



**IMPLEMENTASI METODE *TOTAL PRODUCTIVE
MAINTENANCE* (TPM) DALAM MENENTUKAN
EFEKTIFITAS STASIUN PENGGILINGAN TEBU**

SKRIPSI

Oleh:

Jakfat Maulid Ghaffar

NIM 141910101103

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**IMPLEMENTASI METODE *TOTAL PRODUCTIVE
MAINTENANCE* (TPM) DALAM MENENTUKAN
EFEKTIFITAS STASIUN PONGGILINGAN TEBU**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Jakfat Maulid Ghaffar

NIM 141910101103

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- a. Kedua orang tua saya, Bapak Muchamad Sunarto dan Ibu Chris Darwati tercinta
- b. Guru – guruku tercinta sejak taman kanak – kanak sampai dengan perguruan tinggi
- c. Seluruh dosen, staff pengajar dan administrasi Fakultas Teknik Universitas Jember
- d. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember
- e. Saudaraku Fakultas Teknik angkatan 2014 yang selalu menemani dalam suka maupun duka
- f. PTPN XI Unit kerja PG Gending yang telah membantu memberikan data untuk penyelesaian penelitian saya

MOTO

“Jadilah seperti mata air yang bersih, yang mampu memberikan kehidupan kepada sekitarmu”

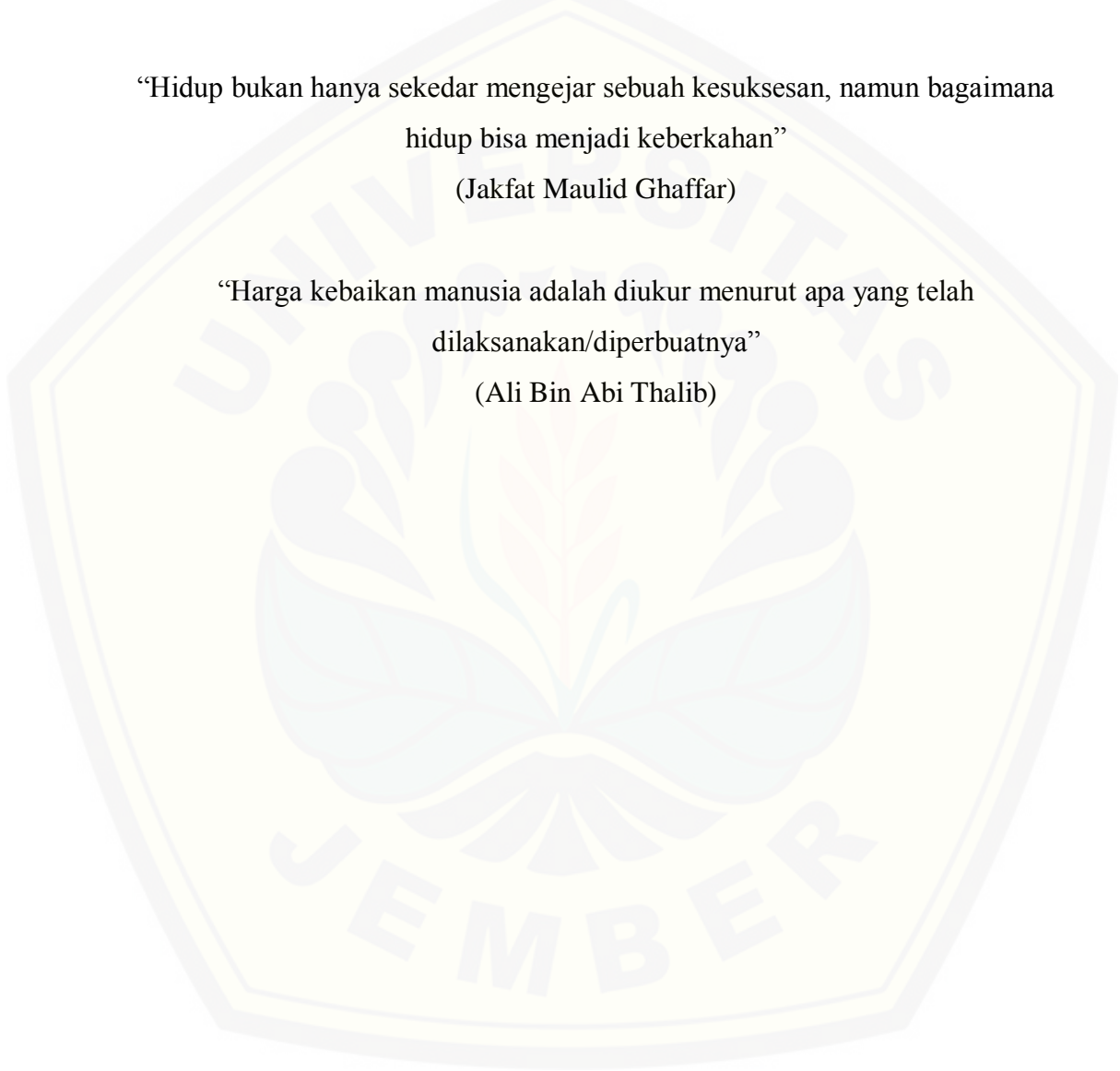
(B.J. Habibie)

“Hidup bukan hanya sekedar mengejar sebuah kesuksesan, namun bagaimana hidup bisa menjadi keberkahan”

(Jakfat Maulid Ghaffar)

“Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan/diperbuatnya”

(Ali Bin Abi Thalib)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jakfat Maulid Ghaffar

Nim : 141910101103

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Implementasi Metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam Menentukan Efektifitas Stasiun Penggilingan Tebu” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan institusi manapun, dan bukan karya ilmiah jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademis jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Desember 2018

Yang menyatakan

Jakfat Maulid Ghaffar

Nim 141910101103

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*
(TPM) DALAM MENENTUKAN EFEKTIFITAS STASIUN
PENGKILINGAN TEBU**

Oleh

Jakfat Maulid Ghaffar

NIM 141910101103

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Hari Arbiantara Basuki S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Robertoes Koekoeh Koentjoro S.T.,M.Eng

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Implementasi Metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam Menentukan Efektifitas Stasiun Penggilingan Tebu” karya Jakfat Maulid Ghaffar telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Kamis, 20 Desember 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Hari Arbiantara Basuki S.T.,M.T.

NIP. 19670924 199412 1 001

Dr. R. Koekoeh K W.,S.T.,M.Eng.

NIP. 19670708 199412 1 001

Penguji:

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Agus Triono S.T.,M.T.

NIP. 19700807 200212 1 001

Ir. Dwi Djumhariyanto M.T.

NIP. 19600812 199802 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M

NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

IMPLEMENTASI METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) DALAM MENENTUKAN EFEKTIFITAS STASIUN PENGGILINGAN TEBU; Jakfat Maulid Ghaffar; 141910101103; 2018 ; 96 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Gula merupakan salah satu kebutuhan yang tidak dapat di pisahkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk kebutuhan memasak dan sebagainya. Stasiun penggilingan merupakan stasiun dimana proses pembuatan gula dari tebu diproses pertama kali, dimana tebu yang telah di cacah akan dilanjutkan untuk proses pemerahan dimana pemisahan air nira dengan ampasnya. Jika pada proses penggilingan ini mesin mengalami kegagalan dalam beroperasi maka akan mengakibatkan menurunnya nilai produktifitas gula yang dihasilkan.

Total Productive Maintenance (TPM) adalah suatu sistem yang digunakan untuk memelihara dan meningkatkan kualitas produksi melalui perawatan perlengkapan dan peralatan kerja seperti mesin, equipment dan alat-alat kerja (Jiwantoro dkk, 2013). TPM bertujuan untuk meningkatkan efektivitas kerja dari suatu mesin produksi. Salah satu alat ukur keberhasilan metode TPM ini adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), OEE ini adalah salah satu alat ukur apakah peralatan dapat berfungsi dengan baik sehingga mempengaruhi proses lainnya. Dengan penerapan OEE ini dapat diketahui kerugian atau *losses* yang diakibatkan mesin mengalami gagal produksi dan penurunan tingkat produksi serta ukuran kerugian *losses* yang diakibatkan oleh cacat produksi.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan salah satu metode yang berfungsi untuk mengidentifikasi nilai kegagalan dalam sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan dengan melakukan pemberian nilai atau skor pada masing – masing moda kegagalan berdasarkan pada kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Puspitasari dkk, 2014).

Hasil penelitian yang bertempat di PG Gending bahwa Nilai efektivitas tertinggi adalah terletak pada tahun 2017, pada tahun tersebut nilai efektivitas setiap peralatan di atas 90%, sedangkan nilai terendah terletak pada tahun 2016, pada tahun 2016 nilai efektivitas di bawah nilai standart yaitu di bawah 62% nilai terendah pada komponen gilingan III yaitu 60,58%. Faktor penyebab nilai efektivitas rendah adalah *reduce speed losses*, faktor ini dikarenakan adanya penurunan kecepatan produksi yang disebabkan oleh mesin berhenti karena rusak, sehingga ketika mesin dapat beroperasi memerlukan waktu untuk kembali ke kecepatan awal produksi. Nilai *reduce speed losses* tertinggi adalah pada tahun 2016 sebesar 97,5% atau 5,002 jam. Komponen gilingan III dengan nilai tertinggi yaitu 0,3915 jam. Gilingan atau *roll* gilingan merupakan komponen yang memiliki nilai bobot tertinggi dengan kegagalan tebu ambrol, ampas lengket, dan penggerak mati. Resiko jika terjadi kegagalan adalah proses giling berhenti sementara pada stasiun penggilingan. Rekomendasi perbaikan berupa konsep berdasarkan pilar TPM 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke), sehingga dapat meningkatkan produktivitas.

SUMMARY

IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) METHODS IN DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF CANE MILLING STATIONS; Jakfat Maulid Ghaffar; 141910101103; 2018; 96 pages; Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Jember

Sugar is one of the needs that cannot be separated by humans in daily life, both for cooking needs and so on. The milling station is the station where the process of making sugar from sugar cane is processed first, where the sugar cane that has been chopped will be continued for the milking process where the separation of the juice of the sap with the pulp. If in this grinding process the engine fails to operate, it will cause a decrease in the productivity value of the sugar produced.

Total Productive Maintenance (TPM) is a system used to maintain and improve the quality of production through maintenance of equipment and work equipment such as machinery, equipment and work tools (Jiwantoro et al, 2013). TPM aims to increase the work effectiveness of a production machine. One measure of the success of this TPM method is Overall Equipment Effectiveness (OEE), this OEE is one of the measuring tools whether the equipment can function properly so that it affects other processes. With the implementation of this OEE, it can be seen that losses or losses caused by the engine have failed production and decreased production levels and measures of loss losses caused by production defects.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is one method that serves to identify the value of failure in the system, design, process, or service (service). Identify failures by assigning scores or scores to each failure mode based on occurrence, severity, and detection rates (Puspitasari et al., 2014).

The results of the study which took place at PG Gending that the highest effectiveness value is located in 2017, in that year the effectiveness value of each equipment is above 90%, while the lowest value is in 2016, in 2016 the

effectiveness value is below the standard value which is below 62 The lowest% value on the mill component III is 60.58%. The reason for the low effectiveness value is reducing speed losses, this factor is due to a decrease in production speed caused by the engine stopping because it is damaged, so that when the engine can operate it takes time to return to the initial speed of production. The highest value of reduce speed losses in 2016 was 97.5% or 5,002 hours. Grinding component III with the highest value of 0.3915 hours. Grinding mill or roll is a component that has the highest weight value with the failure of sugarcane crumbles, sticky pulp, and drive dies. The risk if a failure occurs is that the grinding process temporarily stops at the grinding station. Recommendations for improvements in the form of concepts based on 5S TPM pillars (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, and Shitsuke), so as to increase productivity.

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Metode *Total Productive Maintenance* (TPM) Dalam Menentukan Efektifitas Stasiun Penggilingan Tebu”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Proses penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah M, UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
2. Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Akademik
3. Bapak Hary Sutjahjono, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember
4. Bapak Dr. Salahudin Junus, S.T., M.T., selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantu penulisan skripsi secara administratif
5. Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan bapak Dr. Robertoes Koekoeh Koentjoro S.T.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota
6. Bapak Dr. Agus Triono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan bapak Ir. Dwi Djumhariyanto M.T.. selaku Dosen Penguji Anggota
7. Staf dan pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember
8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2014 yang telah memberikan semangat
9. Teman-teman KKN DSM 03 Dawuhan Mangli, Kosan Brantas 7, dan lainnya tidak dapat di sampaikan semua disini intinya terima kasih banyak telah memberikan motivasi an masukan kepada saya.
10. Keluarga dan saudara yang telah memberikan dukungan

11. Pimpinan, staf, dan karyawan PG Gending Probolinggo yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian dan pengambilan data di PG Gending.

Jember, 20 Desember 2018

Penulis

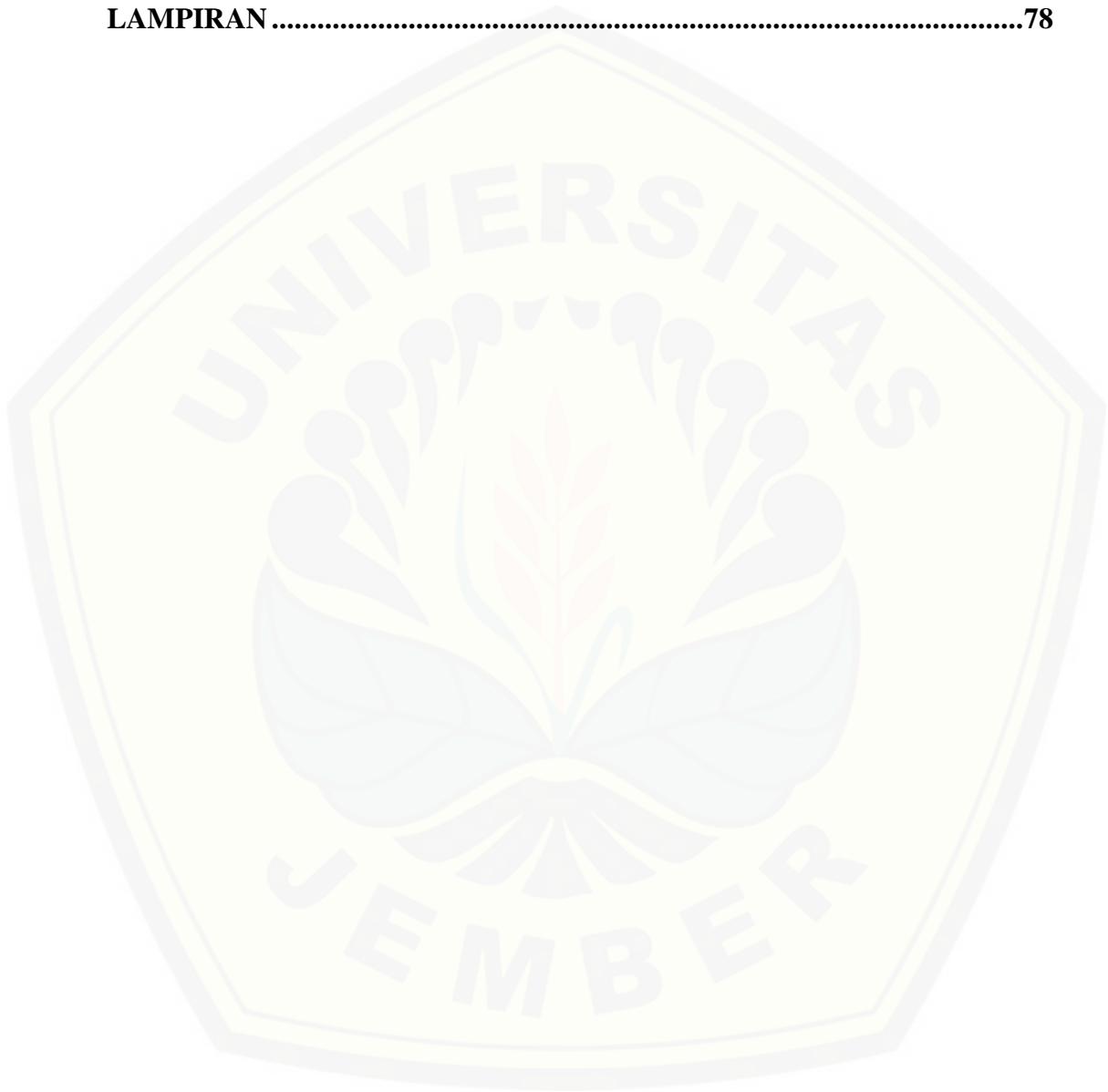


DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	4
1.3.1 Tujuan	4
1.3.2 Manfaat	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Hipotesa.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Produksi Gula	6
2.2 Alur Produksi PG Gending	7
2.3 Stasiun Penggilingan.....	9
2.4 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	11
2.4.1 Jenis – Jenis Sistem Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	12
2.4.2 Kegiatan Sistem Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	13

