

SKRIPSI

ANALISIS EFEKTIVITAS PADA MESIN *AUTOCLAVED AERATED CONCRETE* (AAC) *BLOCK CUTTING* DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT* *EFFECTIVENESS* (OEE) DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)

(Studi Kasus: PT. Bumi Sarana Beton)

Disusun dan Diajukan Oleh:

SHABRI HIDAYAT

D071181512



DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024



SKRIPSI

**ANALISIS EFEKTIVITAS PADA MESIN *AUTOCLAVED AERATED CONCRETE*
(AAC) *BLOCK CUTTING* DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT*
EFFECTIVENESS (OEE) DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*
(FMEA)**

(Studi Kasus: PT. Bumi Sarana Beton)

Disusun dan diajukan oleh:

**SHABRI HIDAYAT
D071181512**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS EFEKTIVITAS PADA MESIN *AUTOCLAVED AERATED CONCRETE* (AAC)
BLOCK CUTTING DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)
DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)
(Studi Kasus: PT. Bumi Sarana Beton)**

Disusun dan diajukan oleh

**SHABRI HIDAYAT
D071181512**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi
Program Sarjana Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 24 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

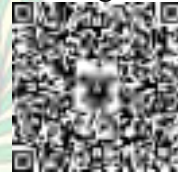
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



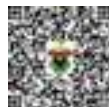
Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M. Eng
NIP. 19660128 199103 2 003

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, S.T., M.T., IPU
NIP. 19761021 200812 1 002

Ketua Program Studi, Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU
NIP. 19740621 200604 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shabri Hidayat
NIM : D071181512
Program Studi : Teknik Industri
Jenjang : SI

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Efektivitas Pada Mesin Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Block Cutting Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua Informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 24 Januari 2024

Yang Menyatakan Tanda Tangan,


Shabri Hidayat



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah. Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat melakukan penelitian dengan judul: “**Analisis Efektivitas Pada Mesin Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Block Cutting Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Failure Mode And Effect Analysis**”.

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa banyak sekali kekurangan dalam penulisan skripsi ini dan jauh dari kata sempurna. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, motivasi, doa, serta dukungan dari berbagai pihak tugas akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Allah SWT sebagai pemberi rahmat dan pengabul doa-doa penulis hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Ijan dan Ibunda Rosnawati serta keempat adik penulis Munawir Arisandi, Rahmat Adiansyah, Ilman Fauzan Dan Zahra Salsabila Mufidah sebagai pendukung yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir.



Uu Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

4. Ibu Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I skripsi.
Terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, serta waktu yang telah diluangkan selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, S.T, M.T., IPU selaku Dosen Pembimbing II skripsi. Terima kasih banyak atas segala bantuan, bimbingan, serta waktu yang telah diluangkan selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak ilmu, nasihat, dan bantuan kepada penulis selama menempuh perkuliahan serta staf administrasi departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu segala proses administrasi selama perkuliahan dan pengurusan administrasi Tugas Akhir penulis.
7. Pak Iwan Soma, Irwin Yaputra dan seluruh staff PT. Bumi Sarana Beton yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data, berdiskusi, dan memberi masukan pada penelitian ini.
8. Sahabat penulis Aqli Aqbar dan Alif Abdillah Usman yang senantiasa mengingatkan serta tanpa bosan memberikan support sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan penuh antusias.
9. Saudara – saudaraku di FEAZ18LE yang berjuang bersama dari maba serta membantu penulis dalam dunia perkuliahan.



semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

ABSTRAK

PT. Bumi Sarana Beton is a subsidiary of the Kalla Group which operates in the manufacturing sector and its main production is ready-mix concrete, lightweight bricks, precast paving blocks and construction services. In this case the focus is on the cutting process on light bricks. In carrying out the lightweight brick production process, the machine that plays an important role in the cutting process is the autoclaved aerated concrete (AAC) block cutting machine. The problem experienced by the company is the large amount of machine downtime that occurs on the autoclaved aerated concrete (AAC) block cutting machine, which causes productivity to be less than optimal. Therefore, this research was carried out with the aim of calculating the level of Overall Equipment Effectiveness (OEE) on the machine, analyzing the most significant losses in influencing the value of Overall Equipment Effectiveness (OEE) on the machine and providing recommendations for improvements to minimize the six big losses on the machine. . After conducting research using the Overall Equipment Effectiveness and Six Big Losses methods, an average Overall Equipment Effectiveness value was obtained of 63%, which according to standard OEE values is classified in the medium category. Factors that influence the OEE value to be less than optimal are set up & adjustment losses, idling & minor stoppage losses and Reject/Rework Losses. The recommendation given to overcome the problem is to apply the Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) method analysis.

Keywords : Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Failure Mode And Effect Analysis.



ABSTRAK

PT. Bumi Sarana Beton merupakan salah satu anak perusahaan Kalla Group yang bergerak dibidang manufaktur dan produksi utamanya adalah beton siap pakai (*ready mix*), bata ringan, paving blok (*precast*) dan jasa konstruksi. Pada kasus ini berfokus pada proses pemotongan (*cutting*) pada bata ringan. Dalam melakukan proses produksi bata ringan, mesin yang memegang peranan penting terhadap proses pemotongan (*cutting*) adalah mesin *autoclaved aerated concrete* (AAC) *block cutting*. Kendala yang dialami oleh perusahaan yaitu banyaknya *downtime* mesin yang terjadi pada mesin *autoclaved aerated concrete* (AAC) *block cutting* yang menyebabkan produktivitas kurang maksimal. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan yang bertujuan untuk Menghitung tingkat efektivitas *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin, Menganalisis *losses* yang paling signifikan dalam mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin serta dapat memberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimalisasi *six big losses* pada mesin. Setelah dilakukan penelitian Dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* dan *Six Big losses*, diperoleh nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* sebesar 63% yang menurut standar nilai OEE tergolong dalam kategori sedang. Faktor yang mempengaruhi nilai OEE menjadi kurang maksimal adalah *set up & adjustment losses*, *idling & minor stoppages losses* dan *Reject/Rework Losses*. Rekomendasi yang diberikan untuk mengatasi permasalahan adalah dengan menerapkan analisis metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA).

