab (Putra dan Rahmawati, 2022).

Menurut Nurjanah *et al.* (2024) diagram Pareto adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan masalah dengan mengurutkannya berdasarkan tingkat kepentingan. Dengan diagram ini, kita dapat menemukan masalah yang paling mendesak untuk diselesaikan (peringkat tertinggi) dan masalah yang tidak perlu ditangani segera (peringkat terendah). Selain itu, diagram Pareto juga membantu mengidentifikasi masalah yang memberikan dampak terbesar terhadap upaya perbaikan kualitas.

Diagram Pareto digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi faktor-faktor yang memiliki pengaruh signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas hasil suatu pekerjaan. Selain itu, alat ini juga berfungsi untuk menemukan penyebab utama dari masalah yang ada (Sari dan Herlina, 2023).

Umumnya, masalah dengan frekuensi tertinggi akan diprioritaskan untuk diselesaikan dibandingkan dengan masalah yang memiliki frekuensi lebih rendah, karena hal ini menunjukkan tingkat keparahan yang lebih tinggi dan memerlukan tindakan segera. Selain itu, diagram Pareto juga dapat digunakan untuk menganalisis perbandingan ketidaksesuaian proses sebelum dan setelah tindakan dilakukan. Diagram ini juga membantu dalam mengidentifikasi kerusakan berdasarkan jenisnya, mulai dari yang paling rendah hingga yang paling tinggi (Sucahyo, 2024).

2.5 Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control (DMAIC)

Define, Measure, Analyze, Improve, and Control (DMAIC) adalah model *Six Sigma* yang paling dikenal di industri secara umum, berlaku untuk produk dan proses industri (Ali, 2021). Menurut Kholil *et al.* (2021) DMAIC adalah metode pemecahan masalah yang terstruktur dan sering digunakan untuk meningkatkan kualitas dan proses. metode ini merupakan penerapan dari filosofi *Six Sigma*. Menurut Herlina dan Pranata (2022) DMAIC terdiri dari lima tahap utama, yaitu:

- a. *Define* (mendefinisikan), yaitu mendefinisikan kecacatan produk, mencari penyebab kecacatan, serta mengumpulkan bukti laporan mengenai kecacatan yang terjadi agar dapat ditindaklanjuti.
- b. *Measure* (mengukur), yaitu berupa pengukuran kinerja yang digunakan saat ini.
- c. *Analyze* (menganalisis), yaitu mencari dan mengidentifikasi akar dari suatu masalah.
- d. *Improve* (meningkatkan), yaitu meningkatkan proses dan menghilangkan faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan.
- e. *Control* (mengendalikan), yaitu proses untuk mengelola kinerja dan memastikan bahwa cacat tidak muncul kembali.

Model DMAIC dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Model DMAIC

Sumber: Value Consult (2024)

DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan prinsip-prinsip ilmiah dan data yang ada untuk mencapai target six sigma, yaitu 3,4 *Defect per Million Opportunities* (DPMO), serta meningkatkan profitabilitas perusahaan. DMAIC berfungsi sebagai panduan dalam menerapkan six sigma untuk mencapai tujuan perusahaan. Model DMAIC terdiri dari lima tahap yang saling terkait, yang secara terstruktur membantu organisasi dalam memecahkan masalah dan memperbaiki proses. Tahapan DMAIC ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang ada, menganalisis penyebabnya, dan mencari solusi perbaikan guna mencapai hasil yang optimal (Widodo dan Soediantono, 2022).

2.1 Penelitian yang Relevan

Tinjauan pustaka menyajikan penelitian yang relevan dengan topik ini dan memberikan gambaran umum mengenai kinerja mesin laser. Selain itu, tinjauan ini juga membahas upaya pengurangan *downtime* serta strategi untuk meminimalkan produk cacat.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi laser telah menjadi salah satu topik penting yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan presisi dalam proses pemotongan dan pengukiran material (Saputro dan Darwis, 2020). Selain itu, Ardianto (2021) mengidentifikasi bahwa penerapan TPM dan metodologi 5S dapat membantu perusahaan meningkatkan efisiensi serta mengurangi waktu henti. Dengan menerapkan TPM, perusahaan dapat fokus pada pemeliharaan yang proaktif, yang memungkinkan identifikasi dan perbaikan masalah sebelum berkembang menjadi isu yang lebih besar.

