

**ANALISIS PROSES PERAWATAN MESIN GILING TEBU DENGAN
METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN LOGIC
TREE ANALYSIS (LTA)**

TUGAS AKHIR

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



Nama : Siska Ari Wulandari

No. Mahasiswa : 14522322

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Analisis Proses Perawatan Mesin Giling Tebu dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Logic Tree Analysis (LTA)” adalah hasil karya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah dijelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata pengakuan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hal kekayaan intelektual, maka saya bersedia jika ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh pihak Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 1 Agustus 2018



Siska Ari Wulandari

SURAT KETERANGAN PENELITIAN



PT MADUBARU

PG.PS.MADUKISMO

SURAT KETERANGAN

No. : 4556 /DIR/MB/VII/2018

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa

N a m a : Siska Ari Wulandari

N I M : 14522322

Adalah mahasiswa Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah selesai melaksanakan Penelitian di Bagian Instalasi Stasiun Gilingan Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta dari tanggal 23 Maret 2018 s/d 24 Juli 2018.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

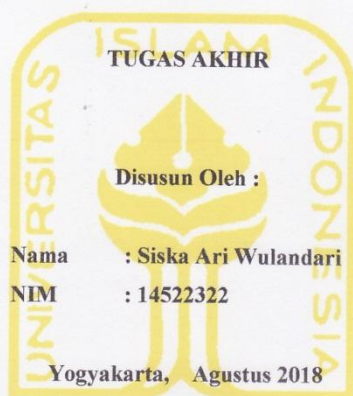
Yogyakarta, 25 Juli 2018

Wakil Direktur PT Madubaru


Retna Isharsriyani
Ka. Bag. SDM & Umum

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS PROSES PERAWATAN MESIN GILING TEBU DENGAN
METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN LOGIC
TREE ANALYSIS (LTA)**



الإسلام جامعة

Dosen Pembimbing

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS PROSES PERAWATAN MESIN GILING TEBU DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN LOGIC TREE ANALYSIS (LTA)

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Nama : Siska Ari Wulandari
No. Mahasiswa : 14522322
Fak/Jurusan : FTI/Teknik Industri

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

Tim Penguji.

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

Ketua

Qurtubi, S.T., M.Sc.

Penguji I

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

Penguji II

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Abdul Hafiq Immawan, S.T., M.M

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Hasil tugas akhir ini saya persembahkan kepada Bapak, Ibu dan adik-adik saya tercinta yang tidak pernah lelah memanjatkan doa, mendukung dan selalu memberikan semangat.

Terimakasih kepada Bapak Hartomo selaku pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan motivasi, waktu dan kesempatan untuk selalu memperbaiki Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan.

MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اصْبِرُوا وَصَابِرُوا وَرَابِطُوا وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

“Hai orang-orang yang beriman bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga (diperbatasan negerimu) dan bertawakalah kepada Allah, supaya kamu beruntung.”

(QS Al-Imran: 200)

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ

“Hai orang-orang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(QS Al-Baqarah: 153)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik sesuai dengan waktu yang diharapkan. Tak lupa sholawat dan salam senantiasa penulis panjatkan kepada Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, serta para pengikutnya yang telah berjuang dan membimbing kita keluar dari kegelapan menuju jalan terang benderang untuk menggapai Ridho Allah SWT.

Tugas Akhir ini dikerjakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 program studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Keberhasilan terselesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya baik langsung maupun tidak langsung turut membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing yang telah memberi bantuan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Sutarno selaku pembimbing lapangan di PT. Madubaru PG/PS Madukismo yang mengarahkan dalam pengambilan data Tugas Akhir di pabrik Stasiun Gilingan.
5. Bapak Ashuri selaku mandor pabrik Stasiun Gilingan di PT. Madubaru PG/PS Madukismo yang selalu membantu dalam mendapatkan informasi untuk Tugas Akhir.

6. Para karyawan PT. Madubaru PG/PS Madukismo yang telah membantu mengisi kuesioner selama pengambilan data Tugas Akhir.
7. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan agar Tugas Akhir dapat selesai dengan baik.
8. Teman-teman angkatan 2014 yang telah memberikan motivasi dan semangat selama penyelesaian tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan tentunya banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang tujuangnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat baik bagi pengembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 1 Agustus 2018