2.4.3 Tujuan Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	14
2.4.4 Manfaat Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	14
2.5 Sejarah dan Perkembangan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	15
2.5.1 Pengertian <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM).....	16
2.5.2 Pilar TPM.....	16
2.6 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	21
2.7 <i>Six Big Losses</i>	23
2.8 Diagram Pareto	24
2.9 Diagram Sebab – Akibat (<i>Fishbone Diagram</i>).....	25
2.10 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	28
2.11 Penelitian Sebelumnya	29
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.2 Alat dan Bahan	32
3.2.1 Alat	32
3.2.2 Bahan.....	32
3.3 Jenis dan Metode Pengumpulan Data	33
3.3.1 Data Primer	33
3.3.2 Data Skunder.....	33
3.4 Prosedur Penelitian	33
3.5 Jadwal Penelitian	38
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Proses <i>Maintenance</i> PG Gending	39
4.2 Data Stasiun Penggilingan PG Gending.....	41
4.3 Perhitungan dan Analisa Nilai <i>Availability, Performance, Quality</i>	44
4.4 Perhitungan dan Analisa OEE	49
4.5 Perhitungan dan Analisa <i>Six Big Losses</i>	52
4.6 Analisa Diagram Pareto	60
4.7 Analisa Diagram <i>Fishbone</i>	63
4.8 Analisis FMEA dan Rekomendasi Perbaikan	67

BAB V. PENUTUP.....	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN	78



DAFTAR GAMBAR

2.1 Produksi Gula PG Gending 10 Tahun Terakhir	6
2.2 Alur Produksi PG Gending.....	7
2.3 Gilingan no 4 PG Gending	10
2.4 Stasiun Gilingan PG Gending.....	11
2.5 <i>Preventive maintenance</i> yang dilakukan PG Gending.....	13
2.6 Pilar TPM	17
2.7 Diagram Pareto	25
3.1 PTPN XI Unit Kerja PG Gending.....	31
3.2 Kantor PTPN XI Unit Kerja PG Gending	31
3.3 Stasiun Gilingan.....	32
3.4 Tebu.....	32
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	34
3.6 Lembar Wawancara <i>Fishbone Diagram</i>	36
4.1 Proses perbaikan pada penggerak gilingan.....	39
4.2 Hasil perbaikan <i>sheal</i> pernggerak.....	40
4.3 Proses <i>maintenance</i> di luar masa giling PG Gending	40
4.4 Proses pembongkaran total stasiun penggilingan	41
4.5 Grafik Nilai OEE 2013 – 2017	51
4.6 Konsep Hubungan OEE dan <i>Six big losses</i>	52
4.7 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> 2013	61
4.8 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> 2014	61
4.9 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> 2015	62
4.10 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> 2016	62
4.11 Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> 2017	63
4.12 Diagram <i>Fishbone</i>	64
4.13 Penilaian Bobot.....	67
4.14 Penilaian Bobot Gilingan II.....	68

DAFTAR TABEL

2.1 Standar Nilai OEE Dunia Masing – Masing Variabel	22
3.1 Jadwal Penelitian	38
4.1 Komponen Stasiun Gilingan.....	41
4.2 Data <i>Downtime</i> Tahun 2013	42
4.3 Data <i>Downtime</i> Tahun 2014	42
4.4 Data <i>Downtime</i> Tahun 2015	43
4.5 Data <i>Downtime</i> Tahun 2016	43
4.6 Data <i>Downtime</i> Tahun 2017	44
4.7 Hasil Perhitungan Nilai <i>Availability</i> Tahun 2013.....	45
4.8 Hasil Perhitungan Nilai <i>Peformance</i> Tahun 2013	48
4.9 Hasil Perhitungan Nilai <i>Quality</i> Tahun 2013	49
4.10 Hasil Perhitungan Nilai OEE Tahun 2013- 2017	50
4.11 Hasil Perhitungan Nilai <i>Breakdown Losses</i> Tahun 2013	53
4.12 Hasil Perhitungan Nilai <i>Set up and Adjusment Time Losses</i> Tahun 2013...54	
4.13 Hasil Perhitungan Nilai <i>Idling and Minor Stoppage Losses</i> Tahun 2013..56	
4.14 Hasil Perhitungan Nilai <i>Reduce Speed Losses</i> Tahun 2013	57
4.15 Hasil Perhitungan Nilai <i>Reduce Yield Losses</i> Tahun 2013	58
4.16 Hasil Perhitungan Nilai <i>Quality Defect Losses</i> Tahun 2013	59
4.17 Hasil Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	60
4.18 Bobot Stasiun Penggilingan.....	68
4.19 Hasil Analisis FMEA	70
4.20 <i>Analysis Potential Couse</i> Gilingan	71
4.21 Usulan Perbaikan Berdasarkan 5S	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan <i>Availability</i> Tahun 2013 – 2017	78
Lampiran 2 Hasil Perhitungan <i>Performance</i> 2013 – 2017	79
Lampiran 3 Hasil Perhitungan <i>Quality Rate</i> 2013 – 2017	80
Lampiran 4 Hasil Perhitungan <i>Breakdown Losses</i> 2013 – 2017	81
Lampiran 5 Hasil Perhitungan <i>Set up and Adjustment Time</i> 2013 – 2017.....	82
Lampiran 6 Hasil Perhitungan <i>Idling Minor and Stoppage Losses</i> 2014 – 2017	83
Lampiran 7 Hasil Perhitungan <i>Reduce Speed Losses</i> 2013 – 2017	84
Lampiran 8 Hasil Perhitungan <i>Reduce Yield Scrap</i> 2013 – 2017	85
Lampiran 9 Hasil Perhitungan <i>Quality Defect</i> 2013 – 2017	86
Lampiran 10 Hasil Wawancara	87
Lampiran 11 Hasil Wawancara	88
Lampiran 12 Hasil Wawancara	89
Lampiran 13 Hasil Wawancara	90
Lampiran 14 Hasil Wawancara	91
Lampiran 15 Gambar Meja Tebu	92
Lampiran 16 Gambar <i>Cane Knife</i>	92
Lampiran 17 Gambar <i>Cane Leveller</i>	93
Lampiran 18 Gambar <i>Cane Carrier</i> I dan II	93
Lampiran 19 Gambar <i>Unigrator</i>	93
Lampiran 20 Gambar Gilingan I – IV.....	94
Lampiran 21 Gambar IMC I – III.....	94
Lampiran 22 Surat Keterangan Kevalidan Data.....	95
Lampiran 23 Hasil Penilaian Bobot.....	96

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan salah satu kebutuhan yang tidak dapat di pisahkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk kebutuhan memasak dan sebagainya. Untuk itu produksi gula di indonesia harus terpenuhi, agar kebutuhan masyarakat akan gula bisa teratasi. Saat ini pabrik gula yang teretak di seluruh indonesia berusaha memperkuat produksi gulanya dalam memenuhi kebutuhan gula nasional. Permasalahan yang sering terjadi adalah kerusakan peralatan ketika proses penggilingan, hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya *downtime*, sehingga dapat menurunkan nilai efektifitas dan mengakibatkan produktifitas menurun.

Stasiun penggilingan berfungsi memisahkan air nira (air perahan tebu) dari ampasnya dengan jalan pemerahan, apabila terjadi gangguan pada stasiun ini maka tahapan berikutnya tidak maksimal berjalan semestinya (Rahmad dkk, 2012). Pada stasiun penggilingan merupakan stasiun dimana proses pembuatan gula dari tebu diproses pertama kali, dimana tebu yang telah di cacah akan dilanjutkan untuk proses pemerahan dimana pemisahan air nira dengan ampasnya. Jika pada proses penggilingan ini mesin mengalami kegagalan dalam beroperasi maka akan mengakibatkan menurunnya nilai produktifitas gula yang dihasilkan. Di dalam stasiun penggilingan ini memiliki beberapa komponen yang masing – masing kegunaannya berbeda – beda, yaitu meja tebu, *cane cutter*, *cane carrier*, *cane levveler*, *unigrator*, IMC, dan beberapa rol penggilingan. Tentunya peralatan ini memerlukan perhatian lebih karena memiliki umur pembuatan yang dapat dikatakan sudah lama karena rata – rata pabrik gula di indonesia merupakan peninggalan dari belanda terutama di pabrik gula gending yang berdiri sejak pemerintah hindia belanda pada tahun 1830. Tentunya hal ini yang dapat memicu terjadinya *downtime* pada stasiun penggilingan. Permasalahan yang muncul akibat *downtime* terjadi misalnya keterlambatan produksi, hilangnya waktu efektif untuk melakukan proses produksi sehingga mengganggu produktivitas perusahaan.

Pencapaian produksi maksimal diperlukan mesin yang dapat bekerja secara optimal, memperoleh mesin yang optimal diperlukannya sistem perawatan dan pemeliharaan yang baik agar mengurangi tingkat terjadinya kerusakan pada mesin sehingga dapat mengganggu proses produksi. Diharapkan dengan adanya sistem perawatan dan pemeliharaan yang baik dapat meningkatkan efektivitas mesin dan kerugian yang diakibatkan oleh mesin dapat dikurangi. Tingkat produktivitas dari suatu mesin dapat ditunjukkan dari efektivitas dari mesin itu sendiri. Karena itu untuk meningkatkan nilai efektivitas dan kualitas dari mesin itu maka diperlukan perawatan dan pemeliharaan yang tepat, untuk mengukur nilai efektivitas mesin dibutuhkan sebuah analisis efektifitas menggunakan metode yang ada.

Metode *maintenance Total Productive Maintenance* (TPM) adalah suatu sistem yang digunakan untuk memelihara dan meningkatkan kualitas produksi melalui perawatan perlengkapan dan peralatan kerja seperti mesin, equipment dan alat-alat kerja (Jiwantoro dkk, 2013). Salah satu alat ukur keberhasilan metode TPM ini adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), OEE ini adalah salah satu alat ukur apakah peralatan dapat berfungsi dengan baik sehingga mempengaruhi proses lainnya. Dengan penerapan OEE ini dapat diketahui kerugian atau *losses* yang diakibatkan mesin mengalami gagal produksi dan penurunan tingkat produksi serta ukuran kerugian *losses* yang diakibatkan oleh cacat produksi.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan salah satu metode yang berfungsi untuk mengidentifikasi nilai kegagalan dalam sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan dengan melakukan pemberian nilai atau skor pada masing – masing moda kegagalan berdasarkan pada kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Nia dan Arif, 2014). Penggunaan metode FMEA ini diharapkan bisa menganalisa komponen/mesin kritis, sehingga dapat dilakukan prioritas perbaikan untuk menjaga tidak terjadinya hal yang membuat proses produksi berhenti.

Penelitian sebelumnya telah di buktikan oleh beberapa peneliti dengan objek penelitian stasiun penggilingan tebu, dan menghasilkan bahwa faktor *six big losses* dapat mempengaruhi nilai efektifitas dari mesin, dan faktor yang paling berpengaruh adalah faktor *reduce speed losses* dan *breakdown losses*. Penelitian ini di tujukan untuk membantu perusahaan pabrik gula dalam menentukan atau mengetahui nilai efektifitas dari mesin produksi dan mengetahui faktor *six big losses* yang mempengaruhi proses produksi dengan menggunakan metode OEE. OEE digunakan sebagai metode pengukuran efektivitas peralatan, hal ini sebagai dasar untuk melakukan kegiatan TPM serta mampu menentukan prioritas perbaikan menggunakan metode FMEA. Ketika nilai efektifitas dari mesin sudah didapatkan dan faktor yang mempengaruhi sudah di ketahui, maka tahap terakhir dari penelitian ini adalah pemberian rekomendasi perbaikan dari mesin yang mengakibatkan mesin mengalami penurunan efektifitas, sehingga pada akhirnya akan didapatkan nilai efektifitas mesin yang tinggi dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan dan menjaga nilai efektifitas mesin agar berada di atas standart *world class*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana nilai OEE di stasiun penggiingan perusahaan?
- b. Bagaimana cara menganalisis faktor nilai efektifitas produksi di stasiun penggiingan perusahaan?
- c. Bagaimana penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) di perusahaan?
- d. Apakah manfaat dari metode *Total Productive Maintenance* (TPM) bila dilaksanakan di perusahaan?
- e. Bagaimana cara menganalisis resiko kegagalan selama produksi menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan mampu tercapai berdasarkan rumusan masalah di atas sebagai berikut :

- a. Mengetahui nilai efektivitas *roll mill station* atau stasiun penggilingan di perusahaan.
- b. Mengetahui faktor yang menyebabkan nilai efektivitas di bawah standart dengan analisa *six big losses*.
- c. Mengidentifikasi resiko kegagalan selama proses produksi.
- d. Membantu perusahaan dalam menganalisa dan memberikan saran perbaikan sehingga di produksi periode yang akan datang dijadikan bahan evaluasi perusahaan.

1.3.2 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan setelah penelitian ini dilaksanakan sebagai berikut :

- a. Mampu mendapatkan nilai efektivitas *roll mill station* atau stasiun penggilingan di perusahaan sehingga dapat menjadi pedoman perusahaan dalam melakukan proses produksi di periode berikutnya.
- b. Mampu mengetahui faktor yang menyebabkan nilai efektivitas mesin di bawah standart.
- c. Mampu mengetahui kegagalan yang terjadi selama proses produksi.
- d. Mampu menganalisa dan memberikan saran perbaikan untuk perusahaan sebagai bahan evaluasi di produksi periode yang akan datang.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai alat ukurnya dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagai analisis penyebab kegagalan.