Kata Kunci: *Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Failure Mode And Effect Analysis.*



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
<i>ABSTRAK</i>	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Perawatan	5
2.1.1 Definisi Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	5
2.1.2 Tujuan Perawatan (<i>Maintenance</i>)	6
2.1.3 Jenis jenis Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	6
2.2 <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	7
2.2.1 Pengertian <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM).....	7
2.2.2 Tujuan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM).....	8
2.2.3 Pilar <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	8
2.3 Metode-Metode Efektivitas Mesin	10
2.3.1 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	11
2.3.2 <i>Overall Resource Effectiveness</i> (ORE)	11
<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	11
<i>Six Big Losses</i>	13



2.6	Diagram Pareto.....	15
2.7	<i>Diagram Fishbone</i>	15
2.8	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	16
2.9	Penelitian Terdahulu.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2	Objek Peneltian	24
3.3	Sumber Data	24
3.4	Metode Pengumpulan Data	24
3.5	Alur Penelitian.....	26
3.6	Kerangka Pikir.....	27
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		30
4.1	Profil Perusahaan.....	30
4.2	Pengumpulan Data	32
4.2.1	<i>Data Breakdown dan Set Up & Adjustment</i>	32
4.2.2	<i>Data Planned Downtime</i>	33
4.2.3	Data Produksi.....	34
4.2.4	Data Waktu Produksi	35
4.3	Pengolahan Data <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	36
4.3.1	Perhitungan <i>Avaibility Rate</i>	36
4.3.2	Perhitungan <i>Performance Rate</i>	39
4.3.3	Perhitungan <i>Quality Rate</i>	40
4.3.4	Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	42
4.4	Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	43
4.4.1	Perhitungan <i>Downtime Losses</i>	43
4.4.2	Perhitungan <i>Speed Losses</i>	46
4.4.3	Perhitungan <i>Defect losses</i>	49
	Rekapitulasi Presentasi <i>Six Big Losses</i>	51
	Diagram Pareto.....	53
	<i>Diagram Fishbone</i>	54



4.8	Menghitung Nilai <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	61
4.9	Perhitungan Nilai RPN (<i>Risk Priority Number</i>) Dan Usulan Perbaikan.....	67
BAB V PEMBAHASAN		71
5.1	Analisis <i>Avaibility Rate</i>	72
5.2	Analisis <i>Performance Rate</i>	73
5.3	Analisis <i>Quality Rate</i>	74
5.4	Analisis <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	75
5.5	Analisis <i>Six Big Losses</i>	76
5.6	Analisis Diagram <i>Fishbone</i>	78
5.6.1	Analisis <i>Set Up & Adjustment Losses</i> Dengan Diagram <i>Fishbone</i>	78
5.6.2	Analisis <i>Idling & Minor Stoppages Losses</i> Dengan Diagram <i>Fishbone</i> 81	
5.6.3	Analisis <i>Reject/Rework Losses</i> Dengan Diagram <i>Fishbone</i>	83
5.7	Analisis <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> Dan Usulan Perbaikan	85
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		90
6.1	Kesimpulan.....	90
6.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		93
INSTRUMENT PENELITIAN.....		96



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Rating Severity (S)</i>	17
Tabel 2.2 <i>Rating Occurance (O)</i>	18
Tabel 2.3 <i>Rating Detection (D)</i>	18
Tabel 2.4 Penentuan Kategori Risiko	19
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 4.1 Data <i>Breakdown</i> dan <i>Set Up & Adjustment</i>	33
Tabel 4.2 Data <i>Planned Downtime</i>	34
Tabel 4.3 Data Produksi Bata Ringan PT. Bumi Sarana Beton	35
Tabel 4.4 Data Waktu Produksi PT. Bumi Sarana Beton	36
Tabel 4.5 Data Perhitungan <i>Loading Time</i> Dan <i>Operational Time</i>	37
Tabel 4.6 Perhitungan Nilai <i>Avaibility</i> Mesin (AAC) <i>Block Cutting</i>	38
Tabel 4.7 Perhitungan Nilai <i>Performance</i> Mesin (AAC) <i>Block Cutting</i>	40
Tabel 4.8 Perhitungan Nilai <i>Quality</i> Mesin (AAC) <i>Block Cutting</i>	41
Tabel 4.9 Perhitungan OEE Mesin (AAC) <i>Block Cutting</i>	42
Tabel 4.10 Perhitungan Nilai <i>Breakdown Losses</i>	44
Tabel 4.11 Perhitungan Nilai <i>Set Up & Adjustment Losses</i>	45
Tabel 4.12 perhitungan nilai <i>idling and minor stoppages losses</i>	46
Tabel 4.13 Perhitungan Nilai <i>Reduced Speed Losses</i>	48
Tabel 4.14 Perhitungan Nilai <i>Reject/Rework Losses</i>	49
Tabel 4.15 Perhitungan Nilai <i>Yield/Scrap Losses</i>	51
Tabel 4.16 Persentase <i>Six Big Losses</i> Periode Juli 2022 – Juni 2023	52
Tabel 4.17 Rata-Rata <i>Losses</i> Mesin (AAC) <i>Block Cutting</i>	53
Tabel 4.18 <i>Failure Cause</i> Aktifitas <i>Cutting Set Up & Adjustment Losses</i>	55
Tabel 4.19 <i>Failure Cause</i> Aktifitas <i>Cutting Idling And Minor Stoppages Losses</i>	57
Tabel 4.20 <i>Failure Cause</i> Aktivitas <i>Cutting Reject/Rework Losses</i>	59
Tabel 4.21 <i>Rating Severity (S)</i>	61
Tabel 4.22 <i>Rating Occurance (O)</i>	62
Tabel 4.23 <i>Rating Detection (D)</i>	63
Tabel 4. 24 Penentuan Kategori Risiko	63
Tabel 4.25 <i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i>	64
Tabel 4.26 Usulan Perbaikan <i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i>	68
Tabel 4.27 Usulan Perbaikan <i>Failure Mode And Effect Analysis</i>	86
Tabel 5.1 Standar Nilai OEE	71
Tabel 5.2 Nilai <i>Avaibility Rate</i>	72
Tabel 5.3 Nilai <i>Performance Rate</i>	73
Tabel 5.4 Nilai <i>Quality Rate</i>	74
Tabel 5.5 Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	75
Tabel 5.6 Persentase <i>Six Big Losses</i>	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Mesin <i>Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Block Cutting (Horizontal)</i>	31
Gambar 4.2 Mesin <i>Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Block Cutting (Vertikal)</i> ...	32
Gambar 4. 3 Grafik <i>Presentase Losses</i> Periode Juli 2022 – Juni 2023	52
Gambar 4.4 Diagram Pareto Untuk Rata-Rata <i>Losses</i> Periode Juli 2022 - Juni 2023	54
Gambar 4.5 Diagram <i>Fishbone Set Up & Adjustmen Losses</i>	55
Gambar 4.6 Diagram <i>Fishbone Idling And Minor Stoppages Losses</i>	57
Gambar 4.7 Diagram <i>Fishbone Reject/Rework Losses</i>	59
Gambar 5.1 Diagram Pareto Rata-rata <i>Losses</i>	77
Gambar 5.2 diagram fishbone <i>Set Up & Adjustment Losses</i>	79
Gambar 5.3 Diagram <i>Fishbone idling & minor stoppages losses</i>	81
Gambar 5.4 Diagram <i>Fishbone Reject/rework losses</i>	83