Penulis

Siska Ari Wulandari

ABSTRAK

PT. Madubaru PG/PS Madukismo adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan tebu. Untuk memenuhi target produksi, mesin harus bekerja selama 24 jam penuh dan selalu dalam kondisi yang baik. Stasiun Gilingan merupakan mesin kritis karena tahapan awal dalam pengolahan tebu. Perusahaan menerapkan sistem *flowshop* yang artinya apabila satu mesin mengalami kendala, maka berdampak pada mesin yang lain. Oleh karena itu perawatan pada mesin Stasiun Gilingan sangat penting dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi *failure mode*, *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menentukan konsekuensi kegagalan yang ditimbulkan dari *failure mode* dan menentukan kebijakan *preventive maintenance* yang efektif untuk setiap mesin. Dari hasil analisis FMEA diperoleh 13 *failure mode* yang terdiri dari *hammer tip* lepas, ujung *cutter* patah-patah, putaran *hammer* tidak *balance*, baut *stang hammer* putus, roda laker rusak, saklar lepas, *split pen* lepas, baut pengencang lepas, *overload*, karet *sheal* hancur, *coupling* turbin rusak, baut suri-suri putus dan rol berlubang. Kebijakan *preventive maintenance* mesin pada *failure mode* disesuaikan dengan klasifikasi LTA. *Failure mode* kategori A dilakukan pengoperasian mesin sesuai SOP, kategori B dilakukan pemeriksaan mesin dan persiapan suku cadang serta kategori C dilakukan pemasangan yang tepat, pelumasan dan pembersihan.

Kata kunci: Stasiun Gilingan, FMEA, LTA, Preventive Maintenance, Failure Mode

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN LITERATUR	7
2.1 Kajian Induktif	7
2.2 Kajian Deduktif.....	9
2.2.1 Pengertian perawatan.....	9
2.2.2 Perawatan Mesin	9
2.2.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	9
2.2.4 <i>Risk Priority Number (RPN)</i>	10
2.2.5 <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i>	10
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Objek dan Data Penelitian	12
3.1.1 Objek Penelitian	12
3.1.2 Data Penelitian	12
3.2 Instrumen Penelitian.....	12
3.3 Metode Pengumpulan Data	13

3.3.1	Observasi.....	13
3.3.2	Wawancara	13
3.4	Metode Pengolahan Data.....	13
3.4.1	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	13
3.4.2	<i>Logic Tree Analysis (LTA)</i>	14
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	15
3.5.1	Studi Lapangan.....	16
3.5.2	Studi Literatur.....	16
3.5.3	Identifikasi Masalah dan Menentukan Tujuan	16
3.5.4	Pengumpulan Data.....	16
3.5.5	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	16
3.5.6	<i>Logic Tree Analysis (LTA)</i>	20
3.5.7	Rekomendasi	20
3.5.8	Kesimpulan dan Saran	20
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		21
4.1	Identifikasi Fungsi dari Mesin.....	22
4.2	Identifikasi <i>Failure Mode</i> pada Mesin.....	22
4.3	Identifikasi Efek dari <i>Failure Mode</i> pada Mesin	23
4.4	Identifikasi Penyebab dari <i>Failure Mode</i> pada Mesin	24
4.5	Hasil Pengisian Variabel FMEA dan Perhitungan <i>Risk Priority Number (RPN)</i>	25
4.6	Hasil Penyusunan <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i>	26
4.6.1	<i>Flowchart</i> Pada Mesin <i>Unigrator</i>	27
4.6.2	<i>Flowchart</i> pada Mesin <i>Cane Unloading Crane</i>	30
4.6.3	<i>Flowchart</i> pada Mesin <i>Cane Table</i> dan Mesin <i>Cane Carrier</i>	31
4.6.4	<i>Flowchart</i> pada Mesin <i>Intermediate Carrier</i>	32
4.6.5	<i>Flowchart</i> pada Pompa Hidrolik.....	33
4.6.6	<i>Flowchart</i> pada Mesin Gilingan	34
4.7	Kebijakan <i>Preventive Maintenance</i> pada Mesin.....	35
4.7.1	Tindakan <i>Preventive Maintenance</i> pada Mesin <i>Unigrator</i>	35
4.7.2	Tindakan <i>Preventive Maintenance</i> pada Mesin <i>Cane Unloading Crane</i>	37
4.7.3	Tindakan <i>Preventive Maintenance</i> pada Mesin <i>Cane Table</i> dan <i>Cane Carrier</i> ..	37
4.7.4	Tindakan <i>Preventive Maintenance</i> pada Mesin <i>Intermediate Carrier</i>	38
4.7.5	Tindakan <i>Preventive Maintenance</i> pada Pompa Hidrolik.....	38
4.7.6	Tindakan <i>Preventive Maintenance</i> pada Mesin Gilingan I-V	39
BAB V PEMBAHASAN		40