- b. Penelitian ini tidak membahas tentang biaya.
- c. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada periode giling.
- d. Pengambilan data pada penelitian ini diperoleh dari perusahaan dalam waktu tertentu, data yang digunakan adalah data pada tahun 2013 - 2017
- e. Data yang didapat yaitu data sekunder data penggilingan tebu yang dilakukan oleh perusahaan dan data primer data yang diperoleh dari wawancara secara langsung kepada pekerja di pabrik gula.

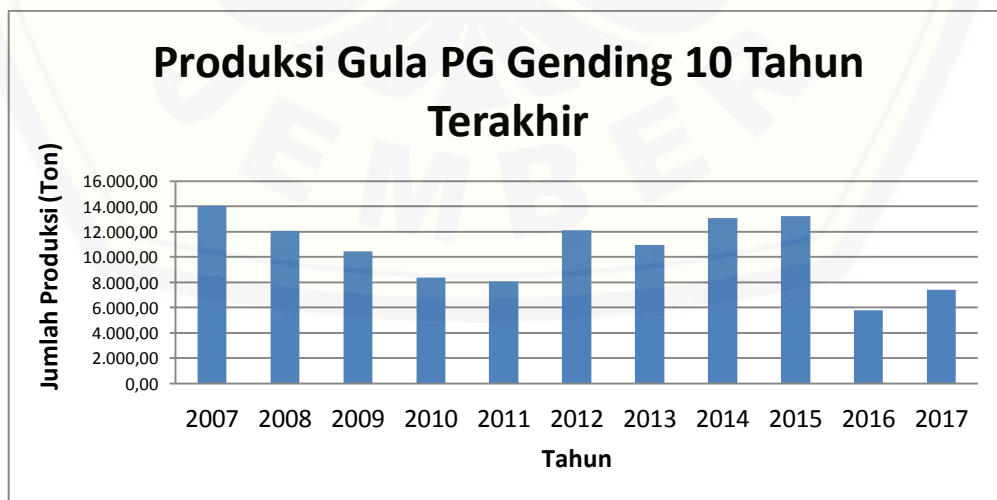
1.5 Hipotesa

Hipotesa dalam penelitian ini adalah stasiun penggilingan merupakan stasiun yang memiliki nilai *downtime* yang tinggi menurut data pabrik dibandingkan dengan stasiun lain pada PG Gending, untuk itu nilai efektivitas dari komponen pada stasiun penggilingan PG Gending dapat dikatakan berada dibawah nilai standart *world class* yaitu 85%. Nilai efektivitas dari suatu peralatan dipengaruhi oleh nilai *availability*, *peformance*, dan *quality* semakin tinggi maka nilai efektivitas dari peralatan akan semakin tinggi. Sedangkan nilai *availability*, *peformance*, dan *quality* rendah disebabkan oleh nilai faktor *six big losses* yang tinggi. Faktor *six big losses* diantaranya adalah *breakdown losses*, *set-up and adjusment time losses*, *idling minor and stoppage losses*, *reduce speed losses*, *quality defect*, dan *reduce yield losses*.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produksi Gula

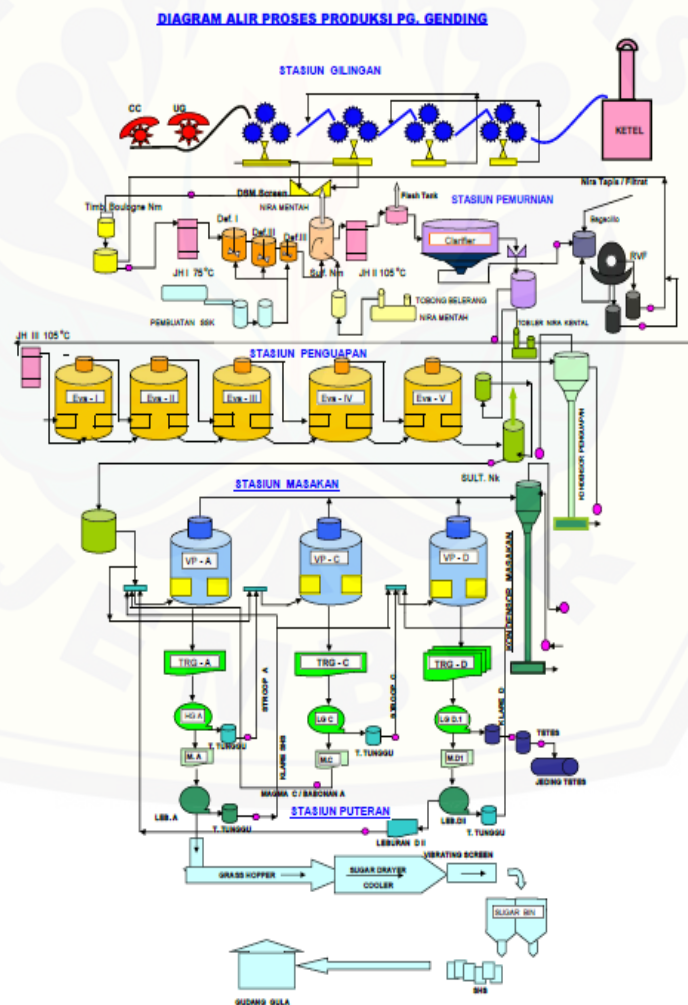
Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia, menurut Friatno dan Agustian (2014), konsumsi gula di Indonesia mencapai 4,2 juta ton pada tahun 2012, sedangkan pada tahun 2010 konsumsi gula Indonesia mencapai 3,5 juta ton. Tentunya jumlah tersebut merupakan prospek pasar gula yang menjanjikan. Sedangkan estimasi produksi gula sebesar 2,6 juta ton pada tahun 2012 dan pada tahun 2010 2,2 juta ton. antara lain didasarkan pada perkiraan peningkatan permintaan gula konsumsi dan gula rafinasi. Pertumbuhan industri gula rafinasi untuk mengisi kebutuhan industri makanan, minuman dan farmasi di dalam negeri. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia pada tahun 2014 produksi gula di Indonesia mengalami penurunan dari angka 2,58 juta ton turun menjadi 2,53 juta ton pada tahun berikutnya yaitu tahun 2015 atau turun sebanyak 1,57 persen. Pada tahun 2016 diperkirakan turun menjadi 2,33 juta ton atau penurunan sebesar 7,98. Tentu ini akan dapat menjadi permasalahan ketersediaan gula di Indonesia. Upaya peningkatan produksi gula berbahan dasar tebu nasional dapat didorong dengan adanya pengoptimalan produksi gula pada setiap pabrik gula di Indonesia. Produksi gula di PG Gending Probolinggo dari sepuluh tahun terakhir mengalami naik turun bisa dilihat pada Gambar 2.1 di bawah.



Gambar 2.1 Produksi Gula PG Gending 10 Tahun Terakhir

Dari Gambar 2.1 dapat disimpulkan bahwa hasil produksi gula di PG Gending setiap tahunnya mengalami naik turun, hal ini harus mendapatkan evaluasi agar ditahun yang akan datang hasil produksi dapat meningkat. Fokus dalam perbaikan produksi adalah untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas dengan meminimalisir *input* dan memaksimalkan nilai *output*, lebih dari hanya sekedar *output* saja, *output* harus meningkatkan kualitas, meminimalisir biaya produksi dan mencapai target produksi dan meningkatkan semangat kerja dan meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja serta lingkungan umum (Supriono, 2016).

2.2 Alur Produksi PG Gending



Gambar 2.2 Alur Proses Produksi PG Gending (Sumber: PG Gending)

Gambar 2.2 merupakan penjelasan mengenai alur proses pembuatan gula secara umum di pabrik gula di seluruh Indonesia semua yaitu ada tahap giling, pemurnian, penguapan, kristalisasi, pemisahan, dan *packing*.

a. Gilling

Proses gilling merupakan proses pertama dalam pembuatan gula dari bahan dasar tebu. Pada proses ini adalah proses dimana tebu yang telah ditebang akan di cacah terlebih dahulu dengan *cane knife* sebelum dilakukan proses giling, hal ini bertujuan untuk mengurangi dimensi dari tebu agar mudah di proses di penggilingan. Setelah di cacah selanjutnya akan di bawa oleh *cane carrier* menuju *unigrator* untuk proses pencacahan dan penumbukan tebu untuk lebih mengurangi dimensi agar mudah dalam proses penggilingan. Selanjutnya tebu masuk ke rol – rol penggilingan untuk proses pemerahan air nira (air perahan yang mengandung gula). Pada akhir proses di gillingan ini ampas dari tebu masuk ke *boiler* sebagai bahan bakar dan hasil perahan air nira masuk ke penampungan nira kotor.

b. Pemurnian

Selanjutnya adalah proses pemurnian, pada proses pemurnian di PG Gending menggunakan 2 metode yaitu :

1) Defekasi

Pada proses defikasi ini adalah proses dimana nira kotor diberi zat kapur atau biasa disebut susu kapur tujuan dari pemberian zat kapur ini adalah agar nira mengalami pengendapan dan dapat di pisahkan antara nira kotor dan nira bersih. Sebelum proses defikasi ini dilakukan awalnya nira kotor dipanaskan pada temperatur 75°C

2) Sulfitasi

Proses sulfitasi adalah penambahan zat belerang yang berlebih agar proses pengendapan dan menciptakan keadaan basah yang berlebih, agar pengendapan nira semakin banyak selanjutnya dipanaskan mencapai temperatur 105°C . Proses selanjutnya nira yang bersih ditampung pada *clarifier* untuk proses pengendapan lanjut dan akan di pompa ke stasiun penguapan untuk proses selanjutnya.

c. Penguapan

Proses penguapan bertujuan untuk proses pengurangan kandungan air pada nira bersih, pada proses ini kondisi nira sudah mulai terlihat mengental. Proses penguapan ini dilakukan pada stasiun penguapan dengan suhu pemanasan 105°C.

d. Kristalisasi

Proses kristalisasi ini bertujuan untuk proses pembentukan gula. Sebelum dilakukan proses kristalisasi dilakukan nira kental direaksikan dengan gas SO₂ sebagai *bleaching* dan untuk menurunkan viskositas dari nira. Proses ini dilakukan pada stasiun masakan dengan cara melakukan penguapan terus menerus hingga titik jenuh dari nira, dengan dilakukannya langkah ini terus menerus maka akan terbentuk butiran – butiran kristal cikal bakal terbentuknya gula.

e. Pemisahan

Proses pemisahan ini bertujuan untuk memisahkan kristal gula dengan cairan tetes. Proses ini terjadi distasiun puteran, pada stasiun ini terdapat puteran yang dilengkapi dengan saringan nantinya akan memisahkan butiran kristal gula dan cairan tetes.

f. *Packing*

Proses *packing* adalah proses akhir pada proses pembuatan gula dari bahan baku tebu. Sebelum dilakukan pengemasan kristal gula diuapkan terlebih dahulu untuk menjaga kualitas gula dan selanjutnya diletakkan pada *sugar bin* untuk selanjutnya dilakukan pengemasan sesuai dengan kemasan yang telah ditentukan.

2.3 Stasiun Penggilingan

Stasiun penggilingan berfungsi memisahkan air nira (air perahan tebu) dari ampasnya dengan jalan pemerahan, apabila terjadi gangguan pada stasiun ini maka tahapan berikutnya tidak maksimal berjalan semestinya (Rahmad dkk, 2012). Stasiun penggilingan merupakan dimana tempat awal dalam proses pembuatan gula pasir dari bahan tebu. Pada stasiun penggilingan merupakan proses tebu di gilling untuk di ambil air nira yang untuk selanjutnya diproses untuk dimurnikan, fungsi pemurnian adalah memisahkan kandungan gula, air, dan kotoran yang ikut tergiling untuk di jadikan gula pasir. Stasiun penggilingan

digerakkan oleh mesin uap untuk menggerakkan roda gila/*fly wheel* yang dihubungkan dengan roda gigi yang dihubungkan dengan roll gilingan. Awal proses tebu di gilling dari *cane knife* dimana tebu di cacah untuk memperkecil dimensi tebu agar mempermudah proses penggilingan, selanjutnya tebu yang telah dicacah dibawa oleh *cane carrier* untuk selanjutnya proses oleh unigrator. Unigrator berfungsi sebagai pencacah dan penumbuk tebu agar memperkecil dimensi dari tebu agar mudah di gilling, selanjutnya tebu masuk ke gilingan 1, 2, 3, dan 4. Pada gilingan 3 dan 4 pada saat proses penggilingan tebu di tambahkan air hangat gunanya adalah untuk memancing air nira sisa dalam tebu yang masih tertinggal. Pada gilingan 4 ampas hasil dari gilingan dibawa oleh *cane carrier* untuk dijadikan bahan bakar *boiler*. Stasiun penggilingan dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan 2.4.



Gambar 2.3 Gilingan no 4 PG Gending



Gambar 2.4 Stasiun Gilingan PG Gending

2.4 Pemeliharaan (*Maintenance*)

Maintenance atau bisa di kenal dengan sebutan perawatan merupakan salah satu upaya mempertahankan sistem atau komponen yang rusak dengan cara melakukan perbaikan dalam suatu kondisi dan pada periode tertentu. Sistem perawatan harus memiliki respon yang baik terhadap kerusakan yang terjadi, adapun tujuan dilakukannya perawatan adalah sebagai berikut (Arifianto, 2018) :

- a. Menjamin kesiapan operasional apabila di butuhkan pada waktu tertentu.
- b. Menjamin keselamatan dari pengguna sarana tersebut.
- c. Menjamin ketersediaan optimum peralatan produksi atau jasa guna mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
- d. Memperpanjang umur pakai fasilitas.

2.4.1 Jenis – Jenis Sistem Pemeliharaan (*Maintenance*)

Menurut Arifianto 2018 terdapat dua sistem *maintenance* yang berhubungan dengan tindakan perawatan :

a. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah komponen produksi mengalami kerusakan dan menentukan kerusakan komponen sehingga dapat memperlancar proses produksi. Perawatan ini bermaksud untuk menjaga peralatan sebelum peralatan tersebut mengalami kerusakan. Pada dasarnya perawatan ini bertujuan untuk mencegah timbulnya kerusakan pada peralatan dan juga menentukan keadaan peralatan yang menyebabkan peralatan produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi. Diharapkan semua peralatan yang mendapatkan perawatan preventif akan terjamin kelancaran pada proses kerja dan siap digunakan setiap proses produksi. Dalam hal ini memerlukan suatu rencana dan jadwal perawatan yang tepat. Perawatan ini sangat penting karena kegunaanya yang efektif sebagai penggolong komponen kritis atau biasa di sebut “*critical unit*”. Komponen kritis ialah kerusakan yang dapat mengakibatkan sebagai berikut :

- 1) Membahayakan keselamatan operator.
- 2) Mempengaruhi proses produksi.
- 3) Mempengaruhi kualitas produksi yang dihasilkan.

Kegiatan *preventive maintenance* sudah dilakukan pada PG Gending dalam upaya menjaga peralatan produksi dapat berjalan dengan baik. Kegiatan *preventive maintenance* yang dilakukan oleh PG Gending adalah selama 6 bulan masa perbaikan saat pabrik berhenti produksi. Gambar 2.5 merupakan gambaran *preventive maintenance* di PG Gending.