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu indikator keberhasilan dalam suatu industri manufaktur ditentukan oleh kelancarannya selama proses produksi. Dalam menjalankan proses produksi, mesin sebagai alat mekanis yang prioritas memegang peranan penting. Oleh karena itu dibutuhkan kondisi mesin yang siap beroperasi, baik dari segi kapasitas, kapabilitas, akurasi dan kelayakan. Sebuah mesin dapat dikatakan bekerja secara *efektif* apabila mampu melakukan proses produksi selama jangka waktu yang telah disediakan tanpa mengalami *breakdown*, bekerja sesuai kecepatan yang telah ditentukan dan menghasilkan produk yang baik sesuai standar yang telah ditentukan.

Seiring berjalannya waktu, mesin yang digunakan dalam proses produksi akan mengalami *breakdown* yang dapat menyebabkan terhentinya proses produksi. Tentunya jika perusahaan membiarkan *breakdown* pada mesin maka akan mengakibatkan kerugian seperti keterlambatan produksi, penambahan biaya perbaikan mesin, keterlambatan pengiriman barang dan ketidak sesuaian jumlah produksi dengan target yang telah ditentukan. Dalam mendukung beroperasinya suatu sistem berjalan secara lancar dan sesuai yang dikehendaki maka kegiatan perawatan mempunyai peranan penting. Kegiatan pemeliharaan atau *maintenance* merupakan salah satu faktor yang dipertimbangkan untuk mengoptimalkan produktivitas.

Arsyad & sultan (2018) mengungkapkan bahwa Perawatan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki suatu fasilitas hingga mencapai kondisi yang dapat diterima. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeliharaan secara terus menerus dan berkala agar mesin dapat bekerja secara optimal. Secara alamiah tidak ada barang yang dibuat oleh manusia yang tidak rusak, akan tetapi usia penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan berkala dengan suatu aktivitas yang dikenal sebagai pemeliharaan.



PT. Bumi Sarana Beton merupakan salah satu anak perusahaan Kalla Group yang bergerak dibidang manufaktur dan produksi utamanya adalah beton siap pakai (*ready mix*), bata ringan, paving blok (*precast*) dan jasa konstruksi. Perusahaan ini merupakan salah satu produsen terbesar untuk bata ringan di kawasan Indonesia Timur khususnya Sulawesi. Pada PT. Bumi Sarana Beton terdapat dua jenis pemeliharaan yaitu pemeliharaan terencana dan tidak terencana. Pemeliharaan terencana dilakukan berdasarkan waktu yaitu pemeliharaan rutin dan perawatan berkala, sedangkan perawatan tidak terencana yaitu pemeliharaan yang di lakukan akibat kerusakan tiba-tiba sehingga harus dilakukan perbaikan secepatnya (bersifat darurat). Kerusakan tiba-tiba atau kerusakan tak terduga merupakan keerusakan yang sangat tidak diharapkan karena kerusakan tiba-tiba dapat menyebabkan terhentinya proses produksi dalam waktu tidak tertentu (arsyad & sultan, 2018).

Perusahaan ini juga tidak terlepas dari masalah yang berkaitan dengan *efektivitas* mesin yang digunakan disebabkan oleh *six big losses* (enam kerugian besar). Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, salah satu permasalahan yang ada pada mesin *Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Block Cutting* adalah waktu *maintenance* yang belum maksimal dimana waktu *maintenance* mesin yang hanya 2 kali dalam sebulan mengakibatkan banyaknya waktu *Downtime* mesin yang tinggi jika dibandingkan dengan mesin produksi lain . permasalahan berupa *Downtime* tersebut dapat mengakibatkan kurangnya efektivitas pada proses produksi dengan nilai OEE yaitu 65% masih jauh dari standar *word class* yaitu $\geq 85\%$. Selain permasalahan berupa sering terjadinya *breakdown* pada mesin, selama ini dari pihak perusahaan belum melakukan pengukuran kinerja mesin. oleh karena itu diperlukan pengukuran kinerja mesin pada mesin (AAC) *Block Cutting* karena mesin tersebut adalah mesin dengan nilai *Downtime* tertinggi dibanding mesin lain, untuk mengetahui persentase tingkat kinerja peralatan produksi. *Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Block Cutting* adalah sebuah mesin yang berfungsi untuk mencetak bata ringan secara otomatis dengan pemotongan *horizontal* dan *vertikal*.



Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan langkah-langkah yang tepat dalam perawatan mesin, salah satunya dengan memantau tingkat efektivitas mesin agar dapat berfungsi secara optimal dan efektif sehingga produktivitas dan kualitas produksi juga meningkat. Metode pengukuran kinerja yang banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan, yang mampu mengatasi masalah diatas (permasalahan *equipment*) adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai alat yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui kinerja mesin atau peralatan. Sedangkan *fishbone Diagram* dan FMEA dapat digunakan untuk menganalisa faktor dominan *Sig Big Losses* yang menyebabkan tidak optimalnya proses produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana tingkat efektifitas *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari mesin *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) *Block Cutting* ?
2. *Losses* apa saja yang mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) *Block Cutting*?
3. Apa tindakan yang diperlukan untuk meminimalisi *six big losses* pada mesin *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) *Block Cutting*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Menghitung tingkat efektivitas *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) *Block Cutting*
2. Menganalisis *losses* yang paling signifikan dalam mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) *Block Cutting*

Memberikan langkah-langkah perbaikan berdasarkan petunjuk / rekomendasi dari sistem *Total Productive Maintenance* (TPM)



1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yaitu dapat digunakan sebagai berikut:

1. Penelitian ini disamping sebagai salah satu upaya untuk memenuhi tugas akhir dalam program strata satu (S1), juga diharapkan mampu menambah keilmuan peneliti.
2. Memberikan masukan kepada perusahaan sebagai bahan pertimbangan sehingga mesin dapat beroperasi secara efektif dan efisien, yang dapat lebih mengoptimalkan produktifitas dan efisiensi kinerja.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini hanya meneliti satu mesin saja yaitu mesin *Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Block Cutting* yang diduga mengalami *six big losses*
2. Tingkat produktivitas dan efisiensi mesin atau peralatan yang diukur adalah dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* sesuai dengan prinsip *Total Productive Maintenance*
3. Penelitian tidak mencakup biaya-biaya yang terjadi dalam penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)*



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan

Perawatan (*maintenance*) adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas yang ada serta memperbaiki, melakukan penyesuaian atau penggantian yang dilakukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perancangan yang ada. Tindakan perawatan berguna untuk menjaga suatu kinerja peralatan/fasilitas mesin pabrik agar tetap beroperasi dengan baik tanpa kerusakan dan jika keadaan fasilitas mesin pabrik rusak di usahakan untuk memperbaiki dan dikembalikan dengan kondisi baik atau siap beroperasi (Kurniawan, 2013).

2.1.1 Definisi Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjaga kondisi sebuah objek tetap dalam kondisi yang prima (Dhillon, 2002). Menurut Kurniawan dalam (Kurniawati & Muzaki, 2017), Perawatan merupakan kegiatan pemeliharaan, perbaikan, penggantian, pembersihan, penyetelan dan pemeriksaan di dalam suatu sistem produksi. Kesimpulannya adalah merupakan sekumpulan kegiatan yang bertujuan untuk menjaga kondisi fasilitas produksi supaya tetap dalam kondisi standar. Di bawah ini beberapa istilah dalam perawatan:

1. *Inspection* (Inspeksi) Inspeksi merupakan kegiatan pengecekan untuk mengetahui kondisi fasilitas yang digunakan dalam proses produksi.
2. *Repair* (Perbaikan) Perbaikan merupakan kegiatan yang dilakukan pada mesin produksi agar dapat berfungsi kembali sesuai dengan fungsinya
3. *Overhaul* (Perbaikan Menyeluruh) Perbaikan menyeluruh merupakan kegiatan yang dilakukan secara keseluruhan pada



fasilitas produksi yang ada, sehingga, mengakibatkan berhentinya proses produksi.

2.1.2 Tujuan Perawatan (*Maintenance*)

Menurut Kurniawan (2013) beberapa tujuan dilakukanya perawatan. Secara umum perawatan bertujuan untuk;

- a. Mengatasi segala permasalahan, yang berkenaan dengan kontinuitas aktivitas produksi.
- b. Memperpanjang umur pengoperasian peralatan dan fasilitas industri
- c. Meminimasi *downtime*.
- d. Meningkatkan efesiensi sumber daya produksi.
- e. Peningkatan profesionalisme personil departemen perawatan industri.
- f. Meningkatkan nilai tambah produk, sehingga perusahaan dapat bersaing dipasar global.
- g. Membantu para pengambil keputusan sehingga dapat memilih solusi optimal terhadap kebijakan perawatan fasilitas industri.
- h. Melakukan perencanaan terhadap perawatan preventif, sehingga memudahkan dalam proses pengontrolan aktivitas perawatan.
- i. Mereduksi biaya perbaikan dan biaya yang timbul dari terhentinya proses karena permasalahan keandalan mesin.

2.1.3 Jenis jenis Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance (*perawatan*) dapat dikategorikan dalam beberapa jenis menurut Prawirosentono dalam (Kurniawati & Muzaki, 2017) :

1. *Planned Maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan pemeliharaan yang pelaksanaannya telah direncanakan terlebih dahulu. Kegiatan perawatan yang dilakukan berdasarkan SOP (standar operasional prosedur) yang sudah ditentukan perusahaan. Perawatan terencana dibagi menjadi dua jenis, yaitu :



- a. *Preventive Maintenance*, Merupakan kegiatan perawatan terjadwal yang dilakukan dalam periode waktu yang tetap.
 - *Time Based Maintenance* Kegiatan pemeliharaan ini berdasarkan periode waktu, meliputi inspeksi harian, service, pembersihan harian dan lain sebagainya.
 - *Condition Based Maintenance* Kegiatan pemeliharaan ini menggunakan peralatan untuk mendiagnosa perubahan kondisi dari peralatan atau aset, dengan tujuan untuk memprediksi awal penetapan interval waktu pemeliharaan.
- b. *Corrective Maintenance*, Merupakan kegiatan perawatan ketika hasil produksi tidak sesuai dengan rencana.
 - *Breakdown Maintenance*, yaitu suatu kegiatan pemeliharaan yang pelaksanaannya seminggu sampai dengan peralatan tersebut rusak lalu dilakukan perbaikan. Cara ini dilakukan apabila efek failure tidak bersifat signifikan terhadap operasi ataupun produksi.
2. *Unplanned Maintenance* (perawatan tidak terencana), suatu tindakan atau kegiatan pemeliharaan yang pelaksanaannya tidak direncanakan. Kegiatan perawatan mesin ketika terdapat proses produksi yang menghasilkan produk cacat.

2.2 *Total Productive Maintenance (TPM)*

2.2.1 *Pengertian Total Productive Maintenance (TPM)*

TPM adalah Suatu sistem yang digunakan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas produksi melalui pemeliharaan peralatan dan alat kerja seperti mesin, peralatan dan alat kerja. Fokus utama dari *Total Productive Maintenance (TPM)* adalah untuk memastikan semua peralatan dan peralatan produksi beroperasi dalam kondisi terbaik sehingga terhindar dari kerusakan atau keterlambatan proses produksi.



TPM merupakan konsep inovatif Jepang yang berawal dari penerapan *preventive maintenance* pada tahun 1951. Konsep *preventive maintenance* ini sendiri merupakan konsep yang di adopsi dari Amerika Serikat. Nippondenso yang merupakan pemasok Toyota adalah perusahaan pertama yang memperkenalkan konsep TPM pada tahun 1960 dengan slogan “*Productivity Maintenance with total Employee Participation*”. Seiichi Nakajima yang saat itu menjabat sebagai Vice Chairman JIOPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) kemudian dikenal sebagai bapak TPM (SSA, 2016).

