

**DESAIN PEMELIHARAAN MESIN GILING DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN FAULT TREE  
ANALYSIS**

**(Studi Kasus: PT. MADUBARU PG Madukismo)**

**TUGAS AKHIR**

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



Disusun Oleh:

Nama : Danang Primandani

No Mahasiswa : 17522233

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA

2021

## PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 7 Desember 2021



Danang Primandani

17522233



**SURAT BUKTI PENELITIAN****PT MADUBARU***PG.PS.MADUKISMO***SURAT KETERANGAN**

No. : 299 /DIR/MB/XI/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa,

Nama : Danang Primandani  
NIM : 17522233

Adalah mahasiswa Program Studi S1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah selesai melaksanakan penelitian di Stasiun Gilingan Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta dari tanggal 1 November 2021 sampai tanggal 8 November 2021.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 8 November 2021

Direktur PT Madubaru

**Retna Isharsrivani**  
Ka. Bag. SDM & Umum



**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**DESAIN PEMELIHARAAN MESIN GILING DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN FAULT TREE  
ANALYSIS**

**(Studi Kasus: PT. MADUBARU PG Madukismo)**

**TUGAS AKHIR**

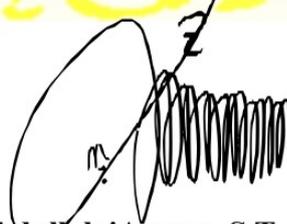
**Disusun Oleh:**

**Nama : Danang Primandani**

**No. Mahasiswa : 17522233**

**Yogyakarta, 26 November 2021**

**Dosen Pembimbing,**



**Abdullah 'Azzam, S.T., M.T**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**DESAIN PEMELIHARAAN MESIN GILING DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN FAULT TREE  
ANALYSIS  
(Studi Kasus: PT. MADUBARU PG Madukismo)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

Nama : Danang Primandani  
No. Mahasiswa : 17522233

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, Desember 2021

**Tim Penguji**

**Abdullah Azzam, ST., M.T.**

**Ketua**

**Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D.**

**Anggota I**

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

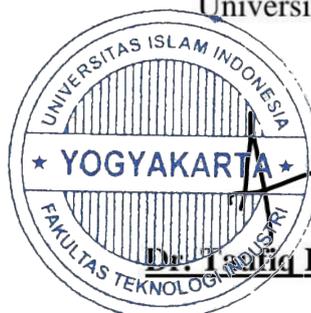
**Anggota II**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



**Dr. Tejiq Immawan, S.T., M.M.**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan Kenikmatan, Kesehatan serta Kemudahan sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini.

Terima kasih kepada kedua orang tua saya, yang selalu mendukung dan mendoakan saya setiap waktu.

Yang terhormat Bapak Abdullah Azzam yang dengan sabar memberikan bimbingan dalam melakukan penyusunan penelitian ini.



## MOTTO

وَلَا تَقُولَنَّ لِشَيْءٍ إِنِّي فَاعِلٌ ذَٰلِكَ غَدًا ﴿٢٣﴾ إِلَّا أَن يَشَاءَ اللَّهُ  
 وَاذْكُرْ رَبَّكَ إِذَا نَسِيتَ وَقُلْ عَسَىٰ أَن يَهْدِيَنِي رَبِّي لِأَقْرَبَ مِن هَٰذَا  
 رَشَدًا ﴿٢٤﴾

“Dan jangan sekali-kali kamu mengatakan terhadap sesuatu: ‘Aku pasti melakukan itu besok pagi, kecuali (dengan menyebut): ‘Insya Allah’. Dan ingatlah kepada Rabbmu jika kamu lupa dan katakanlah: ‘Mudah-mudahan Rabbku akan memberikan petunjuk kepada yang lebih dekat kebenarannya daripada ini.’”

(Q.S Al-Kahfi: 23-24)

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.  
 Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Q.S Al-Insyirah: 5-6)

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat, kesehatan, kesempatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “**DESAIN PEMELIHARAAN MESIN GILING DENGAN MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN FAULT TREE ANALYSIS (Studi Kasus: PT. MADUBARU PG Madukismo)**”.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan tugas yang harus diselesaikan oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Industri program S1 di Universitas Islam Indonesia. Dalam proses pembuatan laporan ini tidak lupa saya menghaturkan terima kasih kepada orang tua saya yang telah banyak memberikan dorongan semangat dari awal hingga selesainya laporan ini. Tidak lupa juga saya mengucapkan terima kasih pada teman-teman di kampus yang telah memberikan dorongan moril dan material serta informasi. Juga dengan segala hormat saya ucapkan banyak terima kasih kepada bapak dan ibu dosen di UII Yogyakarta sehingga kami dapat menerapkan ilmu yang diberikan pada kami. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak M. Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Abdullah 'Azzam, S.T., M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. PT MADUBARU yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas sehingga memudahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua yang senantiasa membimbing, mendampingi, dan mendukung secara moril dan materil.
7. Diri sendiri yang sudah bertahan dan berjuang hingga saat ini.

Dengan penelitian ini, penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga dengan masukan dan saran yang mendukung dari semua pembaca demi melengkapi kekurangan dalam laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. *Amin.*

Yogyakarta, 22 November 2021



Danang Primandani

## ABSTRAK

Pihak yang menangani masalah perawatan harus mampu menemukan sistem perawatan yang paling baik untuk dapat meminimasi jumlah breakdown mesin dan biaya perbaikan atau perawatan mesin yang dikeluarkan (Pujotomo & Rama, 2007). Tujuan penelitian ini adalah menghitung tingkat efektifitas mesin giling pada PG Madukismo dengan menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* dan memberikan rekomendasi cara peningkatan efektifitas mesin berpedoman dengan pilar *Total Productive Maintenance*. Metode yang dapat digunakan yaitu Overall Equipment Effectiveness, OEE adalah salah satu metode dalam Total Productive Maintenance dan juga merupakan alat ukur untuk mengetahui efektivitas mesin produksi. Berdasarkan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* mesin giling tahun 2021 didapatkan bahwa nilai OEE mesin giling tahun 2021 sebesar 80% yang berarti masih dibawah nilai standar World Class sebesar 85%. Dengan begitu perlu dilakukan perbaikan maintenance pada mesin giling PG Madukismo. Penyebab dari rendahnya nilai OEE dari mesin giling disebabkan karena belum ada maintenance rutin yang dilakukan sehingga kinerja dari mesin giling kurang maksimal. Diharapkan kedepannya untuk menciptakan penjadwalan perawatan rutin terhadap mesin giling. Serta memberikan edukasi terkait perawatan mendasar kepada setiap karyawan pada stasiun produksi agar dapat maksimal dalam melakukan perawatan dan memiliki rasa tanggung jawab yang besar.

Kata kunci: *Overall Equipment Effectiveness*, *Total Productive Maintenance*, mesin giling

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT BUKTI PENELITIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penulisan.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II.....</b>	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Kajian Deduktif.....	6
2.1.1 Perawatan.....	6
2.1.2 Total Productive Maintenance (TPM) .....	8
2.1.3 Overall Equipment Effectivness .....	10
2.1.4 Alat Pemecahan Masalah.....	15
2.2 Kajian Induktif.....	17
<b>BAB III.....</b>	<b>23</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	23
3.2 Objek Penelitian.....	23
3.3 Prosedur Penelitian .....	24
<b>BAB IV.....</b>	<b>28</b>

<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>28</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	28
4.1.1 Data Jumlah Produksi .....	28
4.1.2 Data Produk Cacat .....	28
4.1.3 Data Available time .....	29
4.1.4 Data Downtime .....	29
4.1.5 Data Planned Downtime .....	30
4.2 Pengolahan Data .....	30
4.3 Six Big Losses.....	36
<b>BAB V .....</b>	<b>43</b>
<b>PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
5.1 Analisis Efektifitas.....	43
5.2 Desain pemeliharaan dengan pedoman pilar Total Productive Maintenance .....	46
<b>BAB VI.....</b>	<b>48</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>48</b>
6.1 Kesimpulan .....	48
6.2 Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data produksi mesin giling 2021 .....	2
Tabel 2.1 Kajian Induktif.....	20
Tabel 4. 1 Data produksi mesin giling 2021 .....	28
Tabel 4. 2 Data defect mesin giling 2021 .....	28
Tabel 4. 3 Data Available Time mesin giling 2021 .....	29
Tabel 4. 4 DownTime mesin giling 2021 .....	30
Tabel 4. 5 Data Planned DownTime mesin giling 2021 .....	30
Tabel 4. 6 Data Loading Time mesin giling 2021 .....	31
Tabel 4. 7 Data Operation Time mesin giling 2021.....	31
Tabel 4. 8 Data Availability mesin giling 2021 .....	32
Tabel 4. 9 Data Cycle time produksi mesin giling.....	33
Tabel 4. 10 Data perhitungan presentasi waktu kerja.....	33
Tabel 4. 11 Data perhitungan <i>ideal cycle time</i> .....	34
Tabel 4. 12 Data perhitungan hasil performance .....	35
Tabel 4. 13 Data perhitungan hasil Quality .....	35
Tabel 4. 14 Data perhitungan hasil nilai OEE .....	36
Tabel 4. 15 Data perhitungan equipment failure losses.....	37
Tabel 4. 16 Data perhitungan set up and adjustment losses .....	38
Tabel 4. 17 Data perhitungan idling and minor stoppage losses .....	39
Tabel 4. 18 Data perhitungan reduced speed losses .....	40
Tabel 4. 19 Data perhitungan quality defect and rework.....	41
Tabel 4. 20 Data rekap total time losses .....	41

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian .....	24
Gambar 5.1 Nilai OEE Mesin Giling.....	43
Gambar 5.2 Diagram pareto six big losses .....	44
Gambar 5.3 Fault Tree Analysis dari Quality Defect and Rework .....	45



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemeliharaan merupakan salah satu proses bisnis perusahaan dan memegang peranan penting dalam keberhasilan perusahaan. Salah satu cara untuk menjaga kualitas dan meningkatkan produktivitas adalah salah satu aspek yang perlu diperhatikan, yaitu masalah perawatan mesin produksi. Perawatan dan penanganan mesin/sistem yang tidak tepat tidak hanya merusak mesin/sistem, tetapi juga membutuhkan waktu setup dan setup yang lama, memperlambat kecepatan produksi mesin, mesin menghasilkan produk yang cacat, atau pengerjaan ulang (Nadia & Dyah, 2015). Pihak yang menangani masalah perawatan harus mampu menemukan sistem perawatan yang paling baik untuk dapat meminimasi jumlah breakdown mesin dan biaya perbaikan atau perawatan mesin yang dikeluarkan (Pujotomo & Rama, 2007).

