



**USULAN PENINGKATAN *PERFORMANCE* MESIN
HARDENING MELALUI PENDEKATAN OEE DENGAN
METODE TPM DI PT BUANA MERDEKA JAYA**

SKRIPSI

Gryllsby Indah Suryono
20220900001

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi

**UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
TANGERANG**

2026



**USULAN PENINGKATAN *PERFORMANCE* MESIN
HARDENING MELALUI PENDEKATAN OEE DENGAN
METODE TPM DI PT BUANA MERDEKA JAYA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Buddhi Dharma
Jenjang Pendidikan Strata 1

Gryllsby Indah Suryono
20220900001

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi

**UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
TANGERANG**

2026

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Sedikit progres tetaplah progres"

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan penyertaan-Nya, Skripsi ini kupersembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, ayah dan ibu, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun materi, serta semangat yang tiada henti kepada penulis dalam menempuh pendidikan dan menyelesaikan laporan ini.
2. Adik tersayang, dan keluarga penulis, yang senantiasa memberikan dukungan, perhatian, dan motivasi selama proses penyusunan Skripsi ini.
3. Bapak Assoc. Prof. Dr. Abidin, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran yang sangat berarti dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Teman-teman seperjuangan, yang telah memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan dan penyusunan laporan ini.
5. Diri sendiri, yang telah berusaha, berjuang, dan tidak menyerah dalam menyelesaikan Skripsi ini dengan penuh tanggung jawab.
6. Untuk idola penulis, para member ENHYPEN terutama Sunghoon, Heeseung (*soloist*), Jaemin NCT, dan Keanho CORTIS melalui karyanya mampu memberikan hiburan, kekuatan, dan semangat baru, khususnya di saat penulis mengalami kelelahan dan tekanan selama proses penyusunan laporan ini.

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini.

NIM : 20220900001
Nama : Gryllsby Indah Suryono
Jenjang Studi : Strata 1
Program Studi : Teknik Industri
Peminatan : *Quality System*

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Laporan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat Gelar Akademik Sarjana atau kelengkapan studi, baik di Universitas Buddhi Dharma maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Laporan ini saya buat sendiri tanpa bantuan dari pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam Laporan 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 dalam Daftar Pustaka.
4. Dalam Laporan 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 Laporan ini serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan dan norma yang berlaku.

Tangerang, 03-08-2026
Yang membuat pernyataan,



Gryllsby Indah Suryono
20220900001

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini.

NIM : 20220900001
Nama : Gryllsby Indah Suryono
Jenjang Studi : Strata 1
Program Studi : Teknik Industri
Peminatan : *Quality System*

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 *Performance* Mesin *Hardening* Melalui Pendekatan OEE Dengan Metode TPM di PT Buana Merdeka Jaya”, beserta alat yang diperlukan (apabila ada).

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, 03-08-2026

Yang membuat pernyataan,



Gryllsby Indah Suryono

20220900001

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**USULAN PENINGKATAN *PERFORMANCE* MESIN *HARDENING*
MELALUI PENDEKATAN OEE DENGAN METODE TPM DI PT
BUANA MERDEKA JAYA**

Dibuat Oleh:

NIM : 20220900001

Nama : Gryllsby Indah Suryono

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian

Komprehensif

Program Studi Teknik Industri

Peminatan *Quality System*

Tahun Akademik 2025/2026

Tangerang, 03 Agustus 2026

Disahkan oleh,

Pembimbing,



(Assoc. Prof. Dr. Abidin, S.T., M.Si.)
NUPTK: 2740754655200002

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**USULAN PENINGKATAN *PERFORMANCE* MESIN *HARDENING*
MELALUI PENDEKATAN OEE DENGAN METODE TPM DI PT
BUANA MERDEKA JAYA**

Dibuat Oleh:

NIM : 20220900001

Nama : Gryllsby Indah Suryono

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Komprehensif

Program Studi Teknik Industri

Peminatan *Quality System*

Tahun Akademik 2025/2026

Tangerang, 03 Agustus 2026

Disahkan Oleh,

Dekan,

Ketua Program Studi,



Dr. Yakub, M.Kom., M.M.
NUPTK: 1836747648130172



Assoc. Prof. Dr. Abidin, S.T., M.Si.
NUPTK: 2740754655200002

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Gryllsby Indah Suryono
NIM : 20220900001
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Laporan KP : Usulan Peningkatan *Performance* Mesin *Hardening* Melalui Pendekatan OEE Dengan Metode TPM di PT Buana Merdeka Jaya

Dinyatakan LULUS setelah mempertahankan di depan Tim Penguji pada hari Senin, 03-08-2026.

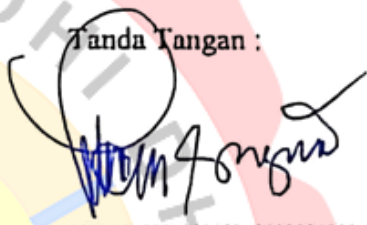
Nama penguji :

Ketua : **Dr Eng. Amin Suyitno, M.Eng.**
Sidang : NUPTK: 3434732633130023

Penguji I : **Ir. Alek, ST., MM., IPM., ASEAN Eng.**
NUPTK: 3839766667130382

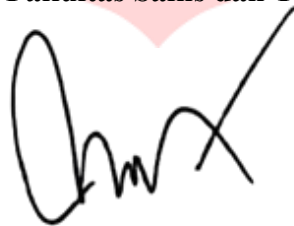
Penguji II : **Assoc. Prof. Dr. Abidin, S.T., M.Si**
NUPTK: 2740754655200002

Tanda Tangan :



Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Yakub, M.Kom., M.M.
NUPTK: 1836747648130172

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul Usulan Peningkatan *Performance* Mesin *Hardening* Melalui Pendekatan OEE dengan Metode TPM di PT Buana Merdeka Jaya. Tujuan utama dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat kelengkapan dalam menyelesaikan Program Sarjana Program Studi Teknik Industri di Universitas Buddhi Dharma. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak menerima bantuan dan dorongan baik moril maupun materiil dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Assoc. Prof. Dr. Limajatni, S.E., M.M., B.K.P., CTC., C.M.A. selaku Rektor Universitas Buddhi Dharma.
2. Bapak Dr. Yakub, M.Kom., M.M. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma.
3. Bapak Assoc. Prof. Dr. Abidin, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing sekaligus Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi.
5. Pihak PT Buana Merdeka Jaya, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir serta membantu dalam pengumpulan data yang dibutuhkan.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk disebutkan satu-persatu sehingga terwujudnya penulisan ini. Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Tangerang, 03-08-2026

Penulis

Usulan Peningkatan *Performance* Mesin *Hardening* Melalui Pendekatan OEE Dengan Metode TPM di PT Buana Merdeka Jaya
129 halaman + xvi / 29 tabel / 9 gambar / 3 lampiran

ABSTRAK

PT Buana Merdeka Jaya merupakan perusahaan manufaktur komponen otomotif yang menggunakan mesin *hardening* dalam proses produksi *piston rod*. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektivitas mesin *hardening* menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), mengidentifikasi penyebab rendahnya performa mesin berdasarkan *Six Big Losses*, serta menyusun usulan perbaikan melalui pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM). Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan data produksi dan operasional mesin selama periode Oktober 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OEE rata-rata mesin *hardening*-1 sebesar 46,2% dan *hardening*-2 sebesar 45,5%, masih berada di bawah standar *world class* OEE sebesar 85%. Rendahnya nilai OEE terutama disebabkan oleh rendahnya nilai *performance*, sedangkan *availability* dan *quality* berada pada kategori baik. Analisis *Six Big Losses* menunjukkan bahwa faktor dominan penyebab rendahnya performa mesin adalah *Idling and Minor Stoppages Losses* (IMSL) dan *Reduced Speed Losses* (RSL). Hasil analisis Pareto dan *fishbone* menunjukkan bahwa penyebab utama berasal dari faktor manusia, mesin, material, dan metode. Sebagai usulan perbaikan, diterapkan TPM melalui penyusunan jadwal *preventive maintenance* untuk mengurangi *downtime*, meningkatkan performa mesin, dan menjaga kelancaran proses produksi.

Kata Kunci: Mesin *Hardening*, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Preventive Maintenance*, *Six Big Losses*, *Total Productive Maintenance* (TPM).