2.2.2 Tujuan Total Productive Maintenance (TPM)

Tujuan daripada TPM adalah untuk meningkatkan produktivitas pada perlengkapan dan peralatan produksi dengan investasi perawatan yang seperlunya sehingga mencegah terjadi 6 kerugian besar (*Six Big Losses*) yaitu:

1. *Breakdown*, kerugian akibat rusaknya mesin.
2. *Setup and adjustments*, kerugian yang diakibatkan perlunya perlunya persiapan ulang peralatan dan perlengkapan kerja .
3. *Small Stops*, kerugian akibat terjadinya gangguan yang menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi secara optimal.
4. *Slow Running*, kerugian yang terjadi karena mesin berjalan lambat tidak sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.
5. *Startup Defect*, kerugian yang diakibatkan terjadi cacat saat startup (saat awal mesin beroperasi).
6. *Production Defect*, kerugian yang terjadi karena banyaknya produk yang cacat dalam proses produksi.

2.2.3 Pilar Total Productive Maintenance (TPM)

Untuk menerapkan konsep TPM (*Total Productive Maintenance*) dalam sebuah perusahaan manufaktur, diperlukan pilar yang kokoh. Pilar utama TPM disebut dengan 8 Pilar TPM (*Eight Pillar of Total*



Productive Maintenance). Pilar TPM mayoritas berfokus pada teknik untuk meningkatkan keandalan mesin dan peralatan produksi. Borris, S (2006) dalam bukunya yang berjudul *Total Productive Maintenance* menyebutkan bahwa 8 Pilar TPM (*Eight Pillar of TPM*) diantaranya adalah:

1. *Autonomous Maintenance*/Jishu Hozen (Perawatan Otonomus), memberikan tanggung jawab perawatan rutin kepada operator seperti pembersihan mesin, pemberian lubrikasi/minyak dan inspeksi mesin. Jika operator dapat dilatih untuk melaksanakan tugas-tugas dasar ini, ini memberi kesempatan pada operator untuk meningkatkan tingkat keterampilan, membuat lebih bertanggung jawab atas pengoperasian alat, meningkatkan prospek pekerjaan dan meringankan tugas teknisi.
2. *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana), *Planned Maintenance* merupakan penjadwalan perawatan berdasarkan rasio kerusakan yang pernah terjadi dan/atau tingkat kerusakan yang telah diprediksi. Tujuan *Planned Maintenance* adalah mencapai tingkat *zero breakdown*.
3. *Quality Maintenance* (Perawatan Kualitas), *Quality Maintenance* berfungsi untuk memastikan peralatan atau mesin produksi mendeteksi dan mencegah kesalahan selama proses produksi berlangsung. Sehingga dapat memantau proses produksi agar menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Maka, tingkat kegagalan produk akan lebih terkendali.
4. *Focused Improvement* / Kobetsu Kaizen (Perbaikan yang terfokus), Membentuk tim kerja untuk mengidentifikasi mesin/peralatan kerja yang bermasalah dan memberikan solusi atau usulan-usulan perbaikan. Tim ini digunakan untuk menyelidiki masalah dan menemukan solusi permanen. Masalah yang sedang



dipertimbangkan harus dievaluasi untuk membenarkan apakah perbaikan akan memberikan manfaat positif dan hemat biaya.

5. *Early Equipment Management* (Manajemen Awal pada Peralatan Kerja), *Early Equipment Management* merupakan pilar TPM yang menggunakan *historis* dari kegiatan perbaikan dan perawatan sebelumnya untuk memastikan kerja mesin optimal. Tujuan dari pilar ini adalah mengurangi *waste* selama implementasi mesin baru atau saat kegiatan produksi produk baru.
6. *Training and Education* (Pelatihan dan Pendidikan), Dengan melakukan pelatihan maka kemampuan operator dapat meningkat sehingga meminimalisir tingkat kerusakan peralatan dan dapat meningkatkan produktivitas kerja.
7. *Safety, Health and Environment* (Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan), Perusahaan diwajibkan untuk menyediakan lingkungan yang aman dan sehat serta bebas dari kondisi berbahaya yang bertujuan untuk mencapai target tempat kerja yang nol kecelakaan. Pentingnya ditekankan oleh kebutuhan untuk melindungi operator. Untuk merealisasikan tujuan ini, harus mencakup penilaian risiko, peta bahaya, dan beberapa konsep keselamatan lainnya secara rinci. Operator juga didorong untuk membantu pengembangan prosedur kerja yang aman.
8. *TPM in Administration* (TPM dalam Administrasi), Setiap departemen dalam suatu perusahaan memiliki dampak pada produksi. Pilar ini menggunakan teknik TPM untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah yang dapat diterima oleh seluruh elemen dalam perusahaan.

2.3 Metode-Metode Efektivitas Mesin



Perawatan (*maintenance*) terus mengalami perkembangan dari waktu ke waktu sampai dengan saat ini. Berbagai jenis metode perawatan sudah banyak digunakan dan diaplikasikan sehingga dihasilkan efektivitas perawatan mesin

yang tinggi. Penentuan efektivitas mesin seringkali mempertimbangkan beberapa hal seperti kondisi kerja peralatan, sumber daya manusia, biaya perawatan, dan spesifikasi alat itu sendiri. Berikut beberapa metode dalam efektivitas mesin :

2.3.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah suatu nilai yang disajikan dalam bentuk rasio antara *output* aktual dibagi dengan *output* maksimum dari peralatan yang digunakan dalam kondisi kinerja terbaik. OEE bertujuan untuk menghitung efektivitas dan performansi dari suatu mesin atau proses produksi. Dengan menghitung OEE, maka dapat diketahui 3 komponen penting yang mempengaruhi efektivitas mesin yaitu *availability* atau ketersediaan mesin, *performance rate* atau efisiensi produksi, dan *Quality rate* atau kualitas output mesin.

2.3.2 Overall Resource Effectiveness (ORE)

Efektivitas produksi pabrik bergantung pada efektivitas dari peralatan, material, manusia, dan metode yang digunakan. ORE mengukur sistem kinerja manufaktur yang telah dikembangkan dengan tujuan memberikan evaluasi yang lebih mendalam daripada OEE mengenai kinerja mesin berdasarkan aspek manusia, material, mesin, dan metode. ORE mengukur tingkat efektivitas dengan menggunakan semua sumber daya, peralatan, operator, teknisi, manajemen rantai produksi, dan sistem pendukung perusahaan itu sendiri. Pengukuran ORE terdiri atas tujuh faktor yaitu *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of material*, *availability of manpower*, *performance efficiency*, dan *quality rate* (Zulfatri, 2020).

