

**STUDI PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*  
(TPM) UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PADA PABRIK  
PUPUK ORGANIK PT. AGRO ENERGI INDONESIA  
SKRIPSI**

**OLEH :**

**ALBERT WILSON PARLINDUNGAN SIMANJUNTAK**

**15 815 0016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Studi Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Untuk Peningkatan Efisiensi Pada Pabrik Pupuk Organik PT. Agro Energi Indonesia.

Nama : Albert Wilson Parlindungan S.

NPM : 158150016

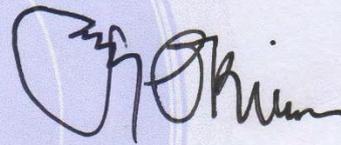
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh :



Ir. Hj. Haniza, M.T.

Pembimbing I



Sutrisno, ST, MT.

Pembimbing II

Mengetahui :



Dr. Grace W. Hewita Harahap, ST, MT.

Dekan



Yudi Daeng Polewangi, ST, MT.

Ketua Program Studi

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ALBERT WILSON PARLINDUNGAN S.

NPM : 158150016

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : STUDI PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PADA PABRIK PUPUK ORGANIK PT. AGRO ENERGI INDONESIA

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Medan

Pada tanggal : 9 Februari 2020

Yang menyatakan,



( ALBERT WILSON PARLINDUNGAN S )

## ABSTRAK

**Albert Wilson Parlindungan S. 158150016. Studi Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Untuk Peningkatan Efisiensi Pada Pabrik Pupuk Organik PT. Agro Energi Indonesia. Dibawah bimbingan Ibu Ir.Hj. Haniza M.T. sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Sutrisno, ST. MT. sebagai dosen pembimbing II.**

PT. Agro Energi Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan pupuk organik. Perusahaan mengalami permasalahan yang berhubungan dengan efisiensi mesin yang diakibatkan tidak tepatnya penanganan dan pemeliharaan mesin produksi. Hal ini dapat terlihat pada kerusakan mesin *Bobcat s750* yang mengakibatkan gangguan produksi pupuk organik secara keseluruhan.

Sebagai usaha peningkatan efisiensi produksi perusahaan melakukan penerapan *Total Productive Maintenance* dengan melakukan pengukuran efektifitas mesin *Bobcat s750* menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

Setelah itu dilakukan perhitungan *six big losses* untuk mengetahui tingkat penurunan efisiensi pada masing-masing faktor *six big losses*. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai OEE selama periode September 2018-Februari 2019 pada mesin *Bobcat s750* berkisar antara 82.813 % sampai 89.13 %. Nilai OEE ideal sebesar 85 % hanya diperoleh selama 4 bulan produksi.

Faktor terbesar yang mempengaruhi nilai OEE dan menjadi prioritas untuk di eliminasi pada mesin *Bobcat s750* adalah faktor *Idling/Minor Stoppages* sebesar 48.35 % dan faktor *Equipment Failures* sebesar 38.89 %. Tindakan perbaikan yang diusulkan adalah usulan penerapan *autonomous maintenance*, memberikan training bagi operator *Bobcat* dan teknisi bengkel, meningkatkan frekuensi perawatan mesin *Bobcat s750*, menetapkan standar pelaksanaan pemeliharaan mesin *Bobcat s750*, serta meningkatkan pengawasan dan kesadaran operator tentang kebersihan lingkungan kerja.

**Kata Kunci :** *Total Productive Maintenance*; PT.Agro Energi Indonesia; *Overall Equipment Effectiveness*; *Six Big Losses*

## ABSTRACT

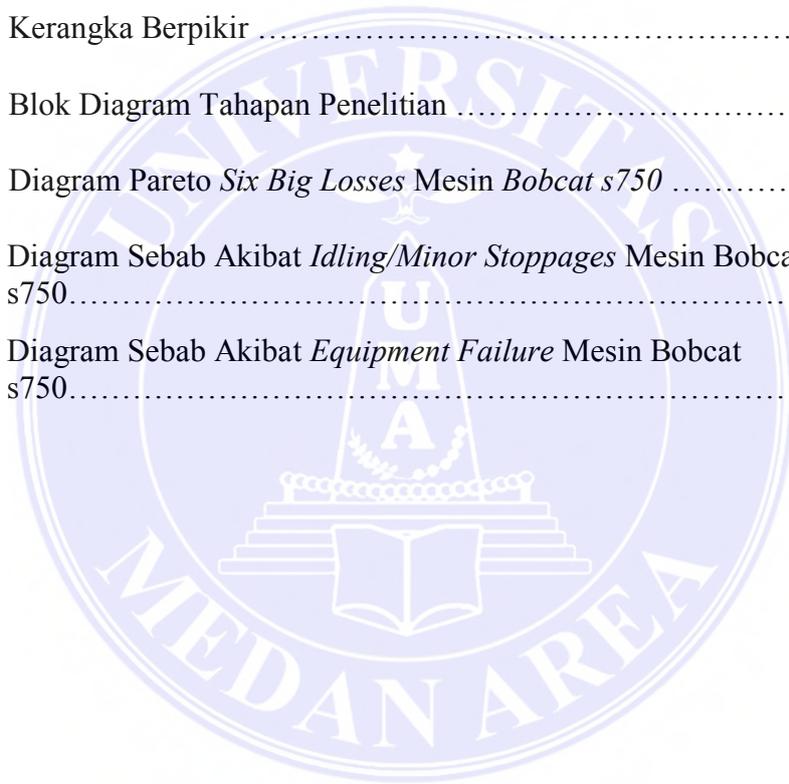
**Albert Wilson Parlindungan S. 158150016. “The Implementation Study of Total Productive Maintenance (TPM) for Efficiency Improvement at Organic Fertilizer Factory PT. Agro Energi Indonesia”. Supervised by Ir. Hj. Haniza, M.T. and Sutrisno, S.T., M.T.**

PT. Agro Energi Indonesia is a company engaged in organic fertilizer processing. The company faces the problem related to the machine efficiency caused by improper handling and maintenance of production machinery. This can be seen in the machine broke down of Bobcat s750 disrupting the organic fertilizer production on the whole. Furthermore, as a production efficiency improvement effort, the company was carried out the application of Total Productive Maintenance by measuring the machine effectivity of Bobcat s750 using the OEE (Overall Equipment Effectiveness) method. After that, it was conducted the six big losses calculation to find out the level of efficiency decrease on each factor of six big losses. Through the calculation result, the obtained value of OEE during the September 2018 to February 2019 period on the Bobcat s750 machine was between 82.813% and 89.13%. The ideal value of OEE was 85% obtained for 4 production months. Then, the biggest factors that influenced the value of OEE and being the priority to be eliminated on the Bobcat s750 machine were the Idling/Minor Stoppages factor of 48.35% and the Equipment Failures factor of 38.89%. Thus, the proposed improvement actions were the proposal of autonomous maintenance application, giving the training to the operators of Bobcat and workshop technicians, improving the frequency of Bobcat s750 machine maintenance, setting a standard of Bobcat s750 machine maintenance implementation, and improving control and awareness of the operators about the working environment cleanliness.

**Keywords:** *Total Productive Maintenance; PT. Agro Energi Indonesia; Overall Equipment Effectiveness; Six Big Losses*

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1. <i>Diagram Profitable PM</i> .....	19
2.2. <i>World class OEE</i> .....	30
2.3. Diagram Sebab Akibat ( <i>Cause and Effect Diagram</i> ) .....	38
2.4. Contoh Diagram Pareto .....	39
3.1. Kerangka Berpikir .....	45
3.2. Blok Diagram Tahapan Penelitian .....	47
4.1. Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> Mesin Bobcat s750 .....	78
4.2. Diagram Sebab Akibat <i>Idling/Minor Stoppages</i> Mesin Bobcat s750 .....	81
4.5. Diagram Sebab Akibat <i>Equipment Failure</i> Mesin Bobcat s750 .....	83



# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Batasan Masalah .....	5
1.6. Asumsi-asumsi yang Digunakan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengertian <i>Maintenance</i> .....	7
2.2. Tujuan <i>Maintenance</i> .....	8
2.3. Jenis – jenis <i>Maintenance</i> .....	8
2.3.1. <i>Planned Maintenance</i> ( Pemeliharaan Terencana ) .....	9
2.3.2. <i>Unplanned Maintenance</i> ( Pemeliharaan Tak Terencana ) .....	14
2.4. Tugas dan Pelaksanaan Kegiatan <i>Maintenance</i> .....	15
2.5. <i>Total Productive Maintenance</i> .....	17

2.5.1. Pendahuluan .....	17
2.5.2. Pengertian TPM ( <i>Total Productive Maintenance</i> ).....	19
2.5.3. Tujuh Pilar TPM ( <i>Total Productive Maintenance</i> ).....	21
2.5.3.1. Autonomous Maintenance ( <i>Pemeliharaan Mandiri</i> ) .....	22
2.6. Analisis Produktivitas : <i>Six Big Losses</i> ( Enam Kerugian Besar ).....	24
2.6.1. <i>Equipment Failure Breakdowns</i> ( Kerugian Karena Kerusakan Peralatan ) .....	25
2.6.2. <i>Setup and Adjustment Losses</i> ( Kerugian Karena Pemasangan dan Penyetelan ) .....	26
2.6.3. <i>Idling and Minor Stoppages Losses</i> (Kerugian Karena Beroperasi Tanpa Beban Maupun Karena Berhenti Sesaat) .....	26
2.6.4. <i>Reduced Speed Losses</i> ( Kerugian Penurunan Kecepatan Operasi). ..	27
2.6.5. <i>Process Defect Losses</i> ( Kerugian Karena Produk Cacat Maupun Kerja Produk Diproses Ulang ).....	28
2.6.6. <i>Reduced Yielded Losses</i> ( Kerugian pada Awal Produksi Hingga Mencapai Kondisi Prima yang Stabil ) .....	28
2.7. <i>Overall Equipment Effectiveness</i> ( OEE ) .....	29
2.7.1. <i>Availability</i> .....	31
2.7.2. <i>Performance Efficiency</i> .....	32
2.7.3. <i>Rate of Quality Product</i> .....	33
2.8. Perencanaan dan Penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM).....	34
2.9. Diagram Sebab Akibat ( <i>Cause and Effect Diagram</i> ).....	34
2.9.1. Manusia ( <i>Man</i> ) .....	35
2.9.2. Metode Kerja ( <i>Method</i> ) .....	36
2.9.3. Mesin/Peralatan ( <i>Machine</i> ) .....	36
2.9.4. Bahan Baku ( <i>Material</i> ).....	37
2.9.5. Lingkungan .....	37

2.10. Diagram Pareto..... 38

**BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian ..... 40

    3.1.1. Deskripsi Lokasi..... 40

    3.1.2. Waktu Penelitian ..... 40

3.2. Jenis Penelitian dan Sumber Data Penelitian ..... 40

    3.2.1. Data Primer ..... 41

    3.2.2. Data Sekunder ..... 41

3.3. Teknik Pengumpulan Data..... 41

3.4. Teknik Pengolahan Data ..... 42

3.5. Teknik Pemecahan Masalah..... 43

3.6. Variabel Penelitian..... 44

3.7. Kerangka Berfikir ..... 45

**BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

4.1. Pengumpulan Data ..... 48

    4.1.1. Spesifikasi Mesin *Bobcat s750*..... 49

    4.1.2. Data Waktu Kerusakan (*Downtime*) Mesin *Bobcat s750*..... 50

    4.1.3. Data Pemeliharaan (*Planned Downtime*) Mesin *Bobcat s750* ..... 50

    4.1.4. Data Waktu *Set Up* Mesin *Bobcat s750* ..... 51

    4.1.5. Data *Delay* Mesin *Bobcat s750* ..... 52

    4.1.6. Data Hasil Produksi Pupuk Organik ..... 53

    4.1.7. Data Tenaga Kerja dan Jam Kerja..... 53

4.2. Pengolahan Data..... 55

4.2.1. <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	55
4.2.2. <i>Perhitungan Availability Ratio</i> .....	55
4.2.3. <i>Perhitungan Performance Efficiency</i> .....	59
4.2.4. <i>Perhitungan Rate of Quality Product</i> .....	62
4.2.5. <i>Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	63
4.3. <i>Perhitungan Six Big Losses</i> .....	65
4.3.1. <i>Downtime Losses</i> .....	65
4.3.2. <i>Speed Losses</i> .....	68
4.3.3. <i>Defect Losses</i> .....	71
4.4. <i>Analisa Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	74
4.5. <i>Analisa Perhitungan Six Big Losses</i> .....	76
4.6. <i>Analisa Diagram Sebab Akibat</i> .....	78
4.6.1. <i>Idling and Minor Stoppages Loss</i> .....	79
4.6.2. <i>Equipment Failures</i> .....	81
4.6.3. <i>Set Up and Adjustment</i> .....	83
4.6.4. <i>Reduced Speed Loss</i> .....	83
4.6.5. <i>Reject Loss dan Yield/Scrap Loss</i> .....	84
4.7. <i>Usulan Penyelesaian Masalah</i> .....	84
4.7.1. <i>Usulan Penyelesaian Masalah dan Perbaikan OEE (Overall Equipment Effectiveness) Mesin Bobcat s750</i> .....	84
4.7.2. <i>Usulan Penyelesaian Masalah Six Big Losses</i> .....	86
4.7.3. <i>Penerapan Total Productive Maintenance (TPM)</i> .....	89