Proposal for Improving Hardening Machine Performance Thru OEE Approach with TPM Method at PT Buana Merdeka Jaya
129 pages + xvi / 29 tables / 9 images / 3 references

ABSTRACT

PT Buana Merdeka Jaya is an automotive component manufacturing company that uses hardening machines in the piston rod production process. This research aims to measure the effectiveness of the hardening machine using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method, identify the causes of low machine performance based on the Six Big Losses, and develop improvement proposals thru the Total Productive Maintenance (TPM) approach. The research method used is a quantitative approach with production and operational data of the machine during the period of October 2025. The research results show that the average OEE value of the hardening-1 machine is 46.2% and the hardening-2 machine is 45.5%, both still below the world-class OEE standard of 85%. The low OEE value is primarily due to the low performance value, while availability and quality are in the good category. The Six Big Losses analysis shows that the dominant factors causing the low machine performance are Idling and Minor Stoppages Losses (IMSL) and Reduced Speed Losses (RSL). The results of the Pareto and fishbone analysis show that the main causes originate from human, machine, material, and method factors. As a proposed improvement, TPM is implemented thru the preparation of a preventive maintenance schedule to reduce downtime, improve machine performance, and maintain the smoothness of the production process.

Keywords: Hardening Machine, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Preventive Maintenance, Six Big Losses, Total Productive Maintenance (TPM).

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSEMBAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	8
2.1.1 Definisi OEE.....	8
2.1.2 Rumus OEE	9

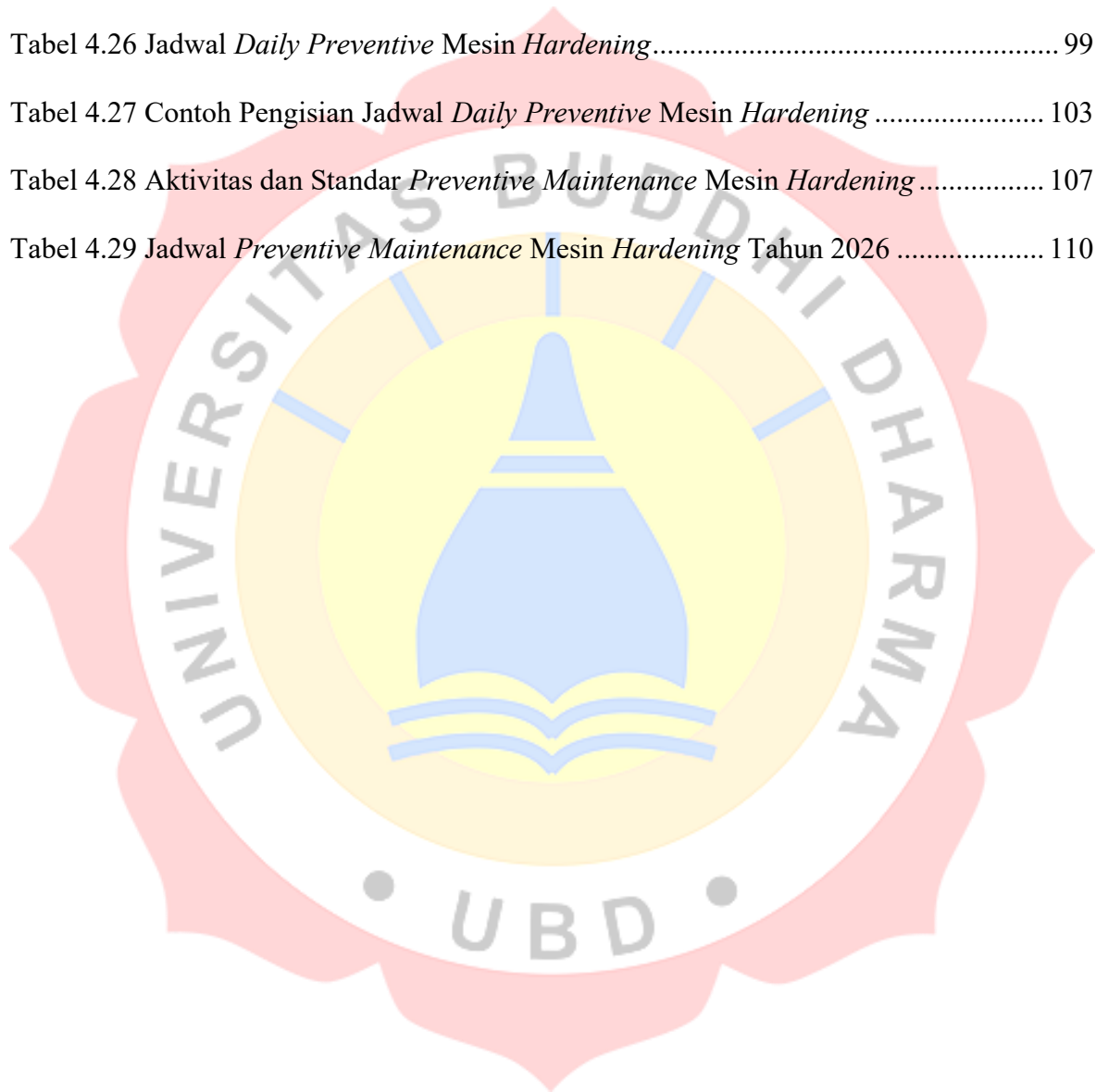
2.2	Performa Mesin	10
2.3	Pengendalian Kualitas	11
2.4	<i>Piston Rod</i>	12
2.5	<i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	14
2.6	<i>Six Big Losses</i>	16
2.7	Pareto	17
2.8	<i>Fishbone</i>	17
2.9	Penelitian yang Relevan	18
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1	Kerangka Pemikiran	21
3.2	Tahapan Penelitian	22
3.3	Teknik Pengumpulan Data	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	27
4.1.1	Sejarah Perusahaan.....	27
4.1.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	28
4.1.3	Jam Kerja.....	32
4.1.4	Hasil Produksi.....	34
4.1.5	Peta Proses Operasi	37
4.2	Data dan Pengolahan	40
4.2.1	Perhitungan <i>Availability</i>	49
4.2.2	Perhitungan <i>Performance</i>	53

4.2.3	Perhitungan <i>Quality</i>	57
4.2.4	Perhitungan OEE	61
4.2.5	Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	65
4.2.6	Diagram Pareto	87
4.3	Analisis dan Pembahasan	89
4.3.1	OEE	89
4.3.2	<i>Six Big Losses</i>	92
4.3.3	Usulan Jadwal <i>Preventive Maintenance</i>	98
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		115
5.1	Simpulan	115
5.2	Saran	116
DAFTAR PUSTAKA		118