PT. Madu Baru adalah satu-satunya pabrik Gula dan Alkohol/Spiritus di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Perusahaan ini mengemban tugas untuk mensukseskan program pengadaan pangan Nasional, khususnya gula pasir. PT Madu Baru terletak di Kelurahan Tirtonimolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Yogyakarta. Perusahaan ini merupakan bentuk dari Perseroan Terbatas (PT), PT. Madubaru (PG/PS Madukismo) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Agro Industri dengan memiliki satu pabrik gula (PG) dan satu pabrik spiritus (PS) yang berlokasi di Desa Padokan, Kelurahan Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul. PG. Madukismo dibangun pada tahun 1955 atas prakarsa Sri Sultan Hamengkubuwana IX untuk memenuhi kebutuhan gula masyarakat saat itu. Perusahaan ini menampung tenaga kerja yang berasal dari Provinsi DIY, serta melaksanakan program untuk pengadaan pangan nasional khususnya pada gula pasir. PG. Madukismo memiliki hasil produksi utama berupa Gula SHS IA (*Superior Head Sugar*) atau GKP I (Gula Kristal Putih) yang mempunyai warna diatas 25 holadsch standar atau yang termasuk sebagai klasifikasi SHS IB, sesuai dengan penetapan oleh BULOG tahun 1982, bahwa kualitas gula dibedakan antara lain: SHS IA (nrd diatas 70), SHS IB (nrd 67 – 69,9), SHS IC (nrd antara 62 – 69,9) dan SHS II (nrd antara 56 – 69,9).

Selama pandemi covid-19, produksi pada PG Madukismo mengalami beberapa perubahan disebabkan kinerja mesin yang berkerja dengan tingkat produksi yang tidak stabil karena kedatangan bahan baku yang tidak menentu. Sehingga dibutuhkan perhitungan lebih lanjut terkait efektivitas mesin yang ada pada PG madukismo selama proses produksi masa pandemi covid-19. Pada PG Madukismo ini mesin giling berperan sebagai mesin utama yang mempengaruhi kerja mesin lainnya karena penyusunan mesin di pabrik disusun secara seri, apabila mesin pertamanya mengalami gangguan atau kerusakan maka akan mempengaruhi mesin selanjutnya

Tabel 1.1 Data produksi mesin giling 2021

<b>Bulan</b>	<b><i>Processed Amount (ton)</i></b>	<b><i>Defect Amount (ton)</i></b>
Mei	12964,61	6420,12
Juni	70525,22	32775,17
Juli	76890,18	878,87
Agustus	67776,38	722,39
September	72582,46	708,34
Oktober	55246,19	694,26

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa *defect* yang cukup tinggi diawal produksi sehingga perlu dilakukan analisa guna mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan hal tersebut, perlu cara efektif dan efisien dalam perawatan mesin giling sehingga dapat meningkatkan efektifitas kinerja mesin giling pada perusahaan PT. Madu Baru PG Madukismo yang merupakan mesin utama.

Telah banyak penelitian yang dilakukan, penelitian tersebut dilakukan diantaranya adalah penelitian yang (S. NALLUSAMY et al, 2018). Dalam penelitian ini dilakukan analisa penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan menggunakan metode OEE dalam industry pembuatan pipa. Hasil dari penerapan TPM dengan menggunakan OEE tersebut terbukti dengan naiknya efektifitas mesin dari 55,45% menjadi 68,04% dengan mengurangi *rejection rate* dan *overall cycle time* untuk memenuhi permintaan tepat waktu.

Pada masa pandemi covid 19 ini proses produksi dari PG madukismo mengalami beberapa perubahan karena salah satunya proses kedatangan bahan baku tebu yang tidak stabil seperti biasanya sehingga dibutuhkan manajemen perawatan yang baik agar tidak terjadi hal – hal yang tidak diinginkan pada mesin giling yang merupakan mesin utama. Metode yang dapat digunakan yaitu *Overall Equipment Effectiveness*, OEE adalah salah satu metode dalam *Total Productive Maintenance* dan juga merupakan alat ukur untuk mengetahui efektivitas mesin produksi yang menghitung nilai *Availability*, *Performance*, dan *Quality Rate* (Davis, 1995:35). Maka dengan menggunakan metode ini akan dapat diketahui efisiensi produksi, kualitas output mesin atau peralatan, serta dapat mengidentifikasi kerugian produktivitas. Sedangkan *Six Big Losses* dapat digunakan untuk menemukan faktor dominan yang menyebabkan tidak optimalnya proses produksi. *Total Productive Maintenance* bertujuan untuk meningkatkan produktivitas melalui *maintenance* yang lebih baik dengan berfokus pada dengan memprioritaskan pilar-pilar TPM.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Seberapa tingkat efektifitas mesin giling saat dihitung menggunakan *Overall Equipment Effectiveness*?
2. Bagaimana desain pemeliharaan untuk meningkatkan efektifitas mesin giling pada PG Madukismo dengan menggunakan *Total Productive Maintenance*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian hanya pada mesin Giling. Dengan asumsi komponen dalam mesin giling dalam keadaan normal sehingga *output* penelitian bisa diaplikasikan
2. Penelitian tidak mencakup biaya-biaya yang terjadi dalam penerapan TPM
3. Periode yang diambil dalam penelitian ini yaitu pada periode masa produksi tahun 2021

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan tingkat efektifitas mesin giling pada PG Madukismo dengan menggunakan *Overall Equipment Effectiveness*.
2. Mendesain rekomendasi pemeliharaan untuk peningkatan efektifitas mesin berdasarkan dengan pilar *Total Productive Maintenance*.

#### **1.5 Manfaat Penulisan**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan mendapatkan informasi mengenai kondisi perawatan dan tingkat keefektifitasan mesin sebagai sarana meningkatkan perawatan kepada setiap mesin yang ada pada proses produksi.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu memperbaiki sistem manajemen perawatan fasilitas dan mesin perusahaan.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dibuat bertujuan supaya peyusunan tugas akhir menjadi terstruktur dengan baik. Berikut adalah sistematika penulisan tugas akhir ini:

### **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Pada bagian ini berisi penelitian teoritis bagaimana penelitian tugas akhir ini diselesaikan. Selain ini pada bagian ini juga berisi penelitian – penelitian terdahulu mengenai topic tugas akhir yang diangkat.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bagian ini berisi tentang metode penelitian yang akan digunakan untuk mengolah data, data yang diperlukan, alat penelitian yang digunakan, tata cara penelitian, dan cara untk menganalisis hasil yang telah diperoleh.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bagian ini memuat tentang cara pengambilan dan pengolahan data yang dilakukan. Selain itu pada bagian ini juga memuat hasil yang diperoleh serta gambar seperti grafik – grafik yang merupakan hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

## **BAB V ANALISIS DATA**

Pada bagian ini berisi pembahasan tentang hasil pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian. Kemudian dari pembahasan tersebut dapat diusulkan saran yang bisa digunakan oleh perusahaan terkait.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Pada bagian ini berisi tentang kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan serta rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang kajian pustaka yang akan digunakan sebagai dasar untuk menyusun penelitian ini. Bab ini terdiri dari 2 sub bab yaitu kajian deduktif dan kajian induktif. Kajian deduktif merupakan kajian yang berdasarkan dari jurnal maupun buku yang menjadi dasar dari teori penelitian yang dilakukan. Kemudian untuk kajian induktif merupakan kajian yang berasal dari penelitian – penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu.

#### **2.1 Kajian Deduktif**

##### **2.1.1 Perawatan**

Perawatan sangat penting karena mesin selalu dalam kondisi baik dan siap pakai. Pemeliharaan adalah pabrik pabrik dengan mengolah, memeriksa, mengatur, dan memeriksa pekerjaan untuk menjaga fungsionalitas perangkat selama waktu kerja (uptime) dan untuk meminimalkan kerusakan dan waktu henti akibat kerusakan peralatan dan fasilitas kerja dipantau dan dipelihara. (Manzini, 2010).

Semua jenis kegiatan pemeliharaan pasti memiliki tujuan. Secara umum tujuan dari perawatan adalah untuk menjaga agar mesin tetap dalam kondisi baik atau memperbaikinya agar dapat berfungsi sesuai dengan tujuan bisnisnya. Kondisi yang diperoleh berkaitan dengan mesin yang dapat memproduksi produk sesuai standar yaitu mesin yang dapat memenuhi toleransi dalam bentuk, ukuran, dan fungsi. Namun demikian secara umum tujuan utama pemeliharaan adalah: (Ngadiyono, 2010)

1. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang tepat guna memenuhi rencana kegiatan produksi dan proses produksi dapat memperoleh laba investasi secara maksimal.
2. Memperpanjang umur produktif suatu mesin pada tempat kerja, bangunan dan seluruh isinya.
3. Menjamin ketersediaan seluruh peralatan yang diperlukan dalam kondisi awal.
4. Menjamin keselamatan semua orang yang berada dan menggunakan sarana tersebut.

Menurut Nachnul dan Imron (2013) Proses perawatan memfokuskan semua langkah *preventive* untuk meminimalkan atau bahkan menghindari kerusakan mesin dan sistem dengan memastikan tingkat produktivitas kinerja alat berat dan meminimalkan biaya perawatan.

Jenis-jenis dari maintenance antara lain (Daulay, et al.):

1. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*)

Pemeliharaan *preventive* adalah kegiatan pemeliharaan dan pelayanan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan yang tidak terduga dan untuk mengidentifikasi kondisi atau situasi di mana peralatan produksi dapat rusak saat digunakan dalam suatu proses produksi. Proses ini memiliki keunggulan seperti keandalan sistem, keamanan pengguna, dan masa pakai alat berat yang lebih lama, serta dapat mengurangi waktu henti proses manufaktur. Kerugiannya termasuk waktu kerja yang terbuang dan potensi kesalahan manusia. Pemeliharaan preventif dapat dibagi menjadi dua bidang: pemeliharaan rutin dan pemeliharaan prediktif. Perawatan prediktif adalah perawatan rutin seperti pemeriksaan mesin, pembersihan, pelumasan, dan penggantian suku cadang. Pemeliharaan prediktif adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memprediksi kerusakan sebelum terjadi. Metode ini memungkinkan anda untuk memprediksi kapan kerusakan mesin akan terjadi dan menyiapkan suku cadang yang diperlukan terlebih dahulu

2. Pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*)

*Corrective* atau *breakdown maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan pelayanan yang dilakukan setelah suatu fasilitas atau peralatan mengalami kerusakan atau malfungsi dan tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Pekerjaan perbaikan yang dilakukan sering disebut sebagai kegiatan perbaikan atau *repair*. Perbaikan akibat kerusakan yang mungkin terjadi karena sistem atau perangkat rusak pada titik waktu tertentu, tanpa pemeliharaan *preventive* atau pemeliharaan *preventive*.

3. Perawatan *Breakdown*

Merupakan perawatan dengan cara mesin atau peralatan dioperasikan hingga rusak kemudian baru dilakukan perbaikan atau diganti baru. Perawatan ini tidak sesuai

untuk mesin – mesin yang memiliki tingkat kritis yang tinggi atau mahal. Perawatan ini hanya sesuai untuk mesin – mesin yang sederhana.

### 2.1.2 Total Productive Maintenance (TPM)

*Total productive maintenance* (TPM) gagasan yang dikemukakan oleh Nakajima (1988) yang lebih menitik beratkan pada penggunaan keterlibatan sumber daya manusia dan sistem Preventive maintenance sebagai upaya dalam memaksimalkan efektifitas kinerja pada mesin dan peralatan, yang dilakukan dengan melibatkan seluruh departemen. Tujuan utama dari TPM adalah *zero breakdown* dan *zero defect*. Jika kerusakan dapat dihilangkan, peralatan dapat dioperasikan dengan lebih mudah, biaya dapat dikurangi, produktivitas tenaga kerja dapat ditingkatkan, dan persediaan dapat dikurangi. Dengan berpedoman dengan pilar TPM, dapat meningkatkan produktivitas mesin atau sistem dan menghemat banyak uang. Jika perangkat / mesin gagal pada jalur produksi, ini mempengaruhi seluruh proses. Mesin selalu bisa mati, dan salah satu tujuan TPM adalah menyingkirkannya. Visi utama TPM adalah manajemen sistem yang terintegrasi dan lintas sektor yang bertujuan untuk terus meningkatkan produktivitas dan kualitas logistik operasional dan proses manufaktur. Matriks kuncinya adalah *Overall Equipment Effectiveness*, OEE terdiri dari faktor-faktor ketersediaan, kinerja dan kualitas.