Di sisi lain, metodologi 5S membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih teratur dan terstruktur.

Sementara itu, Pratitis dan Maryanty (2024) menekankan bahwa metode TPM dan AM sangat penting untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi waktu henti, dan memperbaiki kualitas produk. Penerapan TPM dapat membantu meningkatkan kinerja mesin dan mengurangi *downtime* (Sari dan Herlina, 2023). Selain itu, Sibarani *et al.* (2020) menjelaskan bahwa TPM berperan krusial dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional di sektor industri.

Penerapan TPM yang berfokus pada analisis melalui metode OEE dan identifikasi enam kerugian besar (*Six Big Losses*) menyoroti pentingnya TPM dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional mesin di sektor industri (Ardianto, 2021). Pramula dan Hamdy (2023) menjelaskan bahwa mesin memiliki peranan yang sangat vital dalam proses produksi, dan pendekatan OEE digunakan sebagai alat untuk mengukur kinerja mesin tersebut.

Dalam penelitian ini, TPM dipandang sebagai strategi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas, terutama di sektor usaha kecil (Hassan dan Kader, 2020). Ini menunjukkan bahwa dengan penerapan TPM yang tepat, perusahaan dapat memperoleh peningkatan signifikan dalam kinerja dan efisiensi operasional. Pendekatan yang sistematis dan terencana memungkinkan identifikasi serta pengelolaan masalah, mendorong perbaikan berkelanjutan yang dapat mengoptimalkan produktivitas dan mengurangi *downtime* (Putra dan Rahmawati, 2022). Chikwendu *et al.* (2020) menekankan bahwa OEE memiliki peranan penting dalam meningkatkan kinerja operasional perusahaan. Namun, sektor ini juga menghadapi berbagai tantangan, seperti tingginya waktu henti dan ketidakstabilan kualitas produk. Oleh karena itu,

dengan menerapkan OEE, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan mesin, mengurangi pemborosan, dan mencapai keunggulan inti (Singh *et al.*, 2020).

Dalam jurnal internasional, metode *Six Sigma*, khususnya pendekatan DMAIC, menghadapi tantangan unik dalam sektor industri pertahanan yang berkaitan dengan kualitas dan efisiensi operasional. *Six Sigma* berperan penting dalam meningkatkan kinerja dengan mengurangi cacat dan memperbaiki proses yang ada. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk menganalisis dan mengoptimalkan setiap tahap dalam siklus produksi, sehingga dapat memastikan hasil yang lebih konsisten dan berkualitas tinggi (Widodo dan Soediantono, 2022).

Dalam menghadapi berbagai tantangan terkait kualitas produk dan efisiensi operasional, *Six Sigma* dapat berfungsi sebagai alat yang efektif untuk mengatasi masalah tersebut (Ali, 2021). Penelitian oleh Herlina dan Pranata (2022) menunjukkan bahwa kualitas produk yang tinggi memiliki dampak besar terhadap kepuasan pelanggan dan daya saing perusahaan. Sementara itu, Kholil *et al.* (2021) menekankan pentingnya integrasi metode *Lean* dan *Six Sigma* dalam upaya mengurangi limbah dalam proses produksi pelapisan tablet di perusahaan manufaktur.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

Dalam industri manufaktur, mesin laser memainkan peran krusial dalam proses produksi, khususnya untuk pemotongan dan pengolahan material. Namun, mesin laser sering mengalami *downtime* yang tinggi, yang menghambat kelancaran produksi dan menurunkan kualitas produk. *Downtime* ini biasanya disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kerusakan mesin, kesalahan operator, dan pemeliharaan yang tidak memadai.

Faktor utama penyebab *downtime* bisa berasal dari kegagalan komponen mesin, ketidakmampuan operator dalam mengoperasikan mesin dengan efisien, serta kurangnya pemeliharaan preventif yang terjadwal. Oleh karena itu, langkah pertama yang harus diambil adalah mengidentifikasi penyebab *breakdown*, untuk mengetahui bagian mesin yang sering rusak dan mengidentifikasi pola kerusakannya. Proses ini dapat dilakukan dengan menganalisis data *downtime* dan melakukan evaluasi terhadap proses pemeliharaan yang ada.