5.1	Analisis Mode Kegagalan Mesin dengan <i>Risk Priority Number</i> (RPN)	40
5.2	Analisis Mode Kegagalan Mesin dengan <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA).....	44
5.3	Tindakan <i>Preventive Maintenance</i> di Stasiun Gilingan	45
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		48
6.1	Kesimpulan	48
6.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Skala Penilaian <i>Severity</i> (S).....	17
Tabel 3.2 Skala Penilaian <i>Occurrence</i> (O)	17
Tabel 3.3 Skala Penilaian <i>Detection</i> (D)	18
Tabel 4.1 Jenis - Jenis Mesin Stasiun Gilingan	22
Tabel 4.2 <i>Failure Mode</i> pada Mesin Stasiun Gilingan	22
Tabel 4.3 Efek dari <i>Failure Mode</i> pada Mesin Stasiun Gilingan	23
Tabel 4.4 Penyebab dari <i>Failure Mode</i> pada Mesin Gilingan	24
Tabel 4.5 Hasil Pengolahan metode FMEA	26
Tabel 4.6 Perawatan Mesin <i>Unigrator</i>	36
Tabel 4.7 Perawatan Mesin <i>Cane Unloading Crane</i>	37
Tabel 4.8 Perawatan Mesin <i>Cane Table</i> dan <i>Cane Carrier</i>	37
Tabel 4.9 Perawatan Mesin <i>Intermediate Carrier</i>	38
Tabel 4.10 Perawatan Pompa Hidrolik	38
Tabel 4.11 Perawatan Mesin Giling I-V	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 4.1 Proses Kerja Stasiun Gilingan	21
Gambar 4.2 LTA <i>Failure Mode Hammer Tip</i> Lepas	27
Gambar 4.3 LTA <i>Failure Mode Ujung Cutter</i> Patah-Patah	27
Gambar 4.4 LTA <i>Failure Mode Putaran Hammer</i> Tidak <i>Balance</i>	28
Gambar 4.5 LTA <i>Failure Mode Baut Stang Hammer</i> Putus	29
Gambar 4.6 LTA <i>Failure Mode Roda Laker</i> Rusak	30
Gambar 4.7 LTA <i>Failure Mode Saklar</i> Lepas	30
Gambar 4.8 LTA <i>Failure Mode Split Pen</i> Lepas.....	31
Gambar 4.9 LTA <i>Failure Mode Baut Pengencang</i> Lepas	32
Gambar 4.10 LTA <i>Failure Mode Overload</i>	32
Gambar 4.11 LTA <i>Failure Mode Karet Sheal</i> Hancur	33
Gambar 4.12 LTA <i>Failure Mode Coupling Turbin</i> Rusak.....	34
Gambar 4.13 LTA <i>Failure Mode Baut Suri-Suri</i> Putus.....	34
Gambar 4.14 LTA <i>Failure Mode Rol</i> Berlubang	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya industri yang ada sekarang ini membuat persaingan semakin ketat. Hal ini membuat setiap industri meningkatkan hasil produksinya baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Salah satu yang dapat mempengaruhi kualitas produksi adalah mesin yang digunakan. Untuk menjaga kondisi mesin tetap baik diperlukan kegiatan perawatan yang sesuai sehingga dapat mengurangi tingkat kerusakan dan memperpanjang umur suatu mesin.

Penggunaan mesin yang terus menerus mengingat usia mesin yang sudah tua menyebabkan mesin menjadi aus dan menimbulkan banyak *trouble*. Hal ini membuat perusahaan berupaya keras melakukan perawatan terhadap mesin agar mesin bisa beroperasi dengan lancar (Mansur & Ratnasari, 2015). Kegiatan perawatan mesin dan fasilitas produksi meliputi perbaikan, pengaturan dan penggantian yang dibutuhkan agar aktivitas produksi terlaksana sesuai dengan yang dijadwalkan (Assauri, 1993).

PT. Madubaru PG/PS Madukismo merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan tebu. Pabrik ini berada di desa Padokan kelurahan Tirtonirmolo kecamatan Kasihan kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan observasi awal, pabrik ini berproduksi selama kurang lebih 6 bulan/tahun biasanya dimulai dari bulan Mei sampai Oktober.