Pilar-pilar dari total productive Manintenan (TPM) meliputi (Ansori dan Mustajib, 2013):

#### 1. 5 S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan Shitsuke)

Total productive maintenance (TPM) dimulai dengan pondasi dasarnya yaitu 5 S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan Shitsuke). Menjadi langkah awal dalam suatu perbaikan karena dengan membersihkan, mengatur dan merapikan tempat kerja maka secara tidak langsung telah menanamkan pemahaman tentang pentingnya perawatan dalam langkah kecil. Adapun definisi dari 5S adalah sebagai berikut:

##### a. Seiri (Ringkas)

Seiri atau ringkas adalah kegiatan yang dilakukan dengan memisahkan benda atau barang yang diperlukan dengan yang sudah tidak diperlukan lagi, lalu menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan atau sudah habis masa penggunaannya.

b. Seiton (Rapi)

Seiton atau rapi merupakan aktifitas menyusun dan mengelola barang atau benda dengan cara semenarik mungkin, hingga akan lebih indah jika dipandang

c. Seiso (Resik)

Seiso atau resik merupakan aktifitas yang dilakukan untuk menjaga kondisi peralatan dalam keadaan siap digunakan, aktifitas ini hanya mengulang kegiatan seiri dan seiton.

d. Seiketsu (Rawat)

Seiketsu atau rawat adalah aktifitas yang dilakukan terus menerus dengan mengulang dari ketiga kegiatan diatas yaitu seiri, seiton dan seiso yang sama setiap harinya

e. Shitsuke (Rajin)

Shitsuke atau rajin merupakan aktifitas yang bisa dilakukan jika keempat aktifitas diatas (seiri, seiton, seiso dan shitsuke) telah dilaksanakan dengan baik. Aktifitas ini akan membangun pribadi yang disiplin bagi pekerja, karena akan terbiasa dan penerapan 5 S akan berjalan seimbang.

2. Pemeliharaan Mandiri (Autonomous Maintenance)

Pemeliharaan mandiri merupakan pemberian beberapa tugas-tugas rutin, seperti melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan pada peralatan atau mesin kepada operator mesin yang dilakukan setiap harinya.

3. Perbaikan bertahap (Kobetsu Kaizen)

Perbaikan bertahap atau kobetsu kaizen merupakan perbaikan kecil yang dilakukan secara bertahap namun berkelanjutan dilakukan terus menerus. Tujuan pilar ini adalah mengurangi terjadinya pemborosan yang dapat mempengaruhi tingkat efektifitas operasional mesin.

4. Pemeliharaan terencana (Planned Maintenance)

Pemeliharaan terencana adalah pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan jadwal perawatan yang telah ditentukan dengan tujuan menghindari terjadinya masalah sehingga proses produksi dapat berjalan dengan sebaik mungkin.

## 5. Pemeliharaan kualitas (Quality Maintenance)

Pemeliharaan kualitas adalah kegiatan yang lebih berfokus untuk mengurangi produk defect dengan menjamin kepuasan konsumen, perawatan kualitas lebih cocok diterapkan pada mesin atau peralatan yang bermasalah untuk mencegah terjadinya cacat produk yang menyebabkan turunya kualitas produk.

## 6. Pelatihan (Training)

Training adalah aktifitas yang bertujuan untuk memberikan pengarahan dan pelatihan kepada para karyawan agar skill yang mereka miliki dapat berkembang dan diharapkan nantinya para karyawan akan memiliki kemampuan dalam melakukan pekerjaannya, yang mana akan menunjang peningkatan produktivitas perusahaan tersebut.

## 7. Organisasi Kerja (Office TPM)

Office Total Productive Maintenance (TPM) baru akan dimulai jika ke empat pilar diatas (pemeliharaan mandiri, perbaikan bertahap, pemeliharaan terencana dan pemeliharaan kualitas) telah dijalankan. Office Total Productive Maintenance (TPM) dilakukan untuk membuat aktifitas suatu organisasi yang efektif dan efisien dengan cara menghilangkan kerugian dan meningkatkan produktivitas.

## 8. Keselamatan, kesehatan lingkungan (Safety, Health, and Environment)

Pilar ini memiliki target yaitu tidak terjadinya kecelakaan kerja (zero accident), menjamin keselamatan kerja (zero health damage) dan tidak terjadinya pembakaran (zero fire). Pilar ini akan berfokus untuk menciptakan suasana kerja yang nyaman, bersih sehat dan ramah lingkungan. Pilar ini akan memainkan peran yang aktif diperusahaan, perlunya suatu komite untuk fokus menangani masalah ini agar program bisa berjalan dengan baik

### **2.1.3 Overall Equipment Effectiveness**

*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan matriks hierarki yang dapat mengevaluasi dan mengindikasikan seberapa efektif suatu peralatan manufaktur dimanfaatkan. Menurut (Nakajima 1988), *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah metode untuk mengukur efektivitas penggunaan peralatan atau sistem dengan memasukkan berbagai sudut pandang dalam proses perhitungan. Pengukuran *Overall*

*Equipment Effectiveness (OEE)* menunjukkan seberapa baik perusahaan dapat mengukur efektivitas secara total dari kinerja suatu mesin/alat dalam melakukan suatu pekerjaan yang diukur dari data aktual yang berkaitan dengan *availability*, *performance efficiency*, dan *quality of product* (Williamson, 2006)

Penggunaan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang paling efektif adalah selama proses berlangsung dengan penggunaan dari peralatan dasar kendali kualitas, penggunaan dapat menjadi penting untuk keberadaan dari sistem pengukuran performansi perusahaan, Penggunaan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* membantu perusahaan mencapai status yang diakui secara global. Perusahaan memulai dengan mengidentifikasi penyebab kerusakan, menetapkan tujuan untuk mencapai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, dan menentukan prioritas keseluruhan (*OEE*) kelas dunia. Sistem pengukuran perlu dikembangkan. Agar manfaat metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* ini dapat dicapai sebagai sistem pengukuran untuk memantau dan meningkatkan efisiensi proses produk yang dihasilkan.. Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE) World Class* adalah sebesar 85%, dengan elemen *availability* sebesar 90%, *Performance* sebesar 95%, dan *Quality* sebesar 99,9% (Dal dan Greatbanks, 2000).

*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* terdiri dari tiga komponen yang diukur yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Quality*.

$$\text{Perhitungan (OEE)} = \text{Availability}\% \times \text{Performance}\% \times \text{Quality}\% \quad (1)$$

*Availability* = Ketersediaan mesin/peralatan

*Performance* = Efisiensi produksi

*Quality* = Kualitas output mesin/peralatan

#### 1. *Availability*

Menurut Ginting (2012), Mesin siap beroperasi tanpa gangguan atau kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi.

*Availability* merupakan rasio *operation time* terhadap waktu *loading time*-nya. Sehingga dapat menghitung *Availability* mesin dibutuhkan nilai dari:

##### a. *Operation time*

b. *Loading time*

c. *Downtime*

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Down\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

1) *Loading time* adalah waktu yang tersedia (*Availability*) per bulan dikurung dengan waktu *downtime* mesin.

$$Loading\ Time = Total\ Availability - Downtime \quad (3)$$

2) *Planned Downtime* adalah jumlah waktu berhentinya mesin bekerja baik untuk pemeliharaan (*Scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya maupun kerusakan yang terjadi pada mesin itu sendiri.

3) *Operation time* merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*), dengan kata lain *operation time* adalah waktu operasi tersedia (*Availability time*) setelah *downtime* mesin dikeluarkan dari *total Availability time* yang direncanakan.

4) *Downtime* mesin adalah waktu pemrosesan yang harus digunakan mesin, tetapi tidak menghasilkan *output* karena kerusakan mesin atau sistem. Waktu henti meliputi waktu henti mesin karena kerusakan mesin atau peralatan, penggantian suku cadang, dan pelaksanaan prosedur penyetelan.

## 2. *Performance*

Menurut Nakajima (1988) dalam Irsan (2015) *Performance efficiency* adalah suatu nilai yang menunjukkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan *output*. Perhitungan *Performance efficiency* diperoleh dari jumlah yang diproses (*Processed amount*) dikalikan dengan waktu siklus per unit (*ideal cycle time*) terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*Operation time*). Waktu siklus (*cycle time*) dikalikan dengan persentase jam kerja, untuk waktu siklus (*cycle time*) didapatkan dari perbandingan *loading time* dengan jumlah yang telah diproses, sedangkan persentase jam kerja didapatkan dari

persentase jam kerja terhadap delay. Nilai *Performance* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

***Performance (%)***

$$\frac{\text{Jumlah Produksi} \times \text{waktu siklus per unit}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \quad (4)$$

3. *Quality*

*Rate Of Quality* merupakan perbandingan tingkat rata-rata produksi yang didapatkan pada mesin dengan kualitas yang baik serta telah memenuhi standar kualitas dengan produk yang tidak memenuhi standar (produk cacat) (Ginting, 2012). Menurut Nakajima (1988), hasil perhitungan quality menggunakan dua faktor berikut:

- a. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses)
- b. *Defect amount* (jumlah produk yang cacat)

Nilai *Quality* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

***Quality:***

$$\frac{\text{ProcessedAmount} - \text{Deffectamount}}{\text{ProcessedAmount}} \times 100\% \quad (5)$$

Tujuan utama dari TPM dan OEE adalah untuk mengurangi six big losses yang menjadi penyebab terjadinya kerugian efisiensi saat proses manufaktur Dalam setiap komponen tersebut terdapat 6 kerugian yang dapat mempengaruhi efektivitas dari peralatan. Pada *availability* terdapat *breakdown losses* dan *setup and adjustment losses*, sedangkan dalam *performance rate* terdapat *reduced speed losses* dan *idling/minor stopages losses*, dan yang terakhir dalam *quality rate* terdapat *defect/rework losses* dan *yield/scrap losses* Setelah diketahui *Overall Equipment Efectiveness*, maka dapat diketahui pada komponen efektivitas mana yang memiliki nilai paling rendah kemudian di analisis penyebabnya.