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1. Kesimpulan ..... 92

6.2. Saran..... 93

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1: <i>Flow Process Chart</i> PT. Agro Energi Indonesia.....	L1
2: <i>Layout</i> PT. Agro Energi Indonesia.....	L2
3: Denah Lokasi PT. Agro Energi Indonesia.....	L3



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
4.1. Spesifikasi Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	49
4.2. Data Waktu Kerusakan ( <i>Downtime</i> ) .....	50
4.3. Data Waktu Pemeliharaan Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	51
4.4. Data Waktu <i>Set Up</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	52
4.5. Total Delay Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	52
4.6. Data Hasil Produksi Periode September 2018 – Februari 2019 ...	53
4.7. Data Jumlah Karyawan PT. Agro Energi Inndonesia .....	54
4.8. Data <i>Loading Time</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	56
4.9. Data <i>Total Downtime</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	57
4.10. Data <i>Availability</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	58
4.11. Data Persentase Jam Kerja Efektif .....	60
4.12. Data Waktu Siklus Ideal Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	61
4.13. Data <i>Performance Efficiency</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	62
4.14. Data <i>Rate of Quality Product</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	63
4.15. Data <i>Overall Equipment Effectiveness</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	64
4.16. Data <i>Equipment Failure Loss</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	66
4.17. Data <i>Set up and Adjustment Loss</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	68
4.18. Data <i>Idling and Minor Stoppages</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	70
4.19. Data <i>Reduce Speed Losses</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	71
4.20. Data <i>Reject Loss</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	72
4.21. Data <i>Yield/Scrapp Loss</i> Mesin <i>Bobcat s750</i> .....	74

## Halaman

4.22.	Persentase Faktor <i>Six Big Losses</i> Mesin Bobcat s750 .....	76
4.23.	Persentase Kumulatif dan Kriteria <i>Six Big Losses</i> Mesin Bobcat s750.....	77
4.24.	Usulan Penyelesaian Masalah <i>Idling Minor/Stoppages Loss</i> .....	87
4.25.	Usulan Penyelesaian Masalah <i>Equipment Failure</i> .....	88



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanya bagi Tuhan Yang Maha Esa, berkat limpahan kasih sayang Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) untuk Peningkatan Efisiensi pada Pabrik Pupuk Organik PT. Agro Energi Indonesia” dengan sebaik baiknya. Tujuan dari penyusunan skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna kesempurnaan Skripsi ini. Tidaklah sedikit hambatan dan kesulitan yang penulis temui dalam menyelesaikan skripsi ini namun berkat kesabaran, ketekunan semangat serta dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, MSc., selaku Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Medan Area
3. Bapak Yudi Daeng Polewangi, ST, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

4. Ibu Ir. Hj. Haniza, M.T selaku pembimbing I.
5. Bapak Sutrisno, ST. MT selaku pembimbing II.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Medan Area yang telah memberikan pengetahuannya ketika mengajar mata kuliah dengan ikhlas kepada penulis.
7. Seluruh staf dosen pengajar di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
8. Bapak Ramses Siregar, S.E. selaku manager PT. Agro Energi Indonesia.
9. Kedua orang tua yang selalu tak henti-hentinya memberikan dukungan baik moral maupun materil dalam penyelesaian Skripsi ini.
10. Seluruh keluarga besar IMTI UMA yang saya hormati.

Akhir kata penulis berharap semoga apa yang telah penulis sajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk rekan-rekan dan pembaca sekalian. Akhirnya penulis berharap semoga Allah SWT dapat membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan pada penulis.

Medan, 9 Februari 2020

Albert Wilson Parlindungan S



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Keberhasilan suatu industri manufaktur ditentukan oleh kelancaran proses produksi. Mesin dan peralatan merupakan suatu fasilitas yang diperlukan perusahaan manufaktur dalam melakukan proses produksi. Agar perusahaan selalu produktif, ketersediaan fasilitas industri sangatlah penting. Oleh karena itu, peran perawatan fasilitas tersebut sangatlah penting untuk menunjang performansi pekerjaan.

Fungsi perawatan adalah agar dapat memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi serta mengusahakan agar peralatan produksi tersebut selalu dalam keadaan optimal dan siap pakai. Mesin yang dipakai secara terus menerus akan mengalami kerusakan sehingga harus dilakukan perbaikan, atau penyesuaian yang dalam melakukan produksi mesin akan berhenti beroperasi. Dalam usaha tersebut, dibutuhkan kegiatan pemeliharaan yang tepat agar kontinuitas produksi tetap terjamin.

PT. Agro Energi Indonesia merupakan salah satu anak perusahaan dari PT.Randoetatah Cemerlang Surabaya – Jawa Timur, yang merupakan pabrik pengolahan pupuk organik. Dalam proses produksinya, PT. Agro Energi Indonesia menggunakan mesin-mesin dan peralatan. Salah satu peralatan yang digunakan dalam proses pengolahan pupuk organik adalah alat berat jenis *Bobcat s750*, dimana mesin tersebut sering mengalami kerusakan (*breakdowns*). Hal inilah yang menjadi motivasi awal penulis memilih mesin *Bobcat s750* menjadi objek penelitian.

Proses produksi yang terjadi di PT. Agro Energi Indonesia sangat bergantung pada mesin *bobcat s750* tersebut. Mesin *bobcat s750* melakukan berbagai macam kegiatan produksi yaitu :

1. Melakukan proses pencampuran (*mixing*) bahan baku
2. Membawa hasil pencampuran bahan baku ke stasiun pan granulator.
3. Memindahkan produk *reject (under size dan over size)* untuk di *crusher* (dilebur).
4. Memindahkan produk yang sudah dikemas ke tempat penyimpanan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan manager produksi pada PT. Agro Energi Indonesia yang mengatakan bahwa waktu produksi yang cukup banyak menyebabkan mesin *bobcat s750* bekerja secara terus menerus dan kurangnya perhatian operator terhadap kondisi mesin *bobcat s750* serta tidak adanya perawatan rutin yang dilakukan terhadap mesin *bobcat s750* merupakan penyebab mesin *bobcat s750* sering mengalami kerusakan. Kerusakan yang paling sering terjadi adalah, pecah ban, bucket sobek, sistem hidrolik tidak berfungsi dan lain sebagainya. Pemahaman operator akan dasar-dasar perawatan mesin akan sangat membantu dalam hal ini.

Akibat dari kerusakan tersebut menimbulkan kerugian-kerugian seperti lamanya waktu *set-up dan adjusment*. Dari data yang diperoleh pada bulan September 2018 mengalami kemunduran yang semula didapatkan waktu 2,5 jam menjadi 3,5 jam. Kerugian lainnya yang disebabkan oleh kerusakan mesin *bobcat s750* adalah menurunnya kecepatan produksi. Penurunan kecepatan produksi mesin dapat dilihat dari penurunan hasil produksi sebagai contoh dari data yang didapat dilapangan diperoleh hasil produksi perhari 15 ton menjadi 10 ton.

Akibat dari menurunnya efisiensi mesin *bobcat s750* ini maka mengakibatkan menurunnya efisiensi produksi pada pabrik pupuk organik PT. Agro Energi Indonesia. Dalam mengantisipasi hal tersebut maka diperlukan langkah-langkah yang tepat dalam pemeliharaan mesin atau peralatan yang ada. Salah satu langkah yang dilakukan adalah melakukan penerapan *Total Productive Maintenance* dalam meningkatkan efisiensi produksi.

*Total Productive Maintenance* adalah sebuah pendekatan inovatif untuk melakukan pemeliharaan dengan tujuan untuk mengoptimalkan efektivitas peralatan, menghilangkan kerusakan, dan mempromosikan pemeliharaan otonom oleh operator melalui kegiatan sehari-hari yang melibatkan seluruh tenaga kerja. Untuk memenuhi tujuan tersebut, diperlukan maintenance yang *preventive* dan *predictive*. Dengan mengimplementasikan prinsip TPM kita dapat meminimalisir kerusakan pada mesin.

Keuntungan TPM antara lain membantu memelihara pabrik dan mesin agar selalu dalam kondisi prima, karena operator mampu melakukan perbaikan-perbaikan kecil sehingga staf *maintenance* dapat fokus menangani permasalahan yang lebih serius. Penghalang utama implementasi metode transformasi seperti TPM ini adalah bagaimana merubah pola perilaku dasar atau budaya perusahaan.

Walaupun sulit, transformasi budaya menuju perbaikan adalah sebuah investasi yang paling menguntungkan bagi perusahaan. Dengan adanya budaya untuk selalu memperbaiki, akan tercipta kesadaran dan kepedulian dari seluruh karyawan untuk menjaga dan memelihara performa mesin dengan keahlian yang sudah lebih dulu dibekali oleh perusahaan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Efek dari seringnya mesin *bobcat s750* mengalami kerusakan merupakan masalah yang cukup serius yang harus diselesaikan PT. Agro Energi Indonesia, yang dimana telah menyebabkan menurunnya efisiensi produksi perusahaan. Adapun perumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Apakah penerapan Total Productive Maintenance dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* pada mesin *bobcat s750* dapat meningkatkan efisiensi mesin *bobcat s750* dan efisiensi produksi secara keseluruhan ?
2. Usulan perbaikan apa yang dapat diberikan terhadap faktor paling dominan dari analisa *Six Big Losses* pada mesin *bobcat s750* di pabrik pupuk organik PT. Agro Energi Indonesia ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness* mesin *bobcat s750* sebagai langkah awal penerapan TPM (*Total Productive Maintenance*).
2. Melakukan analisis terhadap faktor *six big losses* yang menjadi prioritas utama untuk dieliminasi melalui diagram sebab akibat.
3. Memberikan usulan perbaikan terhadap terjadinya penurunan efisiensi mesin *bobcat s-750* dengan melakukan usulan perbaikan masalah.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh pengalaman dan kemampuan bagi mahasiswa dalam menerapkan teori yang didapat di bangku kuliah dengan mengaplikasikannya di lapangan.
2. Mempererat hubungan kerjasama Antara perusahaan dengan Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.
3. Memberi masukan bagi perusahaan dalam menyusun rencana peningkatan efisiensi mesin *bobcat s750* dengan memaksimalkan efektifitas penggunaan mesin.
4. Perusahaan dapat meningkatkan efektifitas penggunaan mesin produksi secara menyeluruh yang akan memberikan informasi sebagai bahan pertimbangan untuk program peningkatan produktivitas dan efisiensi perusahaan di masa yang akan datang secara terus menerus.
5. Memberikan masukan kepada perusahaan untuk memperbaiki metode pemeliharaan yang selama ini diterapkan perusahaan.

#### 1.5. Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ada faktor yang selalu menjadi penghalang yang tidak dapat dihindari yaitu faktor waktu, dana, dan keterbatasan fasilitas. Maka dari itu dilakukan pembatasan masalah agar hasil yang diperoleh tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan yaitu sebagai berikut :

1. Pengukuran tingkat produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan diukur dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sesuai dengan prinsip TPM (*Total Productive Maintenance*) untuk mengetahui besarnya kerugian pada mesin/peralatan (*Equipment Losses*) yang dikenal dengan *Six Big Losses*.
2. Pengambilan data pengukuran efektifitas dan efisiensi mesin dilakukan untuk periode September 2018 – Maret 2019.
3. Permasalahan yang dibahas adalah faktor yang dominan dinilai berdasarkan *Pareto Diagram*.
4. Pendefinisian masalah yang sebenarnya dilakukan dengan *Causes and Effect* (Diagram sebab-akibat).
5. Penelitian dan pengamatan hanya dilakukan pada mesin *bobcat s750*.

#### **1.6. Asumsi – asumsi Yang Digunakan**

Asumsi-asumsi yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Keadaan perusahaan tidak berubah/stabil selama proses penelitian
2. Proses produksi berjalan normal seperti biasanya.
3. Pengambilan data yang dilakukan dianggap sebagai awal dimulainya program perbaikan mesin, sehingga pengukuran yang dilakukan bertujuan menganalisa permasalahan yang berkaitan dengan efisiensi yang selama ini belum pernah dilakukan perusahaan sebelumnya.
4. Masing-masing karyawan memahami bidang pekerjaannya sesuai metode kerja.
5. Pimpinan perusahaan dan para karyawan memiliki komitmen dan antusias yang kuat dalam mendukung proses penelitian ini guna meningkatkan efisiensi produksi diperusahaan tersebut.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian *Maintenance*

Pada industri manufaktur mesin-mesin dan peralatan yang telah tersedia dan siap pakai dibutuhkan setiap saat proses produksi akan dimulai. Fungsi mesin atau peralatan yang digunakan dalam proses produksi tersebut suatu saat akan mengalami kerusakan sejalan dengan semakin menurunnya kemampuan mesin/peralatan tersebut, akan tetapi usia kegunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan secara berkala melalui suatu aktivitas pemeliharaan yang tepat.