Gambar 2.5 *Preventive Maintenance* yang dilakukan PG Gending

b. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance adalah perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat menimbulkan terhentinya proses produksi baik tidak dilakukannya proses perawatan *preventive* maupun telah dilakukan perbaikan *preventive*, dalam kata lain perbaikan yang dilakukan ketika terjadi kerusakan. Kegiatan *corrective maintenance* ini biasanya disebut kegiatan reparasi.

c. *Breakdown Maintenance*

Breakdown Maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan. Perawatan jenis ini tidak baik dilakukan pada komponen yang memiliki tingkat kritis dan mahal.

2.4.2 Kegiatan Sistem Pemeliharaan (*Maintenance*)

Adapun kegiatan yang dilakukan selama melakukan perbaikan antara lain (Arifianto, 2018) :

- a. Inspeksi (*inspection*), yaitu suatu kegiatan pemeliharaan yang meliputi pengecekan atau pemeriksaan secara berkala, maksud kegiatan adalah mengetahui apakah peralatan yang dimiliki perusahaan dalam kondisi yang baik hal ini untuk menjamin kelancaran pada saat proses produksi.
- b. Kegiatan teknik (*engineering*), yaitu suatu kegiatan pemeliharaan yang meliputi kegiatan *test* alat, kegiatan pengembangan peralatan, serta melakukan riset terhadap pengembangan yang akan dilakukan.

- c. Kegiatan produksi (*Production*), yaitu salah satu kegiatan pemeliharaan yang biasa dilakukan di perusahaan yaitu *maintenance* dan *repair* peralatan.
- d. Kegiatan administrasi (*Clerical Work*), yaitu salah satu kegiatan pemeliharaan yang berhubungan dengan administrasi biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan pemeliharaan dan administrasi ketersediaan suku cadang untuk proses perbaikan.
- e. Pemeliharaan bangunan (*housekeeping*), yaitu salah satu kegiatan pemeliharaan yang berhubungan dengan menjaga agar bangunan gedung yang digunakan tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

2.4.3 Tujuan Pemeliharaan (*Maintenance*)

Tujuan dari kegiatan pemeliharaan (*Maintenance*) adalah sebagai berikut (Haryono, 2016) :

- a. Tercapainya kualitas produksi dan kepuasan *customer* dengan cara penyesuaian pelayanan dan pengoprasian mesin dengan tepat.
- b. Meningkatnya umur kegunaan sistem.
- c. Menjaga agar sistem aman dan mencegah berkembangnya gangguan keamanan.
- d. Meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan service dan perbaikan.
- e. Memaksimalkan produksi dari sumber yang ada.
- f. Meminimalkan gangguan terhadap proses operasi.
- g. Menyiapkan segala sesuatu penunjang pengerjaan tugas perawatan.

2.4.4 Manfaat Pemeliharaan (*Maintenance*)

Adapun manfaat yang diperoleh ketika adanya proses pemeliharaan (*maintenance*) (Haryono, 2016) :

- a. Perbaikan yang dilakukan terus menerus penting dilakukan agar menunjang proses produksi ketika mesin beroperasi.
- b. Memperpanjang jangka waktu penggunaan mesin produksi
- c. Peningkatan kapasitas produksi karena adanya perbaikan terus menerus maka tidak akan ada kemacetan produksi, sehingga meningkatkan kapasitas produksi.

- d. Dapat mengurangi persediaan bahan baku, karena tidak ada penumpukan bahan baku dalam proses produksi akibat kegagalan dari mesin.
- e. Dapat menekan terdapatnya kerusakan besar dalam mesin produksi saat beroperasi.
- f. Biaya operasional lebih rendah dikarenakan meningkatnya kapasitas produksi yang disertai dengan jumlah persediaan bahan baku yang rendah.
- g. Dengan adanya perawatan terus menerus akan mengakibatkan produktivitas tinggi, karena dengan biaya operasional yang rendah mengakibatkan tidak adanya masalah dalam proses produksi.

2.5 Sejarah dan Perkembangan *Total Productive Maintenance* (TPM)

TPM merupakan sistem perawatan yang dikembangkan melalui *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* yang berasal dari Amerika dan masuk ke Jepang. Sebelum adanya TPM perusahaan menggunakan *preventive maintenance* dari Amerika untuk melakukan perbaikan mesin. Perusahaan nippondenso yang pertama kali yang memperkenalkan perawatan *preventive* secara luas pada tahun 1960.

Preventive maintenance adalah salah satu teknik perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya *breakdown* pada suatu peralatan. *Preventive maintenance* dilakukan secara terus-menerus dan berperiodik serta dilakukan dengan khusus sesuai dengan spesifikasi dari mesin. Perbaikan secara *preventive* di rasa kurang maksimal karena dilakukan terus menerus tanpa melihat kondisi *real* mesin/peralatan. Kondisi tersebut mengakibatkan meningkatnya kondisi *maintenance* karena menjalani jadwal *maintenance* sehingga mengganggu produksi mesin.

Konsep PM berkembang lagi menjadi *corrective maintenance* (CM). CM adalah suatu kegiatan perbaikan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) peralatan yang telah berhenti untuk menerima kondisi yang bisa diterima.

Kemudian konsep *maintenance* berkembang lagi menjadi MP (*Maintenance Prevention*) yaitu suatu sistem kegiatan *maintenance* yang telah diterapkan pada

awal perancangan mesin sehingga mesin yang dibuat akan mudah untuk dipelihara.

Lalu kensep ketiganya dirangkum menjadi satu konsep yang dinamakan *Productive Maintenance*. *Productive Maintenance* adalah sistem pemeliharaan yang berfokus kepada penurunan *downtime* dari suatu peralatan dan meningkatkan produktifitas.

Jepang mengembangkan *Preventive Maintenance* dan *Productive Maintenance* menjadi suatu sistem baru yang khas dengan kebudayaan khas jepang dan pada akhirnya lahirlah sistem pemeliharaan baru yaitu *Total Productive Maintenance* (TPM).

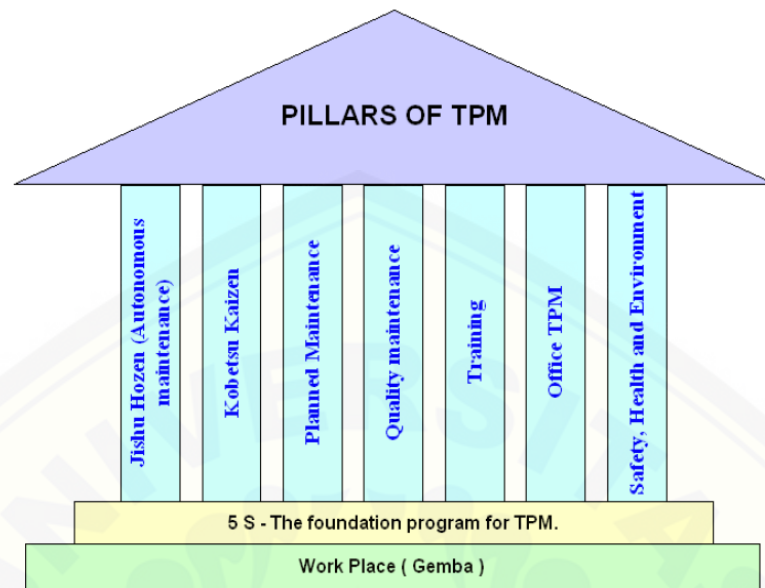
2.5.1 Pengertian *Total Productive Maintenance* (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) adalah sebagai suatu sistem perawatan yang melibatkan unsur di dalam perusahaan. Menurut Nakajima (1984) *Vice Chairman of the Japan Institute of Plant Maintenance* TPM didefinisikan sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam *maintenance* dengan cara mengoptimasi keefektifan mesin, mengaurangi kerusakan mendadak (*breakdown*), dan melakukan *autonomous operator maintenance*. *Autonomous operator maintenance* atau biasa disebut AM adalah sebuah perawatan yang dilakukan operator dari peralatan dalam memberikan kontribusi terhadap peningkatan dari efektifitas mesin. Pengertian TPM meliputi beberapa unsur pendukung yakni :

- a. TPM bertujuan untuk meningkatkan efektifitas kerja dari suatu mesin produksi.
- b. TPM diterapkan oleh semua departemen perusahaan.
- c. TPM melibatkan semua unsur pekerja di dalam perusahaan.
- d. TPM dapat membentuk *preventive maintenance* yang bergua sebagai pertahanan perusahaan.
- e. TPM seharusnya mampu dikerjakan oleh unsur kecil dari perusahaan secara mandiri.

2.5.2 Pilar TPM

TPM mencangkup delapan bagian pendukung biasa dikenal dengan delapan pilar TPM yang dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut :



Gambar 2.6 Pilar TPM

(Sumber : Venkatesh 2007)

a. Autonomous Maintenance

Autonomous Maintenance merupakan pemberian tanggung jawab kepada operator dalam memelihara mesin/peralatan yang dipakai sehingga membuat operator memiliki rasa tanggung jawab terhadap pemakaian mesin. Ada beberapa langkah yang dilakukan pada *Autonomous Maintenance* sebagai berikut :

1) *Train the Employees* (persiapan operator) :

Mendidik operator tentang pentingnya kegiatan TPM diperlukan untuk menjamin kesiapan operator dalam mengatasi masalah yang ada pada lapangan, dan bagaimana cara menangani permasalahan tersebut dengan cepat dan tepat.

2) *Initial Cleanup of Mechine* (pembersihan awal dari mechine)

- a) Persiapkan peralatan yang akan dibersihkan.
- b) Pada waktu yang telah ditentukan, karyawan membersihkan peralatan dengan bantuan bagian pemeliharaan.
- c) Minyak, kotoran, debu serta lemak harus dihilangkan.
- d) Saat membersihkan kebocoran pelumas, kelonggaran kabel, mur dan baut yang tidak di kencangkan, dan bagian aus harus dijaga.

- e) Setelah dilakukan pembersihan, jika terdapat masalah segera ditandai dan dibuat catatan.
 - f) Buka penutup mesin dan nyalakan mesin.
- 3) *Take Counter Measures* (pengambilan tindakan)
- a) Memodifikasi mesin agar meminimalisir adanya kotoran dan debu di mesin.
 - b) Untuk mencegah masalah kinerja dari bagian – bagian mesin, maka diperlukan tindakan perbaikan.
- 4) *Fix Tentative Autonomous Maintenance Standart* (penetapan standarisasi perbaikan sementara)
- a) Jadwal perbaikan harus diperbaiki dan dilaksanakan dengan tepat.
 - b) Jadwal harus dibuat meliputi pembersihan mesin dan sekitar, pemeriksaan dan pelumasan mesin.
- 5) *General Inspection* (pemeriksaan secara umum)
- a) Pelatihan operator dalam berbagai disiplin mengenai kegiatan pemeliharaan mesin dan keselamatan kerja. Kegiatan ini diperlukan untuk dalam upaya meningkatkan keterampilan teknis karyawan dan menggunakan manual pemeriksaan dengan benar.
- 6) *Autonomous Inspection*
- a) Metode baru untuk membersihkan dan melumasi digunakan.
 - b) Setiap karyawan menyiapkan grafik / jadwal otonomnya sendiri dengan berkonsultasi dengan kepala bagian *maintenance*.
 - c) Inspeksi yang dibuat dalam pemeliharaan preventif termasuk didalam *autonomous maintenance*.
- 7) *Standarization* (standarisasi)
- a) Pengerjaan perawatan dan perbaikan dilakukan sesuai dengan ketentuan atau standarisasi perbaikan perusahaan yang telah disepakati.

b. Focussed Improvement (Kaizen)

Kaizen merupakan kegiatan perbaikan yang berkelanjutan yang tidak memandang tingkat dari kerusakan mesin/peralatan. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan *losses* yang timbul di area kerja sehingga mempengaruhi efisiensi dari mesin/peralatan.

c. *Planned Maintenance*

Planned Maintenance merupakan kegiatan perbaikan secara periodik yang bertujuan untuk menjaga mesin/peralatan berada dalam kondisi yang baik. Fokus kegiatan ini adalah meningkatkan *availability* dari suatu mesin/peralatan dan mengurangi tingkat kerusakan mesin.

d. *Quality Maintenance*

Quality Maintenance ditujukan untuk kepuasan pelanggan melalui kualitas tertinggi melalui manufaktur bebas cacat. Fokusnya adalah untuk menghilangkan ketidaksesuaian dalam cara yang sistematis, seperti Peningkatan Terfokus. Kami mendapatkan pemahaman tentang bagian mana dari peralatan yang memengaruhi kualitas produk dan mulai menghilangkan masalah kualitas saat ini, dan kemudian beralih ke masalah kualitas potensial. Transisi adalah dari reaktif menjadi proaktif (*Quality Control to Quality Assurance*).

Aktivitas *quality maintenance* adalah mengatur kondisi peralatan yang menghalangi cacat kualitas, berdasarkan pada konsep dasar pemeliharaan peralatan yang sempurna untuk menjaga kualitas produk yang sempurna. Kondisi ini diperiksa dan diukur dalam rangkaian waktu untuk sangat bahwa nilai-nilai pengukuran berada dalam nilai standar untuk mencegah cacat. Transisi nilai yang terukur diawasi untuk memprediksi kemungkinan cacat terjadi dan mengambil langkah-langkah penanggulangan sebelumnya.

e. *Edukasi dan Pelatihan*

Edukasi dan Pelatihan merupakan langkah dalam membentuk karyawan yang bukan hanya paham terhadap teori, karyawan harus mampu memahami kondisi di lapangan juga. Oleh karena itu perlunya edukasi dan pelatihan ini dilaksanakan bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada karyawan baik teori maupun praktek. Ada beberapa fase yang harus dilampaui oleh karyawan tujuannya adalah membentuk tenaga ahli di suatu perusahaan. Fase tersebut adalah :

- 1) *Do not know* (tidak mengetahui).
- 2) *Know the theory but can't do* (mengetahui teori saja namun tidak bisa melaksanakan).
- 3) *Can do but can't teach* (bisa melaksanakan namun tidak dapat mengajarkan).