Untuk mengatasi masalah tersebut, tindakan perbaikan yang efektif dapat diterapkan dengan memanfaatkan metode *Total Productive Maintenance* (TPM). Dalam TPM, fokus utama adalah meningkatkan efektivitas mesin dengan cara mencegah kerusakan tak terduga, mengoptimalkan kinerja mesin, serta melibatkan seluruh pihak dalam pemeliharaan mesin. Langkah pertama dalam penerapan TPM adalah melakukan perawatan preventif yang lebih terstruktur, meningkatkan keterampilan operator, dan merumuskan prosedur kerja yang lebih baik untuk mengurangi kesalahan manusia.

Selain itu, penting juga untuk mengidentifikasi penyebab cacat produk, karena kualitas produk yang buruk sering kali berhubungan dengan performa mesin laser yang

rendah. Dengan memahami tujuan perbaikan, yaitu meningkatkan kualitas produk dan efisiensi produksi, analisis mendalam terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi performa mesin laser menjadi langkah berikutnya. Faktor-faktor yang perlu dianalisis mencakup kualitas bahan baku, pengaturan mesin yang tepat, serta kemampuan operator dalam mengoperasikan mesin dengan baik.

Dalam metode DMAIC, langkah-langkah berikut dilakukan secara sistematis:

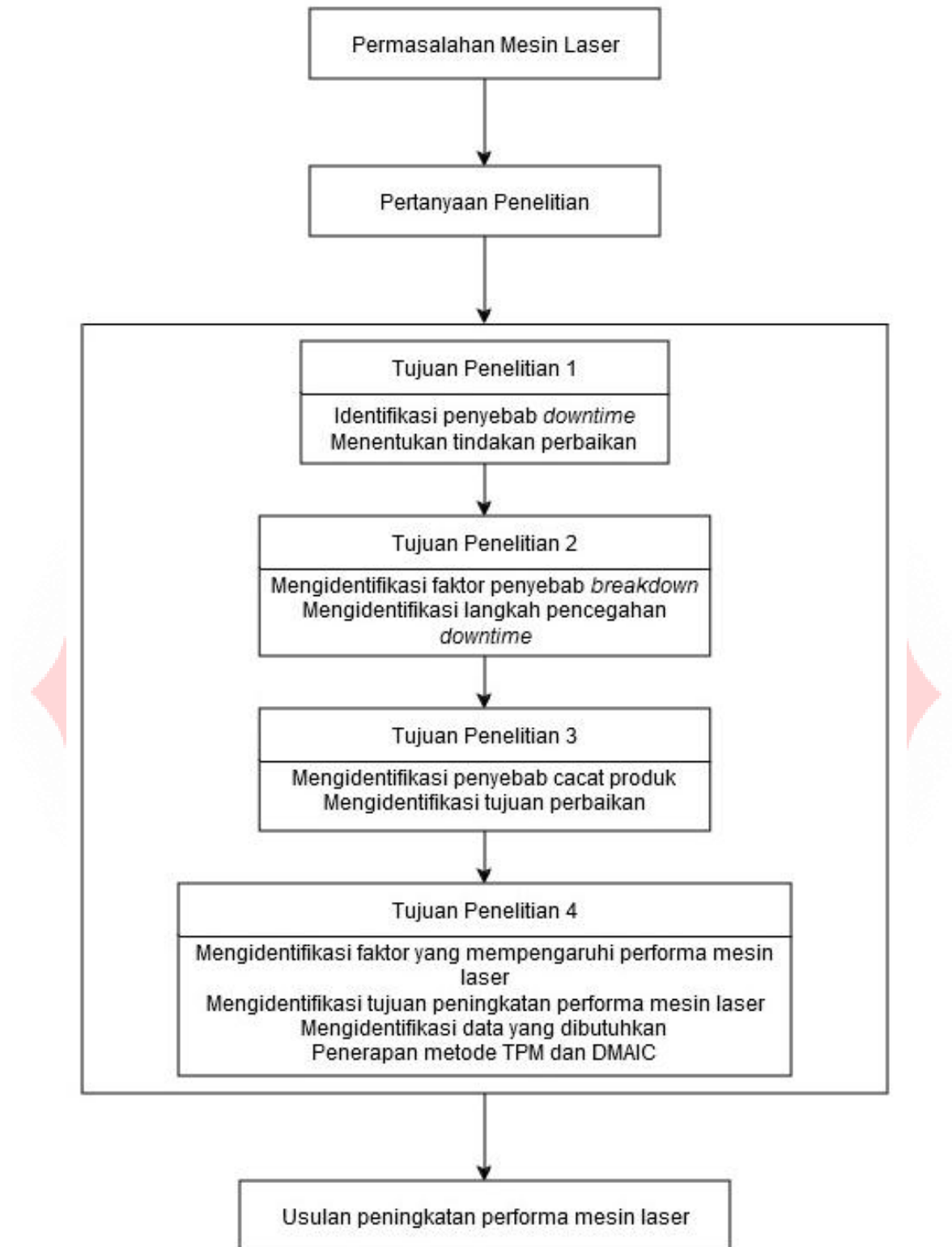
1. *Define* (Menentukan Masalah): Pada tahap ini, masalah utama, yaitu *downtime* yang tinggi dan kualitas produk yang rendah, akan didefinisikan secara jelas.
2. *Measure* (Mengukur Performa Mesin): Pengumpulan data performa mesin, seperti waktu henti, kecepatan pemotongan, dan jumlah produk cacat, akan memberikan gambaran objektif mengenai kondisi mesin.
3. *Analyze* (Menganalisis Penyebab Masalah): Pada tahap ini, akar penyebab dari *downtime* dan cacat produk akan dianalisis menggunakan alat seperti diagram Pareto dan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi faktor penyebab masalah mesin.
4. *Improve* (Menerapkan Solusi): Berdasarkan hasil analisis, solusi yang tepat akan diterapkan, seperti memperkenalkan sistem pemeliharaan preventif yang lebih baik, melatih operator, atau mengganti komponen mesin yang rusak.
5. *Control* (Mengontrol Perbaikan): Setelah solusi diterapkan, pemantauan terus-menerus dan audit performa mesin diperlukan untuk memastikan bahwa perbaikan dapat dipertahankan dalam jangka panjang.