*Maintenance* adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Kerusakan yang terjadi pada mesin/peralatan dapat terjadi karena banyak sebab dan terjadi pada aktu berbeda sepanjang umur mesin/peralatan tersebut digunakan. Oleh karena itulah dalam usaha menengah dan berusaha untuk menghilangkan kerusakan yang mungkin timbul sewaktu proses produksi berjalan, dibutuhkan cara dan metode untuk mengantisipasinya dengan melakukan kegiatan pemeliharaan. Pada dasarnya hasil yang diharapkan dari kegiatan pemeliharaan mesin/peralatan mencakup dua hal sebagai berikut :

1. *Condition maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin/peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi sesuai dengan umur ekonomisnya.
2. *Replacement Maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian sparepart komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan

jadwal penggantian yang telah direncanakan sebelum kerusakan terjadi. (Ir Mukhril, 2010)

## 1.2. Tujuan *Maintenance*

Tujuan umum perawatan industri adalah untuk menunjang aktivitas dalam produksi. Dengan adanya kegiatan *maintenance* ini, maka mesin/peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama mesin/peralatan tersebut dipergunakan atau sebelum jangka waktu yang telah direncanakan tercapai (Tampubolon, 2018).

Beberapa tujuan *maintenance* yang utama adalah :

- a. Memperpanjang waktu pengoperasian fasilitas kerja yang digunakan semaksimal mungkin, dengan biaya perawatan seminimum mungkin dan adanya proteksi yang aman dari investasi modal.
- b. Menyediakan modal biaya tertentu dan informasi-informasi lainnya yang dapat menunjang penuh dalam bidang perawatan.
- c. Menentukan metode evaluasi prestasi kerja yang dapat berguna untuk manajemen secara umum.
- d. Membantu dalam menciptakan kondisi kerja yang aman, baik untuk bagian operasi maupun bagian perawatan dengan menetapkan dan menjaga standar perawatan yang benar.
- e. Meningkatkan keterampilan para pekerja dan para operator melalui pelatihan

## 1.3. Jenis-jenis *Maintenance*

Dalam istilah perawatan disebutkan bahwa disana tercakup dua pekerjaan yaitu istilah “perawatan” dan “perbaikan”. Perawatan dimaksudkan sebagai aktifitas untuk mencegah kerusakan, sedangkan istilah perbaikan dimaksudkan

sebagai tindakan untuk memperbaiki kerusakan. Secara umum ditinjau dari saat pelaksanaan pekerjaan perawatan, dapat dibagi menjadi dua cara yaitu :

1. Pemeliharaan terencana (*Planned Maintenance*)
2. Pemeliharaan tak terencana (*Unplanned Maintenance*)

### 2.3.1. Planned Maintenance (Pemeliharaan Terencana)

*Planned Maintenance* adalah pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh karena itu program *maintenance* yang akan dilakukan harus dinamis dan memerlukan pengawasan dan pengendalian secara aktif dari bagian *maintenance* melalui informasi dari catatan riwayat mesin/peralatan. (Ir Mukhril, 2010)

Konsep *Planned Maintenance* ditujukan untuk mengatasi masalah yang dihadapi manajer dengan pelaksanaan kegiatan *maintenance*. Komunikasi dapat diperbaiki dengan informasi yang dapat memberi data yang lengkap untuk mengambil keputusan. Adapun data yang penting dalam kegiatan *maintenance* adalah laporan pemeliharaan, laporan pemeriksaan, laporan perbaikan, dan lain-lain.

Keuntungan dilakukannya *Planned Maintenance* Antara lain :

- a. Mengurangi *downtime*, *corrective maintenance*, dan menaikkan *up-time*.
- b. Memperpanjang interval waktu *overhaul* dan umur mesin/peralatan.
- c. Meningkatkan efisiensi mesin/peralatan serta penjadwalan tenaga kerja yang lebih efektif.
- d. Mengurangi jumlah mesin untuk *stand by* dan jumlah persediaan suku cadang.

- e. Distribusi pekerjaan antara tenaga kerja secara seimbang.
- f. Mengurangi jam lembur.
- g. Dapat menstandarkan prosedur kerja, biaya dan waktu menyelesaikan pekerjaan.
- h. Dapat meningkatkan produksi dan penghematan biaya.

Kerugian dilaksanakan *planned maintenance* antara lain :

- a. Biaya awal untuk pembentukan *preventive maintenance* yang tinggi
- b. Mesin/peralatan akan lebih sering diperiksa/ditangani dan jika salah penanganan justru dapat menimbulkan kerugian.
- c. Pemakaian suku cadang ternyata lebih baik, karena komponen yang kondisinya menurun tidak ditunggu sampai benar-benar rusak.

Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) terdiri dari tiga bentuk pelaksanaan, yaitu :

### **1. Preventive maintenance (pemeliharaan pencegahan)**

*Preventive maintenance* (pemeliharaan pencegahan) merupakan suatu strategi perawatan peralatan produksi yang dilakukan setelah alat selesai digunakan selama periode waktu tertentu dan perawatan dilakukam sekalipun alat belum rusak atau belum menurun kinerjanya. Strategi ini dikenalkan sejak tahun 1951.

Dengan demikian semua fasilitas produksi yang diberikan *preventive maintenance* terjamin kelancarannya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan jadwal perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat. (The Japan Institute of Plant Maintenance, 2017).

Tujuan dari *preventive maintenance* adalah :

1. Menjamin agar mesin dan peralatan produksi selalu dalam kondisi baik sehingga dapat menghasilkan keluaran seperti yang diharapkan.
2. Mencegah terjadinya kerusakan yang akan berakibat mesin dan peralatan produksi tidak dapat dipakai dalam aktivitas produksi (*malfunction*).
3. Mencegah terhentinya aktivitas produksi karena kerusakan mesin atau peralatan produksi (*downtime*).

Kegiatan utama yang dilakukan untuk mencegah timbulnyakerusakan dan tetap menjaga agar mesin berfungsi dengan baik meliputi tiga hal :

- a. Pemeliharaan harian untuk mencegah terjadinya pemburukan (*deterioration*) mesin meliputi kegiatan membersihkan (*cleaning*), memeriksa (*checking*), pelumasan (*lubricating*), dan pengencangan baut/mur mesin (*tightening*).
- b. Pemeliharaan berkali (*periodic inspection*) untuk mencari gejala memburuknya kondisi mesin yang mungkin terjadi.
- c. Melaksanakan perbaikan (*restorations*) jika terdapat kerusakan pada mesin ataupun melakukan perbaikan untuk mencegah kerusakan yang mungkin timbul sebelum terjadi.

Kegiatan *preventive maintenance* sangat penting bagi mesin/peralatan produksi yang bersipat kritis (*critical unit*). Sebuah mesin/peralatan produksi termasuk dalam critical unit apabila :

1. Kerusakan mesin/peralatan akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan dan akan dapat menyebabkan kemacetan proses produksi.

2. Kerusakan mesin/peralatan akan membahayakan keselamatan atau kesehatan para pekerja.
3. Modal yang ditanamkan pada mesin/peralatan tersebut atau harga dari mesin/peralatan tersebut mahal.

Ciri-ciri *preventive maintenance* Antara lain :

1. *Maintenance* dilakukan ini terencana dan terjadwal.
2. Mesin/peralatan yang akan dirawat telah teridentifikasi dan telah diuraikan menjadi komponen-komponennya (tertulis dalam daftar).
3. Untuk setiap komponen dilakukan tindakan-tindakan *maintenance* yang telah ditetapkan secara rutin pada interval-interval waktu tertentu.
4. Sebagian besar kegiatan *maintenance* dilakukan pada komponen mesin pada keadaan mesin masih bekerja, dan sebagian pada keadaan masih berhenti.

Dalam prakteknya, *preventive maintenance* yang dilakukan dibedakan atau dua bagian, yaitu :

a. *Routine Maintenance* (Pemeliharaan Rutin)

*Routine Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin, setiap hari yang dapat berupa penyetelan (*setting*), pelumasan mesin selama beberapa menit sebelum digunakan setiap hari.

b. *Periodic Maintenance* (Pemeliharaan Periodik)

*Periodic Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya seminggu sekali, sebulan sekali, setahun sekali, dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal pelaksanaannya, misalnya setiap seratus jam kerja mesin, dan seterusnya. *Periodic Maintenance* ini dapat berupa

pemeriksaan sistem kerja komponen mesin/peralatan, atau dapat berupa penyetelan dan pemeriksaan katup-katup pemasukan/pengeluaran minyak pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat. (Warizki, 2019)

## **2. Corrective Maintenance (Pemeliharaan Perbaikan)**

*Corrective Maintenance* merupakan suatu strategi pemeliharaan alat yang diperkenalkan pada tahun 1957, dimana konsepnya bertujuan untuk mencegah kegagalan peralatan (meningkatkan keandalan mesin atau peralatan produksi) dan peralatan dapat dipelihara secara berkesinambungan. (Haming & Nurnajamuddin, 2017)

*Corrective Maintenance* menurut para operator yang mengoperasikan mesin/peralatan untuk melaksanakan dua hal yang mencakup:

1. Mencatat hasil yang diperoleh dari inspeksi harian mencakup semua kerusakan-kerusakan yang timbul secara detil dan terperinci.
2. Secara aktif ikut berperan untuk memberikan ide-ide yang membangun bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan dan mengantisipasi kondisi yang memungkinkan akan mengakibatkan kerusakan mesin/peralatan.

Kegiatan *Corrective Maintenance* (pemeliharaan perbaikan) dapat dibagi atas dua bagian, yaitu :

1. Perbaikan kerusakan diluar pemeriksaan. Perbaikan dilakukan terhadap satu atau beberapa komponen yang rusak sehingga dapat berfungsi secara normal.
2. Perbaikan menyeluruh (*overhaul*) merupakan kegiatan maintenance dengan secara menyeluruh terhadap suatu mesin/peralatan yang telah lama dioperasikan, dimana mesin/peralatan pada suatu saat akan membutuhkan

kegiatan pengujian dan perbaikan menyeluruh karena semakin lama dioperasikan maka kondisi suatu mesin/peralatan akan semakin menurun. Perbaikan yang dilakukan bertujuan untuk mengembalikan kemampuan mesin pada kondisi yang seoptimal mungkin dan dapat menghasilkan daya kerja yang tinggi, serta dapat memperpanjang usia kegunaan mesin/peralatan. (Warizki, 2019)

### **3. Predictive Maintenance**

*Predictive Maintenance* adalah tingkatan-tingkatan maintenance yang dilakukan pada tanggal yang ditetapkan berdasarkan prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi yang diambil pada interval-interval waktu tertentu. Data rekaman yang diambil untuk melakukan predictive maintenance itu dapat berupa data getaran, *temperature*, vibrasi, *flow rate*, dan lain-lainnya.

Perencanaan *predictive maintenance* dapat dilakukan berdasarkan laporan oleh operator lapangan yang diajukan melalui *work order* ke departemen *maintenance* untuk dilakukan tindakan yang tepat sehingga tidak akan merugikan perusahaan. Keunggulan dari metode ini adalah meningkatkan efisiensi kerja dan produktivitas karena mampu mengurangi kerusakan mesin yang tidak diharapkan tepat pada waktunya.

#### **2.3.2. Unplanned Maintenance (Pemeliharaan Tak Terencana)**

*Unplanned Maintenance* biasanya berupa *breakdown/emergency maintenance*. *Breakdown/emergency maintenance* (pemeliharaan darurat) adalah tindakan *maintenance* yang tidak akan dilakukan pada mesin/peralatan yang masih dapat beroperasi, sampai mesin/peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi. Dari bentuk pelaksanaan pemeliharaan tak terencana ini, maka

diharapkan penerapan pemeliharaan tersebut akan dapat memperpanjang umur dari pakai mesin/peralatan, dan dapat memperkecil frekuensi kerusakan. (Ir Mukhril, 2010)

#### **2.4. Tugas dan Pelaksanaan Kegiatan *Maintenance***

Kegiatan *maintenance* adalah untuk memelihara reliabilitas sistem pengoperasian pada tingkat yang dapat diterima dan tetap memaksimalkan laba dan meminimumkan biaya. *Maintenance* yang cenderung untuk memperbaiki reliabilitas sistem, termasuk pada kategori kebijaksanaan pokok yang dapat diperinci sebagai berikut:

1. Kebijakan yang cenderung untuk mengurangi frekuensi kerusakan peralatan produksi.
2. Kebijakan-kebijaksanaan untuk kegiatan pemeliharaan dilaksanakan dengan mempertimbangkan dua hal yaitu penggantian mesin/peralatan dan pelaksanaan reparasi serta didukung oleh keahlian dan keterampilan teknikal.