4) *Can do and also teach* (bisa mengerjakan dan bisa mengajarkan)

f. Office TPM

Organisasi kerja TPM harus dimulai setelah mengaktifkan empat pilar TPM lainnya (AM, Kaizen, QM, PM). Organisasi kerja TPM harus diikuti untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi dalam fungsi administrasi dan mengidentifikasi serta menghilangkan kerugian. Ini termasuk menganalisis proses dan prosedur untuk meningkatkan otomatisasi kantor. Kantor TPM membahas dua belas kerugian besar. Mereka

- 1) Kehilangan pemrosesan.
- 2) Kerugian biaya termasuk di bidang-bidang seperti pengadaan, rekening, pemasaran, penjualan yang mengarah ke persediaan tinggi.
- 3) Kehilangan komunikasi.
- 4) Hilangnya menganggur.
- 5) Set-up loss.
- 6) Kerugian akurasi.
- 7) Perusakan peralatan kantor.
- 8) Saluran komunikasi kerusakan, telepon dan saluran faksimile.
- 9) Waktu yang dihabiskan untuk mengambil informasi.
- 10) Tidak tersedia status stok yang benar.
- 11) Keluhan pelanggan karena logistik.
- 12) Biaya untuk pengiriman / pembelian darurat.

g. Safety, Hygiene & Environment

Adalah aktifitas untuk menciptakan area kerja yang aman dan sehat, dimana kemungkinan terjadinya kecelakaan diminimalisir. Kecelakaan kerja tidak terjadi dengan sendirinya, temukan dan perbaiki area rawan kecelakaan untuk memastikan keselamatan sekaligus memelihara kesehatan lingkungan. Ada beberapa penyebab terjadinya kecelakaan secara umum :

- 1) Perbuatan yang berbahaya, yaitu perbuatan dimana tingkah laku dari operator itu sendiri.
- 2) Kondisi yang berbahaya, yaitu keadaan dimana peralatan dan lingkungan yang mengakibatkan terjadinya kecelakaan.

h. 5s (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*)

Di dalam penerapan TPM dapat mewujudkan penghematan biaya produksi yang diakibatkan oleh kegagalan mesin dalam beroperasi. Sebelum melaksanakan penerapan TPM ada beberapa kondisi yang harus dilakukan oleh perusahaan biasa di sebut dengan 5S antara lain :

1) *Seiri (Sorting Out)*

Artinya ringkas atau pemilahan, adalah kegiatan pemilahan barang yang dibagi menjadi tiga kategori (diperlukan, tidak diperlukan, ragu – ragu).

2) *Seiton (Arranging Efficiently)*

Artinya rapi atau penataan, adalah kegiatan manajemen barang diperlukan dengan susunan yang tepat sehingga mudah ditemukan pada saat diperlukan dan mudah dikembalikan, setiap barang yang masih diperlukan dalam pengerjaan terletak pada tempat yang jelas dan mudah ditemukan, setiap peralatan berada di tempat yang jelas dan diberikan identitas yang jelas, setiap unsur tenaga kerja harus mematuhi peraturan penyimpanan.

3) *Seiso (Checking Through Cleaning)*

Artinya pembersihan, yaitu membersihkan sekaligus memeriksa, menghilangkan sumber penyebab kotor, mengupayakan kondisi yang optimum.

4) *Seiketsu (Neatness)*

Artinya merawat atau pemantapan, yaitu melakukan sesuatu sesuai dengan standarisasi, mempertahankan kondisi optimum, mengupayakan tidak terjadinya kesalahan di tempat kerja.

5) *Shitsuke (Discipline)*

Artinya rajin dan disiplin, yaitu terbiasa menanamkan jiwa ringkas, rapi, dan bersih, terbiasa melakukan segala sesuatu sesuai dengan standart kerja, membiasakan berperilaku positif seperti taat aturan, tepat waktu dan tepat janji, serta tidak membuang sampah sembarangan.

2.6. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE merupakan salah satu alat ukur yang digunakan untuk menghitung efektivitas dan performansi dari suatu mesin atau proses produksi. Perhitungan

OEE meliputi 3 variabel yaitu *availability*, *performance rate*, dan *Quality rate*. Standar nilai yang digunakan dunia dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Seiichi Nakajima, 1984):

Tabel 2.1 Standar Nilai OEE Dunia Masing-Masing Variabel

(Sumber : Seiichi Nakajima, 1984)

<i>Availability</i>	90%
<i>Performance</i>	95%
<i>Quality Rate</i>	99%
<i>Overall Equipment Maintenance</i>	85%

Hubungan antara tiga variabel di atas dapat dituliskan rumus sebagai berikut (Nakajima, 1984) :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \dots \dots \dots (2.1)$$

a. *Availability*

Adalah suatu ukuran yang menyatakan efektivitas peralatan pada saat peralatan produksi dalam keadaan beroperasi. Dalam perhitungan *availability* mempertimbangkan kejadian yang dapat menghentikan proses produksi. Untuk menghitung nilai *availability* digunakan rumus sebagai berikut (Sumber : Seiichi Nakajima, 1984) :

$$Availability = \frac{\text{waktu loading (Jam)} - \text{downtime (Jam)}}{\text{Operation Time (Jam)}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

b. *Performance*

Digunakan untuk mengukur suatu efektivitas dari suatu peralatan produksi pada saat peralatan beroperasi dengan mempertimbangkan faktor yang menyebabkan mesin produksi tidak sesuai dengan spesifikasi peralatan yang digunakan. Untuk menghitung nilai *performance* dapat digunakan dengan rumus sebagai berikut (Sumber : Seiichi Nakajima, 1984) :

$$Performance = \frac{\text{Jumlah produksi (Ton)} \times \text{Ideal Cycle Time (Jam/Ton)}}{\text{Operation Time (Jam)}} \times 100\% (2.3)$$

c. *Quality Rate*

Digunakan mengukur nilai efektivitas dari proses produksi, rumus yang digunakan untuk mengukur nilai dari *Quality Rate* adalah (Sumber : Seiichi Nakajima, 1984) :

$$Quality Rate = \frac{\text{Jumlah Produksi(Ton)} - \text{Produk Defect}}{\text{Jumlah Produksi (Ton)}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

2.7 *Six Big Losses*

Dalam proses produksi tentunya memiliki *losses* yang dapat mempengaruhi keberhasilan proses produksi, berikut pengelompokan *losses* (Seiichi Nakajima, 1984) :

a. *Downtime Losses*

Dinamakan *downtime losses* ketika mengalami kegagalan produksi dan *output* produksi nol dan sistem tidak memproduksi apapun. *Downtime losses* terdiri dari :

- 1) *Breakdown losses*, kerugian ini terjadi karena peralatan mengalami kerusakan, tidak dapat digunakan dan membutuhkan perbaikan untuk bisa digunakan kembali.

$$Breakdown losses = \frac{\text{Downtime}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

- 2) *Set – up and adjustment time*, kerugian ini disebabkan karena adanya pengaturan ulang peralatan pada saat kondisi operasi.

$$Setup and Adjustment time = \frac{\text{Setup time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

b. *Speed Losses*

Dinamakan *speed losses* adalah kerugian yang terjadi dikarenakan ketika nilai *output* lebih kecil dibandingkan dengan *output* pada referensi. Pada kerugian ini dapat berupa :

- 1) *Idling and minor stoppages losses*, kerugian ini terjadi karena berhentinya peralatan karena adanya masalah, contohnya mesin macet, mesin terputus – putus serta mesin menganggur.

$$Idling and minor stoppages = \frac{\text{Non productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

2) *Reduce speed losses*, yaitu dimana kerugian yang terjadi karena pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut.

$$\text{Reduce speed losses} = \frac{\text{Actual Prod Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Processed Amount})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2.8)$$

c. *Defect or Quality Losses*

Dinamakan dengan *defect or quality losses* adalah ketika output yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi kualitas yang di inginkan. Kerugian ini terdiri dari :

1) *Reduce yield losses*, terjadi karena bahan baku yang terbuang sehingga mengakibatkan kerugian. Kerugian ini di bagi menjadi dua yaitu kerugian bahan baku akibat desain produk dan manufaktur serta kerugian yang diakibatkan penyesuaian karena cacat kualitas produk pada saat awal proses, dalam kata lain kerugian yang terjadi karena mesin membutuhkan pemanasan untuk melakukan produksi.

$$\text{Reduce yield losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Defect Amount During Setting}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2.9)$$

2) *Quality defect (process defect)*, kerugian ini terjadi karena adanya kecacatan produk pada saat proses produksi. Produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi perlu dilakukan *rework*.

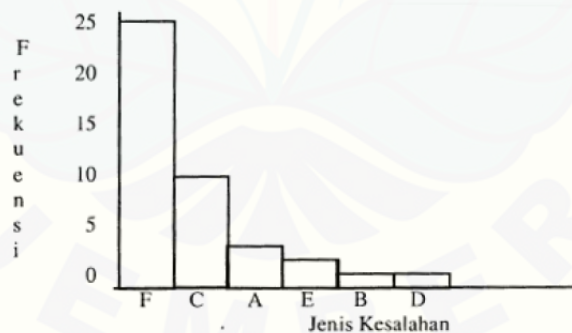
$$\text{Process defect} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Defect Amount During Production}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2.10)$$

2.8 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah diagram yang menunjukkan urutan klasifikasi data dari nilai tertinggi menuju nilai terendah. Diagram pareto dipopulerkan oleh seorang ahli yang bernama Alfredo Pareto pada tahun 1848 – 1923. Diagram pareto mampu menunjukkan dan membantu menemukan permasalahan yang harus segera di kerjakan (nilai tertinggi) maupun hal yang tidak harus dikerjakan terlebih dahulu (nilai terendah). Diagram pareto dapat menganalisa masalah yang paling mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah. Langkah dalam menyusun diagram pareto adalah sebagai berikut :

- a. Mengklarifikasi data misalnya berdasarkan masalah, penyebab, dan sebagainya.
- b. Menentukan satuan yang digunakan dalam urutan karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, dan sebagainya.
- c. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang ditentukan.
- d. Menganalisa data dan membuat ranking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
- e. Menghitung frekuensi kumulatif dan presentase kumulatif yang digunakan.
- f. Menggambar diagram batang yang menunjukkan tingkat kepentingan masing – masing masalah.

Diagram pareto merupakan proses yang tidak akan pernah berakhir. Artinya adalah jika terdapat empat data masalah misalnya data masalah f,c,a,e,b dan d, jika presentase data a paling tinggi tertinggi maka harus dilakukan tindakan yang harus dilakukan agar masalah f teratasi. Selanjutnya ketika data f sudah selesai maka data yang presentase di bawah nilai data f yang harus dilakukan tindakan agar masalah hilang seperti halnya data f begitu seterusnya perhatikan Gambar 2.2.



Gambar 2.7 Diagram Pareto

(Sumber : Modul Pengendalian Kualitas Universitas Wijaya Putra)

2.9 Fishbone Diagram (Diagram Sebab – Akibat)

Diagram *fishbone* adalah sebuah metode penyelesaian masalah di dalam meningkatkan kualitas produksi. Penemu diagram ini adalah seorang ilmuwan asal jepang pada tahun 60-an bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran

tokyo jepang pada tahun 1915 merupakan seorang yang pernah belajar di teknik kimia di Universitas Tokyo, sehingga sering juga di sebut dengan diagram Ishikawa.

Diagram *fishbone* menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan pada kepala, sedangkan pada tulang ikan diisi dengan sebab – sebab yang menunjang permasalahan sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram sebab – akibat dikarenakan diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Diagram sebab – akibat digunakan untuk menunjukkan faktor – faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor – faktor penyebab itu (Sariyusda dkk, 2016).

Ada beberapa faktor penyebab utama penyebab terjadinya penyimpangan adalah sebagai berikut :

- a. Manusia (*Man Power*)
- b. Metode (*Methode*)
- c. Mesin (*Mechine*)
- d. Material (*Material*)
- e. Lingkungan (*Environment*)

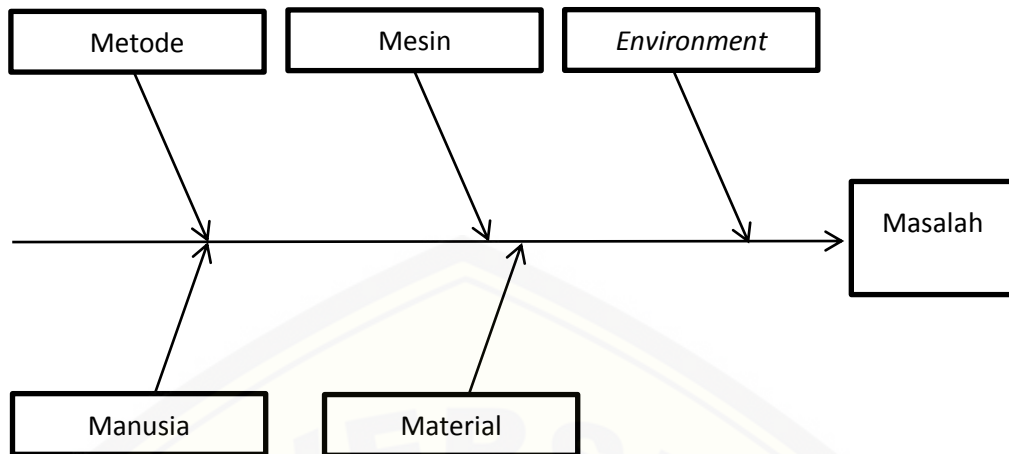
Cara menyusun diagram *fishbone* secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi dan definisikan dengan jelas hasil atau akibat yang akan dianalisis.
- b. Gambarlah panah horizontal ke kanan yang akan menjadi tulang belakang.

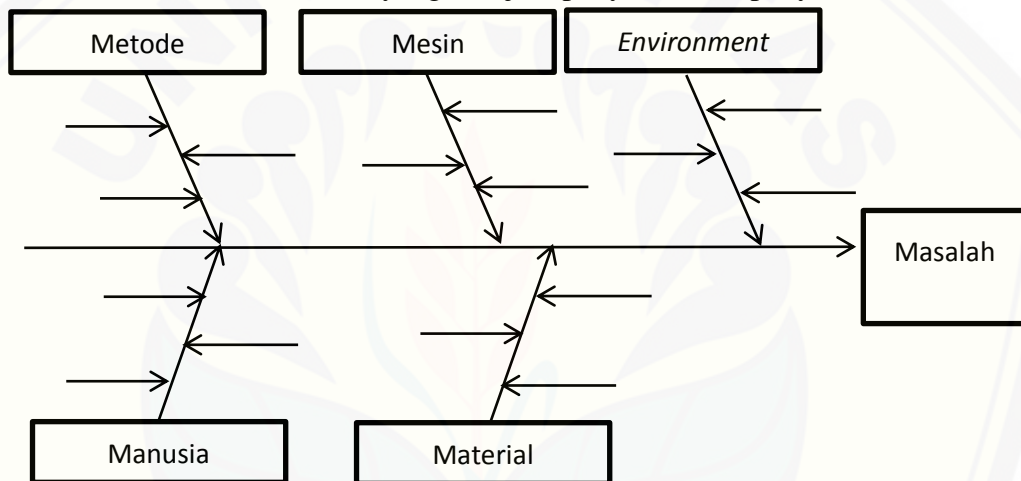


Masalah

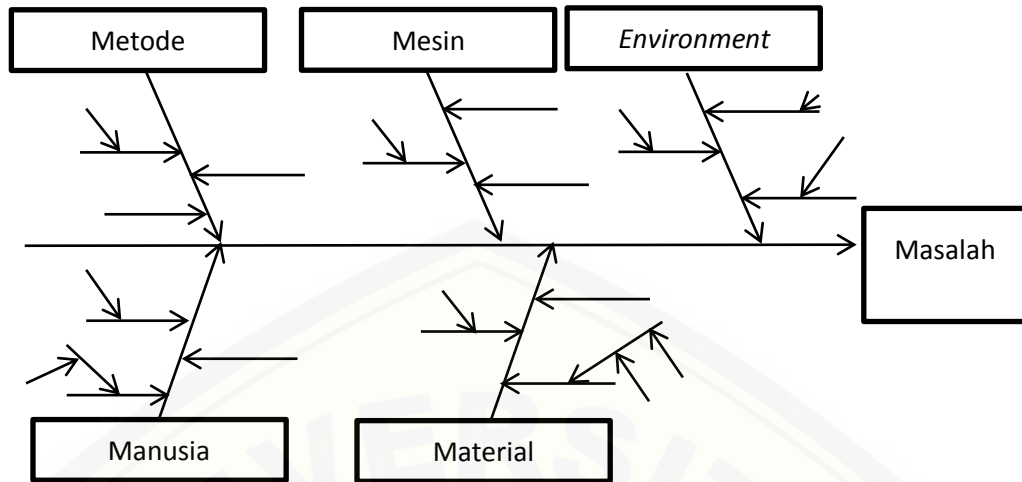
- c. Identifikasi penyebab – penyebab utama yang mempengaruhi hasil atau akibat.



d. Identifikasi faktor – faktor yang menjadi penyebab dari penyebab utama.



e. Identifikasi lebih detail lagi secara bertingkat berbagai penyebab dan lanjutkan mengorganisasikannya dibawah kategori atau penyebab yang berhubungan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengajukan serangkaian pertanyaan “mengapa”.