Pengertian dari masing – masing losses adalah sebagai berikut:

1. Kerugian karena kerusakan (*breakdown*), Kerusakan mesin atau peralatan akan menyebabkan waktu terbuang sia-sia yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan akibat berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat produk yang dihasilkan cacat

$$\text{equipment failure losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (6)$$

2. Kerugian karena pemasangan dan penyetelan (*setup and adjustment losses*), Kerugian karena pemasangan dan penyetelan adalah semua waktu pemasangan dan waktu penyesuaian yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti suatu jenis produk ke ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain, total kebutuhan mesin tidak berproduksi guna mengganti peralatan.

$$\text{set up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (7)$$

3. Kerugian karena operasi berhenti (*idling/minor stopages losses*), Kerugian karena mesin beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin atau peralatan berhenti berulang-ulang atau beroperasi tanpa menghasilkan produk.

$$\text{idling/minor stopages losses} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (8)$$

4. Kerugian karena penurunan kecepatan operasi (*reduced speed*), Menurunnya kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi actual lebih kecil dari kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal.

$$\text{reduced speed losses} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycletime} \times \text{total produksi})}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (9)$$

5. Kerugian karena produk cacat (*process defect losses*), Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkatkan dan peningkatan biaya untuk pengerjaan ulang. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk berproduksi kembali.

$$Defect\ losses = \frac{ideal\ cycle\ time\ x\ total\ produk\ defect}{loading\ time} x 100\% \quad (10)$$

6. Kerugian pada awal produksi (*reduced yield losses*), Kerugian ini timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin atau peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang diharapkan. Kerugian yang timbul bergantung pada factor seperti kondisi operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan peralatan ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan produksi yang dilakukan.

$$Scrap\ losses = \frac{ideal\ cycle\ time\ x\ scrap}{loading\ time} x 100\% \quad (11)$$

#### 2.1.4 Alat Pemecahan Masalah

Pada penelitian ini menggunakan alat pemecahan masalah berupa diagram pareto dan diagram *Fault Tree Analysis*. Berikut merupakan penjelasan terkait diagram pareto dan diagram *Fault Tree Analysis*:

##### 1. Diagram Pareto

Menurut Heizer dan render (2014:255), Diagram pareto adalah sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah atas kecacatan untuk membantu memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah. Diagram ini berdasarkan pekerjaan Vilfredo Pareto, seorang pakar ekonomi di abad ke-19. Joseph M. juran mempopulerkan pekerjaan pareto dengan menyatakan bahwa 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang hanya 20%. Dan menurut Besterfield (2009), Diagram pareto ini merupakan sesuatu gambaran yang mengurutkan klarifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan diagram pareto juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas. Diagram pareto merupakan diagram yang berbentuk batang yang tingginya menggambarkan biaya atau frekuensi. Batang paling tinggi diletakkan di sebelah kiri dan diurutkan kekanan hingga paling pendek. Penggunaan diagram pareto dapat dilakukan dalam beberapa keadaan seperti:

1. Diagram pareto digunakan ketika menganalisis data frekuensi permasalahan atau penyebab permasalahan dalam suatu proses.
2. Diagram pareto digunakan ketika terdapat banyak permasalahan sedangkan perusahaan ingin memfokuskan pada permasalahan yang paling signifikan.
3. Diagram pareto digunakan ketika akan menghubungkan permasalahan dengan data.

Urutan pembuatan diagram pareto adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab masalah kemudian melakukan pengumpulan data
2. Membuat daftar yang berisikan frekuensi kejadian masalah yang sedang diteliti.
3. Mengurutkan frekuensi kejadian tersebut dari besar ke kecil dan menghitung frekuensi kumulatif serta persentasenya.
4. Membuat histogram berdasarkan frekuensi kejadian yang telah diurutkan
5. Menggambar kurva kumulatif

Kegunaan Diagram Pareto bertujuan untuk menemukan atau mengetahui prioritas utama dari masalah yang dihadapi dan merupakan kunci dalam penyelesaian masalah yang dihadapi dan perbandingan terhadap keseluruhan. Kegunaan diagram pareto antara lain:

1. Menunjukkan perbandingan masing-masing masalah sebelum dan sesudah perbaikan.
2. Menunjukkan masalah utama dengan menunjukkan urutan prioritas dari beberapa masalah.
3. Menyatakan perbandingan masing-masing masalah terhadap keseluruhan.
4. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah terbatas

## 2. *Fault Tree Analysis*

Menurut Priyanta (2000), FTA merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat top down, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*Top Event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *Top Event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*). Atau dapat disimpulkan FTA merupakan metode untuk menyelesaikan kasus kegagalan dengan

mencari akar permasalahannya. Menurut Blachard (2004), langkah-langkah untuk menyusun FTA adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kejadian paling atas/utama dalam sistem.
2. Buat pohon kesalahan dengan menyusun urutan sebab akibat pohon kesalahan
3. Analisis pohon kesalahan untuk mengidentifikasi cara menghilangkan atau memperbaiki kejadian yang mengarah pada kegagalan.

## 2.2 Kajian Induktif

Penelitian terkait manajemen perawatan efektifitas telah banyak dilakukan pada perusahaan – perusahaan yang berada di Indonesia dan Negara lainnya. Penelitian tersebut antara lain, Penelitian pertama dilakukan oleh (S. NALLUSAMY et al, 2018). Dalam penelitian ini dilakukan analisa penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan menggunakan metode OEE dalam industry pembuatan pipa. Hasil dari penerapan TPM dengan menggunakan OEE tersebut terbukti dengan naiknya efektifitas mesin dari 55,45% menjadi 68,04% dengan mengurangi *rejection rate* dan *overall cycle time* untuk memenuhi permintaan tepat waktu. Penelitian kedua dilakukan pada perusahaan yang bergerak dalam bidang industri listrik di Abu Dhabi yang dibahas pada jurnal ciptaan (Alseiari & Farrell, 2020). Objek penelitian ini adalah industri listrik timur tengah. Hasil dari penelitian tersebut mengidentifikasi tujuh hambatan utama, yaitu: manajerial, organisasi, kultural, keuangan, pendidikan, komunikasi, dan audit. Sehubungan dengan pemahaman tentang hambatan-hambatan ini dalam implementasi TPM, temuan ini dapat berkontribusi terhadap peningkatan operasi dan pemeliharaan peralatan di organisasi tenaga. Penelitian ketiga dilakukan oleh (Hery Suliantoro et al, 2017) dengan melakukan penerapan OEE terhadap mesin Reng. Objek penelitian ini berfokus pada mesin Reng yang masih belum bekerja secara efektif. Hasil penelitian tersebut menemukan bahwa nilai OEE mesin Reng memiliki rata-rata 57,55% dan masih berada dibawah standar nilai *World Class*, dengan begitu diberikan rekomendasi untuk eliminasi *six big losses*, memberikan *training* untuk mengembangkan dan meningkatkan program *maintenance*. Penelitian keempat dilakukan oleh (Melesse Workneh Wakjira & Ajit Pal Singh, 2012) dengan melakukan evaluasi penerapan TPM terhadap peningkatan kinerja pada *Ethiopian malt manufacturing*. Objek dari penelitian tersebut adalah pabrik boiler. Hasil penelitian tersebut adalah dengan menerapkan

fokus proses TPM, biaya dan kualitas meningkat secara signifikan dengan mengurangi dan meminimalkan kerusakan dan kegagalan peralatan. Biaya pengerjaan ulang dan perbaikan berkurang karena produk yang ditolak sangat terbatas karena kegagalan peralatan. Dengan demikian, efektivitas keseluruhan peralatan juga meningkat secara signifikan. Selain itu, kerusakan peralatan dapat teratasi karena peralatan beroperasi secara efisien. Kegiatan pemeliharaan mandiri dilakukan dengan partisipasi karyawan. Investasi dalam pelatihan dan pendidikan berhasil meningkatkan efisien operator dan komitmen terhadap tujuan perusahaan. Penelitian kelima dilakukan pada perusahaan manufaktur komponen pesawat airbus yang dijelaskan pada jurnal yang ditulis oleh (Akbar Adhiutama et al, 2020). Objek penelitian adalah komponen sayap A 380 *Drive Rib 1*. Hasil penelitiannya adalah berdasarkan TPM dapat diusulkan alternatif solusi berupa penggantian mesin, pemeliharaan otonom dan kualitas, serta dengan mempertimbangkan hasil OEE dan AHP solusi tersebut dapat meningkatkan nilai OEE sebesar 7% dalam jangka pendek dan 17% dalam jangka panjang. Penelitian keenam dilakukan pada perusahaan yang memproduksi karung semen yang dibahas oleh (Marvis B. Halili & Marvin I. Noroña, 2021). Objek penelitian adalah manufaktur karung semen. Hasil penelitiannya adalah dengan penerapan metode ini dapat mengidentifikasi masalah kritis dan memecahkan masalah yang mempengaruhi efektivitas peralatan secara keseluruhan dari perusahaan. Penelitian ketujuh adalah penelitian yang ditulis oleh (Lumkandono et al, 2019) Penelitian dilakukan di pabrik gula. Objek penelitian adalah mesin produksi gula. Hasil penelitian tersebut adalah nilai OEE pada tahun 2015-2016 menurun dari 74,5% menjadi 69,68%, nilai menurun tersebut diakibatkan oleh kerusakan beberapa komponen mesin. Usulan perbaikan mengenai masalah tersebut adalah melakukan perawatan berkala minimal 12 hari hingga 13 hari. Penelitian kedelapan adalah analisis TPM yang dilakukan oleh (April Yanti et al, 2020). Objek penelitian tersebut adalah Mesin *Wrapping Line 4*. Hasil penelitian tersebut adalah nilai OEE Mesin *Wrapping Line 4* masih dibawah standar yaitu sebesar 78,03% dengan faktor yang menyebabkannya adalah *quality defect losses* sebesar 63,54% dan *speed losses* sebesar 24,87%. Usulan perbaikan berupa peningkatkan efektifitas untuk *maintenance* dengan cara pelatihan berkala, penyediaan komponen pengganti, perbaikan lingkungan kerja dan tata letak. Penelitian selanjutnya dilakukan pada perusahaan manufaktur kecil menengah yang dijelaskan pada jurnal ciptaan (Zhang Tian Xiang & Chin Jeng Feng, 2020), Objek penelitian adalah perusahaan kecil menengah di China. Hasil penelitian tersebut menghasilkan efek baik

dari penerapan TPM pada perusahaan tersebut karena dapat meningkatkan efektifitas mesin dan peralatan yang ada. Penelitian terakhir adalah penelitian yang dilakukan di PT. ESSENTRA SURABAYA yang dibahas pada jurnal ciptaan (Dyah Ika R & Nadia Cynthia D, 2014). Objek penelitiannya adalah Mesin Cavitec. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE pada mesin Cavitec VD-02 sebesar 28,50 %, nilai tersebut jauh dari standar *World Class* yang sebesar 85%. Faktor terbesar yang menyebabkan rendahnya nilai OEE adalah performance rate dengan faktor presentase *six big losses* pada *idling and minor stoppages loss* sebesar 41,08 % dari seluruh time loss. Usulan perbaikan yang dapat diberikan adalah memberikan training bagi operator dan teknisi maintenance serta menyiapkan perlengkapan autonomous maintenance.