Penggantian peralatan tersebut harus berdasarkan pada :

- a. Perhitungan terhadap semua faktor biaya.
- b. Analisa nilai ekonomis mesin/peralatan lama dan mesin/peralatan baru.
- c. Cadangan mesin/peralatan yang harus segera dimanfaatkan.

Seluruh kegiatan *maintenance* dapat digolongkan ke dalam lima tugas pokok berikut, yaitu :

1. Inspeksi (*Inspections*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) terhadap mesin/peralatan sesuai dengan rencana yang bertujuan untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai fasilitas

mesin/peralatan yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

## 2. Kegiatan teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli dan kegiatan pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan komponen atau peralatan, juga berusaha untuk mencegah timbulnya seminimal mungkin terjadinya kerusakan.

## 3. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki mesin/peralatan produksi.

## 4. Kegiatan Administrasi

Kegiatan administrasi merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan kegiatan pemeliharaan, penyusunan *planning* dan *scheduling*, yaitu rencana kapan suatu mesin/peralatan tersebut harus diperiksa, diservis dan diperbaiki.

## 5. Pemeliharaan bangunan

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian *maintenance*. Pelaksanaan kegiatan *maintenance* dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu :

### 1. Sentralisasi

- a. Mudah berkomunikasi antar bagian bidang keahlian yang beragam.
- b. Kemungkinan untuk memiliki peralatan canggih yang cukup besar.

### 2. Desentralisasi

- a. Mengurangi waktu perjalanan dari dan ke lokasi perawatan.

- b. Mengetahui dan menguasai peralatan dengan lebih mendalam. Perhatian terhadap alat lebih besar sehingga perawatan lebih teliti. (Arifianto, 2017)

## 2.5. Total Productive Maintenance (TPM)

### 2.5.1. Pendahuluan

Manajemen pemeliharaan mesin/peralatan modern dimulai dengan apa yang disebut *preventive maintenance* yang kemudian berkembang menjadi *productive maintenance*. Kedua metode pemeliharaan ini umumnya disingkat dengan PM dan pertama kali diterapkan oleh industri-industri manufaktur di *Amerika Serikat* dan pusat segala kegiatannya ditempatkan satu departemen yang disebut *maintenance departement*.

*Preventive maintenance* mulai dikenal pada tahun 1950-an, yang kemudian berkembang seiring dengan perkembangan teknologi yang ada dan kemudian pada tahun 1960-an muncul apa yang disebut *productive maintenance*. *Total productive maintenance* (TPM) mulai dikembangkan pada tahun 1971 pada perusahaan Nippondenso Co. Ltd., di negara Jepang yang merupakan pengembang konsep maintenance yang diterapkan pada perusahaan industri manufaktur Amerika Serikat yang disebut *preventive maintenance*. (Haming & Nurnajamuddin, 2017)

Mempertahankan kondisi mesin/peralatan yang mendukung pelaksanaan proses produksi merupakan komponen yang penting dalam pelaksanaan pemeliharaan unit produksi. Tujuan dari pemeliharaan produktif (*productive maintenance*) adalah untuk mencapai apa yang disebut dengan *profitable PM* seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Dimana kita tidak hanya berusaha mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan dan cacat yang mungkin terjadi pada mesin/peralatan produksi, tetapi juga melaksanakan semua tindakan *maintenance*

tersebut secara efisien dan ekonomis.

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. Ketika dalam satu line produksi terdapat satu peralatan/mesin yang mengalami breakdown, maka akan berdampak pada proses keseluruhan. Mesin selalu mengalami breakdown dari waktu ke waktu dan salah satu tujuan dari TPM adalah mengeliminasi breakdown. (Levitt, 2010)

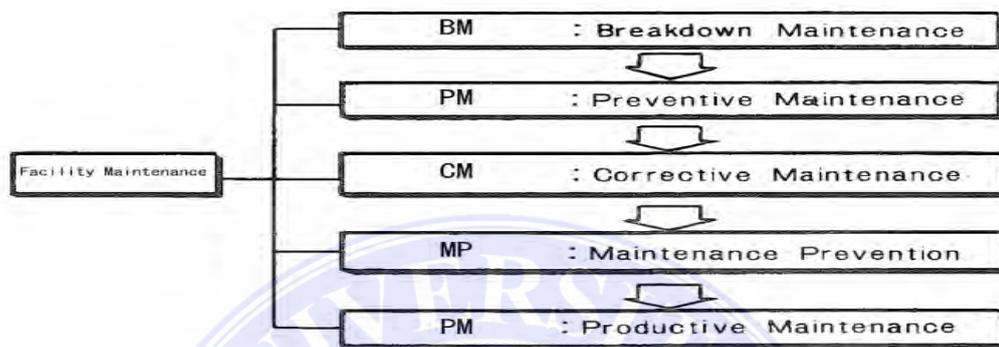
Untuk bisa mencapai apa yang disebut *profitable PM (productive maintenance)* kita harus melaksanakan tindakan-tindakan *maintenance* yang mencakup kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

1. *Preventive Maintenance* (mencegah timbulnya kerusakan)
2. *Corrective Maintenance* (melaksanakan pengembangan dan modifikasi pada mesin/peralatan untuk mencegah kerusakan dan membuat langkah-langkah pelaksanaan perbaikan yang lebih mudah)
3. *Maintenance Prevention* (merancang dan menciptakan alat yang hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan).
4. *Breakdown Maintenance* (melaksanakan perbaikan jika terjadi kerusakan).

TPM merupakan pengembangan ide dari *productive maintenance* atau *profitable PM*. TPM berkembang dari kegiatan sistem *maintenance* tradisional yang melibatkan semua departemen dan semua orang untuk ikut berpartisipasi dan mengemban tanggung jawab dalam manajemen mesin/peralatan. Aspek yang

membedakan TPM dengan PM adalah pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*) ini dilaksanakan oleh operator pada bagian produksi untuk membantu mereka dapat menangani dan merawat mesin/peralatan mereka sendiri.

Dibawah ini terdapat diagram profitable PM pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1. Diagram Profitable PM**

Pada sistem *maintenance* Amerika (*American-style PM*), departemen *maintenance* adalah bagian yang bertanggung jawab dalam pelaksanaan PM hal ini mencerminkan ciri konsep pembagian divisi tenaga kerja yang diatur oleh serikat buruh Amerika. Sedangkan pada *Japanese-style PM*, atau juga dikenal sebagai TPM malah sebaliknya tidak tergantung pada departemen *maintenance* saja tetapi mengandalkan partisipasi dari semua orang pada semua level yang lebih umum disebut pemeliharaan mandiri atau *autonomous maintenance by operators*.

### 2.5.2. Pengertian TPM (*Total Productive Maintenance*)

*Total Productive Maintenance* adalah sebuah pendekatan inovatif untuk melakukan pemeliharaan dengan tujuan untuk mengoptimalkan efektivitas peralatan, menghilangkan kerusakan, dan mempromosikan pemeliharaan otonom oleh operator melalui kegiatan sehari-hari yang melibatkan seluruh tenaga kerja. Untuk memenuhi tujuan tersebut, diperlukan *maintenance* yang *preventive* dan

*predictive*. (Nakajima, 1998)

Menurut (Nakajima, 1998), mendefenisikan TPM sebagai aktivitas yang bertujuan untuk :

- a. Mengeliminasi kerusakan mesin/peralatan, cacat produk dan kerugian lainnya yang diakibatkan oleh mesin/peralatan.
- b. Meningkatkan efektivitas mesin/peralatan.
- c. Meningkatkan laba bagi perusahaan.
- d. Menciptakan lingkungan kerja yang sehat.

Penerapan TPM di perusahaan adalah untuk memperbaiki meningkatkan kondisi perusahaan dengan didasarkan atas perbaikan sifat kerja karyawan dan kondisi mesin untuk kemudian mencapai :

- a. Tanpa kecelakaan (*Zero Accident*).
- b. Tanpa cacat (*Zero Depect*).
- c. Tanpa kerusakan (*Zero Failure*).

Subjek utama yang menjadi ide dasar dari kegiatan TPM adalah manusia dan mesin. Dalam hal ini diusahakan untuk merubah pola pikir manusia terhadap konsep pemeliharaan yang selama ini bisa dipakai. Pola pikir "Saya menggunakan peralatan saya, orang lain memperbaiki" harus diubah menjadi "Saya merawat peralatan saya sendiri". Dengan perubahan ini, diharapkan pemeliharaan mesin/peralatan berjalan dengan baik sehingga kerusakan dapat dicegah.

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. Penerapan TPM di perusahaan manufaktur yang utama juga adalah

untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan sebagai usaha untuk mengeliminasi kerugian-kerugian yang diakibatkan oleh tidak efektifnya penggunaan mesin/peralatan yang digunakan untuk mencapai *zero losses*.

Desakan dalam usaha menghilangkan kerugian-kerugian ini merupakan faktor kunci dalam memaksimalkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Untuk mencapai OEE yang tinggi, TPM diterapkan untuk mengeliminasi apa yang disebut “enam kerugian besar (*six big losses*)” yaitu enam faktor yang menyebabkan rendahnya efisiensi mesin/peralatan, yang termasuk dalam *six big losses* adalah *equipment Failure, Set-up and Adjustment Losses, Idling and Minor Stoppage Losses, Reduced Speed Losses, Process Defect Losses*, dan *Reduced Yield Losses*.

### **2.5.3. Tujuh Pilar TPM (*Total Productive Maintenance*)**

Ireland and Dale serta Jonas Hansson, Fredrik Backlund dan Liselott Lyeke dalam buku (Haming & Nurnajamuddin, 2017) menyatakan bahwa TPM memiliki tujuh pilar yang menunjang keberhasilan dalam penerapan TPM. Tujuh pilar TPM bukan tahapan kegiatan yang harus dilakukan secara berurutan, namun lebih merupakan kegiatan-kegiatan yang berdiri sendiri. Ketujuh pilar TPM tersebut adalah :

1. Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous maintenance*).
2. Pencegahan dan perawatan pencegahan (*Preventive and PM*)
3. Pendidikan dan pelatihan di semua tingkatan, terutama untuk operator (*education and training at all levels, particularly for the operators*)
4. Fokus pada perbaikan dan perbaikan secara individu (*focused and individual improvement*).

5. Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja (*occupational safety and environment*).
6. Manajemen dini peralatan (*early equipment management*).
7. Pemeliharaan kualitas (*quality maintenance*).

Inti atau elemen dasar dari sistem *Total Productive Maintenance* (TPM) sebenarnya adalah kegiatan Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous maintenance*) dan kegiatan Peningkatan Pembagian (*Partial Improvement*). Pemeliharaan Mandiri dimaksudkan untuk mencegah kerusakan dan mempertahankan kondisi sistem agar tetap berjalan dengan baik seperti semula, sedangkan Peningkatan Perbagian dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas dan kemampuan sistem secara keseluruhan.

#### **2.5.3.1. *Autonomous Maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)**

*Autonomous maintenance* atau pemeliharaan mandiri merupakan suatu kegiatan untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan melalui kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh operator untuk memelihara mesin/peralatan yang mereka tangani sendiri. Prinsip-prinsip yang terdapat pada lima S, merupakan prinsip yang mendasari kegiatan *autonomous maintenance*, yaitu :

1. SEIRI (*clearing up*) : Menyingkirkan benda-benda yang tidak diperlukan
2. SEITON (*organazing*) : Menempatkan benda-benda yang diperlukan dengan rapi
3. SEISO (*cleaning*) : Membersihkan peralatan dan tempat kerja.
4. SEIKATSU (*standarizing*) : Membuat standar kebersihan, pelumasan dan inspeksi.

5. SHITSUKE (*training and discipline*) : Meningkatkan skill dan moral. (The Japan Institute of Plant Maintenance, 2017)

Pada sistem *maintenance* tradisional, bagian produksi mengoperasikan mesin/peralatan dengan asumsi bahwa segala sesuatu yang berhubungan dengan mesin/peralatan adalah merupakan tanggung jawab departemen maintenance. Akan tetapi metode ini tidak akan berhasil menghilangkan kerusakan dan cacat yang terjadi pada mesin/peralatan.