DAFTAR TABEL

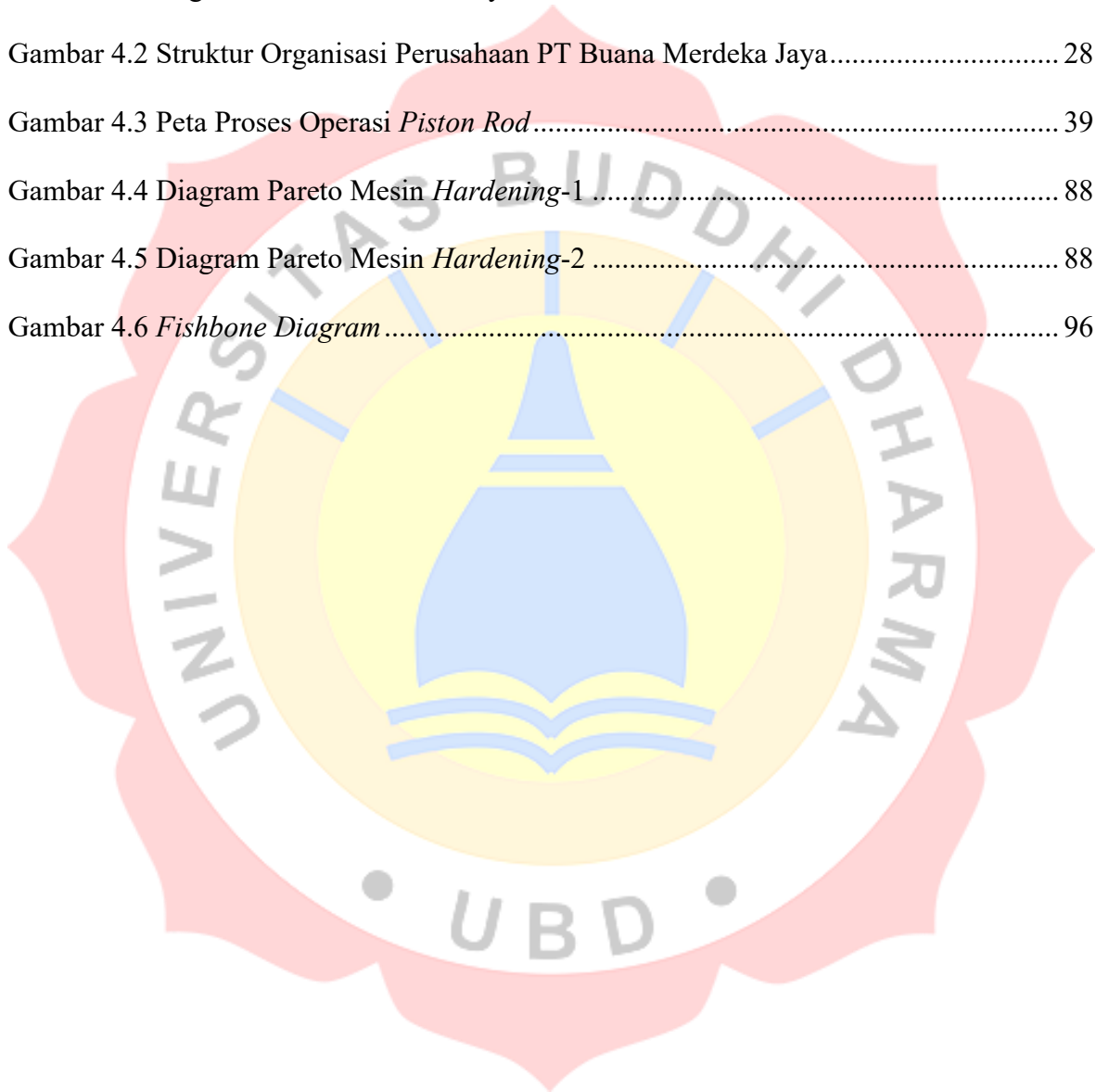
Tabel 4.1 Jam Kerja PT Buana Merdeka Jaya.....	32
Tabel 4.2 Hasil Produksi	34
Tabel 4.3 Data <i>Loading Time</i> , <i>Downtime</i> , dan Waktu <i>Setup</i> dan <i>Adjustment</i> Mesin <i>Hardening-1</i>	40
Tabel 4.4 Data <i>Loading Time</i> , <i>Downtime</i> , dan Waktu <i>Setup</i> dan <i>Adjustment</i> Mesin <i>Hardening-2</i>	42
Tabel 4.5 Data Jumlah Produksi Aktual, Jumlah Produksi Ideal, dan Jumlah Cacat Mesin <i>Hardening-1</i>	44
Tabel 4.6 Data Jumlah Produksi Aktual, Jumlah Produksi Ideal, dan Jumlah Cacat Mesin <i>Hardening-2</i>	46
Tabel 4.7 Data Ideal <i>Cycle Time</i> Mesin <i>Hardening</i> 1 dan 2	47
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>Availability</i> Mesin <i>Hardening-1</i>	50
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan <i>Availability</i> Mesin <i>Hardening-2</i>	51
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan <i>Performance</i> Mesin <i>Hardening-1</i>	54
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan <i>Performance</i> Mesin <i>Hardening-2</i>	55
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan <i>Quality</i> Mesin <i>Hardening-1</i>	58
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan <i>Quality</i> Mesin <i>Hardening-2</i>	59
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan OEE Mesin <i>Hardening-1</i>	62
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan OEE Mesin <i>Hardening-2</i>	63
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan <i>Equipment Failure Losses</i> Mesin <i>Hardening-1</i> dan 2.....	66
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan <i>Setup and Adjustment Losses</i> Mesin <i>Hardening-1</i> dan 2	69
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan <i>Idling and Minor Stoppages Losses</i> Mesin <i>Hardening-1</i>	71
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan <i>Idling and Minor Stoppages Losses</i> Mesin <i>Hardening-2</i>	73
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan <i>Reduced Speed Losses</i> Mesin <i>Hardening-1</i>	75

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan <i>Reduced Speed Losses</i> Mesin <i>Hardening</i> -2.....	77
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan <i>Defect Losses</i> Mesin <i>Hardening</i> -1.....	80
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan <i>Defect Losses</i> Mesin <i>Hardening</i> -2.....	81
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan <i>Reduced Yield Losses</i> Mesin <i>Hardening</i> -1	83
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan <i>Reduced Yield Losses</i> Mesin <i>Hardening</i> -2	85
Tabel 4.26 Jadwal <i>Daily Preventive</i> Mesin <i>Hardening</i>	99
Tabel 4.27 Contoh Pengisian Jadwal <i>Daily Preventive</i> Mesin <i>Hardening</i>	103
Tabel 4.28 Aktivitas dan Standar <i>Preventive Maintenance</i> Mesin <i>Hardening</i>	107
Tabel 4.29 Jadwal <i>Preventive Maintenance</i> Mesin <i>Hardening</i> Tahun 2026	110



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumus OEE	9
Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran	22
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian.....	25
Gambar 4.1 Logo PT Buana Merdeka Jaya.....	27
Gambar 4.2 Struktur Organisasi Perusahaan PT Buana Merdeka Jaya.....	28
Gambar 4.3 Peta Proses Operasi <i>Piston Rod</i>	39
Gambar 4.4 Diagram Pareto Mesin <i>Hardening-1</i>	88
Gambar 4.5 Diagram Pareto Mesin <i>Hardening-2</i>	88
Gambar 4.6 <i>Fishbone Diagram</i>	96



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keterangan Selesai Kerja Praktik	125
Lampiran 2 Kartu Bimbingan.....	126
Lampiran 3 Form Wawancara untuk <i>Fishbone</i>	127



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur saat ini tengah menghadapi persaingan global yang semakin kompetitif. Perusahaan dituntut untuk mampu menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, biaya rendah, dan waktu pengiriman yang cepat. Salah satu sektor yang memiliki tingkat persaingan ketat adalah industri otomotif dan komponen mesin. Komponen seperti *piston rod* berperan penting dalam sistem kerja mesin, karena berfungsi mentransmisikan gaya dari piston ke poros engkol. Ketidaktepatan dimensi, cacat material, atau penyimpangan dalam proses produksi dapat menyebabkan penurunan performa mesin secara keseluruhan.

Kualitas produk yang buruk bukan hanya menurunkan kepuasan pelanggan, tetapi juga meningkatkan biaya akibat *rework*, *scrap*, serta *downtime* mesin. Oleh karena itu, perusahaan manufaktur harus mampu menjaga kestabilan proses produksinya agar kualitas produk yang dihasilkan tetap sesuai standar. Perusahaan yang membuat produk tanpa mempertimbangkan kualitas produk atau jasa mereka akan menghilangkan harapan masa depan mereka (Wati dan Alek, 2021). Namun, menjaga kualitas saja tidak cukup jika performa mesin sebagai alat utama produksi tidak dikontrol secara efektif.

Masalah yang sering dihadapi perusahaan komponen otomotif antara lain: mesin yang sering berhenti mendadak (*breakdown*), waktu *setup* yang lama, kecepatan operasi di bawah standar, serta tingkat produk cacat yang tinggi. Permasalahan ini menyebabkan produktivitas menurun, target produksi tidak tercapai, dan kualitas produk menjadi tidak konsisten. Oleh karena itu, perlu

dilakukan suatu analisis performa mesin secara menyeluruh untuk mengidentifikasi penyebab utama permasalahan tersebut.

Salah satu metode yang digunakan secara luas untuk mengukur efektivitas mesin adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode ini merupakan indikator kuantitatif yang mengukur kinerja mesin berdasarkan tiga faktor utama: *availability*, *performance*, dan *quality*. Nilai OEE memberikan gambaran menyeluruh mengenai seberapa efektif mesin digunakan dalam proses produksi.

Menurut Agusti dan Budiharjo (2025) OEE merupakan alat manajemen yang efektif dalam mengidentifikasi kehilangan produksi dan membantu perusahaan mencapai peningkatan berkelanjutan dalam sistem manufaktur. OEE tidak hanya memberikan angka efektivitas, tetapi juga membantu mengidentifikasi akar permasalahan dalam bentuk *Six Big Losses* yaitu *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *idling and minor stoppages*, *reduced speed losses*, *process defect losses*, dan *reduced yield losses* (Ahdiyat dan Nugroho, 2022).