Langkah terakhir adalah identifikasi data yang diperlukan untuk memantau hasil perbaikan. Data ini meliputi waktu henti mesin, tingkat kerusakan komponen, kualitas produk, serta hasil dari pemeliharaan preventif. Data ini sangat penting untuk

mengevaluasi apakah perbaikan yang diterapkan efektif dan berkontribusi pada peningkatan performa mesin secara berkelanjutan.

Dengan penerapan metode TPM dan DMAIC, diharapkan dapat terjadi peningkatan performa mesin laser, yang akan berdampak pada efisiensi produksi, pengurangan *downtime*, serta peningkatan kualitas produk. Penggunaan kedua metode ini secara menyeluruh akan memberikan hasil optimal dalam menjaga dan meningkatkan performa mesin laser.

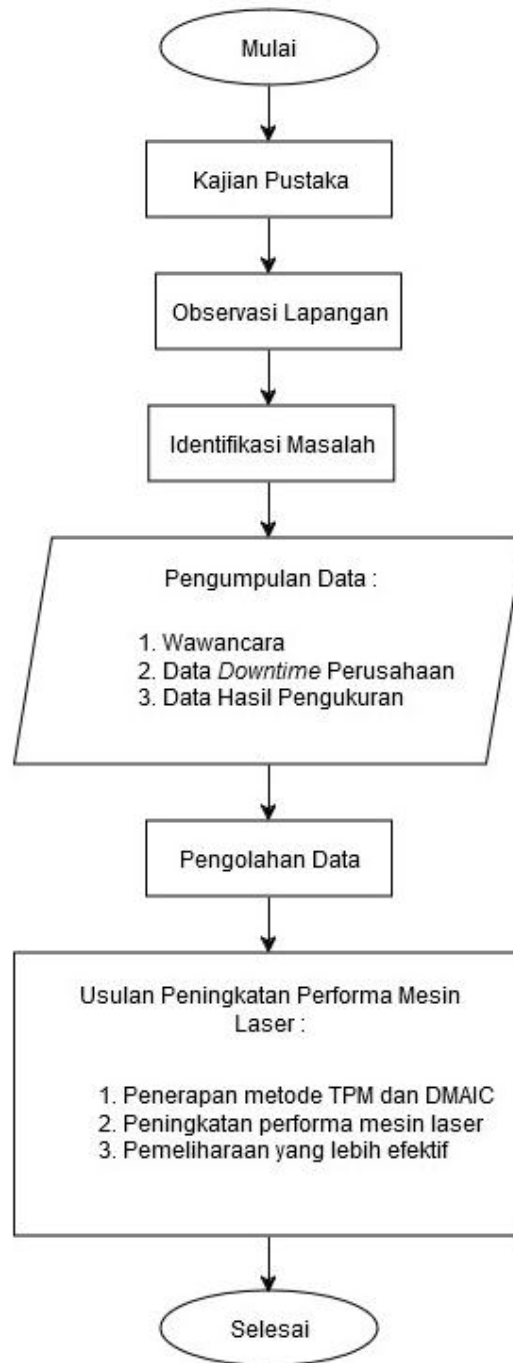
Oleh karena itu, pihak-pihak yang akan dilibatkan dalam penelitian ini meliputi PT. Indomika Utama, semua karyawan PT. Indomika Utama, serta individu atau kelompok lain yang memiliki kepentingan dalam peningkatan performa ini. Kerangka penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.2 dapat dijelaskan seperti berikut.