TPM secara bertahap akan mengeliminasi kerusakan yang terjadi pada mesin/peralatan dengan memberikan pelatihan (*training*) bagi operator mesin/peralatan sebagai tokoh sentral yang akan melaksanakan *preventive maintenance* dengan melakukan pemeliharaan mandiri setiap hari. *Autonomous maintenance* diimplementasikan melalui 7 langkah yang akan membangun keahlian yang dibutuhkan operator agar mereka mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan. Tujuh langkah kegiatan yang terdapat dalam *autonomous maintenance* adalah:

1. Membersihkan dan memeriksa (*clean and inspect*).
2. Membuat standar pembersihan dan pelumasan (*draw up cleaning and lubricating standards*).
3. Menghilangkan sumber masalah dan area yang tidak terjangkau (*eliminate problem and inaccessible area*).
4. Melakukan pemeliharaan menyeluruh (*conduct general inspection*).
5. Melaksanakan pemeliharaan mandiri (*conduct autonomous inspections*).
6. Pengorganisasian dan kerapian (*organization and tidiness*).
7. Membangun Tim Kerja (*Autonomous Management*)

## 2.6. Analisis Produktivitas : *Six Big Losses* (Enam Kerugian Besar)

Kegiatan dan tindakan-tindakan yang dilakukan dalam TPM tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin mesin/peralatan dan meminimalkan downtime mesin/peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin/peralatan bukan hanya semata karena kerusakan mesin/peralatan saja. Rendahnya produktivitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh pengguna mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien terdapat dalam enam faktor yang sering disebut enam kerugian besar (*six big losses*). Menurut *Gasperzt*, efisiensi adalah ukuran yang menunjukkan bagaimana sebaiknya sumber-sumber daya digunakan untuk menghasilkan output. (Warizki, 2019)

*Efisiensi* merupakan karakteristik proses yang mengukur performansi actual dari sumber daya relative terhadap standar yang ditetapkan. Seangkan efektivitas merupakan karakteristik lain dari proses yang mengukur derajat pencapaian output actual terhadap output yang direncanakan. Dalam era persaingan bebas sekarang ini pengukuran system produksi yang hanya mengacu pada kuantitas output semata akan dapat menyesatkan (*mislanding*), karena pengukuran ini tidak memperhatikan karakteristik utama dari proses, yaitu : kapasitas, efisiensi dan efektivitas.

Mesin/peralatan yang digunakan dengan efisien akan membuat kerja dan pemeliharaan mesin/peralatan lebih mudah dan memberikan keuntungan yang lebih bagi perusahaan. Menggunakan mesin/peralatan dengan seefisien mungkin artinya adalah memaksimalkan fungsi dari kinerja mesin/peralatan produksi dengan tepat guna dan berdaya guna. Untuk dapat meningkatkan produktivitas

dan efisiensi mesin/peralatan yang digunakan maka perlu dilakukan analisis produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan pada *six big losses*. Adapun enam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Downtime*

1. *Equipment Failure*.
2. *Set-up and adjustment* (Kerugian karena pemasangan dan penyetelan).

b. *Speed losses* (Penurunan Kecepatan)

1. *Idling and minor stoppages* (Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat).
2. *Reduced speed* (Kerugian karena penurunan kecepatan produksi).

c. *Defects* (Cacat).

1. *Process defect* (Kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang).
2. *Reduced yielded losses* (Kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil).

**2.6.1. *Equipment failure/ Breakdowns***

Kerugian ini terjadi dikarenakan peralatan mengalami kerusakan, tidak dapat digunakan dan memerlukan perbaikan atau penggantian. Kerugian ini diukur dengan seberapa lama waktu selama mengalami kerusakan hingga selesai diperbaiki. Kerusakan yang terjadi berulang-ulang seperti ban bocor relative mudah untuk diketahui dan tindakan perbaikan dan pencegahan biasanya lebih mudah dan jelas. Di sisi lain kerusakan-kerusakan kronis yang kecil dan tidak kasat mata biasanya sering terabaikan dan seperti itu tidak dapat dicegah, misalnya system hidrolik macet yang dan tidak berfungsi dan masalah-masalah

yang berhubungan dengan kualitas atau mesin yang berhenti sesaat. (Warizki, 2019)

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Equipment failure losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

### 2.6.2. *Set-up and Adjustment Losses*

Kerugian karena *set-up* dan *adjustment* adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti suatu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain total yang dibutuhkan mesin tidak berproduksi guna mengganti cetakan (*dies*) bagi jenis produk berikutnya sampai dihasilkan produk yang sesuai untuk proses selanjutnya. Sekarang ini metode untuk mengurangi lamanya waktu *set-up* telah banyak diterapkan pada industri manufaktur *modern*. Hampir semua metode *set-up time* bertujuan untuk mereduksi lamanya waktu *set-up* dan *adjustment* mesin. (Warizki, 2019)

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Set-up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

### 2.6.3. *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*). Jika kondisi ini terjadi biasanya mesin akan berfungsi kembali jika material yang akan diproses dipindahkan ataupun *direset* kembali. Umumnya operator tidak terlalu memperhatikan atau malah mengabaikan kondisi ini karena biasanya mudah

ditanggulangi, tetapi *minor stoppages* tetap akan menurunkan efektivitas dan efisiensi mesin/peralatan dan harus dihilangkan secara mutlak. (Warizki, 2019)

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Idling and minor stoppages losses} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

#### 2.6.4.Reduced Speed Losses

Reduce speed losses, yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut. Pengukuran kerugian ini dengan membandingkan kapasitas ideal dengan beban kerja aktual. Menurunnya kecepatan produksi antara lain disebabkan oleh:

- a. Kecepatan mesin yang dirancang tidak dapat dicapai karena berubahnya jenis produk atau material yang tidak sesuai dengan mesin/peralatan yang digunakan
- b. Kecepatan produksi mesin/peralatan menurun akibat operator tidak mengetahui beberapa kecepatan normal mesin/peralatan sesungguhnya.
- c. Kecepatan produksi sengaja dikurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin/peralatan dan kualitas produk yang dihasilkan jika produksi pada kecepatan produksi yang lebih tinggi.

Masalah-masalah yang timbul seperti yang di atas muncul karena sering terabaikan padahal sebenarnya hal-hal tersebutlah yang akan berkembang dan memberikan kontribusi yang besar pada *six big losses* yang akan menurunkan efektivitas dan efisiensi mesin/peralatan. (Warizki, 2019)

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Reduce speed losses} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total produksi})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

### 2.6.5. *Process Defect Losses*

Kerugian ini terjadi karena terjadi kecacatan produk selama produksi. Produk yang tidak sesuai spesifikasi perlu dirework atau dibuat scrap. Diperlukan tenaga kerja untuk melakukan proses rework dan material yang diubah menjadi scrap juga merupakan kerugian bagi perusahaan. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki cacat produk hanya sedikit akan tetapi kondisi seperti ini bisa menimbulkan masalah yang semakin besar. (Warizki, 2019)

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

### 2.6.6. *Reduced Yield Losses*

Yield losses, terjadi dikarenakan bahan baku terbuang. Kerugian ini dibagi menjadi dua, yaitu kerugian bahan baku akibat desain produk dan metode manufaktur serta kerugian penyesuaian karena cacat kualitas produk yang diproduksi pada awal proses produksi dan saat terjadi pergantian. Kerugian yang timbul tergantung pada faktor-faktor seperti keadaan operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/peralatan atau cetakan (*dies*) ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dilakukan.

Beberapa hal yang berhubungan dengan kerugian yang mungkin timbul pada tahap awal produksi dapat diterima karena tidak dapat dihindarkan, akan tetapi tetap dibutuhkan tindakan untuk meminimalkan agar mesin/peralatan yang digunakan dapat beroperasi pada kondisi ideal yang diharapkan. (Warizki, 2019)

Sebelum kita mengetahui seberapa besar pengaruh keenam kerugian besar tersebut pada mesin/peralatan yang digunakan, kerugian kerugian yang mengakibatkan rendahnya produktivitas mesin/peralatan tidak akan dapat kita

kurangi atau dihilangkan. Akan tetapi jika kita telah dapat mengukur seberapa besar masing-masing *six big losses* yang terjadi pada mesin/peralatan maka tindakan dan langkah-langkah untuk menguranginya akan dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip-prinsip yang terdapat pada TPM. (Warizki, 2019)

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Yield\ losses = \frac{ideal\ cycle\ time \times scrap}{loading\ time} \times 100\%$$

### 2.7. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

*Overall equipment effectiveness* (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada efektivitas suatu operasi produksi yang dijalankan. Hasil dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. Pengukuran OEE juga biasa digunakan sebagai indikator kinerja untuk *key performance indicator* (KPI) dalam implementasi *lean manufacturing* untuk memberikan indikator keberhasilan. (Nursubiyantoro, Puryani, & Rozaq, 2016)

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 standar dunia untuk masing-masing faktor berbeda-beda. Berikut adalah standar dunia dari masing-masing variabel.

Avaibility	90%
Performance	95%
Quality	99%
Overall Equipment Efectiveness	85%

Gambar 2.2 *world class OEE*

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan produk *six bog losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/peralatan sebagai berikut :

1. *Availability*
  - a. *Equipment Failure*
  - b. *Setup and adjustment*
2. *Performance Efficiency*
  - a. *Idling and minor stoppages*
  - b. *Reduced speed*
3. *Rate of Quality Product*
  - a. *Process defect*
  - b. *Reduced yield*

Formula matematis dari *overall equipment effectiveness* (OEE) dirumuskan sebagai berikut (Nursubiyantoro, Puryani, & Rozaq, 2016) :

$$OEE = Availability \times Performance\ efficiency \times Rate\ of\ quality\ product \times 100\%$$

Kondisi operasi mesin/peralatan produksi tidak akan akurat ditunjukkan jika hanya didasari oleh perhitungan satu faktor saja, misalnya *performance efficiency* saja. Dari enam pada *six big losses* baru *minor stoppages* saja yang dihitung pada *performance efficiency* mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* harus diikutkan dalam perhitungan OEE, kemudian kondisi aktual dari mesin/peralatan dapat dilihat secara akurat, keenam faktor dalam *six big losses* harus dilakukan dalam perhitungan OEE.

### 2.7.1. Availability

*Availability ratio* merupakan ratio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin/peralatan. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur *availability* adalah (Warizki, 2019) :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{operation time} - \text{down time}}{\text{loading time}} \times 100\% \end{aligned}$$

*Loading time* adalah waktu yang tersedia (*availability time*) perhari atau perbulan dikurangi dengan waktu downtime mesin yang direncanakan (*planned downtime*).

$$\text{Loading time} = \text{Total availability time} - \text{planned downtime.}$$

*Planned Downtime* adalah jumlah waktu yang telah direncanakan dalam rencana produksi termasuk didalamnya waktu downtime untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan lainnya.

*Operation time* merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*), dengan kata lain *operation time* adalah waktu operasi yang tersedia (*available time*) setelah waktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari total *available time* yang direncanakan. *Downtime* mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan (*equipment failures*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* meliputi mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin/peralatan, penggantian cetakan (*dies*), pelaksanaan prosedur *set-up* dan *adjustment* dan lain sebagainya. (Warizki, 2019).

### 2.7.2. Performance Efficiency

*Performance efficiency* merupakan hasil perkalian dari *operating speed rate* dan *net operating rate*, atau rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*). (Warizki, 2019).

*Operating speed rate* merupakan perbandingan antara kecepatan ideal mesin berdasarkan kapasitas mesin sebenarnya (*theoretical/ideal cycle time*) dengan kecepatan aktual mesin (*actual cycle time*). Persamaan matematisnya ditunjukkan sebagai berikut (Warizki, 2019) :

$$\text{Operating Speed Rate} = \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}}$$

$$\text{Net Operating Rate} = \frac{\text{Actual Process Time}}{\text{Operation Time}}$$

*Net operation rate* merupakan perbandingan antara jumlah produk yang diproses (*processes amount*) dikali *actual cycle time* dengan *operation time*. *Net operation time* berguna untuk menghitung rugi-rugi yang diakibatkan oleh *minor stoppages* dan menurunnya kecepatan produksi. Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency* (Warizki, 2019) :

1. *Ideal cycle* ( waktu siklus ideal/waktu standar).
2. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses).
3. *Operation time* (waktu operasi mesin).

*Performance Efficiency* dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

*Perfomance Efficiency* = *net operating* x *operating speed time*

$$= \frac{\text{Process Amount} \times \text{Actual Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}}$$

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Process Amount} \times \text{Actual Time}}{\text{Operation Time}} \times 100 \%$$

### 2.7.3. Rate of Quality Product

*Rate of quality product* adalah rasio jumlah produk terhadap jumlah total produk yang diproses. Jadi *rate of quality product* adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor :

1. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses).
2. *Defect amount* (jumlah produk yang cacat).

$$\text{Rate of quality Product} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

TPM mereduksi rugi-rugi mesin/peralatan (*equipment*) dengan cara meningkatkan *availability, performance, efficiency, dan Rate of quality product*. Sejalan dengan meningkatnya ketiga faktor yang terdapat dalam OEE maka kapabilitas perusahaan juga meningkat. Untuk dapat menerapkan TPM dalam usaha meningkatkan produktivitas perusahaan dan mencapai efisiensi mesin/peralatan yang optimal, dibutuhkan dua faktor yang sangat menentukan keberhasilan penerapannya. Pertama, kita harus menjaga supaya data pengoperasian mesin/peralatan dicatat secara akurat sehingga pelaksanaan perencanaan dan pengawasan yang tepat terhadap mesin/peralatan dapat disiapkan yang kedua adalah kita harus merancang alat ukur yang tepat untuk mengukur kondisi pengoperasian mesin/peralatan. (Haming & Nurnajamuddin, 2017)

## 2.8. Perencanaan dan Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM)

Petunjuk dan prosedur pelaksanaan TPM secara rinci untuk memaksimalkan produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan disesuaikan dengan

kondisi perusahaan itu sendiri. Tiap perusahaan harus merancang dan mengembangkan rencana kegiatan *maintenance* sendiri, karena kebutuhan dan permasalahan yang dihadapi berbeda antara satu perusahaan dengan perusahaan lainnya, tergantung pada jenis perusahaan, metode produksi yang diterapkan, serta kondisi dan jenis mesin/peralatan yang digunakan.