Kelebihan utama metode OEE adalah kemampuannya untuk memberikan data yang objektif dan terukur. Dengan mengetahui nilai OEE dan komponennya, perusahaan dapat menentukan aspek mana yang paling dominan menyebabkan penurunan efektivitas mesin. Misalnya, apabila faktor *availability* rendah, maka fokus perbaikan diarahkan pada manajemen *downtime* dan pemeliharaan mesin. Sebaliknya, jika faktor *quality* yang rendah, maka fokus diarahkan pada kontrol proses dan inspeksi produk.

Tumanggor *et al.* (2024) menyebutkan bahwa penerapan OEE dalam lingkungan manufaktur membantu perusahaan meningkatkan efisiensi proses dan mengurangi pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah. Selain itu, OEE dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan strategis, karena data yang dihasilkan

akurat dan dapat digunakan sebagai dasar evaluasi performa mesin dari waktu ke waktu.

Dalam konteks perusahaan yang memproduksi *piston rod*, penerapan OEE menjadi sangat relevan karena proses produksi komponen ini melibatkan beberapa tahapan yang saling berkaitan seperti *cutting*, *hardening*, *straightening*, *machining*, dan *milling*. Setiap tahapan memiliki potensi kegagalan yang dapat memengaruhi kualitas produk akhir. Tanpa pengukuran performa mesin yang tepat, perusahaan akan kesulitan menentukan akar penyebab penurunan kualitas.

Kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa tingkat cacat produk *piston rod* pada perusahaan masih berada di atas target internal. Beberapa jenis cacat yang sering terjadi meliputi *scratch*, dimensi yang tidak sesuai, serta hasil permukaan yang tidak sempurna. Selain itu, *downtime* mesin akibat perawatan tidak terencana (*unscheduled maintenance*) masih tinggi, sehingga menurunkan efektivitas keseluruhan lini produksi.

Penelitian-penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa nilai OEE di sebagian besar industri manufaktur Indonesia masih belum mencapai standar kelas dunia ($\geq 85\%$) (B. Setiawan et al., 2022). Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh (Sumasto et al., 2024) di industri komponen otomotif menemukan bahwa rata-rata nilai OEE hanya mencapai 78,2%, dengan faktor *performance* sebagai penyumbang terbesar terhadap rendahnya nilai OEE.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan yang tidak hanya mampu mengukur kinerja mesin, tetapi juga memberikan solusi perbaikan yang berkelanjutan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM merupakan sistem pemeliharaan terpadu yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas peralatan melalui keterlibatan seluruh

karyawan, mulai dari operator hingga manajemen (Iskandar dan Padmakusumah, 2023).

Selain itu, TPM juga berfokus pada peningkatan berkelanjutan, melalui eliminasi pemborosan yang termasuk dalam *Six Big Losses*. Dengan menggabungkan metode OEE sebagai alat ukur dan TPM sebagai strategi perbaikan, perusahaan tidak hanya dapat mengetahui tingkat efektivitas mesin tetapi juga dapat merencanakan tindakan perbaikan yang tepat sasaran. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi sumber permasalahan secara lebih sistematis dan terarah.

Salah satu bentuk implementasi dari TPM dalam penelitian ini adalah penyusunan jadwal *preventive maintenance* pada mesin *hardening*. Jadwal ini disusun berdasarkan hasil analisis OEE, khususnya pada faktor *availability* yang berkaitan dengan *downtime* mesin, serta identifikasi penyebab kerusakan yang dominan. Jadwal *preventive maintenance* ini mencakup pemeriksaan rutin, pembersihan, pelumasan, penggantian komponen, dan inspeksi kondisi mesin secara teratur.

Dengan demikian, jadwal ini dapat membantu perusahaan mengoptimalkan waktu produksi dan mencegah kegagalan yang lebih besar. Dengan menerapkan TPM yang didukung oleh analisis OEE dan membuat jadwal *preventive maintenance*, PT Buana Merdeka Jaya diharapkan dapat meningkatkan *performance* mesin *hardening* secara signifikan. Ini akan menghasilkan peningkatan produktivitas perusahaan dan peningkatan kualitas produk yang dihasilkan.

1.2 Identifikasi Masalah

Masalah yang ada dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat efektivitas mesin *hardening* berdasarkan perhitungan OEE di PT Buana Merdeka Jaya?

2. Apa saja faktor penyebab rendahnya *performance* mesin *hardening* berdasarkan analisis *Six Big Losses*?
3. Bagaimana usulan peningkatan *performance* mesin *hardening* melalui penerapan TPM berupa penyusunan jadwal *preventive maintenance*?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Penelitian hanya difokuskan pada analisis performa mesin *hardening* menggunakan metode OEE dengan aspek yang dianalisis mencakup *availability*, *performance*, dan *quality*.
2. Identifikasi penyebab permasalahan dilakukan berdasarkan konsep *Six Big Losses*.
3. Usulan perbaikan menggunakan pendekatan TPM, dengan fokus pada pilar *autonomous maintenance* dan *planned maintenance* dan luarannya berupa penyusunan jadwal *preventive maintenance* pada mesin *hardening*.
4. Penelitian tidak membahas aspek biaya, keuntungan finansial, maupun analisis ekonomi dari tindakan perbaikan.
5. Fokus penelitian dibatasi pada mesin *hardening* dan periode pengamatan 15 September–13 Desember 2025, sedangkan pengambilan data penelitian dilakukan pada 1–31 Oktober 2025.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengukur dan menganalisis tingkat efektivitas mesin *hardening* berdasarkan metode OEE.
2. Mengetahui faktor-faktor penyebab rendahnya *performance* mesin berdasarkan analisis *Six Big Losses*.

3. Menyusun usulan peningkatan *performance* mesin *hardening* melalui TPM dalam bentuk jadwal *preventive maintenance*.

Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini membantu perusahaan dalam mengetahui tingkat efektivitas mesin *hardening* melalui perhitungan OEE, sehingga perusahaan dapat mengevaluasi kinerja mesin dan mengidentifikasi bagian yang perlu ditingkatkan.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab rendahnya *performance* mesin berdasarkan analisis *Six Big Losses*, sehingga perusahaan dapat mengambil langkah perbaikan yang tepat untuk mengurangi *downtime*, meningkatkan kecepatan produksi, dan menekan jumlah produk cacat.
3. Penelitian ini bermanfaat dalam memberikan usulan peningkatan performa mesin melalui penerapan TPM berupa penyusunan jadwal *preventive maintenance*, sehingga perusahaan dapat mengoptimalkan waktu produksi, mengurangi kerusakan mesin, dan meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan tugas akhir ini adalah:

Bab I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penelitian, identifikasi masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan dan manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II LANDASAN TEORI

Membahas teori-teori terkait OEE, performa mesin, pengendalian kualitas, *piston rod*, TPM, *six big losses*, *pareto*, *fishbone* dan penelitian terdahulu yang relevan.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi kerangka pemikiran, tahapan penelitian, dan teknik pengumpulan data.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi data dan pengolahan, analisis dan usulan yang diajukan.

Bab V SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan dan saran dari hasil dan pembahasan



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

2.1.1 Definisi OEE

OEE adalah metode untuk mengukur tingkat efektivitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan beberapa sudut pandang dipertimbangkan (Andrianto dan Soedarmadji, 2025). OEE menggabungkan tiga komponen utama: *availability* (ketersediaan mesin), *performance* (kecepatan/efisiensi kerja), dan *quality* (rasio produk baik terhadap total produk) (Hutapea *et al.*, 2024). Konsep ini berkembang dari praktik *Total Productive Maintenance* (TPM) dan menjadi alat standar untuk identifikasi kehilangan produksi (*Six Big Losses*) (Septian *et al.*, 2021).

OEE bukan hanya alat pengukuran statis ia juga berfungsi sebagai kerangka kerja untuk inisiatif perbaikan seperti TPM, *Lean*, dan *Six Sigma*. Dalam praktik pengukuran OEE, kualitas data pencatatan operasi menjadi faktor penting. Kesalahan pencatatan waktu *shutdown*, *mis-classify stoppages*, atau perbedaan definisi *cycle time* akan menghasilkan OEE yang salah. Oleh karena itu, metodologi penelitian OEE yang baik menyertakan prosedur standar pencatatan (*work instructions*), pelatihan operator, dan validasi data sebelum analisis (Mariñas dan Silitonga, 2021). Beberapa studi lapangan menekankan perlunya *dashboard monitoring real-time* agar OEE menjadi dasar pengambilan keputusan harian, bukan sekadar laporan mingguan atau bulanan (Afraah, 2025).