- f. Menganalisis diagram membantu kita mengidentifikasi penyebab yang menjamin pemeriksaan lebih lanjut.

2.10 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Moubray 1991, *Failure mode* / mode kegagalan merupakan kejadian yang mungkin terjadi yang dapat menyebabkan peralatan mengalami kegagalan, *Failure effect* / efek kegagalan merupakan penggambaran apa yang terjadi ketika mode kegagalan terjadi. Dari penjelasan tersebut dapat kita simpulkan bahwa FMEA merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menganalisa mode kegagalan dan efek dari kegagalan dari suatu peralatan/mesin yang nantinya diharapkan dapat mengetahui komponen yang harus diganti atau diperbaiki terlebih dahulu atau istilah yang digunakan adalah komponen kritis. Contoh form FMEA untuk menganalisis setiap komponen untuk menentukan mode kegagalan dan efek yang ditimbulkan ketika komponen tersebut mengalami kegagalan. Nantinya dari form tersebut dapat mengusulkan tindakan perbaikan yang dilakukan yang bertujuan untuk menjaga agar komponen tidak mengalami kegagalan yang mengakibatkan menurunnya efektivitas mesin. Menurut Puspitasari dan Martanto 2014 langkah – langkah yang dilakukan dalam menganalisa FMEA adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan alat yang akan dianalisa.
- b. Mengidentifikasi mode kegagalan pada alat yang dianalisa.

- c. Mengidentifikasi akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan *potential failure*.
- d. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari mode kegagalan yang terjadi pada proses yang berlangsung.
- e. Menetapkan nilai – nilai (dengan cara observasi lapangan dan *brainstorming*).
- f. Menentukan nilai RPN , yaitu nilai yang menunjukkan keseriusan dari *potential failure* serta menentukan prioritas tindakan kegagalan.

Di dalam mengidentifikasi kegagalan digunakan pemberian skor atau nilai pada masing – masing mode kegagalan yaitu kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) kemudian hasil perkalian dari ketiganya akan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang digunakan dalam menganalisis FMEA.

2.11 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya tentang metode TPM yang telah dilaksanakan oleh beberapa peneliti adalah sebagai berikut :

- a. Rahmad dkk (2012) dalam penelitian di PG “Y” mendapatkan bahwa nilai OEE 10 periode nilai OEE terendah terletak pada periode 1 dengan nilai 31,82%, dan nilai OEE tertinggi terletak pada periode 7 dengan nilai 61,19%, masih berada di bawah nilai standart *world class* yaitu 85%. Faktor yang mempengaruhi nilai OEE rendah adalah faktor *reduce speed losses* dengan nilai 95,61% atau 1697,42 menit.
- b. Maknunah dkk (2016) dalam penelitian di PG Kribet II Malang mendapatkan bahwa nilai OEE tertinggi terletak pada mesin CCR 1 dengan nilai 78,81% dan terendah terdapat di Gilingan 1 yaitu 70,52% rata –rata nilai OEE yang di dapat dari seluruh mesin stasiun gilingan sekitar 70,52 % sampai 78,81%, masih berada di bawah nilai standart *world class* yaitu 85%. Faktor yang menyebabkan yaitu *Reduce Speed Loss* 49,67% - 63,50%. *Reduced speed loss* adalah kerugian yang diakibatkan oleh penurunan kecepatan produksi.

- c. Amaanullah (2017) dalam penelitian di PG Kebon Agung mendapatkan bahwa komponen yang memiliki faktor efektivitas dari mesin menurun adalah pada komponen *cane cutter*, HDHS, dan *intermediate carrier* selama tahun 2014 – 2016 dengan nilai OEE antara 78,16% - 83,18%, nilai tersebut masih berada pada nilai standart *world class* yaitu 85%. Penyebabnya adalah *breakdown cane cutter*, *breakdown heavy duty hammer shredder*, *setup and adjusment* pada *heavy duty hammer shredder*, *breakdown intermediate carrier*, dan *idling and minor stoppage intermediate carrier*. Dengan nilai *breakdown* sebesar 86% atau 34,86 jam.
- d. Djatmika (2017) dalam penelitiannya di PG Ngadirejo Kediri mendapatkan bahwa nilai terendah pada komponen *cane cutter* II adalah 76,21%, masih berada di bawah nilai standart *world class* yaitu 85%. Faktor yang meyebabkan nilai OEE rendah adalah faktor *reduce speed losses* yang dimiliki oleh komponen pada PG Ngadirejo Kediri tersebut. Nilai *reduce speed losses* sekitar 13,62 % sampai 19,82% yang disebabkan oleh lama saat penggantian komponen *sparepart* yang rusak.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PTPN XI Unit Kerja PG Gending yang terletak di desa Sebaung Kecamatan Gending Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur. Waktu yang dibutuhkan di dalam penelitian ini adalah \pm 1 bulan di mulai pada bulan Juli – Agustus 2018.



Gambar 3.1 PTPN XI Unit Kerja PG Gending
(Sumber : Profil PG Gending)



Gambar 3.2 Kantor PTPN XI Unit Kerja PG Gending
(Sumber : Profil PG Gending)

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Alat Tulis
- b. Komputer/Laptop
- c. Peralatan Keselamatan Kerja
- d. Aplikasi Minitab dan Excel

4.2.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian adalah senagai berikut :

- a. Stasiun Penggilingan (Unit gilingan)



Gambar 3.3 Stasiun Gilingan
(Sumber : PG Gending)

- b. Tebu



Gambar 3.4 Tebu
(Sumber : Profil PG Gending)

3.3 Jenis dan Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Data Primer

Adalah data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung yang dilakukan di tempat penelitian. Antara lain :

a. Wawancara

Metode wawancara ini dilakukan dengan cara wawancara dengan manajemen perawatan di PG Gending untuk memperoleh data. Selain itu juga dilakukan dengan wawancara kepada operator dan karyawan *maintenance* sebagai informasi yang diperlukan untuk data penelitian.

b. Observasi

Metode ini dilakukan dengan observasi atau pengamatan langsung ke lapangan pada obyek yang diteliti. Untuk melihat proses produksi, proses *maintenance* dan sebagainya

3.3.2 Data Skunder

Adalah data yang diperoleh dari studi literatur yang berupa buku, jurnal penelitian sebelumnya, website, dan lain sebagainya sebagai pendukung penelitian yang akan dilakukan.

3.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini ada beberapa langkah – langkah yang perlu dilakukan untuk tercapainya dari tujuan penelitian. Berikut adalah urutan serta penjelasan dari tahap penelitian yang dilakukan (Gambar 3.5) :



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan lebih detail dari alur penelitian ini sebagai berikut :

a. Studi literatur

Dalam studi literatur, peneliti mencari teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan berdasarkan beberapa sumber seperti buku, surat kabar, dan secara online. Selain itu juga dilakukan pencarian penelitian – penelitian terdahulu untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan.

b. Survey perusahaan

Pada tahap ini dilakukan survey terhadap perusahaan yang menjadi obyek penelitian. Perusahaan yang menjadi obyek penelitian adalah PG Gending.

c. Perumusan masalah

Dalam tahap ini dilakukan perumusan masalah berdasarkan identifikasi masalah diatas. Dalam penelitian ini perumusan masalah adalah, bagaimana keadaan manajemen perawatan dari PG Gending dan bagaimana solusi yang baik untuk perbaikan maintenance tersebut.

d. Tujuan dan batasan masalah

Dalam tahap ini dilakukan penentuan tujuan yaitu untuk mengetahui bagaimana keadaan manajemen perawatan pada PG Gending dan bagaimana rekomendasi perbaikan yang baik. Sedangkan pemberian batasan masalah digunakan agar penelitian tidak meluas dan dikhususkan pada satu tempat saja.

e. Pengumpulan data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dengan cara wawancara dan observasi serta menggunakan data sekunder. Data – data yang dibutuhkan seperti:

- 1) Komponen stasiun penggilingan
- 2) *Running time*
- 3) *Downtime*
- 4) Urutan proses produksi
- 5) Kapasitas produksi

- 6) Data perbaikan mesin
- 7) Jadwal perawatan
- 8) *Risk Priority Number* (RPN)

f. Pengolahan data

Setelah mendapatkan data yang diharapkan kemudian diolah untuk untuk menghitung elemen – elemen TPM seperti:

- 1) *Availability*
- 2) *Performance Rate*
- 3) *Quality Rate*
- 4) *Overall Equipment Effectiveness*
- 5) *Six big losses*

Pengolahan data berikut dilakukan dengan melakukan wawancara dan pemberian kuesioner kepada pihak yang bertanggung jawab terhadap stasiun penggilingan tebu di perusahaan, data tersebut antara lain :

- 6) Pembuatan *Fishbone Diagram*, contoh lembar wawancara dan pertanyaan yang akan di utarakan sebagai berikut :

Lembar Analisis Diagram Fishbone			
Masalah Utama :	Tanggal :		
Responden :			
Jabatan :	Faktor	Man Power <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>
TTD :		Metode <input type="checkbox"/>	Mechine <input type="checkbox"/>
Masalah :			

Gambar 3.6 Lembar Wawancara *Fishbone Diagram*

- 7) Menganalisa *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

g. Analisis data

Setelah didapatkan hasil pengolahan data kemudian di analisis untuk mengetahui bagaimana keadaan manajemen perawatan yang telah diterapkan pada saat itu. Analisis yang dilakukan yaitu:

- 1) Analisis *Overall Equipment Effectiveness*
- 2) Analisis *Six Big Losses*
- 3) Analisis Diagram Pareto, pengerjaan diagram pareto menggunakan aplikasi Minitab 18
- 4) Analisis *Fishbone Diagram*, pengerjaan Fishbone Diagram menggunakan aplikasi Minitab 18
- 5) Analisis FMEA tentang sebab akibat dari peralatan pada stasiun penggilingan
- 6) Pemberian usulan perbaikan berdasarkan analisa FMEA

h. Kesimpulan dan rekomendasi

Pada tahap ini menjelaskan secara singkat hasil dari rumusan masalah yang telah dibuat sekaligus memaparkan rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan berdasarkan dengan hasil penelitian yang sudah dilakukan. Rekomendasi tersebut diharapkan akan digunakan untuk mengembangkan perusahaan atau sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai OEE, *Six big losses* dan TPM dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- a. Nilai efektivitas tertinggi adalah terletak pada tahun 2017, pada tahun tersebut nilai efektivitas setiap peralatan di atas 90%, sedangkan nilai terendah terletak pada tahun 2016, pada tahun 2016 nilai efektivitas di bawah nilai standart yaitu di bawah 62% nilai terendah pada komponen gilingan III yaitu 60,58%.
- b. Faktor penyebab nilai efektivitas rendah adalah *reduce speed losses*, faktor ini dikarenakan adanya penurunan kecepatan produksi yang disebabkan oleh mesin berhenti karena rusak, sehingga ketika mesin dapat beroperasi memerlukan waktu untuk kembali ke kecepatan awal produksi. Nilai *reduce speed losses* tertinggi adalah pada tahun 2016 sebesar 97,48% atau 1006,51 jam, dan pada komponen gilingan III dengan nilai tertinggi yaitu 39,15%.
- c. Gilingan atau *roll* gilingan merupakan komponen yang memiliki nilai bobot tertinggi dengan kegagalan tebu runtuh, ampas lengket, dan penggerak mati. Resiko jika terjadi kegagalan adalah proses giling berhenti sementara pada stasiun penggilingan.
- d. Rekomendasi perbaikan berupa konsep berdasarkan pilar TPM 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke), sehingga dapat meningkatkan produktivitas.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah :

- a. Penggantian atau perbaikan pada peralatan yang memiliki prioritas tertinggi segera dilakukan. Hal tersebut dapat menekan nilai *reduce speed losses* pada peralatan, metode 5S dalam meningkatkan produktivitas harus berjalan.
- b. *Preventive maintenance* harus dimaksimalkan sebaik mungkin, karena dapat menunjang kesiapan mesin dalam melakukan proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaanullah Mochammad Harits Trysnawan, Rina Sandora, dan Pranowo Sidi, 2017. “Perencanaan *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk Meningkatkan Produktivitas Stasiun Gilingan pada PG. Kebon Agung”. Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Arifianto Asyrof, 2018. “Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness*”. Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Djatkika Prayoga Priya, 2017. “Analisa Nilai *Overall Equipment Effectiveness* Pada Proses Penggilingan Tebu di Pabrik Gula Ngadiredjo Kabupaten Kediri”. Jurusan Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Endang Pudji W dan Muchammad Naufal Rahadian Putra, 2017. “Pengaruh Efektivitas Mesin Planer Untuk Meningkatkan Produktivitas Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* Di Pt. Xyz”. Jurusan Teknik Industri UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Friyatno Supena dan Adang Agustian, 2014. “*Analysis of Production, Consumption and Sugar Import In Indonesia*”. Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung.
- Haryono Lilik, 2016. “Penerapan *Total Productive Maintenance* dengan Pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan Penentuan Kebijakan *Maintenance* pada Mesin *Ring Frame* Divisi *Spinning* I di PT Pisma Putra Textile”. Jurusan Teknin Industri Universitas Diponegoro.
- Jiwantoro Agus, Bambang Dwi Argo, dan Wahyu Agung Nugroho, 2013. “Analisis Efektivitas Mesin Penggiling Tebu Dengan Penerapan Total Productive”. Jurusan Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya.
- Lu’lu Ul Maknunah, Fuad Achmadi, dan Retno Astuti, 2014. “Penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Untuk Mengevaluasi Kinerja Mesin – Mesin Di Stasiun Giling Pabrik Gula Kreet II Malang”. Jurusan Teknologi Industri Pertanian Universitas Brawijaya.
- Moubray John, 1991. “*Reability Centred Maintenance Chapter II*”. Butterworth-Heinemann, *British*.