Pada PT. Madubaru PG/PS Madukismo hampir semua proses produksi dari bahan baku sampai bahan jadi menggunakan mesin. Salah satunya di Stasiun Gilingan mesin-mesin yang digunakan beroperasi 24 jam/hari sampai proses giling berakhir. Stasiun Gilingan merupakan stasiun awal dalam pengolahan tebu. Proses produksi pada PT. Madubaru PG/PS Madukismo menggunakan sistem *flowshop* yang mana tahapan dari proses produksi secara berurutan dari awal hingga akhir. Jika terdapat *trouble* pada Stasiun Gilingan maka tidak dapat masuk ke proses selanjutnya. Dalam musim giling, mesin ini diberhentikan setelah satu setengah bulan beroperasi untuk dilakukan kontrol terhadap semua peralatan yang *trouble*. PT. Madubaru PG/PS Madukismo memiliki target dimana harus memproduksi 33.000 kuintal setiap harinya. Akan tetapi terkadang mesin berhenti ditengah masa giling karena ada kerusakan salah satu komponen mesin menyebabkan perusahaan mengalami kerugian sebesar 25% karena tidak dapat memenuhi target giling.

Setiap mesin dipantau terus-menerus oleh operator secara bergantian berdasarkan *shift* kerja masing-masing. Operator saling berkoordinasi untuk mengawasi dan melakukan pengecekan tiap jam mengenai kondisi mesin serta melaporkan kepada mandor. Saat perbaikan dan pemasangan komponen/part mesin terkadang operator lalai yang menyebabkan mengalami cedera seperti jari terjepit. Selain itu pada saat pengecekan mesin, operator tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) sehingga mata terkena benda asing seperti krikil, batu dan tebu tersebut. Untuk tingkat kecelakaan kerja terjadi sebesar 30 %. Perawatan yang tidak memadai dapat mengakibatkan kerusakan fasilitas dan mesin yang sangat merugikan, dimana tidak hanya biaya perbaikan yang mahal tetapi juga kerugian produksi serta dapat membahayakan tenaga kerja dan orang lain disekitar nya.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) diartikan sebagai proses sistematis dalam mengidentifikasi potensi kegagalan desain dan proses sebelum terjadi dengan maksud untuk menghilangkannya atau meminimalkan kegagalan yang terkait (Johnson & Khan, 2003). Dalam metode FMEA dilakukan identifikasi dan evaluasi kegagalan potensial, menentukan tingkatan dari kegagalan serta membuat skala prioritas untuk mengambil tindakan yang diperlukan. Dalam penelitian ini, FMEA sebagai alat dalam mengidentifikasi potensi kegagalan suatu mesin dengan mempertimbangkan *Risk Priority Number (RPN)*.

Beberapa penelitian mengenai analisis mesin dengan metode FMEA telah dilakukan. Munawir & Yunanto (2014) menggunakan FMEA untuk mengetahui penyebab kerusakan mesin *Sizing 1 Baba Sangyo Kikai*. Hasil penelitian memberikan usulan perbaikan yang perlu dilakukan perusahaan dengan memprioritaskan pekerjaan perbaikan/pengantian komponen sesuai dengan rating tertinggi nilai RPN. Selanjutnya Reza, et al., (2017) menggunakan metode FMEA untuk mengetahui dan menganalisa komponen kritis pada area *Tension Reel (TR)* karena memiliki persentase *breakdown* tertinggi. Mode kegagalan yang menjadi *rank 1* dengan nilai RPN tertinggi dilakukan perbaikan dengan memodifikasi langkah kerja. Fitriadi & Setiawan (2015) menggunakan metode FMEA sebagai pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi kegagalan pada mesin *Packer Unit Tuban IV*. Hasil penelitian memberikan usulan perawatan preventif pada performansi mesin *Packer Unit Tuban IV* difokuskan kepada 3 *parts*. Semua penelitian hanya memprioritaskan usulan perbaikan pada komponen/part dengan rating tertinggi berdasarkan nilai RPN tidak memberikan usulan perbaikan untuk komponen/part lain.

Perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya adalah penelitian ini dalam memberikan usulan perbaikan tidak hanya difokuskan pada komponen/part yang memiliki rating tertinggi berdasarkan nilai *Risk Priority Number (RPN)* saja akan tetapi untuk keseluruhan komponen/part yang mengalami *trouble*. Karena meskipun komponen/part yang memiliki nilai *Risk Priority Number (RPN)* terkecil jika diabaikan terus-menerus akan menimbulkan masalah selain biaya perbaikan yang mahal juga dapat membahayakan operator dan lingkungan kerja.

Berdasarkan permasalahan diatas akan dibuat analisis kegagalan pada mesin bagian Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan untuk dijadikan fokus usulan perawatan dalam mencegah kegagalan yang terjadi dalam proses penggilingan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar nilai Risk Priority Number (RPN) berdasarkan mode kegagalan mesin yang teridentifikasi pada bagian Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)?
2. Apa klasifikasi akar penyebab kegagalan mesin dengan menggunakan metode *Logic Tree Analysis* (LTA)?
3. Apa tindakan *preventive maintenance* yang seharusnya dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan mesin pada bagian Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mengidentifikasi mode kegagalan mesin dan menentukan nilai Risk Priority Number (RPN) pada bagian Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
2. Menentukan klasifikasi akar penyebab kegagalan mesin dengan menggunakan *Logic Tree Analysis* (LTA).
3. Menentukan tindakan *preventive maintenance* yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan mesin pada bagian Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan alurnya maka perlu diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Pembahasan berfokus pada mesin di Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan PT. Madubaru PG/PS Madukismo.