Terdapat beberapa beberapa kondisi dasar yang harus dipenuhi dalam pengembangan prinsip-prinsip TPM untuk diterapkan dalam perusahaan. Secara umum, untuk berhasil dalam penerapan TPM ada 4 tahap kegiatan pengembangan TPM yang harus dilaksanakan, yaitu:

1. Mengeliminasi *six big losses* untuk meningkatkan efektivitas mesin/peralatan dengan cara menganalisa menggunakan Diagram Sebab - Akibat.
2. Program kegiatan pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*).
3. Membuat jadwal *maintenance* bagi departemen *maintenance*.
4. Merancang kegiatan manajemen mesin/peralatan.

Empat kegiatan tersebut diatas merupakan kegiatan dasar dalam penerapan TPM dalam perusahaan industri. Kegiatan pengembangan tersebut merupakan tuntunan kegiatan minimal yang harus dilaksanakan dalam pengembangan TPM. (Ir Mukhril, 2010)

## 2.9. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat adalah untuk mengidentifikasi berbagai kemungkinan penyebab permasalahan. Diagram sebab akibat bisa juga disebut dengan *Fishbone diagram* atau *Ishikawa diagram*. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Dalam hal ini metode

sumbang saran (*brainstorming method*) akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail. (Warizki, 2019)

Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang selalu akan mendapatkan bahwa ada 5 faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu

- a. Manusia (*man*).
- b. Metode kerja (*work method*).
- c. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*machine/equipment*).
- d. Bahan baku (*raw material*).
- e. Lingkungan kerja (*work environment*) (Arifianto, 2017).

### **2.9.1. Manusia (Man)**

Tenaga kerja (*man power*) adalah besarnya bagian dari penduduk yang dapat diikutsertakan dalam proses ekonomi. Manusia merupakan sumber daya terpenting bagi perusahaan. Oleh karena itu, manajer perlu berupaya agar terwujud perilaku positif di kalangan karyawan perusahaan. Berbagai faktor yang perlu diperhatikan antara lain adalah: langkah-langkah yang jelas mengenai manajemen SDM, keterampilan dan motivasi kerja, produktivitas, dan system imbalan

Kebijakan sumber daya manusia terpengaruh oleh faktor-faktor eksternal, antara lain berupa perkembangan pendidikan, jumlah penawaran tenaga kerja, perkembangan social, perburuhan, adat, agama, budaya, dan system nilai masyarakat lainnya. Sedangkan faktor-faktor internal SDM akan dipengaruhi oleh manajemen SDM itu sendiri, yang terdiri ats tiga fungsi utama. Pertama, yaitu

fungsi manajerial yang terdiri atas perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian SDM. Fungsi kedua, yaitu fungsi operasional yang terdiri atas pengadaan, pengembangan, kompensasi, pengintegrasian, pemeliharaan, dan pemutusan hubungan kerja. Terakhir, fungsi ketiga, yaitu kedudukan SDM dalam rangka pencapaian tujuan organisasi perusahaan secara terpadu. (Warizki, 2019)

### **2.9.2. Metode Kerja (*Method*)**

Metode kerja adalah aplikasi yang efektif dari usaha-usaha ilmu pengetahuan dalam mewujudkan kebutuhan operasional menjadi suatu system konfigurasi tertentu melalui proses yang saling berkaitan berupa definisi keperluan analisis fungsional, sintesis, optimasi, desain, tes, dan evaluasi. Suatu metode dan konsep adalah suatu teknik dan prosedur yang menggambarkan petunjuk pelaksanaan di lapangan walaupun banyak terjadi bahwa konsep dan metode banyak pelaksanaannya jauh menyimpang dari harapan. (Warizki, 2019)

### **2.9.3. Mesin/Peralatan (*Machine*)**

Melakukan proses produksi berarti memilih proses menghasilkan produk atau pelayanan, menyangkut macam teknologi dan segala sesuatu yang berkaitan dengannya. Setiap keputusan yang dipilih, maka keputusan itu akan menentukan macam peralatan, denah, fasilitas penunjang lainnya. Hal ini juga terkait dengan alat penampung sebagai alat pengendalian dan juga penyimpanan, harus ada jarak yang cukup untuk mendapatkan keseimbangan antara keamanan dan faktor ekonomi. (Warizki, 2019)

### **2.9.4. Bahan Baku (*Material*)**

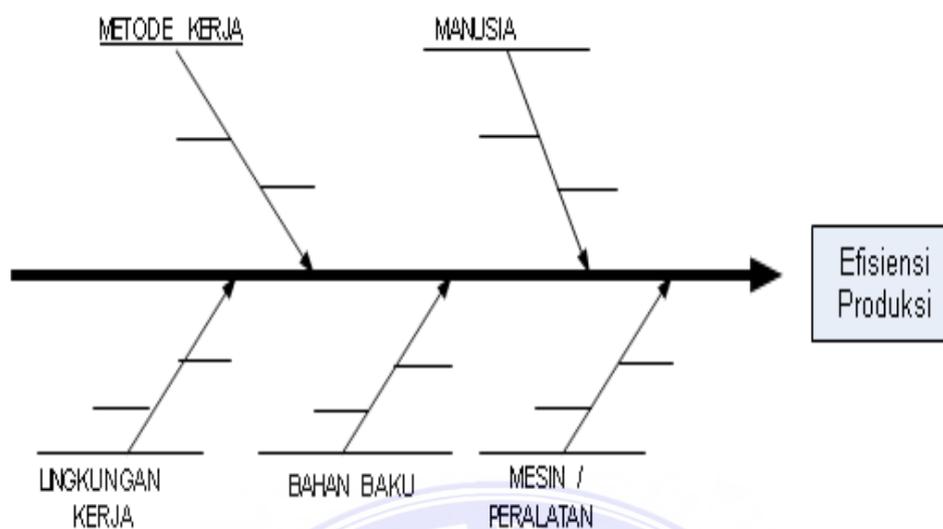
Suatu pabrik memerlukan bahan baku atau material agar produksi di pabrik atau industri dapat terus berkesinambungan, disamping itu juga pabrik

amat berkepentingan untuk menjaga agar suplai bahan baku dapat berkesinambungan, dengan harga yang layak dan biaya yang rendah. Oleh karena itu, seringkali pertimbangan salah satu industry untuk memilih dekat dengan lokasi bahan baku sehingga memperpendek transportasi dan juga memperkecil biaya. Penyediaan bahan atau material harus tersedia cukup baik kualitas maupun kuantitasnya dalam jangka waktu yang ditentukan demi kesinambungan produksi. (Warizki, 2019)

### **2.9.5. Lingkungan**

Masalah lingkungan hidup pada saat ini semakin mendapat perhatian. Implementasi fisik proyek, dan operasi instalasi nantinya sering membawa perubahan yang dapat berakibat pada kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan lokasi hendaknya didahului dengan kegiatan penelitian dan perencanaan sebaik-baiknya agar implementasi fisik proyek berikut periode operasinya berpegang pada pengertian pembangunan berwawasan lingkungan, dalam arti bahwa pemanfaatan sumber daya alam dilakukan dengan kemampuan daya dukung alam sekitar. Dengan demikian, kelestarian lingkungan hidup dalam masa-masa mendatang tetap terjaga. (Warizki, 2019)

Berikut adalah contoh penggambaran diagram sebab akibat yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3. Diagram Sebab Akibat ( Cause and Effect Diagram)**

### 2.10. Diagram Pareto

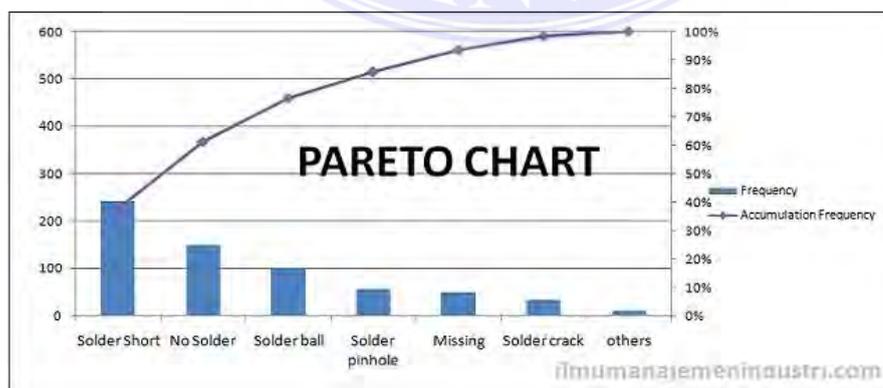
Diagram Pareto adalah alat yang mengatur item dalam urutan berdasarkan besarnya kontribusi mereka, sehingga dapat mengidentifikasi dengan menguraikan beberapa item pada item yang memiliki pengaruh maksimal. Alat ini digunakan pada SPC dan peningkatan kualitas untuk memprioritaskan proyek-proyek untuk perbaikan, memprioritaskan pembentukan tindakan korektif untuk memecahkan masalah, mengidentifikasi produk yang paling dikeluhkan, mengidentifikasi sifat keluhan yang paling sering terjadi, mengidentifikasi penyebab yang paling sering dari penolakan atau untuk tujuan lain yang sejenis. (Arifianto, 2017)

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.

Analisis pareto berdasarkan prinsip 80% masalah berasal dari 20% penyebab. Contohnya adalah 80% ketidakpuasan pelanggan suatu produk disebabkan karena 20% cacat pada produk tersebut. 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. (Arifianto, 2017)



**Gambar 2.4. Contoh diagram pareto**

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Deskripsi Lokasi, dan Waktu Penelitian**

##### **3.1.1. Deskripsi Lokasi**

PT. Agro Energi Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan pupuk organik granul bersubsidi yang berlokasi di Jalan Bandar Laguhan Negara, Kelurahan Limau Mungkur, Kecamatan STM Hilir, Tanjung Morawa, Deli Serdang. Lokasi PT. Agro Energi Indonesia telah dimuat di halaman lampiran dalam bentuk *screenshot* (tangkapan layar) *Google Maps*.

##### **3.1.2. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilaksanakan selama 1 bulan terhitung pada tanggal 12 Agustus 2019 sampai 14 September 2019 di PT. Agro Energi Indonesia, Tanjung Morawa, Deli Serdang, Sumatera Utara.

#### **3.2. Jenis Penelitian dan Sumber Data Penelitian**

Berdasarkan sifatnya, maka penelitian ini digolongkan sebagai penelitian deskriptif yaitu penelitian yang berusaha untuk memaparkan pemecahan masalah terhadap suatu masalah yang ada sekarang secara sistematis dan aktual berdasarkan data-data. Jadi, penelitian ini meliputi proses pengumpulan, penyajian dan pengolahan data, serta analisis dan pemecahan masalah. Data penelitian ini sendiri terdiri atas data primer dan data sekunder.

### 3.2.1. Data Primer

Data primer hasil observasi langsung dalam penelitian di pabrik pupuk organik PT. Agro Energi Indonesia terdiri atas data sebagai berikut :

1. Wawancara dengan operator mesin

### 3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder didapat dari dokumen perusahaan PT. Agro Energi Indonesia yang terdiri atas data sebagai berikut :

1. Data waktu kerusakan (*Downtime*) mesin Bobcat S-750.
2. Data waktu pemeliharaan (*Planned Downtime*) mesin Bobcat S-750.
3. Data waktu *set up* mesin Bobcat S-750.
4. Data *delay* mesin Bobcat S-750.
5. Data hasil produksi.
6. Data tenaga kerja dan jam kerja.

Data-data yang nantinya akan digunakan dalam penyusunan dan pengolahan adalah data yang diperoleh langsung melalui pengamatan dan pencatatan serta data dari dokumen perusahaan. Objek yang diteliti adalah mesin *Bobcat S-750* di pabrik pengolahan pupuk organik PT. Agro Energi Indonesia.

Perusahaan hanya memiliki 1 unit mesin/alat berat jenis Bobcat S-750 yang merupakan fasilitas yang sangat penting dalam proses produksi. Yang mendasari pemilihan objek penelitian ini adalah mesin Bobcat S-750 selalu beroperasi pada jam kerja dan sering mengalami kerusakan, baik kerusakan ringan maupun berat.