- Nakajima Seiichi, 1984. "*Introduction to TPM : Total Production Maintenance*". Productivity Press, Inc. Tokyo.
- Nia Budi Puspita dan Arif Martanto, 2014. "Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin)". Jurusan Teknik Industri Universitas Diponegoro.
- Oktafianto Abdrizal dan Diana Puspitasari, 2016. "Analisis Efektifitas Mesin Berdasarkan Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada Mesin Pembuat Rokok (*Single Proccession Unit 2* dan *Single Proccession Unit 3*) di PT Djarum". Teknik Industri Universitas Diponegoro.
- Rahmad, Pratikto, dan Slamet Wahyudi, 2012. "Penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dalam Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM)". Jurusan Teknik Mesin Politeknik Tanjungbalai dan Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
- Saifuddin A.Jalil dan Fitri Arlena, 2016. "Perawatan Labyrinth Kompresor Sentrifugal Kawasaki K-2501 A dengan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) di PT.Arun NGL Blang Lancang". Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Sariyusda, Fakhriza, dan Johansyah putra, 2016. "Analisa Efektivitas Produksi Pada Unit Area I Dengan Menggunakan Metode *Total Productive Maintenance* (TPM) Di PT. Pupuk Iskandar Muda.
- Simanjuntak A. Risma dan Dian Hernita, 2008. " Usulan Perbaikan Metode Kerja Berdasarkan *Micromotion Study* Dan Penerapan Metode 5s Untuk Meningkatkan Produktifitas". Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Sub Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan, 2016. "*Indonesian Sugar Cane Statistics 2016*". Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Supriono Heri, 2016. "Pengaruh Parameter *Six Big Losses* Terhadap Efektivitas Proses Produksi Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness*". Repository Universitas Jember.
- Tim Pengajar Dosen Mata kuliah Teknik Pengendalian Kualitas, 2009. "Teknik Pengendalian Kualitas". Fakultas Teknik Industri Universitas Wijaya Putra.

Venkatesh, 2007. “*An Introducttion to Total Productive Maintenance (TPM)*”.

http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml. [Diakses pada 5 juni 2018].

Yudi Siswanto, Syamsuri, dan Roni Prabowo, 2017. “Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)* dengan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Pada Pompa Sentrifugal”. Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.



Lampiran 1. Hasil Perhitungan *Availability* Tahun 2013 – 2017

No	Komponen	2013			2014			2015			2016			2017		
		Loading Time (Jam)	Operating Time (Jam)	Availability	Loading Time (Jam)	Operating Time (Jam)	Availability	Loading Time (Jam)	Operating Time (Jam)	Availability	Operating Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Availability	Loading Time (Jam)	Operating Time (Jam)	Availability
1	Meja Tebu	3264	3260	0,9988	3672	3670	0,9995	3192	3190	0,9994	2615	2616	0,9996	1728	1728	0,9998
2	Cane Knife	3264	3257	0,9978	3672	3667	0,9987	3192	3192	1	2616	2616	1	1728	1728	1
3	Cane Leveller	3264	3264	1	3672	3672	1	3192	3192	1	2616	2616	1	1728	1728	1
4	Cane Carrier I	3264	3252	0,9964	3672	3671	0,9998	3192	3190	0,9995	2616	2616	1	1728	1727	0,9995
5	Unigrator	3264	3262	0,9994	3672	3671	0,9997	3192	3192	1	2615	2616	0,9997	1728	1728	1
6	Cane Carrier II	3264	3261	0,9990	3672	3669	0,9993	3192	3192	1	2616	2616	1	1728	1728	1
7	Gillingan I	3264	3224	0,9878	3672	3640	0,9912	3192	3173	0,9941	2606	2616	0,9961	1728	1726	0,9990
8	Gillingan II	3264	3246	0,9945	3672	3650	0,9939	3192	3181	0,9967	2613	2616	0,9987	1728	1723	0,9973
9	IMC II	3264	3258	0,9981	3672	3671	0,9997	3192	3192	1	2616	2616	1	1728	1728	1
10	Gillingan III	3264	3251	0,9960	3672	3654	0,9950	3192	3191	0,9996	2596	2616	0,9922	1728	1719	0,9948
11	IMC III	3264	3248	0,9951	3672	3672	1	3192	3192	1	2616	2616	1	1728	1728	1
12	Gillingan IV	3264	3248	0,9949	3672	3656	0,9956	3192	3186	0,9981	2615	2616	0,9997	1728	1725	0,9981
13	IMC IV	3264	3260	0,9987	3672	3672	1	3192	3192	1	2616	2616	1	1728	1728	1

Lampiran 2. Hasil Perhitungan *Performance* 2013 – 2017

No	Komponen	2013					2014					2015					2016					2017				
		Jumlah Produksi (Ton)	Persentase Jam Kerja (%)	Waktu Siklus (Jam/Ton)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Performance	Jumlah Produksi (Ton)	Persentase Jam Kerja (%)	Waktu Siklus (Jam/Ton)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Performance	Jumlah Produksi (Ton)	Persentase Jam Kerja (%)	Waktu Siklus (Jam/Ton)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Performance	Jumlah Produksi (Ton)	Persentase jam kerja (%)	Waktu Siklus (Jam/Ton)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Performance	Jumlah Produksi (Ton)	Persentase Jam Kerja (%)	Waktu Siklus (Jam/Ton)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Performance
1	Meja Tebu	204000	76,10%	0,016	0,012176	0,762	229500	84,35%	0,016	0,01350	0,8439	199500	87,63%	0,016	0,01402	0,8768	163500	61,59%	0,016	0,009855	0,6162	108000	92,66%	0,016	0,014825	0,9268
2	Cane Knife	1354740	76,00%	0,00241	0,001831	0,762	1901081	84,26%	0,001932	0,00163	0,8437	1731024	87,69%	0,001844	0,00162	0,8769	1056314	61,63%	0,002477	0,001526	0,6163	984184,7	92,68%	0,001756	0,001627	0,9268
3	Cane Leveller	1354740	76,22%	0,00241	0,001836	0,762	1901081	84,39%	0,001932	0,00163	0,8439	1731024	87,69%	0,001844	0,00162	0,8769	1056314	61,63%	0,002477	0,001526	0,6163	984184,7	92,68%	0,001756	0,001627	0,9268
4	Cane Carrier I	1354740	75,86%	0,00241	0,001828	0,761	1901081	84,37%	0,001932	0,00163	0,8439	1731024	87,64%	0,001844	0,00162	0,8769	1056314	61,63%	0,002477	0,001526	0,6163	984184,7	92,63%	0,001756	0,001626	0,9268
5	Unigrator	1354740	76,16%	0,00241	0,001835	0,762	1901081	84,36%	0,001932	0,00163	0,8439	1731024	87,69%	0,001844	0,00162	0,8769	1056314	61,60%	0,002477	0,001526	0,6162	984184,7	92,68%	0,001756	0,001627	0,9268
6	Cane Carrier II	1354740	76,12%	0,00241	0,001834	0,762	1901081	84,32%	0,001932	0,00163	0,8438	1731024	87,69%	0,001844	0,00162	0,8769	1056314	61,63%	0,002477	0,001526	0,6163	984184,7	92,68%	0,001756	0,001627	0,9268
7	Gilingan I	1354740	74,92%	0,00241	0,001805	0,759	1901081	83,49%	0,001932	0,00161	0,8423	1731024	87,06%	0,001844	0,00161	0,8757	1056314	61,24%	0,002477	0,001517	0,6148	984184,7	92,58%	0,001756	0,001626	0,9267
8	Gilingan II	1354740	75,60%	0,00241	0,001821	0,76	1901081	83,76%	0,001932	0,00162	0,8427	1731024	87,31%	0,001844	0,00161	0,8760	1056314	61,50%	0,002477	0,001523	0,6158	984184,7	92,41%	0,001756	0,001623	0,9266
9	IMC II	1354740	76,04%	0,00241	0,001832	0,762	1901081	84,37%	0,001932	0,00163	0,8439	1731024	87,69%	0,001844	0,00162	0,8769	1056314	61,63%	0,002477	0,001526	0,6163	984184,7	92,68%	0,001756	0,001627	0,9268
10	Gilingan III	1354740	75,75%	0,00241	0,001825	0,761	1901081	83,85%	0,001932	0,00162	0,8427	1731024	87,62%	0,001844	0,00162	0,8765	1056314	60,85%	0,002477	0,001507	0,6133	984184,7	92,16%	0,001756	0,001618	0,9264
11	IMC III	1354740	75,73%	0,00241	0,001825	0,761	1901081	84,39%	0,001932	0,00163	0,8439	1731024	87,69%	0,001844	0,00162	0,8769	1056314	61,63%	0,002477	0,001526	0,6163	984184,7	92,68%	0,001756	0,001627	0,9268
12	Gilingan IV	1354740	75,64%	0,00241	0,001822	0,76	1901081	83,90%	0,001932	0,00162	0,8428	1731024	87,45%	0,001844	0,00161	0,8762	1056314	61,61%	0,002477	0,001526	0,6162	984184,7	92,49%	0,001756	0,001624	0,9267
13	IMC IV	1354740	76,10%	0,00241	0,001833	0,762	1901081	84,39%	0,001932	0,00163	0,8439	1731024	87,69%	0,001844	0,00162	0,8769	1056314	61,63%	0,002477	0,001526	0,6163	984184,7	92,68%	0,001756	0,001627	0,9268

Lampiran 3. Hasil Perhitungan *Quality Rate* 2013 – 2017

No	Komponen	2013			2014			2015			2016			2017		
		Jumlah Produksi (Ton)	Product Defect (Ton)	Quality Rate	Jumlah Produksi (Ton)	Product Defect (Ton)	Quality Rate	Jumlah Produksi (Ton)	Product Defect (Ton)	Quality Rate	Jumlah Produksi (Ton)	Product Defect (Ton)	Quality Rate	Jumlah Produksi (Ton)	Product Defect (Ton)	Quality Rate
1	Meja Tebu	204000	0	1	229500	0	1,00	199500	0	1,00	163500	0	1,00	108000	0	1,00
2	Cane Knife	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
3	Cane Leveller	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
4	Cane Carrier I	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
5	Unigrator	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
6	Cane Carrier II	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
7	Gillingan I	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
8	Gillingan II	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
9	IMC II	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
10	Gillingan III	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
11	IMC III	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
12	Gillingan IV	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00
13	IMC IV	1354740	0	1	1901081	0	1,00	1731024	0	1,00	1056314	0	1,00	984184,7	0	1,00

Lampiran 4. Hasil Perhitungan *Breakdown Losses* 2013 – 2017

No	Komponen	2013			2014			2015			2016			2017		
		Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)	Breakdown Losses (%)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)	Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)	Breakdown (Jam)	loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)	Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)
1	Meja Tebu	4,07	3264	0,12%	1,77	3672	0,05%	1,98	3192	0,06%	1	2616	0,04%	0,40	1728	0,02%
2	Cane Knife	7,33	3264	0,22%	4,80	3672	0,13%	0	3192	0,00%	0	2616	0,00%	0	1728	0,00%
3	Cane Leveller	0	3264	0,00%	0	3672	0,00%	0	3192	0,00%	0	2616	0,00%	0	1728	0,00%
4	Cane Carrier I	11,7	3264	0,36%	0,83	3672	0,02%	1,52	3192	0,05%	0	2616	0,00%	0,85	1728	0,05%
5	Unigrator	2	3264	0,06%	1,10	3672	0,03%	0	3192	0,00%	0,75	2616	0,03%	0	1728	0,00%
6	Cane Carrier II	3,32	3264	0,10%	2,73	3672	0,07%	0	3192	0,00%	0	2616	0,00%	0	1728	0,00%
7	Gillingan I	39,92	3264	1,22%	32,30	3672	0,88%	18,75	3192	0,59%	10,17	2616	0,39%	1,70	1728	0,10%
8	Gillingan II	17,82	3264	0,55%	22,35	3672	0,61%	10,63	3192	0,33%	3,38	2616	0,13%	4,60	1728	0,27%
9	IMC II	6,08	3264	0,19%	0,93	3672	0,03%	0	3192	0,00%	0	2616	0,00%	0	1728	0,00%
10	Gillingan III	13,08	3264	0,40%	18,33	3672	0,50%	1,42	3192	0,04%	20,48	2616	0,78%	8,97	1728	0,52%
11	IMC III	15,99	3264	0,49%	0	3672	0,00%	0	3192	0,00%	0	2616	0,00%	0	1728	0,00%
12	Gillingan IV	16,5	3264	0,51%	16,18	3672	0,44%	6,12	3192	0,19%	0,68	2616	0,03%	3,20	1728	0,19%
13	IMC IV	4,08	3264	0,13%	0	3672	0,00%	0	3192	0,00%	0	2616	0,00%	0	1728	0,00%

Lampiran 5. Hasil Perhitungan *Set up and Adjustment Time* 2013 – 2017

No	Komponen	2013			2014			2015			2016			2017		
		Set Up (Jam)	Loading Time (Jam)	Setup and Adjustment Time (%)	Set Up (Jam)	Loading Time (Jam)	Setup and Adjustment Time (%)	Set Up (Jam)	Loading Time (Jam)	Setup and Adjustment Time (%)	Set Up (Jam)	loading Time (Jam)	Setup and Adjustment Time (%)	Set Up (Jam)	Loading Time (Jam)	Setup and Adjustment Time (%)
1	Meja Tebu	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
2	Cane Knife	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
3	Cane Leveller	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
4	Cane Carrier I	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
5	Unigrator	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
6	Cane Carrier II	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
7	Gillingan I	44,83	3264	1,37%	7,58	3672	0,21%	32,58	3192	1,02%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
8	Gillingan II	44,83	3264	1,37%	7,58	3672	0,21%	32,58	3192	1,02%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
9	IMC II	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
10	Gillingan III	44,83	3264	1,37%	8,32	3672	0,23%	32,08	3192	1,01%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
11	IMC III	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
12	Gillingan IV	44,83	3264	1,37%	8,32	3672	0,23%	32,58	3192	1,02%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%
13	IMC IV	42,33	3264	1,30%	6,55	3672	0,18%	31,08	3192	0,97%	23,17	2616	0,89%	14,07	1728	0,81%

Lampiran 6. Hasil Perhitungan *Idling Minor and Stoppage Losses* 2013 – 2017

No	Komponen	2013			2014			2015			2016			2017		
		Non Productive Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Idling Minor and Stoppage Losses (%)	Non Productive Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Idling Minor and Stoppage Losses (%)	Non Productive Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Idling Minor and Stoppage Losses (%)	Non Productive Time (Jam)	loading Time (Jam)	Idling Minor and Stoppage Losses (%)	Non Productive Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Idling Minor and Stoppage Losses (%)
1	Meja Tebu	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
2	Cane Knife	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
3	Cane Leveller	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
4	Cane Carrier I	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
5	Unigrator	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
6	Cane Carrier II	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
7	Gillingan I	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
8	Gillingan II	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
9	IMC II	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
10	Gillingan III	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
11	IMC III	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
12	Gillingan IV	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%
13	IMC IV	0	3264	0%	0	3672	0%	0	3192	0%	0	2616	0%	0	1728	0%