3	(Hery Suliantoro, Novie Susanto, Heru Prastawa, Iyain Sihombing, Anita M.2017)	Mesin Reng	v	v	v
4	(Melesse Workneh Wakjira & Ajit Pal Singh, 2012)	Pabrik Boiler	v	v	
5	(Akbar Adhiutama , Rony Darmawan , Aldo Fadhila, 2020)	komponen sayap A 380 Drive Rib I	v	v	v
6	(Marvis B. Halili & Marvin I. Noroña, 2021)	Manufaktur Kantong/Karung Kertas Semen	v	v	v
7	(Lumkandono, R Prabowo, E Sulistyowati, 2019)	Mesin Produksi Gula	v	v	v

8	(Ayu Anggraeni Sibarani, Katon Muhammad, April Yanti, 2020)	Mesin <i>Wrapping</i> <i>Line 4</i>	v	v	v	v	
9	(Zhang Tian Xiang & Chin Jeng Feng, 2020)	Perusahaan kecil menengah	v	v			
10	(Dyah Ika R & Nadia Cynthia D, 2014)	Mesin Cavitec	v	v	v	v	
11	(Danang Primandani, 2021)	Mesin Giling	v	v	v		v

---

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang-tahapan tahapan penelitian yang akan dilakukan. Tahapan-tahapan tersebut disusun secara baik dan benar sehingga dapat mempermudah dalam melakukan penelitian tersebut.

#### 3.1 Rancangan Penelitian

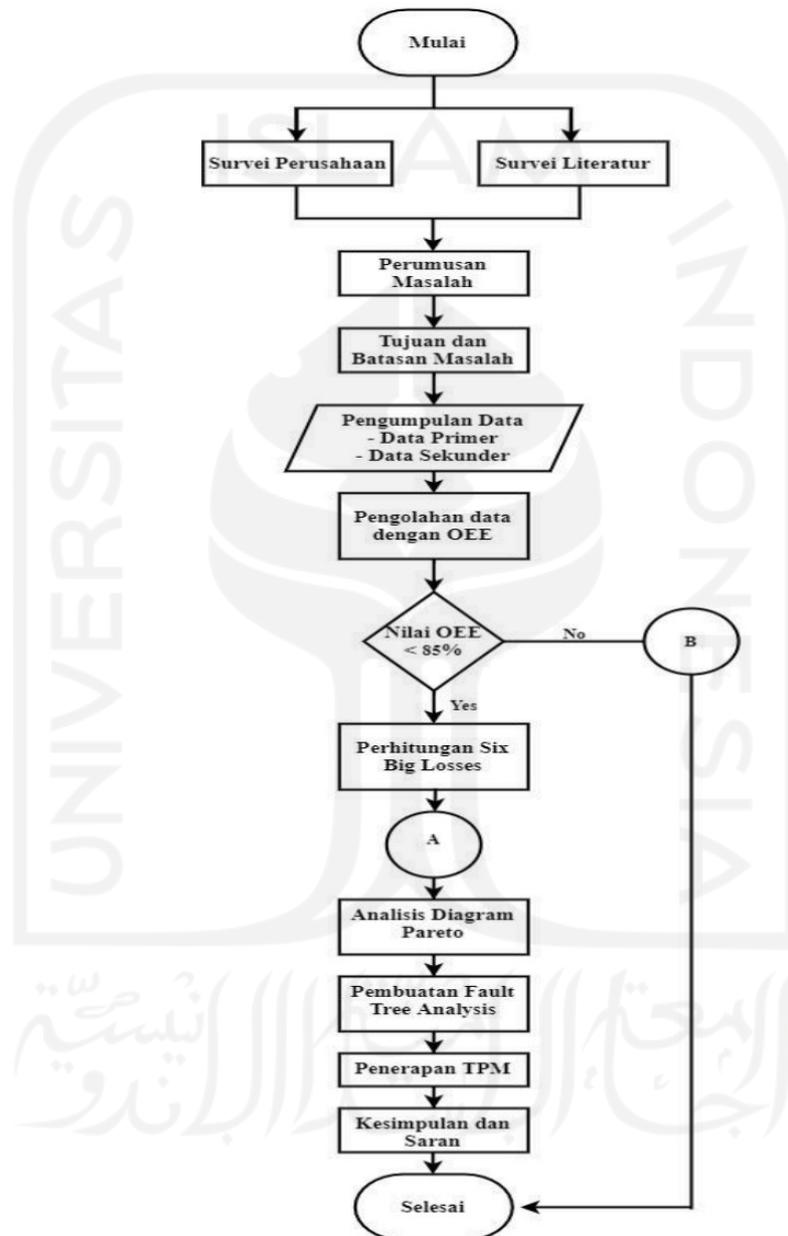
Pada penelitian ini akan menggunakan rancangan penelitian kuantitatif. Menurut Sugiyono (2009:14) menjelaskan bahwa metode kuantitatif merupakan metode penelitian yang berbasis pada filsafat positivisme, yang mana digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, yang umumnya pengambilan sampelnya dilakukan secara random, dan data dikumpulkan menggunakan instrumen penelitian, lalu dianalisis secara kuantitatif/statistik dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Penelitian yang akan dilakukan ini menerapkan *Total Productive Maintenance (TPM)* dengan metode *Overall Equipment Effectiveness*. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi dari *maintenance* saat ini dari mesin giling yang merupakan mesin utama, lalu menyampaikan alternatif solusi yang dapat diterapkan oleh perusahaan. Data yang akan digunakan adalah data perawatan dan kerusakan mesin giling.

#### 3.2 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Madu Baru PG Madukismo. PT. Madu Baru adalah satu-satunya pabrik Gula dan Alkohol/Spiritus di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Perusahaan ini mengemban tugas untuk mensukseskan program pengadaan pangan Nasional, khususnya gula pasir. PT Madu Baru terletak di Kelurahan Tirtonimolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Yogyakarta. Objek penelitian ini adalah data harian *maintenance* dan kapasitas produksi pada periode 2021 yang diperoleh dari bagian *maintenance* dan *quality control* PG Madukismo.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tahapan-tahapan yang akan dilakukan guna tercapainya tujuan dari penelitian. Berikut merupakan urutan tahapan dari penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tahapan-tahapan yang akan dilakukan guna tercapainya tujuan dari penelitian. Penjelasan lebih detail mengenai *flowchart* alur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pada tahap studi literatur, peneliti mencari sumber dan teori yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan sehingga dapat membantu dalam menunjang penyusunan penelitian. Sumber tersebut bisa berasal dari buku atau jurnal penelitian terdahulu

2. Survey perusahaan

Pada tahapan ini dilakukan survey di perusahaan yang akan menjadi objek penelitian. Perusahaan tersebut adalah PT Madu Baru.

3. Perumusan masalah

Pada tahapan ini perumusan masalah akan dilakukan identifikasi masalah di perusahaan, perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana keadaan manajemen perawatan dari PT. Madu Baru dan bagaimana solusi yang baik untuk perbaikan maintenance tersebut.

4. Tujuan dan batasan masalah

Pada tahapan ini akan dilakukan penentuan tujuan beserta batasan masalah. Tujuan untuk mengetahui bagaimana keadaan serta usulan perbaikan pada manajemen perawatan di PT Madu Baru. Sedangkan batasan masalah digunakan agar penelitian tidak meluas dan dikhususkan pada satu tempat saja.

5. Pengumpulan data

- a. Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan dan diolah secara langsung dari objek penelitian tanpa adanya operator lain sebagai perantara. Pengumpulan data primer pada penelitian ini berupa wawancara dengan manajemen perawatan dari PG Madukismo untuk memperoleh data. Lalu dilakukan observasi dengan mengamati proses produksi dan perawatan mesin.

- b. Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian, melainkan didapat melalui studi dokumen. Studi dokumen yang digunakan berupa buku dan jurnal atau paper yang berhubungan dengan penelitian ini untuk memperoleh dasar teori yang menguatkan yang juga digunakan dalam pembahasan dan sebagai alat analisis. Selain itu, didapatkan pula data dari dokumen perusahaan yang tersedia.

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data dengan cara wawancara dan observasi. Beserta data yang digunakan berupa data sekunder yang berisikan data berikut:

- a) Data Produksi
- b) Jumlah *Defect*
- c) Urutan proses produksi
- d) *Loading Time*
- e) *Downtime*
- f) Data *Operation time*

#### 6. Pengolahan data

Pada tahapan ini adalah mengolah data yang telah didapatkan, pengolahan datanya sebagai berikut:

##### a) Perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness*

Nilai tersebut dihasilkan dari:

- a. *Availability* = Ketersediaan mesin/peralatan
- b. *Performance* = Efisiensi produksi
- c. *Quality* = Kualitas output mesin/peralatan

Pada perhitungan tersebut nilai OEE harus >85% sebagai standar *World Class* karena dengan begitu perusahaan akan memiliki daya saing yang baik, namun jika tidak mencapai standar tersebut maka akan dilanjutkan dengan menghitung nilai *six big losses*.

##### b) Perhitungan *Six Big Losses*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui penyebab dari permasalahan yang menyebabkan nilai OEE dibawah standar *World Class*. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Kerugian karena kerusakan (*breakdown*)
2. Kerugian karena pemasangan dan penyetelan (*setup and adjustment losses*)
3. Kerugian karena operasi berhenti (*idling/minor stopages losses*)
4. Kerugian karena penurunan kecepatan operasi (*reduced speed*)
5. Kerugian karena produk cacat (*process defect losses*)
6. Kerugian pada awal produksi (*reduced yield losses*)

## 7. Analisis data

Pada tahap ini akan dilakukan analisis guna mengetahui bagaimana keadaan manajemen perawatan di PT Madu Baru pada saat itu. Analisis yang dilakukan adalah:

### a. Analisis diagram Pareto

Pada tahapan ini diagram pareto berfungsi untuk mengidentifikasi permasalahan dari *Six Big Losses* serta menangani permasalahan yang ada.

Urutan dalam membuat diagram pareto:

1. Menyusun urutan hasil perhitungan *six big losses* dari nilai tertinggi hingga terendah
2. Menghitung persentase dan frekuensi kumulatifnya
3. Membentuk histogram
4. Menggambar kurva kumulatif.

## 8. Analisis *Fault Tree Analysis*

Pada tahapan ini adalah membuat *Fault Tree Analysis* untuk mengetahui penyebab dari setiap permasalahan dari mesin giling dan memisahkan akar penyebab tersebut.