### 3.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penulisan laporan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

### 1. Wawancara

Data yang diperoleh dari perusahaan dikumpulkan dengan cara mencatat data yang tersedia di perusahaan dan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan. Wawancara dilakukan secara sistematis kepada beberapa pihak diantaranya : Pimpinan perusahaan, manager produksi, dan operator mesin *bobcat s-750*.

### 2. Peninjauan lapangan

Peneliti melakukan tinjauan ke perusahaan tempat melakukan penelitian serta mengamati sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan pada tahapan ini meliputi data input output produksi, data alur produksi, dan data wawancara dengan operator mesin *bobcat s-750*.

### 3. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah segala usaha yang dilakukan oleh peneliti untuk menghimpun informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang sedang diteliti. Data yang diperoleh didapat dari catatan, laporan, buku, dan bagian terkait seperti data perusahaan, baik data umum maupun data yang diperlukan dalam pengukuran produktivitas seperti data produksi, material, *maintenance* mesin dan lain lain.

### 3.4. Teknik Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari pengumpulan data akan diolah dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan mengikuti tahapan-tahapan berikut:

#### 1. Perhitungan *Availability*

*Availability* adalah rasio *operation time* terhadap *loading time*-nya.

## 2. Perhitungan *Performance Efficiency*

*Performance Efficiency* adalah rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*).

## 3. Perhitungan *Rate of Quality*

*Rate of Quality Product* adalah rasio produk yang baik (*good product*) yang sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses.

## 4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dilakukan untuk tingkat efektivitas mesin.

## 5. Perhitungan *Six Big Losses*

Setelah dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) kemudian akan dilakukan perhitungan OEE dengan melibatkan data *Six Big Losses* dari mesin yang diteliti. Dimana akan dilakukan perhitungan *Downtime Losses*, *Speed Loss*, dan *Defect Loss*.

## 6. Pendefinisian masalah sebenarnya akan dilakukan dengan menggunakan diagram *Cause and Effect*.

## 7. Evaluasi dan Usulan Pemecahan Masalah.

### 3.5. Teknik Pemecahan Masalah

Menganalisa hasil pengolahan data untuk mengetahui seberapa besar perubahan tingkat efektivitas penggunaan mesin/peralatan produksi dan untuk memperoleh penyelesaian dari masalah yang ada antara lain:

#### 1. Analisa perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*.

2. Analisa perhitungan *Six Big Losses*.
3. Analisa Diagram Sebab Akibat.
4. Evaluasi/Usulan Pemecahan Masalah.

### 3.6. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut dan sifat atau nilai orang, faktor, perlakuan terhadap obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Ada beberapa jenis variabel, diantaranya adalah *variabel independen* dan *variabel dependen*.

#### 1. Variabel Independen

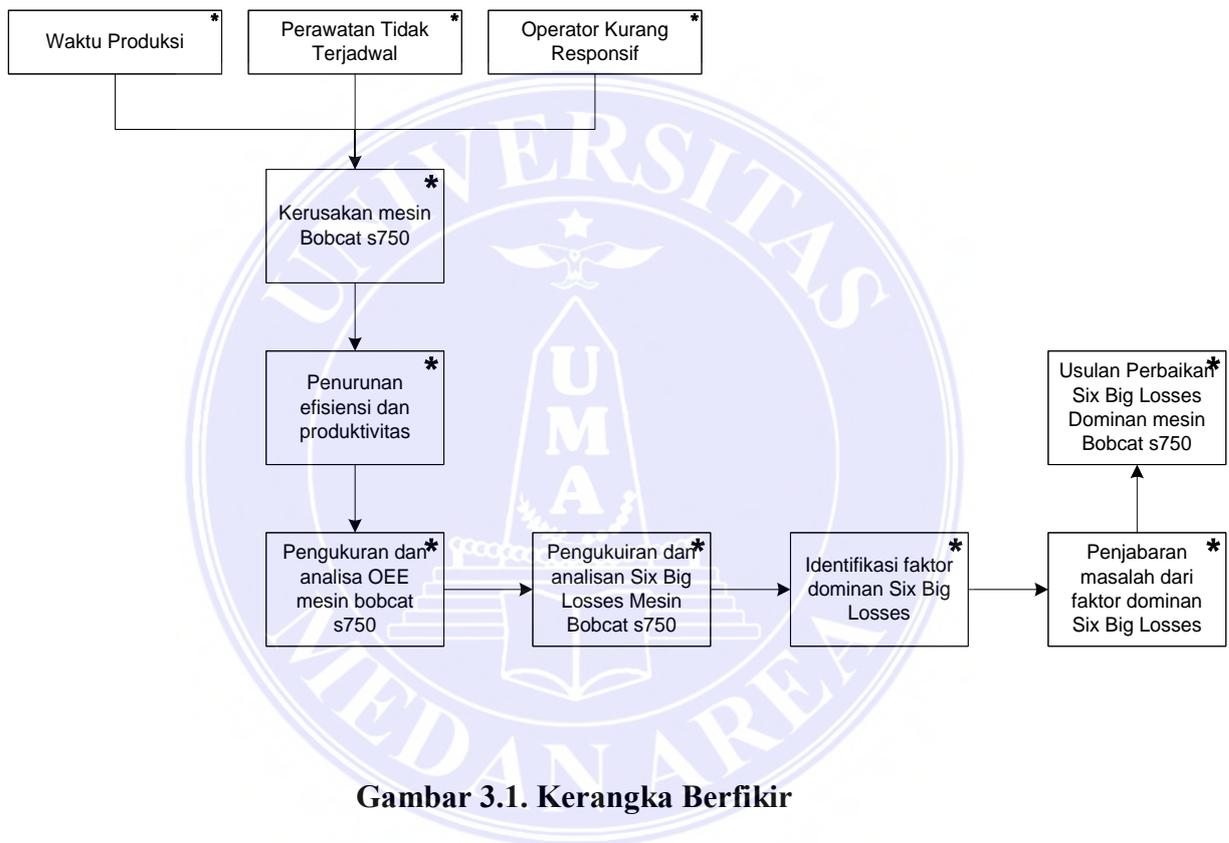
Variabel independen adalah variabel yang menjadi penyebab adanya atau timbulnya perubahan variabel dependen. Pada penelitian ini yang menjadi variabel independen adalah *Waktu produksi, perawatan tidak terjadwal* dan *operator kurang responsif*. Hal ini dikarenakan variabel-variabel tersebut yang menjadi penyebab kerusakan mesin bobcat s750 dan menyebabkan menurunnya efisiensi produksi.

#### 2. Variabel dependen

Variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi atau dikenal juga sebagai variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel independen. Pada penelitian ini yang menjadi variabel dependen adalah *Kerusakan/breakdown mesin bobcat s750*. Hal ini dikarenakan kerusakan/breakdown mesin *bobcat s750* dipengaruhi oleh variabel independen yang menyebabkan menurunnya efisiensi. Data-data yang akan dilampirkan merupakan data yang diperoleh langsung dari perusahaan, serta wawancara dengan operator mesin *bobcat s750*, dan manager produksi.

### 3.7. Kerangka Berfikir

Kerangka Berpikir adalah penjelasan sementara terhadap suatu gejala yang menjadi objek permasalahan yang disusun dengan berdasarkan pada tinjauan pustaka dan hasil penelitian yang relevan atau terkait. Dari masalah yang timbul, selanjutnya dilakukan penganalisaan terhadap indeks produktivitas perusahaan. Adapun kerangka berfikir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



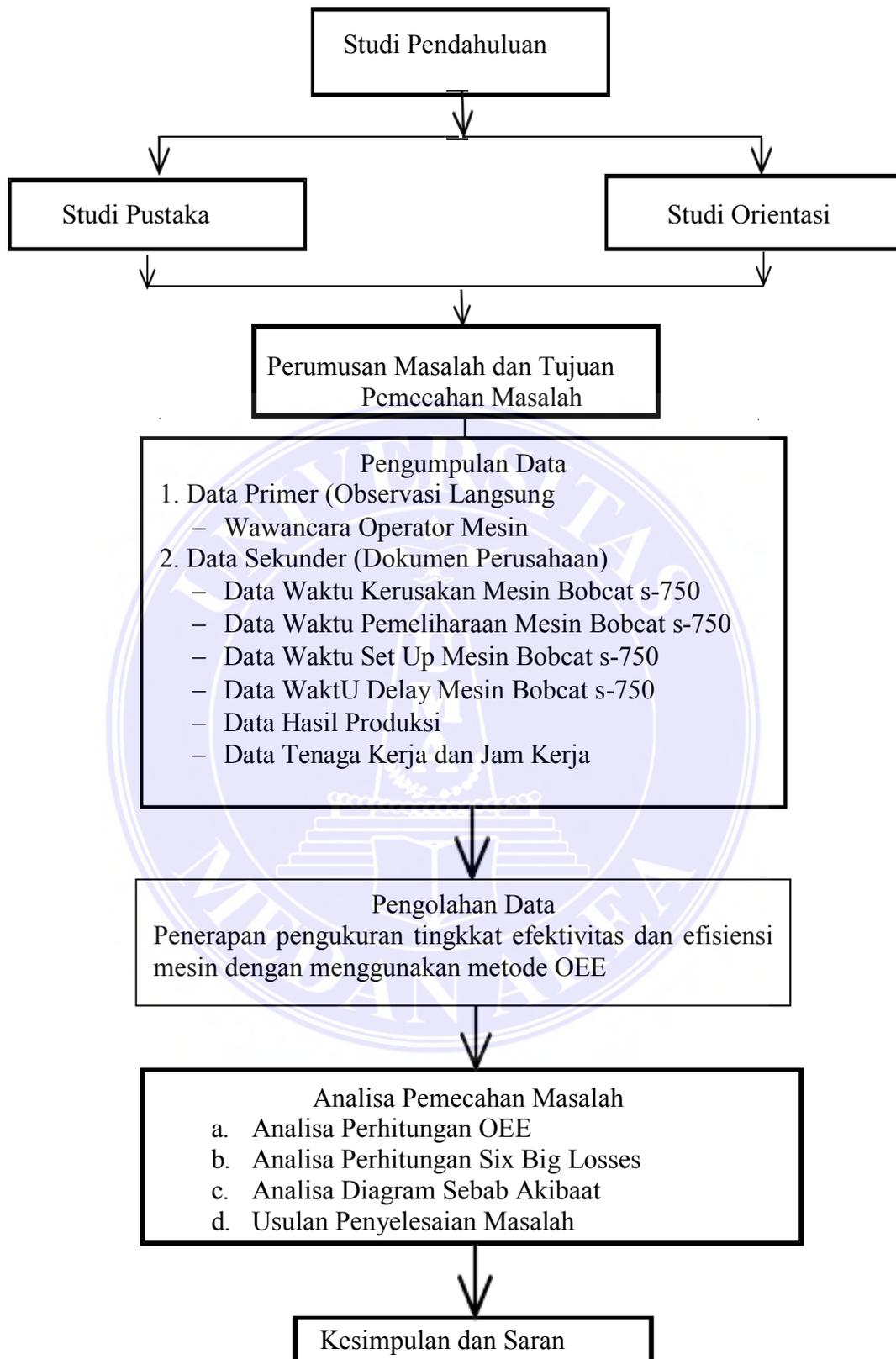
**Gambar 3.1. Kerangka Berfikir**

Kerangka berfikir merupakan sebuah pemahaman paling mendasar yang menjadi pondasi bagi setiap pemikiran selanjutnya. Pada penelitian ini proses berfikir dimulai dan berfokus pada kerusakan mesin *bobcat s-750* di PT. Agro Energi Indonesia. Yang menyebabkan penurunan efisiensi dan produktivitas produksi pupuk secara klesluruhan dikarenakan mesin *bobcat s-750* beroperasi tanpa henti selama proses produksi tanpa adanya mesin cadangan lainnya. Hal ini yang

menyebabkan kurangnya perhatian khusus pada mesin *bobcat s-750*.

Kerusakan mesin menyebabkan beberapa gangguan proses produksi seperti gangguan kecepatan produksi dikarenakan adanya waktu *delay* untuk perbaikan sehingga proses produksi mengalami keterlambatan menghasilkan pupuk. Atas dasar penilaian tersebut dilakukan salah satu langkah *maintenance* melalui penerapan sistem *Total Productive Maintenance* dengan melakukan pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *bobcat s-750* yang menjadi penyebab penurunan efektifitas produksi.

Setelah dilakukan pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* mesin *bobcat s-750* akan dilanjutkan ke pengukuran *Six Big Losses* sebagai langkah tindak lanjut untuk mengetahui faktor dominan yang menyebabkan turunnya produktivitas efisiensi pengolahan pupuk organik di PT. Agro Energi Indonesia. Kemudian faktor *Six Big Losses* dominan akan diidentifikasi lebih lanjut melalui diagram sebab akibat (*fish bone diagram*). Melalui diagram sebab akibat akan diberikan usulan perbaikan terhadap faktor *Six Big Losses* paling dominan.