2. Metode yang digunakan *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Logic Tree Analysis*.
3. Metode yang digunakan hanya bersifat kualitatif karena ketidakcukupan data untuk dilakukan analisis secara kuantitatif

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi semua pihak, adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Dapat menjadi sumber informasi dalam melakukan teknik perawatan mesin di perusahaan.
2. Menambah pengetahuan dan wawasan dari hasil yang telah dicapai.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstruktur laporan hasil penelitian, tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah yang dihadapi, tujuan dari penelitian, batasan masalah, manfaat yang didapat dari penelitian dan sistematika penulisan. Uraian bab ini dimaksudkan untuk menjelaskan latar belakang penelitian yang dilakukan sehingga dapat memberikan manfaat sesuai dengan tujuan dari penelitian dengan batasan serta asumsi yang digunakan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini berisi konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar-dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan dan menguraikan hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tahapan yang dilakukan selama penelitian. Dalam bab ini diuraikan mengenai objek penelitian, instrument penelitian, metode analisis serta diagram alir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan hasil pengumpulan data selama penelitian dan pengolahan dengan metode yang telah ditentukan sebelumnya.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil penelitian pengolahan data pada bab sebelumnya dan analisisnya berdasarkan metode yang digunakan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini menjelaskan kesimpulan yang memuat pernyataan yang dapat menjawab rumusan masalah dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Bab ini juga berisi saran yang ditujukan kepada penelitian selanjutnya guna menyempurnakan penelitian dengan objek yang serupa.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi kumpulan sumber-sumber informasi yang menjadi pendukung dalam penyelesaian laporan tugas akhir.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Penelitian Reza, et al., (2017) menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengetahui dan menganalisa komponen kritis pada area *Tension Reel* (TR) karena memiliki persentase *breakdown* tertinggi. Berdasarkan penyusunan FMEA menunjukkan 8 mode kegagalan dari *item* yang ada pada subsistem *Mandrel* pada *Tension Reel* (TR). 8 mode kegagalan tersebut yaitu *jamming*, tidak kuat menjepit, proses awal menjepit pada keadaan *tension*, proses memasukan kepala *coil* kurang sempurna, diameter dalam *coil* lebih kecil, gaya jepit menurun, berdebu, dan posisi *colleps* kurang maksimal. Mode kegagalan yang menjadi *rank* 1 yaitu *jamming* dengan nilai RPN 80 dilakukan perbaikan dengan memodifikasi langkah kerja pada *grippe* bar dengan *expand* posisi maksimal sudut 72 derajat dari yang sebelumnya lebih dari sudut 90 derajat.

Penelitian Munawir & Yunanto (2014) menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengetahui penyebab kerusakan mesin *Sizing* 1 *Baba Sangyo Kikai*. Dari hasil penelitian diketahui penyebab kerusakan diantara lain penjadwalan penggantian *bearing* braket yang tidak berskala, kurangnya pemberian pelumas dan pembersihan rutin pada *bearing*, beban pada mesin *sizing* yang melakukan proses produksi terus menerus, kurangnya servis (perbaikan) serta pengecekan pada main motor. Berdasarkan analisa dengan *Logic Tree Analysis* (LTA) diketahui bahwa *bearing* braket *pully* ambrol, *earing* aus, *bottom roll* ambrol (*bearing* dan *seal*), *shaft pully* motor, *bearing* dan *v-belt* aus masuk dalam kategori

B yaitu mempunyai konsekuensi terhadap operasional *plant* (mempengaruhi kuantitas dan kualitas *output*) yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan. Kemudian diberikan usulan perbaikan yang perlu dilakukan perusahaan dengan memprioritaskan pekerjaan perbaikan/pengantian komponen apabila terjadi kerusakan sesuai dengan rating tertinggi nilai *Risk Priority Number* (RPN).