Tujuan dari OEE adalah untuk mengukur performa sistem perawatan, dengan metode ini, kita dapat mengetahui ketersediaan mesin, efisiensi

produksi, dan kualitas output mesin (Suyatmo *et al.*, 2023). Perhitungan OEE dasar terdiri dari asumsi tentang kapasitas maksimum teoretis dan output produksi. OEE tidak hanya menunjukkan perbedaan antara kedua hal ini dengan jelas, tetapi yang lebih penting, ide ini dapat dipahami sepenuhnya oleh semua tim yang terlibat, termasuk pengawas, operator, staf teknis, insinyur, dan lainnya (Sentosa *et al.*, 2024).

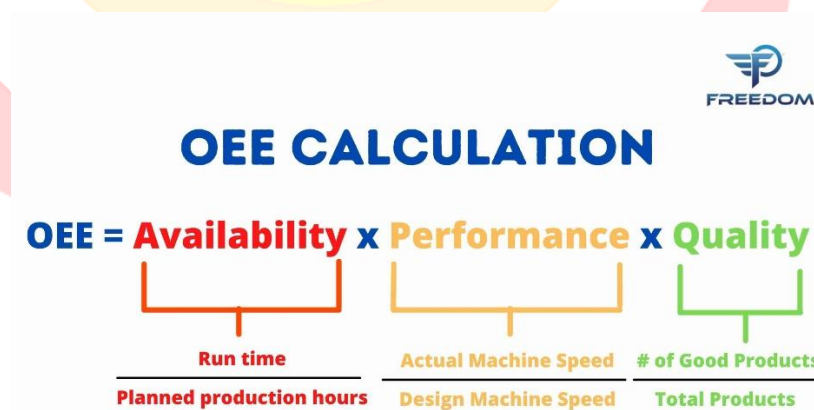
2.1.2 Rumus OEE

OEE merupakan metode pengukuran kinerja mesin yang menggabungkan tiga komponen utama, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality* (Lakho *et al.*, 2021). Ketiga komponen tersebut memberikan gambaran mengenai seberapa besar mesin dapat beroperasi dengan waktu yang tersedia, seberapa cepat mesin bekerja dibandingkan standar, serta seberapa baik kualitas produk yang dihasilkan. Rumus dasar perhitungan OEE ditunjukkan sebagai berikut:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

Sumber: Mustofa *et al.* (2025)

Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Rumus OEE

Sumber: Freedomiot.ai

Dimana:

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

$$b. \text{ Performance (\%)} = \frac{\text{Cycle Time} \times \text{Total Production}}{\text{Operating Time}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3})$$

$$c. \text{ Quality (\%)} = \frac{\text{Good Production}}{\text{Total Production}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 4})$$

Sumber: Mustofa *et al.* (2025)

2.2 Performa Mesin

Dalam industri manufaktur, performa mesin adalah kemampuan mesin untuk beroperasi secara efektif, efisien, dan andal selama proses produksi (Nugroho *et al.*, 2025). Hal ini mencakup faktor-faktor seperti keandalan, kecepatan produksi, ketersediaan mesin, dan kualitas *output*. Mesin dengan performa baik berarti *downtime* rendah, kecepatan operasi mendekati kapasitas ideal, dan produk yang dihasilkan sesuai spesifikasi (Darmawi dan Yulianto, 2022).

Menurut Wardani *et al.* (2021), performa mesin sangat dipengaruhi oleh kecepatan operasi yang dibawah target dan gangguan *minor* yang sering terjadi. Selain itu, performa mesin juga dikaitkan dengan metode pengukuran seperti OEE yang mengukur kinerja mesin berdasarkan tiga komponen utama: *availability*, *performance*, dan *quality* (Ahdiyat dan Nugroho, 2022).

Performa mesin mencakup kemampuan peralatan untuk beroperasi tanpa gangguan besar, dengan kecepatan dan kualitas yang mendekati kapasitas idealnya. Ketidaktersediaan mesin karena kerusakan mendadak atau *set-up* yang lama akan secara langsung menurunkan nilai performa ini (Shree *et al.*, 2022). Koç (2025) menunjukkan bahwa dalam upaya pencapaian performa mesin sering menjadi hambatan relatif terhadap *availability* atau *quality*, terutama dalam proses yang memiliki banyak siklus cepat atau pergantian produk. Dalam hal ini, performa mesin bukan hanya soal kecepatan maksimumnya, tetapi juga kestabilan siklus, minimnya

gangguan *minor* (*stop* kecil), serta kemampuan mempertahankan laju produksi di sepanjang *shift*.

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*quality control*) merupakan aktivitas dan prosedur yang diterapkan untuk memastikan bahwa produk atau layanan yang dihasilkan memenuhi spesifikasi ataupun harapan pelanggan (Nazia *et al.*, 2023). Menurut Ishikawa dalam Juliana dan Sutanto (2021) pengendalian kualitas mencakup meneliti, mengembangkan, merancang, dan memenuhi kebutuhan pelanggan serta memberikan layanan yang baik kepada setiap pelanggan.

Pengendalian kualitas bukan hanya inspeksi akhir tetapi mencakup pengaturan proses produksi sehingga variasi dan cacat dapat diminimalkan. Dalam industri manufaktur, perusahaan harus menetapkan standar kualitas, kemudian melakukan *monitoring* dan pengukuran, selanjutnya melakukan tindakan korektif jika hasil pengukuran menunjukkan penyimpangan dari standar (Adji, 2022).

Selain proses dan alat pengendalian kualitas, ada hubungan antara pengendalian kualitas dengan strategi manajemen dan rantai pasok (*supply chain*). Miharja *et al.* (2024) menegaskan bahwa praktik manajemen kualitas dalam rantai pasok atau *Supply Chain Quality Management* (SCQM) dan perencanaan strategis memiliki korelasi positif dengan kinerja kualitas produk di perusahaan manufaktur. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas tidak hanya terjadi di lini produksi, tetapi juga melibatkan interaksi dengan pemasok, aliran bahan baku, dan distribusi sehingga kualitas dapat dijaga dari hulu hingga hilir (Nursyamsi dan Momon, 2022).

Faktor manusia, mesin, metode, dan material (4M) juga sering muncul dalam pengendalian kualitas. Lestari dan Subroto (2022) meneliti efisiensi laboratorium

kontrol kualitas dengan pendekatan *lean operation* dan memperlihatkan bahwa pengurangan aktivitas *non-value-added* berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan kualitas akhir. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas bukan hanya pekerjaan teknis, tetapi juga memerlukan tata kelola proses dan keterlibatan manusia yang baik.

Dari perspektif keberlanjutan dan daya saing, pengendalian kualitas menjadi salah satu faktor kunci yang membedakan perusahaan yang unggul dengan yang biasa saja. Wittenberger dan Teplicka (2024) menyimpulkan bahwa hubungan antara berbagai alat kualitas (seperti 5S, *ishikawa*, *pareto*, *flowchart*) dalam satu model terintegrasi dapat meningkatkan performa proses produksi secara signifikan. Dengan demikian, pengendalian kualitas yang baik mencakup penggunaan alat kualitas, budaya perbaikan berkelanjutan, dan keterlibatan seluruh elemen organisasi dalam menjaga kualitas produk.

2.4 ***Piston Rod***

Piston rod atau *connecting rod* adalah komponen mekanis yang berfungsi mentransmisikan gerak *reciprocating piston* menjadi gerak rotasi pada *crankshaft*. Komponen ini bekerja pada beban siklik tinggi akibat tekanan pembakaran dan kecepatan putaran mesin. Karena menjadi penghubung utama antara *piston* dan poros engkol, *connecting rod* membutuhkan kekuatan struktural, ketahanan fatigue, dan presisi dimensi yang tinggi. Keandalan komponen ini sangat penting untuk kinerja dan keselamatan mesin (Gao *et al.*, 2022).

Piston rod menerima kombinasi beban tekan, tarik, lentur, dan juga gaya inersia akibat pergerakan *piston*. Pada putaran tinggi, tegangan tarik dan tekan dapat berubah dalam hitungan milidetik, sehingga sifat mekanik material sangat menentukan umur pakai. Beban yang diterima juga dipengaruhi oleh fenomena

seperti *hydrolock*, *misfiring*, dan pelumasan buruk yang dapat meningkatkan beban kejut (Ramadhan *et al.*, 2021).