**Gambar 3.2. Blok Diagram tahapan penelitian**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dengan penerapan *Total Productive Maintenance* menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dalam usaha peningkatan efisiensi produksi pada PT. Agro Energi Indonesia dan berdasarkan hasil analisa pengukuran OEE dan *six big losses*, maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Pengukuran tingkat efektivitas mesin *bobcat s750* dengan metode *Overral Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Agro Energi Indonesia selama periode September 2018- Februari 2019 persentase nilai OEE tertinggi terjadi selama periode Desember 2017 sebesar 89,130 % dan persentase nilai OEE terendah terjadi selama periode September 2018 sebesar 82,813 %.
2. Penurunan efektivitas mesin *bobcat s750* disebabkan adanya pengaruh dari faktor *six big losses* yang juga mengakibatkan penurunan efisiensi mesin *bobcat s750*. Dimana faktor yang paling berpengaruh terhadap penurunan tersebut adalah faktor *Idling and Minor Stoppages Loss* sebesar 48,35% dan untuk *Equipment Failures* sebesar 38,89 %.
3. Usulan penyelesaian masalah dan perbaikan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mesin *bobcat s750* antara lain :
  - a. Meminimalkan waktu kerusakan mesin (*breakdown*) mesin *Bobcat s750* sehingga nilai *Availability* mesin *Bobcat* dan perlu dilakukan pemeliharaan mesin mandiri (*autonomous maiaintenance*).

- b. Memberikan pelatihan dasar tentang mesin bobcat s750 kepada operator dan mekanik, agar dapat melakukan pencegahan dini sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih fatal lagi.
- c. Peningkatan mutu produk pupuk organik agar tetap dalam kondisi 100 % yaitu melalui departemen pengendalian kualitas (departemen laboratorium) dengan meningkatkan pengendalian bahan baku yang lebih berkualitas, pengendalian proses produksi, pemeriksaan dan pengujian pupuk setelah diproduksi.
- d. Memberikan arahan dan mengawasi pekerjaan karyawan terutama stasiun *Pan Granulator*, dikarenakan kecepatan produksi dan jumlah produksi sangat bergantung pada stasiun tersebut. Jika operator pan granulator bekerja bermalas malasan maka hasil yang didapat akan sedikit. Dengan dilakukan pengawasan serta memberikan reward seperti jam lembur diharapkan dapat meningkatkan semangat kerja para karyawan dan meningkatkan *performance efficiency*.

## 5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan penulis dapat memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan yaitu :

1. Hendaknya petunjuk pemeliharaan dan inspeksi rutin harus dilakukan dengan baik sebagai salah satu cara menghindari kerusakan mesin, sehingga waktu *breakdown* dapat diminimalisir.
2. Perusahaan dapat menerapkan *autonomous maintenance* (pemeliharaan mandiri) dengan peningkatan keahlian operator dalam menilai dan mengetahui kondisi mesin dan peralatan yang dioperasikan berjalan lancar

atau tidak. Dengan dilakukannya pemeliharaan mandiri dapat diambil tindakan pencegahan dan cara penanggulangan kerusakan mesin

3. Kesadaran karyawan tentang pemeliharaan mesin dan peralatan perlu ditingkatkan sebagai langkah peningkatan efisiensi perusahaan mulai dari tingkat operator pabrik sampai *top manajemen* perusahaan.
4. Perusahaan harus lebih cepat lagi dalam menanggapi laporan – laporan kerusakan yang dilampirkan operator dalam buku catatan inspeksi harian operator mesin.



## DAFTAR PUSTAKA

- Eko Nursubiyantoro, Puryani, Mohamad Isnaini Rozaq., *“Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) Dalam Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE).* Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Jurnal OPSI Vol 9 No.1 Juni 2016.
- Arifianto, Arsyof., *“Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus: PT.Triangle Motorindo)”* [skripsi].Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia. 2010.
- The Japan Institute of Plant Maintenance, *TPM for Every Operator*, 1st Edition, Productivity Press Inc., Portland, Oregon, 2017.
- Ir.Mukhril., *Penerapan Pada Industri Total Productive Maintenance and Total Quality Management.* Tangerang: Megakarya. 2010.
- Warizki, Andi. *“The Applying Study of Total Productive Maintenance For Increased Efficiency at Sei Intan Palm Oil Mill District”* [skripsi]. Medan. Universitas Medan Area .2019.
- Haming Murdifin, Nurnajamuddin Mahfud. *Manajemen Produksi Modern Operasi Manufaktur dan Jasa Buku kedua, Edisi Ketiga.* Jakarta: PT. Bumi Aksara. 2019.
- Tampubolon, Manahan., *Manajemen Operasi dan Rantai Pemasok (Operation and Supply Chain Management),* Edisi Pertama, Mitra Wacana Media, Jakarta, 2018.
- Supandi., *Manajemen Perawatan Industri.* Bandung: Ganeca Exact Bandung. 1993
- Levitt, J., *TPM Reloaded : Total Productive Maintenance,* Industrial Press Inc., New York. 2010.
- Nakajima, S., *Introduction to Total Productive Maintenance,* Productivity Press Inc. 1998.

LAMPIRAN-1 : Flow Process Chart PT. AGRO ENERGI INDONESIA

Simbol	Kegiatan	Keterangan	Ringkasan			
▽	-	Penyimpanan Mixtro	<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Jumlah</b>	
▽	-	Penyimpahan Kaptan	○	Operasi	7	
▽	-	Penyimpanan bahan baku kotoran hewan	▽	Penyimpanan	5	
▽	Penerimaan bahan baku	-	□	Inspeksi	1	
→	Bahan baku dibawa ke stasiun crusher	Menggunakan mesin bobcat s750	D	De;lay	1	
○	Proses chruser bahan baku	Menggunakan mesin crusher	→	Transportasi	8	
→	Bahan baku dibawa ke tempat mixing	Menggunakan mesin bobcat s750	⊗	Inspeksi dan Operasi	1	
○	Bahan baku kotoran hewan dan kaptan dicampur	Menggunakan mesin bobcat s750				
→	Bahan baku dibawa ke stasiun Pan granulator	Menggunakan mesin bobcat s750				
○	Proses granul	Menggunakan mesin pan granulator				
D	Menunggu pencampuran	Dalam tong air				
⊗	Inspeksi dan Pencampuran bahan baku dengan mixtro	Dengan pipa air				
→	Bahan dibawa menuju mesin dryer	Menggunakan belt conveyer				
○	Proses pengeringan dengan suhu 100°c - 300°c	Dalam mesin dryer				
□	Inspeksi	Oleh operator				
→	Bahan dibawa menuju mesin cooler	Menggunakan belt conveyer				
○	Proses pendinginan	Dalam mesin cooler				
→	Bahan dibawa menuju ayakan/screen	Menggunakan belt conveyer				
○	Pengayakan bahan sesuai ukuran ,undersize, dan oversize	Dengan Mesin screen				
→	Bahan yang sesuai spesifikasi dibawa menuju area finish good/pengemasan	Menggunakan belt conveyer				
○	Karung dijahit	Oleh karyawan				
→	Bahan (Finish good) dibawa menuju tempat penyimpanan	Menggunakan gerobak sorong				
▽	Bahan (Finish good) disimpan	Diruang penyimpanan				

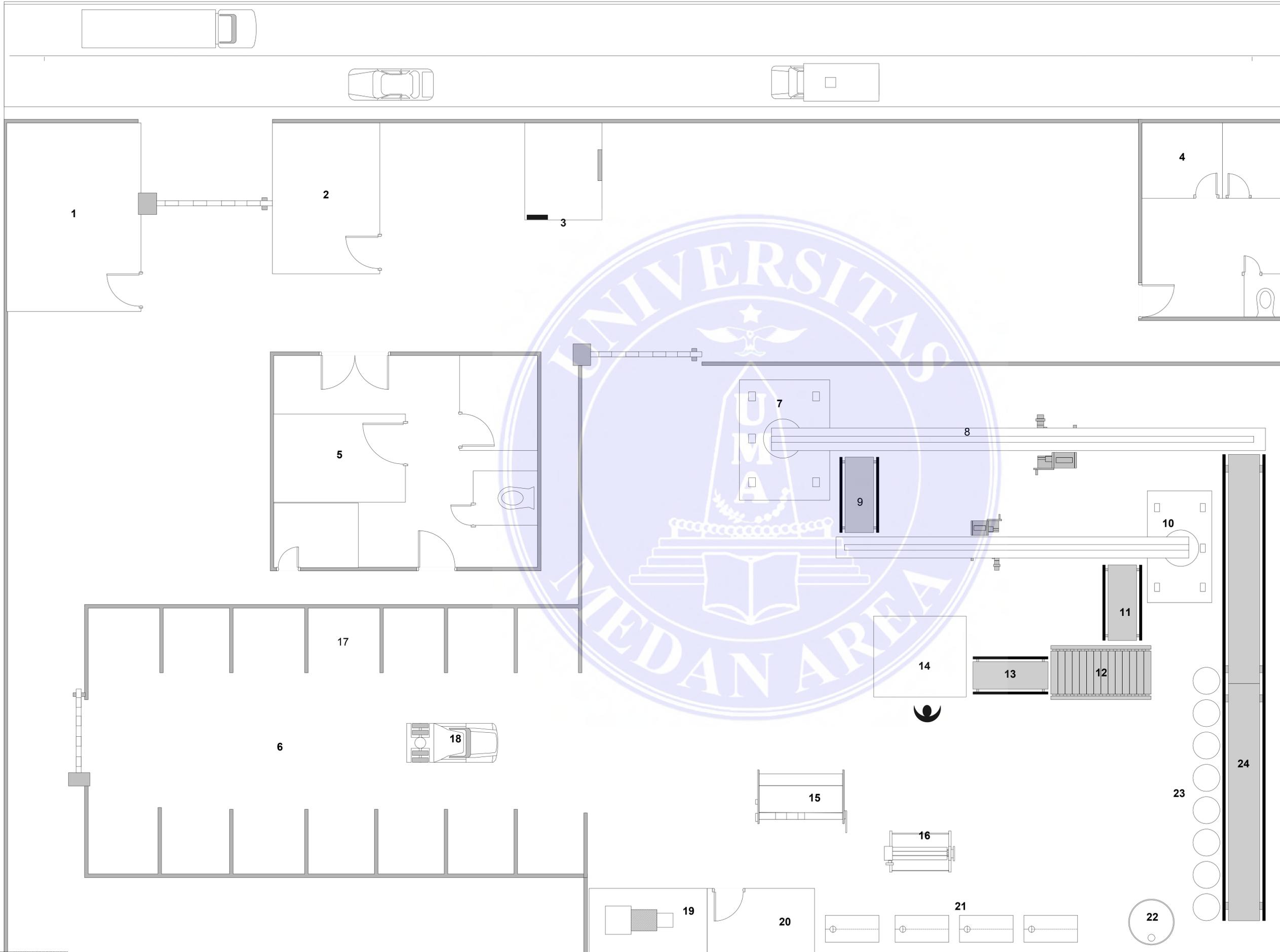
	<b>PROGRAM TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA</b>		
	FLOW PROCESS CHART PUPUK PT.AGRO ENERGI INDONESIA		
SKALA	NAMA	TANGGAL	T.TANGAN
DIGAMBAR	ALBERT WILSON P.S	05-11-2019	
DIRENCANAKAN	ALBERT WILSON P.S	05-11-2019	
DIHITUNG	ALBERT WILSON P.S	05-11-2019	
DIPERIKSA	IR.HJ.HANIZA MT.		
	SUTRISNO ST.MT		



PT. AGRO ENERGI I...



LAMPIRAN 2. LAY OUT PT.AGRO ENERGI INDONESIA



NO	KETERANGAN
1	GUDANG
2	GUDANG
3	POS SECURITY
4	MESS KARYAWAN & TOILET
5	KANTOR
6	AREA MIXING
7	FURNACE
8	DRYER
9	BELT CONVEYOR
10	COOLER
11	CONVEYOR BELT
12	SCREEN/AYAKAN
13	BELT CONVEYOR
14	PENGEMASAN
15	AYAKAN BAHAN BAKU
16	MESIN CRUSHER
17	PENYIMPANAN FG
18	BOBCAT S750
19	ENGINE ROOM
20	RUANG TEKNISI
21	TANGKI BAHAN BAKAR
22	TONG AIR
23	PAN GRANULATOR
24	BELT CONVEYOR

UNIVERSITAS MEDAN AREA			
PROGRAM TEKNIK INDUSTRI			
FAKULTAS TEKNIK			
UNIVERSITAS MEDAN AREA			
LAY OUT PT.AGRO ENERGI INDONESIA			
SKALA	NAMA	TANGGAL	T.TANGAN
1:100	ALBERT WILSON P.S	05-11-19	
DIGAMBAR	ALBERT WILSON P.S	05-11-19	
DIREKANAKAN	ALBERT WILSON P.S	05-11-19	
DIHITUNG	ALBERT WILSON P.S	05-11-19	
DIPERIKSA	IR.HJ.HANIZA MT.		
	SUTRISNO ST.MT		Document accepted 26/6/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