2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)



Menurut Nakajima (1988), *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah suatu metode pengukuran tingkat efektifitas pemakaian suatu peralatan dan sistem dengan mengikut sertakan beberapa sudut pandang dalam proses

perhitungan tersebut. OEE merupakan suatu pengukuran efektivitas mesin/peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin (*Availability*), Kinerja mesin (*Performance*), dan kualitas produk (*Quality*) yang dihasilkan. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin.

OEE bertujuan untuk mengukur efektifitas suatu sistem pemeliharaan, sehingga metode ini dapat menentukan kualitas keluaran suatu mesin atau peralatan. untuk mengetahui besarnya OEE dihitung dengan rumus berikut :

$$OEE = A \times P \times Q \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

A= *Availability* atau waktu ketersediaan mesin

P = *Performance effectiveness*

Q = *Quality*

Adapun tiga tahapan dalam pengukuran dengan menggunakan metode OEE (Rinawati, 2014) , yaitu :

1. *Avaibility*

Tahapan ini memiliki tujuan untuk menjelaskan permasalahan pendayagunaan waktu sebagai aktivitas jalannya mesin ataupun perlengkapan, telah ditetapkan dari industri sebagai penciptaan produktivitas output pembuatan yang benar. Rumus yang dapat digunakan seperti berikut:

$$Avaibility = \frac{Operational\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

2. *Performance*

Tahapan ini memiliki tujuan untuk menganalisa hasil rekapan sebagaimana mesin menciptakan *output* setiap satu jam bersumber pada rekap riset berupa bentuk pengamatan objek dilingkup hasil pembuatan (*packing*) industri. Rumus yang dapat digunakan seperti berikut:

$$Performance\ Rate = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operationanl\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$



3. *Quality*

Tahapan ini memiliki tujuan untuk menganalisa mutu produk yang sesuai dengan standar. Rumus yang dapat digunakan seperti berikut:

$$Quality\ Rate = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Adapun standar dari JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) untuk TPM Indeks yang ideal adalah 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)* $\geq 85\%$

Selain untuk memahami kinerja peralatan, metrik OEE juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam keputusan pembelian peralatan baru. Dalam hal ini pengambil keputusan secara jelas mengetahui kapasitas peralatan yang ada sehingga dapat diambil keputusan yang tepat untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Dengan menggabungkannya dengan metode lain seperti alat kualitas dasar yaitu analisis pareto, diagram sebab-akibat, dan dengan memahami nilai OEE, metode ini kemudian dapat digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan nilai OEE. Selain itu, melalui alasan tersebut, tindakan korektif dapat segera dilakukan untuk mengurangi upaya mencari area untuk perbaikan (Rozaq, 2015).

2.5 *Six Big Losses*

Tujuan utama TPM dan OEE adalah untuk mengurangi enam kerugian utama dari kerugian efisiensi dalam proses manufaktur. Pada masing-masing komponen tersebut terdapat 6 kerugian yang mempengaruhi efisiensi peralatan. Dalam hal ketersediaan terdapat *breakdown losses* dan *setup and adjustment losses*, sedangkan dalam rasio performa terdapat kehilangan kecepatan dan *ng/minor stoppages losses*, dan yang terakhir dalam rasio kualitas terdapat *ect/rework losses* dan *yield/scrap losses*. Setelah memahami efektivitas peralatan secara keseluruhan, maka dapat melihat komponen efektivitas mana



yang memiliki nilai paling rendah, kemudian menganalisis alasannya (Arifianto, 2018).

Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin/peralatan :

a. *Downtime losses*

Downtime losses yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan, sehingga menyebabkan mesin tidak beroperasi dan tidak menghasilkan output.

$$Downtime\ losses = \frac{Downtime}{Loading\ Time} \times 100\%.....(5)$$

b. *Setup and adjustment time losses*

Setup and adjustment timelosses merupakan kerugian yang diakibatkan oleh perubahan kondisi operasi, seperti dimulainya produksi atau dimulainya shift yang berbeda, perubahan produk dan perubahan kondisi operasi.

$$Setup\ and\ adjustment\ time\ losses = \frac{Setup\ and\ adjustment\ time}{Loading\ time} \times 100\%.....(6)$$

c. *Idling and minor stoppages losses*

Idling and minor stoppages losses, merupakan kerugian yang disebabkan oleh berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara, seperti mesin terputus-putus (*halting*), macet (*jamming*) serta mesin menganggur (*idling*).

$$Idling\ and\ minor\ stoppages\ losses = \frac{(Target-Hasil) \times Ideal\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%.....(7)$$

d. *Reduced speed losses*

Reduced speed losses yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut. Pengukuran kerugian ini dengan membandingkan kapasitas ideal dengan beban kerja aktual.

$$Reduced\ speed\ losses = \frac{Operation\ Time - (Ideal\ Cycle\ Time \times Output)}{Loading\ Time} \times 100....(8)$$



e. *Reject / Rework losses*

Defect losses ini disebabkan karena produk cacat maupun karena produk di proses ulang.

$$\text{Reject/Rework Losses} = \frac{\text{Ideal cycle Time} \times \text{Reject}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

f. *Yield / Scrap losses*

Yield /scrap losses merupakan kerugian produk pada awal waktu produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil.

$$\text{Yield/Scrap losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

(hadiyatna, 2021).

2.6 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan grafik yang menunjukkan suatu masalah berdasarkan urutan dari banyaknya kejadian. Urutan dimulai dari jumlah masalah yang paling banyak sampai dengan yang paling sedikit terjadi (Heizer & Render, 2011). Diagram pareto merupakan gabungan dari dua jenis diagram yaitu diagram kolom dan diagram garis yang berguna untuk:

- Memperlihatkan pokok permasalahan.
- Menyatakan perbandingan dari masing-masing masalah terhadap jumlah masalah keseluruhan.
- Menunjukkan perbandingan masalah sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan.

2.7 Diagram Fishbone

Diagram fishbone akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, lingkungan, dan metode. Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*.

langkah-langkah pembuatan Diagram *Fishbone*:



- a. Menyepakati pernyataan masalah
 - b. Mengidentifikasi kategori masalah
 - c. Menemukan sebab-sebab potensial dengan cara *brainstorming*
 - d. Mengkaji dan menyepakati sebab-sebab yang paling mungkin
- (Hadiyatna, 2021).

2.8 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode Effect Analysis (FMEA) merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995).