Material yang digunakan pada *piston rod* umumnya adalah baja paduan (AISI 1045, AISI 4340), *titanium alloy*, dan *aluminium alloy* (Sukahar, *et al.*, 2024). Baja paduan paling banyak digunakan karena memiliki kekuatan tarik tinggi, ketahanan *fatigue* baik, serta mampu diberi perlakuan panas (*heat treatment*). Kriteria pemilihan material didasarkan pada kekuatan mekanik, densitas, kemudahan *machining*, dan kemampuan menerima proses *hardening*.

Heat treatment atau proses *hardening* adalah proses pengubahan sifat mekanik material melalui pemanasan dan pendinginan terkontrol. *Piston rod* umumnya melalui proses *normalizing*, *annealing*, *quenching*, dan *tempering* untuk mencapai kekuatan dan ketangguhan optimal (Iswanto *et al.*, 2020). Proses ini bertujuan memperbaiki struktur mikro, meningkatkan kekerasan, dan menambah produk.

Proses *hardening* tidak hanya meningkatkan kekerasan, tetapi juga memengaruhi struktur mikro, tegangan residual, dan keandalan jangka panjang komponen (Yang *et al.*, 2024). Proses pengerasan ini mempengaruhi proses pemesinan selanjutnya dari baja yang telah dikeraskan (*hardened steel*) karena bahan yang telah dikeraskan memerlukan perlakuan pemesinan yang berbeda, dan bila mesin *hardening* tidak menghasilkan kondisi yang tepat, maka proses pemesinan bisa lebih sulit, biaya meningkat, dan kualitas permukaan bisa menurun (Osička dan Chladil, 2021). Oleh karena itu, mesin *hardening* yang digunakan dalam produksi *piston rod* harus mampu menghasilkan kualitas pengerasan yang konsisten yaitu kedalaman pengerasan, kekerasan, serta minim distorsi.

2.5 *Total Productive Maintenance (TPM)*

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan program atau sistem perawatan dan produksi yang bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas seluruh peralatan dan sarana melalui partisipasi aktif seluruh karyawan dalam perusahaan (Mutaqiem dan Soediantono, 2022). TPM tidak hanya berfokus pada pemeliharaan mesin, tetapi juga menekankan keterlibatan operator dalam menjaga kondisi peralatan agar tetap optimal. Dengan demikian, TPM mampu mengurangi pemborosan, termasuk meminimalkan *downtime* serta meningkatkan efisiensi proses produksi (Hafid *et al.*, 2024).

TPM bertujuan untuk meningkatkan keandalan mesin, mengurangi biaya kerusakan, serta memperpanjang umur pakai peralatan melalui penerapan pilar utama seperti *autonomous maintenance*, *planned maintenance*, dan *training and education* (Sari *et al.*, 2025). Selain itu, TPM juga menargetkan tercapainya kondisi *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident* dalam proses produksi. Penelitian menunjukkan bahwa implementasi TPM yang baik mampu meningkatkan efektivitas mesin serta produktivitas perusahaan secara signifikan (Putra dan Rahmawati, 2022).

Dalam pengukurannya, keberhasilan TPM sering dikaitkan dengan nilai OEE yang mencakup tiga aspek utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. OEE digunakan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas mesin dalam proses produksi. Nilai OEE yang tinggi menunjukkan bahwa mesin bekerja secara optimal dan efisien. Penelitian oleh Harnawan *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penerapan TPM mampu meningkatkan nilai OEE melalui pengurangan *downtime* dan peningkatan stabilitas proses produksi.

Selain itu, implementasi TPM juga berkaitan erat dengan identifikasi *Six Big Losses*, yaitu enam kerugian utama yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin,

seperti *breakdown*, *setup*, *minor stoppage*, penurunan kecepatan, cacat produk, dan *yield losses*. Dengan mengidentifikasi kerugian tersebut, perusahaan dapat menentukan prioritas perbaikan yang tepat. Hal ini didukung oleh penelitian Sitorus *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa analisis efektif dalam mengidentifikasi penyebab dominan penurunan kinerja mesin.

Sejalan dengan itu, dalam proses peningkatan kinerja mesin, TPM juga didukung oleh penggunaan berbagai alat analisis. Diagram Pareto digunakan untuk menemukan dan memprioritaskan masalah utama berdasarkan dampaknya atau frekuensi, sedangkan diagram *fishbone* membantu menemukan akar penyebab masalah secara sistematis. Perusahaan dapat melakukan perbaikan yang lebih terarah dan efektif dengan menggabungkan metode TPM dan alat analisis tersebut. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wittenberger dan Teplicka (2024), kombinasi berbagai alat kualitas dapat meningkatkan performa proses dan efisiensi operasional secara signifikan.

Lebih lanjut, implementasi TPM sangat bergantung pada komitmen manajemen dan partisipasi seluruh karyawan organisasi. Tanpa dukungan yang kuat dari semua pihak, penerapan TPM tidak akan berhasil. Oleh karena itu, organisasi harus menciptakan budaya kerja yang mendukung kegiatan perawatan, seperti konsistensi dalam menjalankan prosedur, pelatihan untuk meningkatkan kemampuan, dan komunikasi yang efektif antar departemen. Dengan demikian, TPM tidak hanya menjadi metode perawatan tetapi juga strategi untuk meningkatkan kinerja perusahaan secara konsisten.

2.6 Six Big Losses

Six Big Losses merupakan metode untuk mengidentifikasi 6 sumber kerugian efisiensi dalam proses produksi manufaktur, keenam kerugian tersebut meliputi *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *idling and minor stoppages*, *reduced speed losses*, *defect losses*, serta *reduced yield losses* (Syarifuddin *et al.*, 2025). Efisiensi mesin yang rendah, yang seringkali disebabkan oleh penggunaan peralatan/mesin yang tidak optimal, hal ini dapat mengakibatkan kerugian yang signifikan bagi perusahaan. Adapun rumus dari *six big losses* yaitu:

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

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

c. $\text{IMSL} = \frac{(\text{Target}-\text{Hasil}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 7})$

d. $\text{RSL} = \frac{\text{Operrating Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Output})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 8})$

e. $\text{Defect Loesses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Defect}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 9})$

f. $\text{Reduced Yield Losses} = \frac{\text{Defect}}{\text{Output}} \times 100\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 10})$

Sumber: Waket dan Jufriyanto (2025)

Kerugian akibat *breakdown* terjadi ketika mesin rusak sehingga proses produksi terhenti. Sementara itu, *setup losses* muncul saat proses pergantian produk atau penyesuaian mesin. Selain itu, *minor stoppages* dan *reduced speed losses* sering terjadi akibat gangguan kecil atau penurunan kecepatan mesin. Semua kerugian ini berdampak pada kinerja dan produktivitas mesin. Analisis *Six Big Losses* membantu perusahaan mengidentifikasi faktor utama yang menyebabkan penurunan kinerja mesin. Penemuan ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk membuat strategi perbaikan yang tepat, seperti perawatan yang lebih baik, pelatihan operator, dan optimalisasi proses produksi.

2.7 Pareto

Diagram pareto merupakan alat yang digunakan untuk mengurutkan jenis *defect* berdasarkan frekuensi munculnya, ini memungkinkan untuk memprioritaskan penyelesaian pada 20% masalah, yang mengakibatkan 80% kehilangan (Setiawan *et al.*, 2025). Tahapan implementasi diagram pareto adalah menentukan masalah yang akan diteliti, kemudian mengidentifikasi penyebabnya, lalu mengumpulkan data dan menyusun daftar masalah yang diurutkan berdasarkan frekuensi terjadinya masalah dari yang tertinggi, sehingga dapat dilihat kerusakan yang paling mempengaruhi, kemudian memutuskan tindakan perbaikan dari penyebab utama masalah (Grasela dan Sutopo, 2023)

Penggunaan diagram pareto terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi proses produksi karena membantu perusahaan dalam mengalokasikan sumber daya secara lebih optimal. Dengan memfokuskan perbaikan pada masalah yang paling kritis terlebih dahulu, perusahaan dapat memperoleh hasil yang signifikan dalam waktu yang relatif singkat. Oleh karena itu, diagram pareto menjadi salah satu alat penting dalam pengendalian kualitas dan peningkatan kinerja operasional.