1. Kajian Pustaka

Mencari informasi dan teori pendukung yang berkaitan dalam pemecahan masalah pada kerusakan mesin laser seperti teori mengenai performa mesin, kualitas produk, *breakdown* mesin dan mesin *downtime* dengan menggunakan metode TPM dan DMAIC.

2. Observasi Lapangan

Dilakukan untuk memperoleh data-data murni, pada penelitian ini obesrvasi langsung bertujuan untuk memperoleh data permasalahan yang terjadi dari tiap kegiatan proses produksi.

3. Identifikasi Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, dapat diketahui bahwa penyebab permasalahan tersebut berhubungan dengan kerusakan mesin, kinerja mesin, serta kualitas produk.

4. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan prosedur untuk menentukan sumber data yang telah direncanakan dan relevan dengan masalah yang sedang diteliti. Data ini diperoleh melalui pengamatan langsung selama proses produksi.

5. Pengolahan Data

Digunakan sebagai langkah oleh peneliti untuk memperoleh kesimpulan dengan melakukan analisis terhadap data *downtime* pada mesin laser. Data yang terkumpul kemudian diolah agar dapat diterapkan dalam penelitian, seperti perhitungan OEE, *six big losses*, dan pendekatan DMAIC untuk mengidentifikasi masalah.

6. Usulan Peningkatan Performa Mesin Laser

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis lebih mendalam terhadap hasil tersebut. Analisis ini mempertimbangkan berbagai aspek yang dapat mendukung peningkatan kinerja mesin laser dengan menggunakan metode TPM dan DMAIC.

7. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, simpulan diambil untuk menjawab tujuan yang telah ditetapkan. Langkah terakhir adalah memberikan saran.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, dibutuhkan dua jenis data yakni data primer dan data sekunder. Kedua jenis data tersebut dibutuhkan dalam rangka menjawab pertanyaan penelitian dan mencapai tujuan penelitian. Data terbesar adalah data primer yang dijadikan sebagai rujukan utama dalam analisis. Data primer dikumpulkan melalui beberapa cara sebagaimana diuraikan di bawah ini.

1. *Survey / observasi lapang*, yaitu mengamati secara langsung proses operasional mesin di PT. Indomika Utama, observasi lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data terkait dengan akrilik. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan sebagai dasar perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan solusi yang diusulkan.
2. *Wawancara / Interview*, yaitu suatu metode untuk memperoleh data atau informasi melalui tanya jawab langsung dengan orang yang memiliki pengetahuan tentang objek yang sedang diteliti. Wawancara ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi

terkait data downtime dan produk cacat, yang kemudian akan diolah menggunakan metode OEE, *Six Big Losses* dan DMAIC.

3. Dokumentasi, yaitu dengan mempelajari dokumen-dokumen perusahaan seperti laporan kegiatan produksi, laporan jumlah produksi, jumlah mesin, serta dokumen kepegawaian.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari berbagai sumber yang sudah ada. Data ini didapatkan melalui studi yang ada dalam hasil penelitian sebelumnya, seperti jurnal ilmiah, laporan penelitian, skripsi, buku, dan sumber lainnya.