## 9. Penerapan TPM

Pada tahapan ini dilakukan penerapan TPM berdasarkan hasil dari analisis yang telah dilakukan dan diharapkan dapat meningkatkan efektifitas kinerja mesin giling

## 10. Kesimpulan dan rekomendasi

Pada tahapan ini berisi penjelasan secara singkat terkait hasil dari rumusan masalah yang ada serta memberikan informasi rekomendasi perbaikan kepada perusahaan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Rekomendasi perbaikan tersebut diharapkan dapat membantu perusahaan dalam berkembang atau sebagai bahan pertimbangan penelitian selanjutnya.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Data Jumlah Produksi

Data jumlah produksi merupakan data keseluruhan hasil produksi mesin giling, berikut merupakan data jumlah hasil produksi dari awal giling hingga selesai:

Tabel 4. 1 Data produksi mesin giling 2021

<b>NO</b>	<b>Bulan</b>	<b><i>Processed Amount (ton)</i></b>
1	Mei	12964,61
2	Juni	70525,22
3	Juli	76890,18
4	Agustus	67776,38
5	September	72582,46
6	Oktober	55246,19

##### 4.1.2 Data Produk Cacat

Data produk cacat atau *defect* didapatkan dari hasil standar penilaian untuk produk dapat lanjut ke stasiun selanjutnya, berikut data *defect* pada mesin giling:

Tabel 4. 2 Data defect mesin giling 2021

<b>NO</b>	<b>Bulan</b>	<b><i>Defect Amount (ton)</i></b>
1	Mei	6420,12
2	Juni	32775,17
3	Juli	878,87
4	Agustus	722,39
5	September	708,34
6	Oktober	694,26

#### 4.1.3 Data Available time

Data ini merupakan data jam kerja dalam proses produksi di Pabrik gula Madukismo dengan waktu selama 24 jam. *Available time* diperoleh dari hasil perkalian jam kerja dengan hari kerja itu sendiri, namun pada hari kerja ada perbedaan jumlah hari disebabkan oleh beberapa kendala yang membuat terhentinya proses produksi. Berikut data *available time* mesin giling:

Tabel 4. 3 Data *Available Time* mesin giling 2021

NO	Bulan	Jumlah Hari Kerja	Waktu Kerja (menit)	<i>Available Time</i> (menit)
1	Mei	9	1440	12960
2	Juni	30	1440	43200
3	Juli	29	1440	41760
4	Agustus	30	1440	43200
5	September	30	1440	43200
6	Oktober	25	1440	36000

#### 4.1.4 Data Downtime

Data *downtime* adalah jumlah waktu berhentinya mesin atau kegiatan manajemen lainnya maupun kerusakan yang terjadi pada mesin itu sendiri. Berikut merupakan data *downtime* mesin giling:

Tabel 4. 4 DownTime mesin giling 2021

NO	Bulan	Jumlah Hari Kerja	Available Time (menit)	Downtime (menit)
1	Mei	9	12960	990
2	Juni	30	43200	1500
3	Juli	29	41760	1020
4	Agustus	30	43200	900
5	September	30	43200	840
6	Oktober	25	36000	810

#### 4.1.5 Data Planned Downtime

Data *Planned Downtime* adalah waktu berhenti yang telah dijadwalkan, berikut ini data *planned downtime* mesin giling 2021:

Tabel 4. 5 Data *Planned DownTime* mesin giling 2021

NO	Bulan	Jumlah Hari Kerja	Planned Downtime (menit)
1	Mei	9	390
2	Juni	30	600
3	Juli	29	450
4	Agustus	30	300
5	September	30	300
6	Oktober	25	300

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Availabilty Rate

Dalam melakukan perhitungan terhadap *availability* maka dibutuhkan data *loading time*. *Loading Time* merupakan data waktu bersih dalam melakukan proses produksi, berikut cara untuk mencari *loading time* mesin giling:

$$\begin{aligned} \text{Loading time (Mei)} &= 12960 - 390 \\ &= 12570 \end{aligned}$$

Tabel 4. 6 Data *Loading Time* mesin giling 2021

<b>NO</b>	<b>Bulan</b>	<b>Jumlah Hari Kerja</b>	<b>Available Time (menit)</b>	<b>Planned Downtime (menit)</b>	<b>Loading Time (menit)</b>
1	Mei	9	12960	390	12570
2	Juni	30	43200	600	42600
3	Juli	29	41760	450	41310
4	Agustus	30	43200	300	42900
5	September	30	43200	300	42900
6	Oktober	25	36000	300	35700

Selanjutnya akan menghitung nilai dari *operation time* yang dibutuhkan dalam mencari nilai *availability*. Berikut ini merupakan rumus dari *operation time*

$$\begin{aligned} \text{Operation time (Mei)} &= 12570 - 990 \\ &= 11580 \end{aligned}$$

Tabel 4. 7 Data *Operation Time* mesin giling 2021

<b>NO</b>	<b>Bulan</b>	<b>Jumlah Hari Kerja</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>
1	Mei	9	12570	990	11580
2	Juni	30	42600	1500	41100
3	Juli	29	41310	1020	40290
4	Agustus	30	42900	900	42000
5	September	30	42900	840	42060
6	Oktober	25	35700	810	34890

Pada tahap selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *Availability* dari mesin giling, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Availability (Mei)} &= \frac{11580}{12570} \times 100 \\ &= 92\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Data *Availability* mesin giling 2021

NO	Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operation Time (menit)	Availability (%)	Availability
1	Mei	12570	990	11580	92	0,9212
2	Juni	42600	1500	41100	96	0,9647
3	Juli	41310	1020	40290	97	0,9753
4	Agustus	42900	900	42000	98	0,9790
5	September	42900	840	42060	98	0,9804
6	Oktober	35700	810	34890	98	0,9773

#### 4.2.2 Performance

Dalam menghitung nilai *performance* dibutuhkan data *ideal cycle time*. Nilai *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal) membutuhkan perhitungan dari data waktu siklus produksi dan presentasi waktu kerja, berikut ini merupakan cara untuk menghitung nilai waktu siklus:

$$\text{Cycle time} = \frac{\text{Loading Time}}{\text{Jumlah Produksi}} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Cycle time (Mei)} &= \frac{12570}{12964,61} \\ &= 0,9695 \end{aligned}$$

Tabel 4. 9 Data *Cycle time* produksi mesin giling

NO	Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	Jumlah Produksi (ton)	<i>Cycle Time</i> (menit/ton)
1	Mei	12570	12964,61	0,9695
2	Juni	42600	70525,22	0,6040
3	Juli	41310	76890,18	0,5372
4	Agustus	42900	67776,38	0,6329
5	September	42900	72582,46	0,5910
6	Oktober	35700	55246,19	0,6461

Selanjutnya akan menghitung nilai presentasi waktu kerja yang memerlukan data *delay*, berikut cara mendapatkan data *delay* beserta nilai presentasi waktu kerja:

$$Delay = Available\ time - operation\ time \quad (2)$$

$$\begin{aligned} Delay\ (Mei) &= 12960 - 11580 \\ &= 1380 \end{aligned}$$

$$Presentasi\ waktu\ kerja = 1 - \left( \frac{Jumlah\ Delay}{Available\ Time} \right) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} Presentasi\ waktu\ kerja\ (Mei) &= 1 - \left( \frac{1380}{12960} \right) \\ &= 0,8936 \end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Data perhitungan presentasi waktu kerja

NO	Bulan	<i>Available Time</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Delay</i> (menit)	Presentasi waktu (menit)
1	Mei	12960	11580	1380	0,8936
2	Juni	43200	41100	2100	0,9514
3	Juli	41760	40290	1470	0,9648
4	Agustus	43200	42000	1200	0,9723
5	September	43200	42060	1140	0,9737
6	Oktober	36000	34890	1110	0,9692

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

$$\begin{aligned} \text{Ideal cycle time (Mei)} &= 0,9695 \times 0,8936 \\ &= 0,8663 \end{aligned}$$

Tabel 4. 11 Data perhitungan *ideal cycle time*

NO	Bulan	Cycle Time (menit/ton)	Presentasi waktu (menit)	Ideal Cycle Time (menit/ton)
1	Mei	0,9695	0,8936	0,8663
2	Juni	0,6040	0,9514	0,5746
3	Juli	0,5372	0,9648	0,5182
4	Agustus	0,6329	0,9723	0,6153
5	September	0,5910	0,9737	0,5754
6	Oktober	0,6461	0,9692	0,6262

Jika telah didapatkan nilai dari *ideal cycle time*, maka dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai *Performance*. Rumus untuk mencari nilai *performance* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Performance (Mei)} &= \frac{12964,61 \times 0,8663}{11580} \times 100\% \\ &= 97\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 12 Data perhitungan hasil *performance*

NO	Bulan	Jumlah Produksi (ton)	<i>Ideal Cycle Time</i> (menit/ ton)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Performance</i> (%)	<i>Performance</i>
1	Mei	12964,61	0,8663	11580	97	0,9698
2	Juni	70525,22	0,5746	41100	99	0,9859
3	Juli	76890,18	0,5182	40290	99	0,9889
4	Agustus	67776,38	0,6153	42000	99	0,9929
5	Septemb er	72582,46	0,5754	42060	99	0,9929
6	Oktober	55246,19	0,6262	34890	99	0,9915

#### 4.2.3 *Rate of Quality*

Dalam menghitung *rate of quality* diperlukan data *processed amount* dan data jumlah *defect amount*. Berikut merupakan cara untuk menghitung nilai *rate of quality*:

$$\begin{aligned} \text{Quality (Mei)} &= \frac{12964,61 - 6420,12}{12964,61} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 13 Data perhitungan hasil *Quality*

NO	Bulan	<i>Processed Amount (ton)</i>	<i>Defect Amount (ton)</i>	<i>Quality</i> (%)	<i>Quality</i>
1	Mei	12964,61	6420,12	50	0,4952
2	Juni	70525,22	32775,17	54	0,5352
3	Juli	76890,18	878,87	99	0,9885
4	Agustus	67776,38	722,39	99	0,9893
5	September	72582,46	708,34	99	0,9902
6	Oktober	55246,19	694,26	99	0,9874

#### 4.2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* untuk menentukan apakah nilai OEE telah mencapai standar *World Class* atau belum tercapai. Berikut merupakan cara untuk mencari nilai OEE:

$$\begin{aligned} \text{OEE (Mei)} &= 0,9212 \times 0,9698 \times 0,4952 \\ &= 0,4424 \times 100\% \\ &= 44\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 14 Data perhitungan hasil nilai OEE

NO	Bulan	Availability	Performance	Quality	OEE	OEE (%)
1	Mei	0,9212	0,9698	0,4952	0,4424	44
2	Juni	0,9647	0,9859	0,5352	0,5090	51
3	Juli	0,9753	0,9889	0,9885	0,9533	95
4	Agustus	0,9790	0,9929	0,9893	0,9616	96
5	September	0,9804	0,9929	0,9902	0,9638	96
6	Oktober	0,9773	0,9915	0,9874	0,9567	96
<b>Rata - rata</b>					<b>0,7978</b>	<b>80</b>

#### 4.3 Six Big Losses

Hasil nilai OEE yang masih dibawah standar sebesar 80% yang dimana standar *world class* sebesar 85% yang berarti masih diperlukan analisa lebih lanjut terkait penyebab nilai OEE masih dibawah standar *world class* ini dengan memberikan perbaikan terhadap faktor yang menjadi penyebab nilai OEE tersebut dibawah standar.