2.8 Fishbone

Diagram *fishbone* adalah manajemen risiko reaktif yang mengidentifikasi sumber potensial dari suatu masalah dan menggunakan *brainstorming* untuk menemukan akar masalah tersebut (Harnawan *et al.*, 2024). Diagram *fishbone* digunakan untuk mengklasifikasikan berbagai penyebab potensial dari suatu masalah (Anjelina dan Sutopo, 2023). Diagram tulang ikan ini menggambarkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan memiliki dampak pada masalah saat ini, dan ditunjukkan oleh panah yang membentuk tulang ikan (Kristyaningrum dan Abidin, 2023)

Penggunaan diagram *fishbone* terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksi karena mampu mengidentifikasi akar masalah secara menyeluruh. Dengan mengetahui penyebab utama, perusahaan dapat menyusun rencana perbaikan yang lebih tepat, terarah, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, diagram *fishbone* sering digunakan bersamaan dengan metode lain seperti pareto dan TPM untuk mendukung peningkatan kinerja industri.

2.9 Penelitian yang Relevan

Penelitian oleh Mutaqiem dan Soediantono (2022) menjelaskan bahwa TPM berperan dalam meningkatkan efektivitas peralatan melalui keterlibatan seluruh karyawan dan pengurangan kerugian produksi. Hal ini diperkuat oleh Putra dan Rahmawati (2022) yang menunjukkan bahwa implementasi TPM mampu meningkatkan efektivitas mesin *raw mill* melalui peningkatan nilai OEE. Selain itu, Setiawan *et al.* (2022) juga menemukan bahwa analisis OEE dapat memberikan gambaran menyeluruh terkait *availability*, *performance*, dan *quality* sebagai indikator utama kinerja mesin.

Penelitian lain menunjukkan bahwa rendahnya nilai OEE sering disebabkan oleh faktor-faktor dalam *Six Big Losses*. Ahdiyat dan Nugroho (2022) menemukan bahwa kerugian terbesar pada mesin bandsaw berasal dari *breakdown losses* dan *reduced speed losses* yang berdampak signifikan terhadap produktivitas. Hal serupa juga ditemukan oleh Sitorus *et al.* (2022) dan Suyatmo *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa identifikasi *six big losses* dapat membantu perusahaan dalam menentukan sumber utama ketidakefisienan mesin. Dengan demikian, analisis *six big losses* menjadi langkah penting dalam mendukung implementasi TPM secara optimal.

Selanjutnya, penggunaan alat bantu analisis seperti diagram pareto dan *fishbone* banyak digunakan untuk menentukan prioritas masalah dan

mengidentifikasi akar penyebabnya. Setiawan *et al.* (2025) menunjukkan bahwa diagram pareto efektif dalam mengidentifikasi *defect* dominan berdasarkan prinsip 80/20, sehingga perusahaan dapat memfokuskan perbaikan pada masalah utama. Sementara itu, Anjelina dan Sutopo (2023) serta Kristyaningrum dan Abidin (2023) menyatakan bahwa diagram *fishbone* mampu mengklasifikasikan faktor penyebab masalah secara sistematis sehingga mempermudah analisis akar penyebab. Kombinasi kedua metode ini sangat membantu dalam menentukan strategi perbaikan yang tepat.

Beberapa penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa integrasi metode TPM, OEE, *Six Big Losses*, *Pareto*, dan *fishbone* mampu meningkatkan efektivitas mesin secara signifikan. Harnawan *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penerapan TPM pada mesin pengemas mampu meningkatkan efektivitas mesin dengan mengurangi *downtime*. Hafid *et al.* (2024) juga menemukan bahwa penerapan TPM berdampak langsung terhadap penurunan *downtime*. Selain itu, Gymnastiar dan Hartono, (2025) serta Mustofa *et al.* (2025) menunjukkan bahwa kombinasi OEE dan *six big losses* dapat mengidentifikasi kerugian dominan dan memberikan dasar dalam perbaikan kinerja mesin.

Sukma *et al.* (2022) menunjukkan bahwa implementasi TPM mampu meningkatkan nilai OEE pada peralatan medis secara signifikan. Raju *et al.* (2022) serta Shree *et al.* (2022) menyatakan bahwa analisis OEE dapat meningkatkan efisiensi mesin dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab penurunan kinerja. Selain itu, Sumasto *et al.* (2024) dan Zehra *et al.* (2024) menegaskan bahwa integrasi TPM dan OEE dalam industri manufaktur mampu meningkatkan produktivitas serta keberlanjutan proses produksi.

Selain itu, Wittenberger dan Teplicka (2024) menekankan bahwa kombinasi berbagai tools kualitas seperti pareto dan *fishbone* memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan performa proses industri. Penelitian oleh Koç dan Eryürük (2025) juga menunjukkan bahwa integrasi *lean*, digitalisasi, dan OEE mampu meningkatkan efektivitas peralatan secara berkelanjutan.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

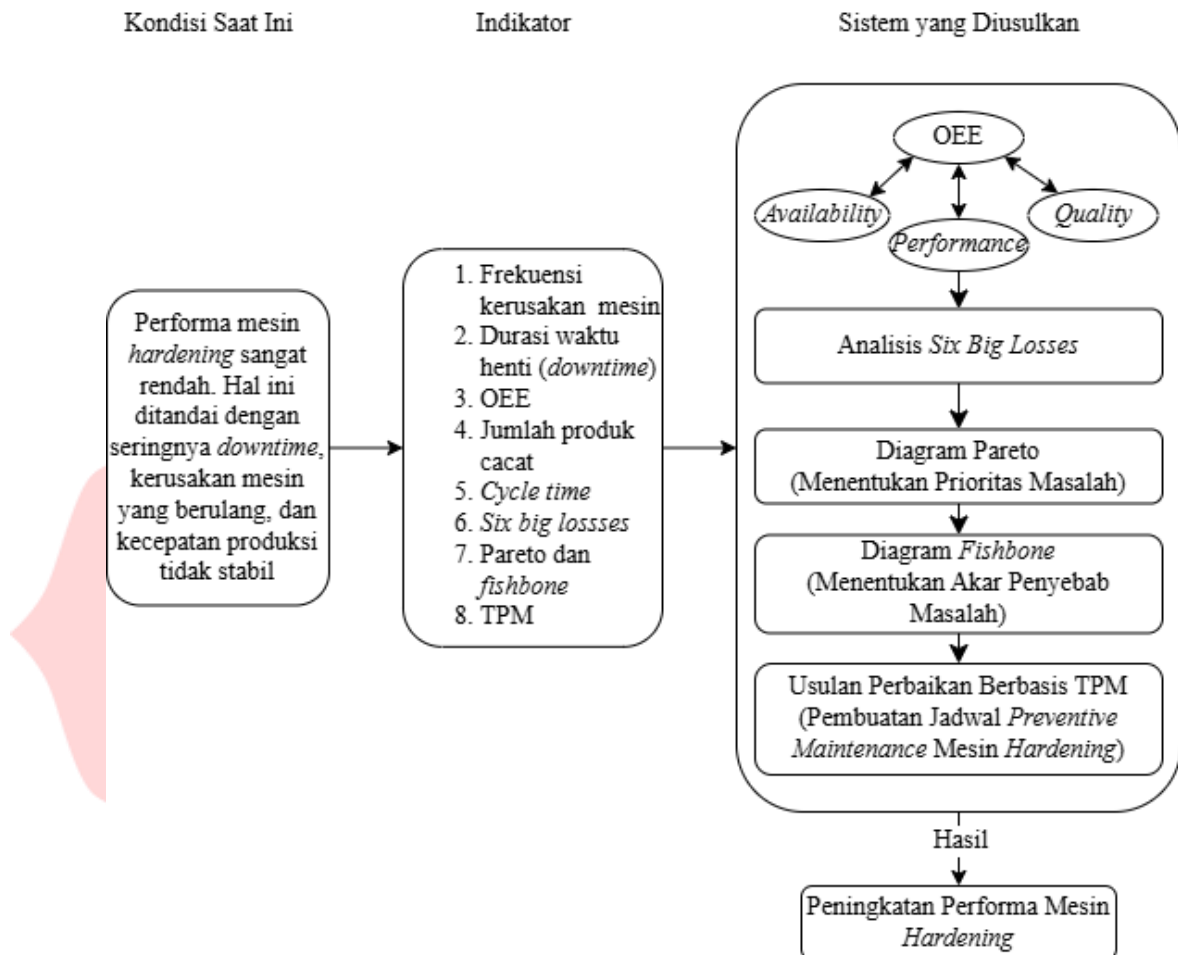
Kerangka pemikiran dalam penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur logis antara kondisi aktual performa mesin *hardening* yang masih rendah dengan upaya peningkatan kinerja mesin melalui pendekatan TPM. Permasalahan awal ditunjukkan oleh rendahnya nilai *performance*, tingginya *downtime*, serta belum optimalnya sistem perawatan mesin. Kondisi tersebut diidentifikasi melalui beberapa indikator utama seperti waktu *breakdown*, frekuensi kerusakan, kecepatan produksi yang tidak sesuai standar, serta belum adanya jadwal *preventive maintenance* yang terstruktur.