Dalam penerapan metode *six sigma* metode ini mampu diaplikasikan dalam banyak permasalahan. Berikut ini adalah langkah dalam membuat FMEA :

1. Identifikasi pada proses produk.
 2. Memberikan daftar permasalahan yang berpotensi terjadi.
 3. Memberikan nilai, probabilitas dan detekabilitas dampak yang timbul dari sebuah masalah.
 4. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) serta menentukan langkah prioritas.
 5. Memberi saran tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko
- (Meutia, et al., 2018).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu peristiwa yang berpotensi untuk mengalami kerusakan, dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan dari segala bentuk kerusakan sebelum sampai ke pelanggan. Dalam hal ini ada tiga yang membantu menentukan dari gangguan antara lain:



a. *Severity*

Dalam menentukan tingkat kerusakan (*severity*) ini dapat ditentukan seberapa serius kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses dalam hal operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.

Tabel 2.1 Rating Severity (S)

Rating	Kriteria
1	<i>The defect does not affect the quality</i> (Bentuk kegagalan tidak mempegaruhi kualitas) tidak menimbulkan dampak yang begitu berarti atau dapat diabaikan.
2	
3	<i>Very low and Low</i> (Kegagalan berpengaruh ringan). Menimbulkan dampak yang sangat kecil dan memerlukan biaya perbaikan yang rendah
4	
5	<i>Transitory</i> (Kegagalan yang menimbulkan sedikit kesulitan).
6	<i>Avarage</i> (Kegagalan menyebabkan kualitas produk sedikit terpengaruh)
7	<i>Significant</i> (Kegagalan berdampak signifikan). Perlu adanya sedikit perbaikan produk atau sistem.
8	<i>High</i> (Kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang tinggi) Perbaikan yang dilakukan menggunakan biaya besar
9	<i>Very High</i> (Kegagalan yang terjadi mempengaruhi kelayakan dan kegunaan produk atau sistem).
10	<i>Product Rejection</i> (Kegagalan yang terjadi menyebabkan kerusakan total)

Sumber: Piatkoski, (2017)



b. *Occurance*

Dalam menentukan *occurrence* ini dapat ditentukan seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan sebuah kegagalan pada operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.

Tabel 2.2 Rating Occurance (O)

Rating	Probabilitas Kegagalan	No. dari kegagalan
1	Tidak mungkin terjadinya kegagalan	> per 1.000.000
2		1 per 100.000
3	Kegagalan sangat jarang Terjadi	1 per 50.000
4		1 per 10.000
5	Kegagalan hanya terjadi sesekali	1 per 5.000
6		1 per 1.000
7	Kegagalan terjadi secara berulang diarea yang sama	1 per 600
8		1 per 4000
9	Kegagalan selalu berulang	1 per 100
10		1 per 10

Sumber: Piatkoski, (2017)

c. *Detection*

Dalam menentukan tingkat deteksi ini dapat ditentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. tingkat deteksi juga dapat dipengaruhi dari banyaknya kontrol yang mengatur jalanya proses. semakin banyak kontrol dan prosedur yang mengatur jalanya sistem penanganan operasional perawatan dan kegiatan operasional pabrik maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan dapat semakin tinggi.

Tabel 2.3 Rating Detection (D)

Rating	Kategori	Tingkat Mendeteksi
1 2	Sangat tinggi	Sangat besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
3 4	Tinggi	Besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak



5 6	Sedang	Sedang kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
7 8	Rendah	Kecil, kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
9 10	Sangat Rendah	Mustahil, kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak

Sumber: Piatkoski, (2017)

d. Penentuan Kategori Risiko

Angka Prioritas Resiko (RPN= *Risk Priority Number*): hasil perkiraan antara ranking pengaruh buruk (*severity*), rangkin kemungkinan dan ranking efektifitas. Namun, untuk mendapatkan *risk priority number* (RPN), *severity* (S), *occurence* (O), dan *detection* (D) harus dikalikan yang ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(11)$$

Tabel 2.4 Penentuan Kategori Risiko

Nilai Risk Priority Number (RPN)	Kategori	Perlakuan
192 – 1000	Tinggi	Lakukan perbaikan saat ini
65 – 191	Sedang	Upaya untuk melakukan perbaikan
0 – 64	Rendah	Resiko dapat diabaikan

Sumber: Piatkoski, (2017)

Kemudian, nilai RPN untuk setiap mode kegagalan adalah peringkat untuk mengetahui kegagalan dengan risiko yang lebih tinggi Nomor ini digunakan untuk mengidentifikasi risiko serius, sebagai petunjuk menuju perbaikan. Semakin rendah nilai RPN maka semakin baik dibandingkan dengan nilai RPN yang besar. RPN dapat dihitung untuk seluruh aliran proses. Jika RPN sudah dihitung, maka ini akan memudahkan untuk menentukan area yang membutuhkan perhatian lagi.



2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan referensi yang memiliki permasalahan sejenis yang akan diangkat pada penelitian ini. Penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Metode	Objek	Hasil Penelitian
1	Dian F, Hidayat. Dkk. (2020)	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Mesin CNC milling MV40	Hasil dari penelitian ini adalah OEE mesin CNC milling MV40 periode Desember 2018 – November 2019 adalah 76.84% nilai tersebut dibawah standart OEE world class. Penyebab dari rendahnya nilai tersebut adalah availability & performance yang tidak memenuhi standar. Nilai availability rate sebesar 88.06% dan nilai performance rate sebesar 87.50% sedangkan standart OEE world lean sigma enterprise sebesar $\geq 90\%$ untuk availability rate dan performance rate $\geq 95\%$. Dari nilai tersebut dapat diketahui bagaimana kondisi aktual mesin dalam menghasilkan produk.
2	Abdul, W. (2020)	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Mesin Krones	Hasil perhitungan OEE menunjukkan mesin Krones produksi Botol HF 350 ml Ftea menghasilkan OEE 99.32%, Botol HF 350 ml Stea menghasilkan OEE 95.20%, sedangkan Botol HF 500 ml Sosro menghasilkan OEE 97.52%. Dari data tersebut terdapat perbedaan yang signifikan, dimana Botol HF 350 ml Stea mempunyai availability yang lebih rendah, ini mengindikasikan mesin Krones 2 lebih banyak mengalami break down. Sedangkan untuk performance mesin Krones 1 lebih tinggi dibandingkan dengan mesin Krones 2 dan Krones 3 ini terkait dengan utilization di mesin Krones 1 yang lebih baik dengan banyaknya permintaan dari customer.
	is mmya Dene rrwanto. (2021)	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Mesin Debarker	Dari hasil penelitian dengan menggunakan data periode waktu Januari 2021 s/d September 2021 didapatkan hasil rata-rata nilai availability rate sebesar 101,09%, nilai performance rate sebesar 69,11%, nilai quality rate sebesar 85,82 % dan overall equipment effectiveness sebesar 60,42%. Yang mana hanya availability rate yang sudah memenuhi standart word class yaitu persentase diatas 90%. Untuk