### 4.3.1 Equipment Failure Losses

Dalam menghitung kerusakan mesin yang terjadi dibutuhkan data *downtime* kerusakan mesin dan *loading time*, berikut adalah cara mencari nilai *equipment failure losses*:

$$\begin{aligned} \text{equipment failure losses (Mei)} &= \frac{300}{12570} \times 100\% \\ &= 2,3866 \end{aligned}$$

Tabel 4. 15 Data perhitungan *equipment failure losses*

NO	Bulan	Breakdown (menit)	Loading Time (menit)	Equipment Failure Losses (%)
1	Mei	300	12570	2,3866
2	Juni	480	42600	1,1267
3	Juli	390	41310	0,9440
4	Agustus	420	42900	0,9790
5	September	390	42900	0,9090
6	Oktober	330	35700	0,9243
<b>Total</b>		<b>2310</b>	<b>217.980</b>	<b>7,2696</b>

### 4.3.2 Set up and adjustment losses

Bagian ini merupakan kerugian yang disebabkan karena waktu yang terbuang untuk pemasangan komponen mesin. Pada tahap ini dibutuhkan data *set up time* dan *loading time*, berikut cara untuk mencari nilai *set up and adjustment losses*:

$$\text{set up and adjustment losses (Mei)} = \frac{690}{12570} \times 100\%$$

$$= 5,4892$$

Tabel 4. 16 Data perhitungan *set up and adjustment losses*

NO	Bulan	<i>Set up time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Set up and adjustment losses</i> (%)
1	Mei	690	12570	5,4892
2	Juni	1020	42600	2,3943
3	Juli	630	41310	1,5250
4	Agustus	480	42900	1,1188
5	September	450	42900	1,0489
6	Oktober	480	35700	1,3445
<b>Total</b>		<b>3750</b>	<b>217.980</b>	<b>12,9210</b>

### 4.3.3 Idling and minor stoppage losses

Kerugian yang disebabkan karena mesin sedang *idle time* sehingga waktu produktif tidak terpakai secara baik seperti mati listrik saklar pusat. Data yang diperlukan berupa data waktu tidak produktif mesin dan *loading time*, berikut cara mencari *idling and minor stoppage losses*:

$$\begin{aligned} \text{idling and minor stoppage losses (Mei)} &= \frac{300}{12570} \times 100\% \\ &= 2,3866 \end{aligned}$$

Tabel 4. 17 Data perhitungan *idling and minor stoppage losses*

NO	Bulan	<i>Non-productive time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Idling and minor stoppage losses</i> (%)
1	Mei	300	12570	2,3866
2	Juni	360	42600	0,8450
3	Juli	330	41310	0,7988
4	Agustus	450	42900	1,0489
5	September	600	42900	1,3986
6	Oktober	300	35700	0,8403
<b>Total</b>		<b>2340</b>	<b>217.980</b>	<b>7,3182</b>

#### 4.3.4 Reduced speed losses

Pada tahap ini merupakan *losses* yang disebabkan oleh penurunan kinerja mesin yang tidak sesuai kecepatan standar pada umumnya. Untuk menghitung *reduced speed losses* dibutuhkan data *operation time*, *ideal cycle time*, data total produksi perbulan dan *loading time*. Berikut cara untuk menentukan *reduced speed losses*:

$$\begin{aligned} \text{reduced speed losses (Mei)} &= \frac{11580 - (0,8663 \times 12964,61)}{12570} \times 100\% \\ &= 2,7745 \end{aligned}$$

Tabel 4. 18 Data perhitungan *reduced speed losses*

NO	Bulan	Operation Time (menit)	Jumlah Produksi (ton)	Ideal Cycle Time (menit/ton)	Loading Time (menit)	Reduce speed losses (%)
1	Mei	11580	12964,61	0,8663	12570	2,7745
2	Juni	41100	70525,22	0,5746	42600	1,3526
3	Juli	40290	76890,18	0,5182	41310	1,0784
4	Agustus	42000	67776,38	0,6153	42900	0,6927
5	September	42060	72582,46	0,5754	42900	0,6900
6	Oktober	34890	55246,19	0,6262	35700	0,8258
<b>Total</b>		<b>211.920</b>	<b>355.985</b>	<b>3,776</b>	<b>217.980</b>	<b>7,4143</b>

#### 4.3.5 Quality Defect and Rework

Kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat sehingga mengakibatkan kerugian material serta mengurangi jumlah produksi, data yang diperlukan adalah *ideal cycle time*, data *defect*, *loading time*. Berikut cara untuk menghitung nilai *quality defect and rework*:

$$\begin{aligned}
 \text{quality defect and rework (Mei)} &= \frac{0,8663 \times 6420,12}{12570} \times 100\% \\
 &= 44,24622
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 19 Data perhitungan *quality defect and rework*

N O	Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i>	<i>Defect Amount</i>	<i>Loading Time</i>	<i>Quality defect and rework</i>
		(menit/ton)	(ton)	(menit)	(%)
1	Mei	0,8663	6420,12	12570	44,2462
2	Juni	0,5746	32775,17	42600	44,2080
3	Juli	0,5182	878,87	41310	1,1024
4	Agustus	0,6153	722,39	42900	1,0360
5	Septembe r	0,5754	708,34	42900	0,9500
6	Oktober	0,6262	694,26	35700	1,2177
<b>Total</b>		<b>3,776</b>	<b>42199,2</b>	<b>217.980</b>	<b>92,7606</b>

#### 4.4 Diagram Pareto

Diagram pareto berfungsi untuk mencari faktor utama yang menjadi permasalahan pada efektifitas mesin giling dengan menghitung *time losses* dari setiap faktor *six big losses* yang telah dihitung. Berikut merupakan rekap *time losses* yang diurutkan dari tertinggi hingga terendah:

Tabel 4. 20 Data rekap *total time losses*

N O	Six Big Losses	<i>Total Time Losses</i>	<i>Persentase (%)</i>	<i>Persentase Kumulatif</i>
		(menit)	(%)	(%)
1	Quality Defect and Rework	92,7606	73	73
2	Set up and Adjustment losses	12,9210	10	83
3	Reduced Speed losses	7,4143	6	89
4	Idling & Minor stoppage losses	7,3182	6	94
5	Equipment Failure losses	7,2696	6	100
<b>Total</b>		<b>127,6837</b>	<b>100</b>	

Langkah selanjutnya akan dilakukan analisa terhadap *Quality defect and rework* yang merupakan faktor dominan dengan menggunakan *Fault Tree Analysis*.

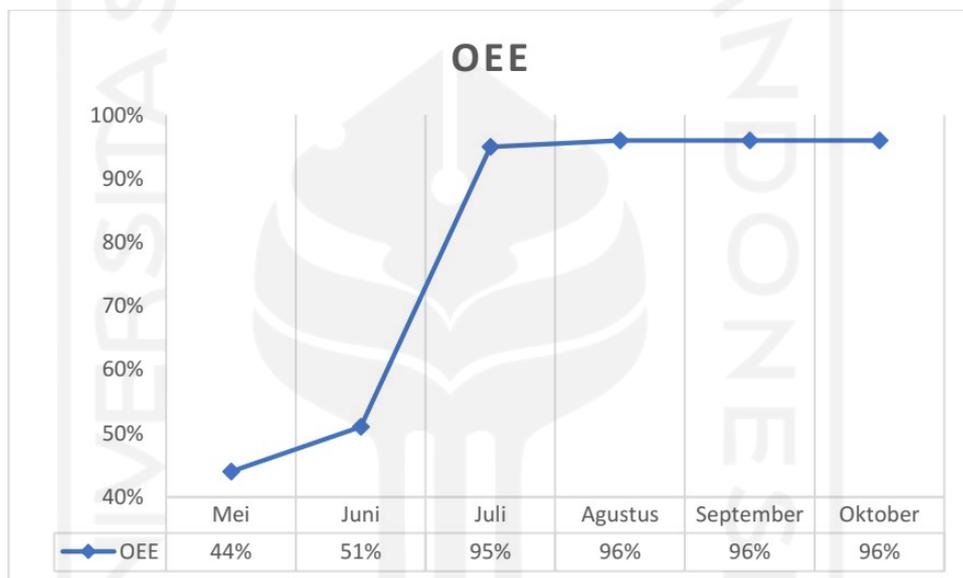


## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis Efektifitas

Menurut (Nakajima 1988), *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah metode untuk mengukur efektivitas penggunaan peralatan atau sistem dengan memasukkan berbagai sudut pandang dalam proses perhitungan seperti waktu, performa dari kinerja mesin dan kualitas. Berikut merupakan nilai OEE dari mesin giling:



Gambar 5.1 Nilai OEE Mesin Giling

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* terendah berada pada bulan Mei dan Juni dengan nilai OEE sebesar 44% dan 51%, hal ini terjadi karena kecilnya nilai *quality* yang ada pada 2 bulan tersebut. Berdasarkan dengan nilai standar *world class* untuk nilai OEE keseluruhan sebesar 85%, nilai OEE keseluruhan untuk mesin giling belum mencapai standar tersebut dengan nilai rata-rata sebesar 80% yang diakibatkan karena rendahnya nilai OEE pada bulan Mei dan Juni. Sehingga butuh perbaikan atau *improvement* untuk meningkatkannya dengan mencari penyebab rendahnya nilai OEE dengan *Six Big Losses*.

Pada perhitungan *six big losses* telah didapatkan nilai-nilai penyebab kerugian yang berpengaruh kepada rendahnya nilai OEE mesin giling. Kerugian pada mesin giling tersebut meliputi 5 *losses* yaitu, *equipment failure losses*, *set up and adjustment losses*, *idling and minor stoppage losses*, *reduced speed losses* dan *quality defect and rework*. Tidak terdapat *yield atau scrap losses* karena sisa nira yang ada akan menjadi bahan tambahan pembuatan Alkohol dan Spiritus di PS Madukismo. Berikut merupakan hasil perhitungan *six big losses*:

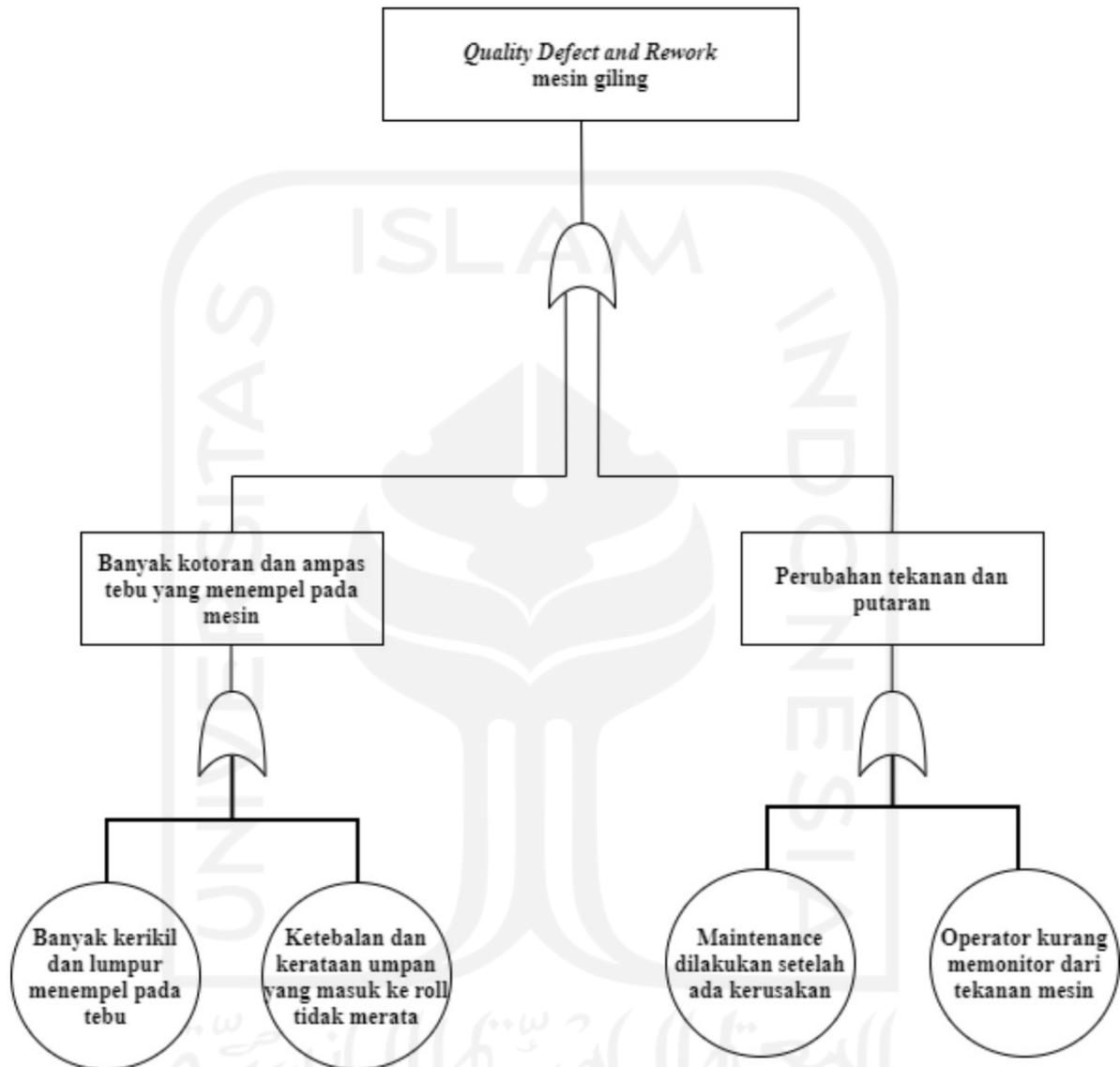


Gambar 5.2 Diagram pareto six big losses

Dalam grafik diatas terlihat bahwa *quality defect and rework* merupakan faktor dominan yang berpengaruh dalam rendahnya nilai OEE mesin giling. Prinsip pareto (juga dikenal sebagai aturan 80-20) menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar 80% daripada efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya (Juran, 1994) yang berarti nilai losses yang berada dibawah nilai 80% merupakan penyebab utama rendahnya efektifitas kinerja mesin giling. Setelah mendapatkan kerugian yang menjadi penyebab rendahnya mesin giling, Langkah selanjutnya adalah membuat *Fault Tree Analysis* untuk menjelaskan akar permasalahan dari *quality defect and rework*.

FTA merupakan metode analisis sistem dengan menggunakan *top-down approach* yang dimulai dari *top level event* yang telah didefinisikan terlebih dahulu baru kemudian mencari kejadian penyebab dan atau kombinasinya sampai pada kejadian yang paling dasar (Sukma, 2014). *Quality defect and rework* merupakan *top level event*

berdasarkan hasil analisis diagram pareto, berikut merupakan *fault tree analysis* dari *quality defect and rework*:



Gambar 5.3 *Fault Tree Analysis* dari *Quality Defect and Rework*

Penjelasan terkait akar masalah yang pertama adalah banyak kotoran seperti kerikil dan lumpur yang menempel pada tebu yang merupakan bahan baku utama sehingga menyebabkan kotoran tersebut menempel pada mesin giling. Akar permasalahan kedua adalah ketebalan dan kerataan umpan yang masuk ke roll gilingan tidak merata yang menyebabkan hasil giling tidak maksimal. Akar permasalahan ketiga adalah *maintenance* yang dilakukan setelah ada kerusakan yang menyebabkan hal ini

dapat menghambat proses penggilingan sehingga ada beberapa perubahan pada tekanan dan putaran. Dan akar permasalahan terakhir adalah operator kurang memonitor harian dari tekanan mesin sehingga sering terjadi beberapa perubahan tekanan tidak sesuai prosedur yang ada.

## 5.2 Desain pemeliharaan dengan pedoman pilar Total Productive Maintenance

Menurut Arda Raharja dan Ade Suryatman (2013:21) tujuan utama dari TPM adalah *zero breakdown* dan *zero defect*. Apabila kerusakan dapat dihilangkan maka dapat meningkatkan tingkat pengoperasian alat, ongkos menurun, produktivitas tenaga kerja meningkat, dan inventory dapat dikurangi. Implementasi TPM ini dapat menghemat biaya yang cukup besar dengan meningkatkan produktivitas dari mesin atau peralatan. Berdasarkan dari analisis *Six big losses* dan juga *Fault Tree Analysis* kerugian dominan dari rendahnya nilai OEE adalah dari *Quality Defect and Rework* (kerugian yang disebabkan oleh produk cacat) yang menjadi penyebab utama rendahnya efektifitas kinerja mesin giling pada PG madukismo.

Berdasarkan *losses* diatas maka akan dilakukan perbaikan dengan menerapkan 8 pilar TPM, namun dengan berfokus pada kerugian utama yaitu *Quality Defect and Rework* maka akan digunakan 3 pilar saja yaitu:

### 1. *Quality Maintenance* (Hinshitsu Hozen)

Pemeliharaan kualitas adalah pembentukan kondisi mesin yang tidak akan memungkinkan terjadinya cacat, dan mengendalikan kondisi tersebut untuk mempertahankan zero defect (D.R. Kiran, 2016). Kegiatan yang bisa dilakukan yaitu seperti:

- a) Membersihkan sisa-sisa limbah yang menempel pada dinding mesin pada proses penggilingan karena dapat merusak kualitas dari nira dan menghambat keberlangsungan proses penggilingan,
- b) Memeriksa tekanan roll pada mesin giling.

### 2. *Education and Training*

Pemberian ilmu dan training dilakukan untuk membentuk kelompok pekerja yang memiliki keterampilan dan Teknik untuk melakukan maintenance secara mandiri (D.R. Kiran, 2016). Kegiatan yang dapat dilakukan berupa *awareness training* atau meningkatkan kesadaran pada pekerja secara menyeluruh

sehingga dapat meningkatkan efektifitas kinerja karyawan agar lebih bertanggung jawab.

3. *Autonomous Maintenance (Jishu Hozen)*

Pemeliharaan ini dapat membentuk kemampuan operator dalam penanganan mesin secara mandiri sehingga dapat meminimalkan waktu dalam perawatan dan perbaikan mesin (Amrussalam, 2016). Kegiatan yang dapat dilakukan seperti pengecekan menyeluruh terhadap mesin meskipun mesin dalam keadaan beroperasi sehingga dapat mengantisipasi kerusakan yang tidak terduga. Dengan begitu mesin akan terawat dengan baik.



## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* mesin giling tahun 2021 didapatkan rata-rata nilai OEE sebesar 80% yang berarti masih dibawah nilai standar *World Class* sebesar 85%. Faktor penyebab tingginya nilai kerugian yang terjadi yaitu *quality defect and rework* yang didapatkan dengan analisa diagram pareto dan *Fault Tree Analysis*.
2. Desain pemeliharaan dengan berpedoman pilar TPM yang sesuai yaitu penerapan *Quality Maintenance* dengan cara membersihkan sisa-sisa limbah yang menempel pada dinding mesin pada proses pengilingan karena dapat merusak kualitas dari nira dan menghambat keberlangsungan proses pengilingan, lalu memeriksa tekanan roll pada mesin giling. Penerapan *Education and Training* dapat dilakukan berupa *awareness training* atau meningkatkan kesadaran pada pekerja secara menyeluruh sehingga dapat meningkatkan efektifitas kinerja karyawan agar lebih bertanggung jawab. Penerapan *Autonomous Maintenance* yang dapat dilakukan seperti pengecekan menyeluruh terhadap mesin meskipun mesin dalam keadaan beroperasi sehingga dapat mengantisipasi kerusakan yang tidak terduga. Dengan begitu mesin akan terawat dengan baik.

#### 6.2 Saran

Beberapa saran sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan, yaitu:

1. Dengan berdasarkan kesimpulan diatas maka penyebab dari rendahnya nilai OEE dari mesin giling pada PG Madukismo disebabkan karena belum ada *maintenance* rutin yang dilakukan sehingga kinerja dari mesin giling kurang maksimal. Sehingga diharapkan untuk kedepannya untuk menciptakan penjadwalan perawatan rutin terhadap mesin giling. Serta memberikan edukasi terkait perawatan mendasar kepada setiap karyawan pada stasiun produksi sehingga dapat maksimal dalam melakukan perawatan dan memiliki rasa tanggung jawab yang besar.

2. Kelemahan dari penelitian ini adalah kemungkinan terkait *top event* (kejadian puncak) dan akar masalah belum semua teridentifikasi dengan maksimal, sehingga pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan bersama *expert judgement* (keputusan ahli) dengan begitu dapat mengatasi kelemahan dari penelitian ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adhiutama, A., Darmawan, R., & Fadhila, A. 2020. Total productive maintenance on the airbus part manufacturing. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, 21(1), 3-15.
- Alseiari, A., & Farrell, P. (2020). A Case Study on Barriers in Total Productive Maintenance Implementation in the Abu Dhabi Power Industry. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 14(6), 487-493.
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. 2000. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement—a practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Daulay, I. N., Nurutami, S. S., Daniel, D. D., 2013. Analisis Maintenance Reliability Terhadap MTBF (Mean Time Between Failures) Facilities Pada Industri Pulp & Paper. *Jurnal Ekonomi* vol 21: 1 – 18
- Dewi, N. C., & Rinawati, D. I. 2015. Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (Tpm) dengan Perhitungan Overall Equipment Efectiveness (Oee) dan Six Big Losses Mesin Cavitec PT. Essentra Surabaya (Studi Kasus PT. Essentra). *Industrial Engineering Online Journal*, 4(4).
- Halili, M. B., & Noroña, M. I. 2021. Optimization of Overall Equipment Effectiveness through Lean and Total Productive Maintenance in a Cement Paper Bag Manufacturing Company.
- Manzini, R. 2010. *Maintenance for Industrial Systems*. London: Springer.
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to TPM (Total Productive maintenance)*. Productivity Press, Cambridge, MA.
- Nallusamy, S., Kumar, V., Yadav, V., Prasad, U. K., & Suman, S. K. (2018). Implementation of total productive maintenance to enhance the overall equipment effectiveness in medium scale industries. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 8(1), 1027-1038.
- Prabowo, R., & Sulistyowati, E. 2020. Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to improve machine effectiveness: A

- study on Indonesia's sugar mills. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 885, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Pujotomo, D., & Kartha, R. 2007. Analisa Sistem Perawatan Komponen Bearing Bottom Roller Dan V Belt Mesin Ring Frame Ry-5 Pada Departemen Spinning II a (Di PT Danliris Surakarta). *J@ Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 2(2), 40-48.
- Rachman, H., Garside, A. K., & Kholik, H. M. 2017. Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), 86.
- Raharja Arda, Suryatman Ade, 2013, Buku pegangan seri "Maintenance System" Program studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung.
- Rinawati, D. I., & Dewi, N. C. (2014). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cavitec Di PT. Essentra Surabaya. Prosiding SNATIF, 21-26.
- Sibarani, A. A., Muhammad, K., & Yanti, A. 2020. Analisis Total Productive Maintenance Mesin Wrapping Line 4 Menggunakan Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses di PT XY, Cirebon-Jawa Barat. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 7(2), 82-88.
- Suliantoro, H., Susanto, N., Prastawa, H., Sihombing, I., & M, A. (2017). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng. *Jurnal Teknik Industri Undip*, Vol. 12, 105-118.
- Wakjira, M. W., & Singh, A. P. 2012. Total productive maintenance: A case study in manufacturing industry. *Global journal of research in engineering*, 12(1-G).
- Xiang, Z. T., & Feng, C. J. 2021. Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 152-175.

## LAMPIRAN