Selanjutnya, dilakukan pengukuran kinerja mesin menggunakan metode OEE yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality* untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin secara menyeluruh. Hasil perhitungan OEE kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan konsep *Six Big Losses* guna mengidentifikasi sumber kerugian terbesar yang menyebabkan rendahnya performa mesin. Untuk menentukan prioritas permasalahan, digunakan analisis *diagram Pareto* sehingga dapat diketahui faktor dominan yang paling berpengaruh. Setelah itu, dilakukan analisis akar penyebab menggunakan diagram *Fishbone* berdasarkan aspek manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, disusun usulan perbaikan berbasis TPM dengan fokus pada penerapan *preventive maintenance* dan *autonomous maintenance*, seperti pembuatan jadwal perawatan mesin *hardening*, standarisasi prosedur pengecekan, serta peningkatan keterlibatan operator dalam perawatan mandiri. Dengan pendekatan ini, penelitian bertujuan menghasilkan rekomendasi yang

mampu meningkatkan *performance* mesin *hardening* secara optimal, mengurangi *downtime*, serta meningkatkan efisiensi dan kualitas proses produksi secara keseluruhan.

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap antara lain:

1. Studi Pendahuluan

Pada tahap ini, pengamatan awal kondisi mesin *hardening* dilakukan untuk mengidentifikasi masalah. Fokus utama adalah mengidentifikasi rendahnya nilai *performance*, *downtime* yang tinggi, dan sistem perawatan mesin yang belum optimal.

2. Studi Literatur

Mengumpulkan teori-teori yang berkaitan dengan TPM, OEE, *Six Big Losses*, diagram Pareto, diagram *Fishbone*, performa mesin, *piston rod*, proses *hardening*, kualitas material, dan metode analisis untuk mendukung penelitian.

3. Pengumpulan Data

Melakukan observasi langsung dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan kinerja mesin *hardening*. Data yang dikumpulkan meliputi data waktu operasi mesin, *downtime*, *output* produksi, jumlah produk cacat, serta data historis perawatan mesin. Data tersebut digunakan sebagai bahan utama dalam perhitungan OEE dan analisis selanjutnya.

4. Perhitungan OEE

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah untuk menghitung nilai OEE yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Hasil perhitungan ini digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin *hardening* dan dibandingkan dengan standar *world class* sebesar 85%.

5. Analisis *Six Big Losses*

Setelah nilai OEE diperoleh, tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi sumber kerugian yang mempengaruhi kinerja mesin menggunakan konsep *Six Big Losses*. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui jenis kerugian yang paling dominan, seperti *breakdown*, *setup*, atau penurunan kecepatan mesin.

6. Analisis Pareto

Analisis Pareto dilakukan untuk menentukan prioritas masalah berdasarkan hasil *Six Big Losses*. Dengan menggunakan prinsip 80:20, penelitian ini dapat mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memberikan kontribusi terbesar terhadap rendahnya performa mesin.

7. Analisis *Fishbone*

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari masalah yang telah diprioritaskan. Analisis dilakukan menggunakan diagram *Fishbone* dengan mengelompokkan penyebab berdasarkan faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan sehingga diperoleh gambaran menyeluruh mengenai sumber permasalahan.

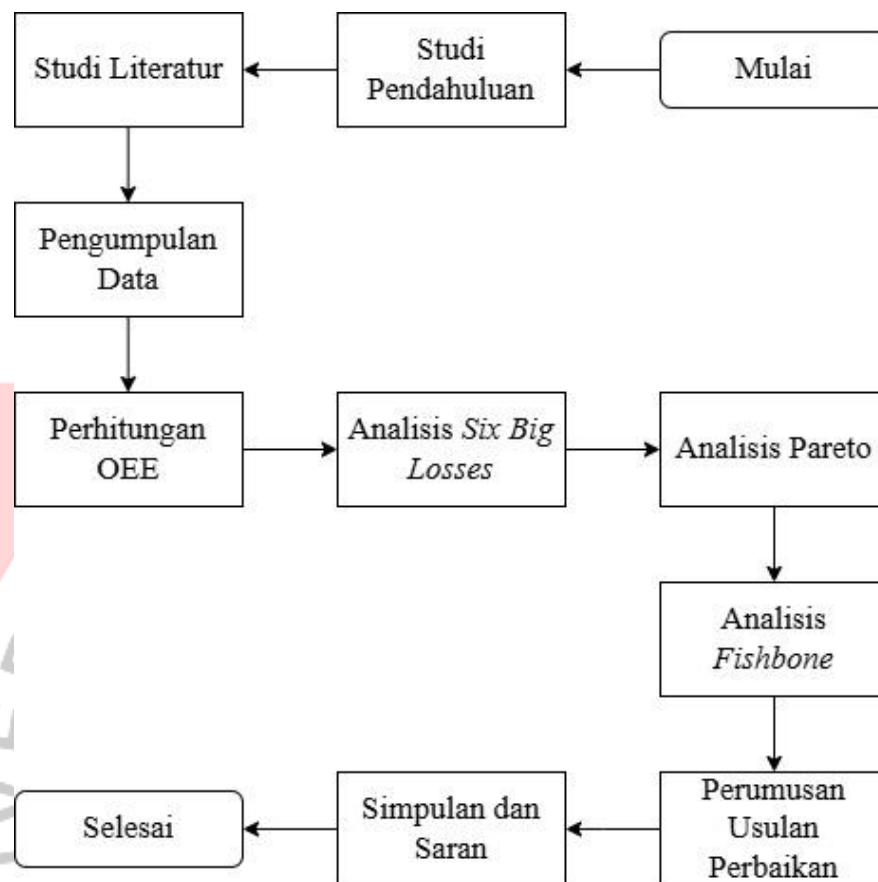
8. Perumusan Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, tahap selanjutnya adalah menyusun usulan perbaikan dengan pendekatan TPM. Usulan difokuskan pada penerapan *preventive maintenance* melalui pembuatan jadwal perawatan mesin serta penerapan *autonomous maintenance* yang melibatkan operator dalam kegiatan perawatan mandiri.

9. Simpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Selain itu, diberikan pula saran yang dapat digunakan oleh perusahaan sebagai bahan pertimbangan dalam mengimplementasikan perbaikan yang diusulkan.

Untuk lebih jelasnya tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dirancang untuk memperoleh data yang akurat dan relevan sesuai dengan kebutuhan analisis.

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Observasi Langsung

Observasi dilakukan dengan melihat secara langsung proses kerja mesin *hardening* selama beroperasi. Aktivitas yang diamati meliputi waktu mulai dan berhentinya mesin, temperatur proses, waktu tahan (*holding time*), proses pendinginan, serta tindakan operator dalam menjalankan mesin. Observasi ini

bertujuan untuk memperoleh data nyata mengenai *downtime*, *cycle time* aktual, serta stabilitas proses *hardening*,

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan operator mesin *hardening*. Melalui wawancara ini, informasi mengenai frekuensi kerusakan mesin, penyebab *downtime*, kerusakan mesin, sistem perawatan yang berjalan, serta kendala yang dihadapi selama proses produksi.

3. Dokumentasi

Mengumpulkan data historis perusahaan yang berkaitan dengan mesin *hardening*, di antaranya data *downtime*, waktu operasi mesin, jumlah *output*, jumlah produk cacat, parameter proses *hardening*, serta catatan perawatan dan perbaikan mesin yang pernah dilakukan. Data ini digunakan sebagai bahan perhitungan OEE dan analisis penyebab masalah rendahnya nilai *performance*.

4. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji berbagai referensi yang relevan seperti buku, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu. Teknik ini bertujuan untuk memperkuat dasar teori serta mendukung analisis yang dilakukan dalam penelitian.