				performance rate, quality rate dan OEE masih dibawah standart word class.
4	Arif Rahman dan Surya Perdana. (2019)	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>	Mesin Percetakan <i>Perfect Binding</i>	Dalam penelitian ini telah dilakukan perhitungan OEE pada Mesin perfect binding, pada periode April-Juni 2016 yang dibandingkan dengan periode April-Juni 2017, didapatkan hasil bahwa ada peningkatan disetiap bulannya, tetapi belum mencapai kriteria World Class. Rendahnya nilai OEE yang didapatkan pada mesin Perfect Binding menyebabkan produktivitas mesin tersebut menurun, berikut adalah 3 rencana perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi dari analisis FMEA, pertama untuk mengatasi temperatur bak lem yang tidak stabil, dengan melakukan pengecekan temperatur secara periodik. Kedua untuk mengatasi material mudah jump di unit gathering, dengan melakukan pemisahan produk yang tidak berkualitas sebelum ditempatkan di unit gathering. Ketiga untuk mengatasi ganti pisau yang masih lama, rencana perbaikannya adalah dibuat SOP/Instruksi kerja.
5	Richard L.H & M. Derajat A. (2018)	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>	Mesin <i>Bias cutting</i>	Berdasarkan hasil analisis data-data setelah melakukan penelitian didapatkan kesimpulan bahwa rata-rata nilai OEE mesin <i>bias cutting</i> masih rendah. Rendahnya nilai OEE pada mesin <i>bias cutting</i> dikarenakan nilai performance ratio yang berada di bawah nilai ideal ($\leq 95\%$) salah satu factor penyebab masalah pada <i>reduced speed</i> , yaitu seringnya frekuensi pergantian <i>rool</i> di <i>wind up</i> secara bergantian. Factor penyebab rendahnya efektivitas pada mesin bias cutting berdasarkan analisis dengan fishbone diagram beserta usulan perbaikan adalah: - manusia : operator belum memahami pentingnya pengaruh dari gulungan awal <i>liner (rool)</i> . (agar setiap panjang 1,5 meter pada awal kain <i>liner (rool)</i> di berikan tanda berupa garis berwarna dan menggunakan sensor pendeteksi) -material : tidak ada standard penggulungan kain liner (roll) yang digunakan pada bias cutting. (agar setiap jenis kain <i>liner</i> diberikan tanda (warna) pada pinggir kain <i>liner</i> sesuai dengan spesifikasi setiap size produk) - mesin : tidak ada alat bantu untuk mengangkat <i>roll</i> yang telah terisi <i>ply</i> (adanya <i>speed control</i> saat awal gulungan agar gesekan dapat di minamalisir dan adanya <i>buzzer</i> sebagai pendeteksi apabila <i>speed</i> saat gulungan awal <i>liner</i> melebihi dari yang diharapkan)



Pada penelitian terdahulu berisi kajian – kajian yang dilakukan penelitian sebelumnya dimana bersumber dari paper, artikel dan sejenisnya yang berkaitan dengan topik atau tema peneliti dilakukan :

Terdapat penelitian sebelumnya mengenai pengukuran efektivitas mesin seperti yang dilakukan oleh peneliti Dian, F Hidayat, DKK (2020) dimana penelitian ini menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil bahwa Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin CNC milling MV40 masih di bawah standar yang sudah ditetapkan dikarenakan rendahnya nilai *availability & performance* yang tidak memenuhi standar. Pada penelitian yang dilakukan oleh Abdul. W, (2020) dimana penelitian ini menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Setelah melakukan pengamatan yang dilakukan dilapangan dengan metode time study, diketahui bahwa mesin kronos 1,2 dan 3 mendapatkan nilai OEE yang signifikan dimana untuk mesin kronos 1 memiliki nilai *performance* yang lebih tinggi dibanding mesin kronos 2 dan 3. Sedangkan penelitian Eris Tammya & Dene Herwanto, (2021) yang dimana penelitian ini menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa hanya *availability rate* yang sudah memenuhi standart *word class* sedangkan Untuk *performance rate, quality rate* dan OEE masih dibawah standart *word class*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Arif Rahman dan Surya Perdana, (2019) dimana melakukan pengukuran efektivitas Kinerja Mesin Percetakan *Perfect Binding* menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) Dimana setelah dilakukan pengukuran dapat disimpulkan bahwa didapatkan hasil bahwa ada peningkatan disetiap bulannya, tetapi belum mencapai kriteria *World Class*. Rendahnya nilai OEE yang didapatkan pada mesin *Perfect Binding* menyebabkan produktivitas mesin tersebut menurun. Ada 3 yang memiliki nilai RPN tertinggi dari analisis FMEA yaitu temperatur bak lem yang tidak terkontrol, material mudah jump di unit gathering dan ganti pisau yang masih lama. Dan L.H & M. Derajat A. (2018) dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Dimana



hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa rata-rata nilai OEE mesin *bias cutting* masih rendah. Dengan melakukan diagram *fishbone* maka didapatkan masalah dengan nilai resiko RPN terbesar yang berasal dari manusia, material dan mesin beserta usulan perbaikan masing permasalahan yang bisa digunakan perusahaan.

Berdasarkan penelitian diatas terdapat 5 jurnal bahwa dimana untuk menentukan efektivitas suatu mesin perlu dilakukan analisis dan perhitungan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). dimana metode tersebut dapat meminimalisis *big losses* dari mulai penentuan nilai *availability rate*, *quality rate* dan *performance rate* seperti yang dilakukan oleh peneliti jurnal pertama, kedua dan ketiga. Kemudian dilakukan analisis diagram *fishbone* untuk dilakukan pengukuran menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (FMEA) untuk menentukan nilai RPN terbesar yang kemudian akan diberikan usulan perbaikan bagi perusahaan seperti yang dilakukan oleh peneliti jurnal keempat dan kelima. maka ini sudah cukup untuk menjadi acuan dalam penelitian ini.