Lampiran 7. Hasil Perhitungan *Reduce Speed Losses* 2013 – 2017

No	Komponen	2013					2014					2015					2016					2017				
		Actual Production Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Loading Time (Jam)	Jumlah Produksi (Ton)	Reduce Speed Losses (%)	Actual Production Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Jumlah Produksi (Ton)	Loading Time (Jam)	Reduce Speed Losses (%)	Actual Production Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Jumlah Produksi (Ton)	Loading Time (Jam)	Reduce Speed Losses (%)	Actual Production Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Jumlah Produksi (Ton)	Loading Time (Jam)	Reduce Speed Losses (%)	Actual Production Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Jumlah Produksi (Ton)	Loading Time (Jam)	Reduce Speed Losses (%)
1	Meja Tebu	3264	0,01218	3264	204000	23,90%	3672	0,01350	229500	3672	15,65%	3192	0,01402	199500	3192	12,37%	2616	0,00986	163500	2616	38,41%	1728	0,01483	108000	1728	7,34%
2	Cane Knife	3264	0,00183	3264	1354740	24,00%	3672	0,00163	1901081	3672	15,74%	3192	0,00162	1731024	3192	12,31%	2616	0,00153	1056314	2616	38,37%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,32%
3	Cane Leveller	3264	0,00184	3264	1354740	23,78%	3672	0,00163	1901081	3672	15,61%	3192	0,00162	1731024	3192	12,31%	2616	0,00153	1056314	2616	38,37%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,32%
4	Cane Carrier I	3264	0,00183	3264	1354740	24,14%	3672	0,00163	1901081	3672	15,63%	3192	0,00162	1731024	3192	12,36%	2616	0,00153	1056314	2616	38,37%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,37%
5	Unigrator	3264	0,00183	3264	1354740	23,84%	3672	0,00163	1901081	3672	15,64%	3192	0,00162	1731024	3192	12,31%	2616	0,00153	1056314	2616	38,40%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,32%
6	Cane Carrier II	3264	0,00183	3264	1354740	23,88%	3672	0,00163	1901081	3672	15,68%	3192	0,00162	1731024	3192	12,31%	2616	0,00153	1056314	2616	38,37%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,32%
7	Gilingan I	3264	0,00181	3264	1354740	25,08%	3672	0,00161	1901081	3672	16,51%	3192	0,00161	1731024	3192	12,94%	2616	0,00152	1056314	2616	38,76%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,42%
8	Gilingan II	3264	0,00182	3264	1354740	24,40%	3672	0,00162	1901081	3672	16,24%	3192	0,00161	1731024	3192	12,69%	2616	0,00152	1056314	2616	38,50%	1728	0,00162	984184,7	1728	7,59%
9	IMC II	3264	0,00183	3264	1354740	23,96%	3672	0,00163	1901081	3672	15,63%	3192	0,00162	1731024	3192	12,31%	2616	0,00153	1056314	2616	38,37%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,32%
10	Gilingan III	3264	0,00182	3264	1354740	24,25%	3672	0,00162	1901081	3672	16,15%	3192	0,00162	1731024	3192	12,38%	2616	0,00151	1056314	2616	39,15%	1728	0,00162	984184,7	1728	7,84%
11	IMC III	3264	0,00182	3264	1354740	24,27%	3672	0,00163	1901081	3672	15,61%	3192	0,00162	1731024	3192	12,31%	2616	0,00153	1056314	2616	38,37%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,32%
12	Gilingan IV	3264	0,00182	3264	1354740	24,36%	3672	0,00162	1901081	3672	16,10%	3192	0,00161	1731024	3192	12,55%	2616	0,00153	1056314	2616	38,39%	1728	0,00162	984184,7	1728	7,51%
13	IMC IV	3264	0,00183	3264	1354740	23,90%	3672	0,00163	1901081	3672	15,61%	3192	0,00162	1731024	3192	12,31%	2616	0,00153	1056314	2616	38,37%	1728	0,00163	984184,7	1728	7,32%


Lampiran 8. Hasil Perhitungan *Reduce Yield Scrap* 2013 -2017

No	Komponen	2013				2014				2015				2016				2017			
		Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Scrap (Ton)	Loading Time (Jam)	Yield Scrap (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Scrap (Ton)	Loading Time (Jam)	Yield Scrap (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Scrap (Ton)	Loading Time (Jam)	Yield Scrap (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Scrap (Ton)	loading Time (Jam)	Yield Scrap (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Scrap (Ton)	Loading Time (Jam)	Yield Scrap (%)
1	Meja Tebu	0,01218	0	3264	0%	0,01350	0	3672	0%	0,01402	0	3192	0%	0,00986	0	2616	0%	0,01483	0	1728	0%
2	Cane Knife	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
3	Cane Leveller	0,00184	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
4	Cane Carrier I	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
5	Unigrator	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
6	Cane Carrier II	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
7	Gillingan I	0,00181	0	3264	0%	0,00161	0	3672	0%	0,00161	0	3192	0%	0,00152	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
8	Gillingan II	0,00182	0	3264	0%	0,00162	0	3672	0%	0,00161	0	3192	0%	0,00152	0	2616	0%	0,00162	0	1728	0%
9	IMC II	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
10	Gillingan III	0,00182	0	3264	0%	0,00162	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00151	0	2616	0%	0,00162	0	1728	0%
11	IMC III	0,00182	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
12	Gillingan IV	0,00182	0	3264	0%	0,00162	0	3672	0%	0,00161	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00162	0	1728	0%
13	IMC IV	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%

Lampiran 9. Hasil Perhitungan *Quality Defect* 2013 – 2017

No	Komponen	2013				2014				2015				2016				2017			
		Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Rework(Ton)	Loading Time (Jam)	Quality Defect (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Rework(Ton)	Loading Time (Jam)	Quality Defect (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Rework(Ton)	Loading Time (Jam)	Quality Defect (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Rework(Ton)	Loading Time (Jam)	Quality Defect (%)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Rework(Ton)	Loading Time (Jam)	Quality Defect (%)
1	Meja Tebu	0,01218	0	3264	0%	0,01350	0	3672	0%	0,01402	0	3192	0%	0,00986	0	2616	0%	0,01483	0	1728	0%
2	Cane Knife	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
3	Cane Leveller	0,00184	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
4	Cane Carrier I	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
5	Unigrator	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
6	Cane Carrier II	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
7	Gillingan I	0,00181	0	3264	0%	0,00161	0	3672	0%	0,00161	0	3192	0%	0,00152	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
8	Gillingan II	0,00182	0	3264	0%	0,00162	0	3672	0%	0,00161	0	3192	0%	0,00152	0	2616	0%	0,00162	0	1728	0%
9	IMC II	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
10	Gillingan III	0,00182	0	3264	0%	0,00162	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00151	0	2616	0%	0,00162	0	1728	0%
11	IMC III	0,00182	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%
12	Gillingan IV	0,00182	0	3264	0%	0,00162	0	3672	0%	0,00161	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00162	0	1728	0%
13	IMC IV	0,00183	0	3264	0%	0,00163	0	3672	0%	0,00162	0	3192	0%	0,00153	0	2616	0%	0,00163	0	1728	0%


Lampiran 10. Hasil Wawancara

Lembar Analisis Diagram Fishbone			
Masalah Utama : <i>Reduce Speed Laser</i>	Tanggal : <i>8 Nov 2018</i>		
Responden : <i>M. SUNAR TO</i>	Faktor	Man Power <input type="checkbox"/>	Material <input checked="" type="checkbox"/>
Jabatan : <i>Asisten Manajer Tanaman</i>		Metode <input type="checkbox"/>	Mechine <input checked="" type="checkbox"/>
TTD : 		Lingkungan <input type="checkbox"/>	
Masalah : Hal - hal yang sering terjadi menurut sudut pandang Material : <ol style="list-style-type: none"> 1. Keterlambatan pasokan tebu dapat mengganggu produktivitas tebu 2. Tingkat kematangan tebu, hal ini ketika tingkat kematangan tebu tidak sesuai akan membuat produksi akan lama dikarenakan tekture skin tebu masih keras. Measme : <ol style="list-style-type: none"> 1. umur petalator 2. beausan pada petalator yang telah rusak 			


Lampiran 11. Hasil Wawancara

Lembar Analisis Diagram Fishbone			
Masalah Utama : <i>Reduce Speed Losses</i>	Tanggal : 18 Nov 2018		
Responden : <i>Ngadliro</i>	Faktor	Man Power <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>
Jabatan : <i>Kasir Galangan</i>		Metode <input type="checkbox"/>	Mechine <input checked="" type="checkbox"/>
TTD : <i>[Signature]</i>			Lingkungan <input checked="" type="checkbox"/>
<p>Masalah :</p> <p>Hai-hai yang sering terjadi menurut sudut pandang Mechine :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Umur peralatan yang telah tua dapat mempengaruhi terhadap performa / kinerja dari mesin 2. Setoran peralatan yang tidak sesuai dengan kapasitas dari mesin 3. Keausan pada peralatan sehingga mengakibatkan mesin mengalami penurunan performa <p>Lingkungan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuaca yang kurang baik => Erosi pada mesin 2. Penurunan dari metode & jelek kondisi kondisi kurang nyaman 			


Lampiran 12. Hasil Wawancara

Lembar Analysis Diagram Fishbone			
Masalah Utama : <i>Reduce Speed Lorry</i>	Tanggal : <i>8 Nov 2018</i>		
Responden : <i>Ngaduno</i>	Faktor	Man Power <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>
Jabatan : <i>Kasi Gilingan</i>		Metode <input checked="" type="checkbox"/>	Mechine <input type="checkbox"/>
TTD : 		Lingkungan <input type="checkbox"/>	
<p>Masalah :</p> <p><i>Hal-hal yang sering terjadi / masalah yang sering terjadi menurut sudut pandang Metode :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>Managemen pemeliharaan yang kurang tepat, ada preventive maintenance dan Breakdown maintenance kurang maksimal. Terkadang ^{dalam pelaksanaan} perbaikan ada yang kurang tepat yang membuat pelaksanaan perbaikan membutuhkan waktu sedikit lebih lama. hasilnya dapat mempengaruhi produktivitas sehingga produktivitas turun</i> <i>Pengawasan operator dan Pengawas kurang tepat, hal ini membuat pengawasan kurang baik dan kepekaan operator dan pengawas kurang baik. ada Pembuatan Jadwal belting dapat meningkatkan kepekaan operator dan pengawas jika mesin mengalami kerusakan</i> 			

Lampiran 13. Hasil Wawancara

Lembar Analisis Diagram Fishbone			
Masalah Utama :	Tanggal : 8 Nov 2018		
Reduce Speed Losses			
Responden : M. SUHARTO	Faktor	Man Power <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>
Jabatan : Asisten Manajer Tanaman		Metode <input type="checkbox"/>	Mechine <input type="checkbox"/>
TTD: 		Lingkungan <input checked="" type="checkbox"/>	
Masalah :	<p>Hal-hal yang terjadi dari sudut pandang Lingkungan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lingkungan yang bising membuat koordinasi antar pengawas dan operator berburang 2. Kebersihan pada peralatan kurang dijaga 3. Tebu yang digiling kurang bersih, terdapat batu / kotoran lain yang kadang-kadang ikut tergiling sehingga dapat menimbulkan kerusakan mesin yang mengakibatkan penurunan produktivitas 4. Cuaca dapat berpengaruh terhadap kelancaran produksi 		

Lampiran 14. Hasil Wawancara

Lembar Analisis Diagram Fishbone			
Masalah Utama :	Tanggal : 8 Nov 2018		
Reduce Speed Losses			
Responden : M. SUHARTO	Faktor	Man Power <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>
Jabatan : Asisten Manajer Tanaman		Metode <input type="checkbox"/>	Mechine <input type="checkbox"/>
TTD : 			Lingkungan <input checked="" type="checkbox"/>
<p>Masalah :</p> <p>Hai-hai yang terjadi dari sudut pandang Lingkungan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lingkungan yang bingung membuat koordinasi antar pengawak dan operator berbelit-belit 2. Kebersihan pada peralatan kurang dijaga 3. Tebu yang digiling kurang bersih, terdapat batu / kotoran lain yang kadang ikut tergiling sehingga dapat menimbulkan kerusakan mesin yang mengakibatkan penurunan produktivitas 4. Cuaca dapat berpengaruh terhadap kelancaran produksi 			

Lampiran 15. Gambar Meja Tebu

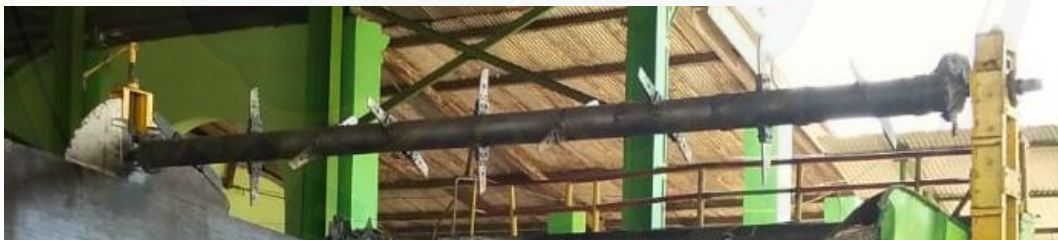


Tampak Depan



Tampak Samping

Lampiran 16. Gambar *Cane Knife*



Lampiran 17. Gambar *Cane Leveller*



Lampiran 18. Gambar *Cane Carrier I dan II*



Lampiran 19. Gambar *Unigrator*



Lampiran 20. Gambar Roll Gillingan I – IV



Lampiran 21. Gambar *IMC* I – III



Lampiran 22. Surat Keterangan Kevalidan Data

SURAT KETERANGAN KEVALIDAN DATA

Menerangkan bahwa data yang diberikan kepada:

Nama : Jakfat Maulid Ghaffar

NIM : 141910101103

Jurusan : Teknik Mesin Universitas Jember

Berupa data:

1. Gambar Teknik Roll Stasiun Penggilingan
2. Laporan Jam Berhenti
3. Laporan Gilling
4. Instalasi Staat PG Gending
5. Tebu Gilling
6. Flow Sheet PG Gending
7. Time Scheduled Stasiun Penggilingan Tahun
8. Profil Pabrik Gula Gending

Merupakan data valid yang digunakan di Pabrik Gula Gending.

Berikut yang dapat kami sampaikan, dan mohon dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,

Probolinggo, 27 Juli 2018



General Manager

Lampiran 23. Hasil Penilaian Bobot

No.	Program Kerja Gilingan	BOBOT
1	Perbaikan meja tebu	1,5
2	Perbaikan Cane Carrier 1	4
3	Perbaikan Cane Carrier 2	4
4	Perbaikan cane cutter	4
5	Unigrator	4
6	Perbaikan penggerak gilingan No. 1	15
7	Perbaikan penggerak gilingan No. 2	15
8	Perbaikan penggerak gilingan No. 3	12
9	Perbaikan penggerak gilingan No. 4	12
10	Perbaikan Intermediate No. 1	3
11	Perbaikan Intermediate No. 2	3
12	Perbaikan Intermediate No. 3	3
13	Perbaikan Pompa Nira Mentah 1	1,5
14	Perbaikan Pompa Nira Mentah 2	1,5
15	Perbaikan Pompa Nira Mentah 3	1,5
16	Perbaikan Peti Nira Mentah 3	2
17	Perbaikan Pompa Imbibisi No. 1	1,5
18	Perbaikan Pompa Imbibisi No. 2	1,5
19	Perbaikan Pompa Pendingin Metal No. 1	1,5
20	Perbaikan Pompa Pendingin Metal No. 2	1,5
21	Perbaikan Peti Imbibisi	2
22	Perbaikan Talang SAP-SIP	1
23	Perbaikan Talang Getar	1
24	Perbaikan Saringan DSM	3
		100