Penelitian Pranoto, et al., (2013) menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* untuk mengetahui interval perawatan optimum dari mesin-mesin dengan frekuensi *breakdown* terbesar yaitu mesin vakum dan mesin sealing. Pada penelitian ini didapat 7 komponen kritis yang mempengaruhi kinerja fungsi mesin yaitu Rubber S- 205, Selang penghisap udara, Bearing 5201-3VG, Selang pipa gas argon, Roll Karet Seal, Coupling, Bearing 2404- 1SG. Pemilihan tindakan perawatan yang dilakukan disesuaikan dengan kondisi komponen kritis yang bersifat *Condition Directed* dan jadwal pergantian optimum komponen kritis yang bersifat *Time Directed*. Dari simulasi sistem perawatan usulan dengan metode RCM ini didapatkan penurunan tingkat *downtime* mesin sebesar 34,91 %.

Penelitian Fitriadi & Setiawan (2015) menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) melakukan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi kegagalan pada mesin *Packer* Unit Tuban IV di PT. Semen Indonesia. Pada penelitian didapatkan 7 *failure mode* yaitu kantong semen tidak mau lepas dari *spout* pengisian, pengisian kantong semen tidak bisa penuh dan kantong berputar-putar dalam mesin *Packer*, kantong semen terbuang dan pecah dalam mesin *Packer*, *breaker* motor pada *spout trip* ketika batas pengisian, kantong semen telat lepas dan *spout* melempar kantong tidak teratur serta *spout* tidak mau mengisi dan mesin tiba-tiba mati ketika sudah mulai berjalan. Kemudian dengan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) mode kegagalan diklasifikasikan kedalam beberapa kategori. Berdasarkan analisa LTA mode kegagalan yang berdampak pada kerugian ekonomi adalah lubang aerasi *filling tube* aus, *contactor* motor rusak/ kemasukan debu dan *slipping* bermasalah. Usulan perawatan preventif pada performansi mesin *Packer* Unit Tuban IV difokuskan kepada 3 *parts* tersebut.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Pengertian perawatan

Perawatan adalah suatu aktivitas untuk memelihara fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan, penyesuaian dan penggantian yang diperlukan agar terdapat keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, artinya apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka perawatan akan lebih intensif (Ahmadi & Hidayah, 2017).

2.2.2 Perawatan Mesin

Pada masa lampau perawatan mesin menggunakan sistem *breakdown maintenance* yang artinya perawatan ini dilakukan setelah adanya kerusakan. Akan tetapi perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* bertujuan mencegah kerusakan pada mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability* dan dapat mengurangi *downtime* (Praharsi, et al., 2015). *Preventive maintenance* memberi kemungkinan terjadinya kerusakan mesin menjadi kecil karena dalam pemeliharaan dilakukan sebelum terjadinya kerusakan (*breakdown*) (Ardhikayana, et al., 2015)

2.2.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah sebuah metode dalam melakukan evaluasi kemungkinan terjadinya kegagalan dari suatu sistem, desain, proses atau *service* dimana setiap kemungkinan kegagalan yang terjadi dikuantifikasi untuk dibuat prioritas dan langkah-langkah dalam penanganannya. Dalam penelitian ini FMEA dilakukan untuk melihat kegagalan yang terjadi yang dilihat dari 3 hal sebagai berikut (Andiyanto, et al., 2017):

1. Frekuensi (*occurrence*)

Dengan ini dapat ditentukan dengan melihat seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan sebuah kegagalan.

2. Tingkat Kerusakan (*severity*)

Dengan ini dapat ditentukan dengan melihat seberapa serius kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses.

3. Tingkat Deteksi (*detection*)

Dengan ini dapat ditentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. Tingkat deteksi dipengaruhi dari banyaknya kontrol yang mengatur jalanya proses, semakin banyak kontrol dan prosedur maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan dapat semakin tinggi.

Dalam aplikasi FMEA, pada awalnya perlu menilai tingkat keparahan setiap mode kegagalan kemudian melakukan evaluasi menyeluruh sehingga diketahui pengaruhnya berbagai potensi kesalahan tersebut dalam sistem.

2.2.4 Risk Priority Number (RPN)

RPN memberikan panduan untuk mengidentifikasi dan menentukan potensi kegagalan kemudian memberikan tindakan yang disarankan untuk adanya perubahan desain atau proses pada tingkat keparahan sehingga kemunculan menjadi lebih rendah (Kumar, 2014).

2.2.5 Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode*. LTA bertujuan untuk memberikan prioritas pada setiap mode kerusakan dan melakukan peninjauan terhadap fungsi dan kegagalan fungsi. Prioritas suatu mode kerusakan dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam LTA. Analisis kekritisan menepatkan setiap mode kerusakan ke dalam salah satu dari 4 kategori. Analisis kekritisan adalah sebagai berikut:

1. *Evident* : Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem?
2. *Safety* : apakah *mode* kerusakan menyebabkan masalah keselamatan?
3. *Outage* : apakah *mode* kerusakan mengakibatkan mesin berhenti?

Pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori yaitu:

1. Kategori A (*safety problem*) jika *failure mode* mengakibatkan gangguan keselamatan terhadap operator maupun lingkungan
2. Kategori B (*outage problem*) jika *failure mode* mempunyai mengakibatkan kegagalan pada sebagian/seluruh sistem (mempengaruhi kuantitas ataupun kualitas output) yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan
3. Kategori C (*economic problem*) jika *failure mode* tidak berdampak pada gangguan keselamatan maupun sistem dan hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan
4. Kategori D (*hidden failure*) jika *failure mode* tidak disadari dan sulit terdeteksi karena tersembunyi dari penglihatan operator (Ahmadi & Hidayah, 2017).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek dan Data Penelitian

3.1.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Madubaru PG/PS Madukismo. Objek penelitian yang diambil yaitu jenis kerusakan mesin pada Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan.

3.1.2 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jenis mesin, data kerusakan mesin, data penilaian kegagalan mesin dari hasil kuesioner 15 orang termasuk asisten masinis, mandor dan wakil mandor serta operator bagian *maintenance*.

Sedangkan data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari data-data profil perusahaan.

3.2 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan kuesioner untuk menentukan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* dari kegagalan mesin.

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung ditempat penelitian untuk mengamati proses produksi yang berlangsung dan mengamati kondisi mesin pada Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan.

3.3.2 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan sesi tanya-jawab mengenai kondisi mesin-mesin kepada karyawan Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan.

3.4 Metode Pengolahan Data

Pada tahap ini data-data yang diperoleh dari pengumpulan data selanjutnya akan dilakukan pengolahan data secara kualitatif:

3.4.1 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Dalam penelitian ini langkah-langkah yang dilakukan adalah:

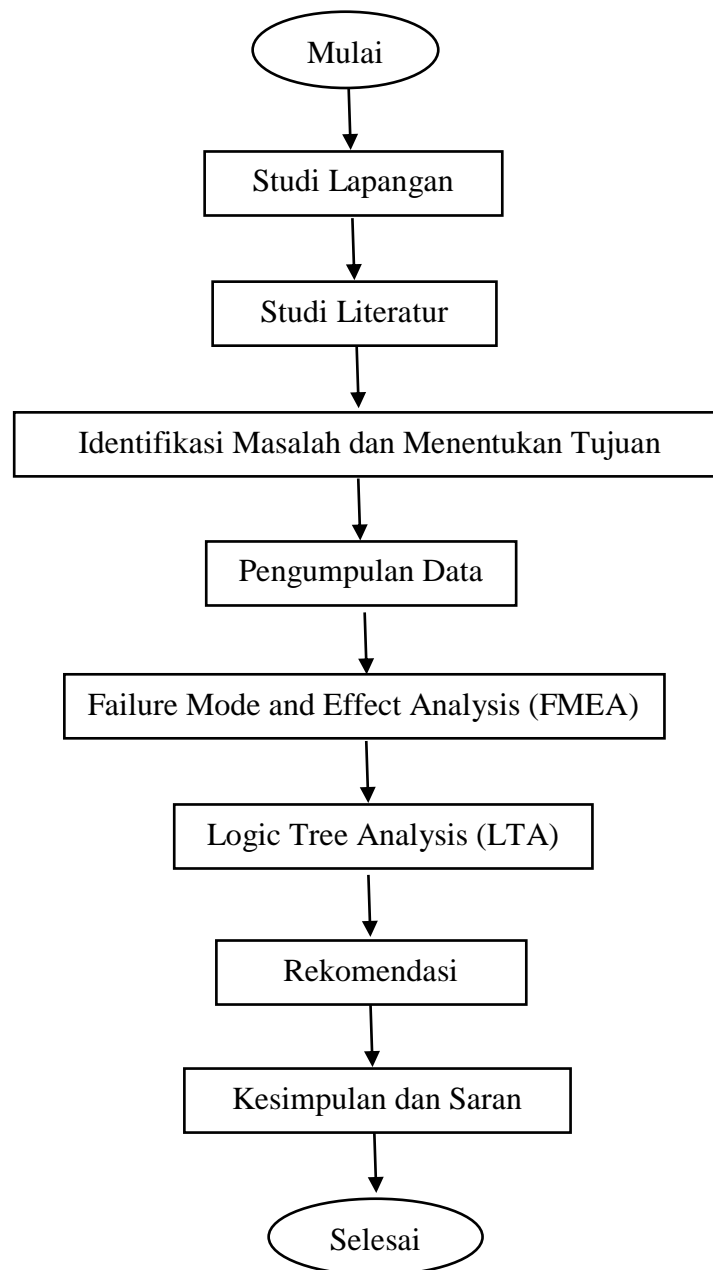
1. Mengidentifikasi mesin yang digunakan dalam proses produksi
2. Mengumpulkan data *failure mode* yang dapat muncul pada mesin, efek yang ditimbulkan dari *failure mode* dari mesin serta penyebab *failure mode* dari mesin
3. Menilai *failure mode* pada mesin untuk tingkat keparahan/*severity* (S), probabilitas kejadian/*occurrence* (O) dan deteksi/*detection* (D)
4. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) dengan persamaan:

$$RPN = S \times O \times D$$

3.4.2 *Logic Tree Analysis (LTA)*

Dalam penelitian ini dilakukan analisis masing-masing *failure mode* dengan menggunakan kriteria *evident*, *safety* dan *outage*. Kemudian mengklasifikasi *failure mode* kedalam beberapa kategori sehingga dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5.1 Studi Lapangan

Pada tahap ini studi lapangan dengan melakukan survei untuk mengetahui permasalahan yang ada kemudian memberikan gambaran yang jelas tentang objek penelitian dan menyusun kerangka berpikir dalam pemecahan masalah.

3.5.2 Studi Literatur

Pada tahap ini studi literatur dengan menggunakan dua cara yaitu:

1. Studi literatur kajian deduktif dengan membaca penelitian-penelitian terdahulu dari jurnal nasional ataupun internasional dan skripsi untuk membantu menyelesaikan topik penelitian.
2. Studi literatur kajian induktif didapat dari literatur buku dan jurnal sebagai referensi penelitian.

3.5.3 Identifikasi Masalah dan Menentukan Tujuan

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah yang terjadi dalam studi kasus yang diambil dan menentukan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

3.5.4 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan antara lain: data profil perusahaan dan data laporan harian kondisi mesin pada bagian *maintenance* Instalasi Pabrik untuk mendapatkan jenis kerusakan yang sering terjadi pada mesin di Stasiun Gilingan.

3.5.5 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Pada tahap ini dilakukan penilaian *failure mode* dari mesin dengan menetapkan satuan untuk variabel *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D). Besaran variabel *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D) adalah nilai skala ordinal dari 1 sampai 10. Berikut adalah satuan ukuran skala dalam bentuk tabel (Mansur & Ratnasari, 2015):

Tabel 3.1 Skala Penilaian *Severity* (S)

Ranking	Akibat	Akibat pada Proses Produksi
1	Tidak ada akibat	Proses dalam pengendalian tanpa perawatan
2	Akibat sangat ringan	Proses dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit perawatan
3	Akibat ringan	Proses telah berada diluar pengendalian, beberapa penyesuaian diperlukan
4	Akibat minor	Kurang dari 30 menit mesin <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat moderat	30 - 60 menit mesin <i>downtime</i>
6	Akibat signifikan	1 - 2 jam mesin <i>downtime</i>
7	Akibat major	2 - 4 jam mesin <i>downtime</i>
8	Akibat ekstrem	4 - 8 jam mesin <i>downtime</i>
9	Akibat serius	> 8 jam mesin <i>downtime</i>
10	Akibat bahaya	> 8 jam mesin <i>downtime</i>

Tabel 3.2 Skala Penilaian *Occurrence* (O)

Ranking	Kejadian	Kriteria Verbal	Tingkat Kejadian Kerusakan
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	> 10.000 jam operasi
2	<i>Remote</i>	Kerusakan jarang terjadi	6.001 - 10.000 jam operasi
3	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3.001 - 6.000 jam operasi

4	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	2.001 - 3.000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah	1.001 - 2.000 jam operasi
6	Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	401 - 1.000 jam operasi
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101 - 400 jam operasi
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11 - 100 jam operasi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2 - 10 jam operasi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	< 2 jam operasi

Tabel 1.3 Skala Penilaian *Detection* (D)

Ranking	Kejadian	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan akan selalu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
3	Tinggi	Perawatan memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan

		<i>mode</i> kegagalan
4	<i>Moderately high</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>moderately high</i> untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
5	Moderate	Perawatan memiliki kemungkinan <i>moderate</i> untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
6	Rendah	Perawatan memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
8	<i>Remote</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
9	<i>Very remote</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>very remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
10	Tidak pasti	Perawatan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan

3.5.6 *Logic Tree Analysis* (LTA)

Pada tahap ini menganalisis masing-masing *failure mode* dari mesin dengan menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan *evident*, *safety* dan *outage* untuk mengetahui kategori dari masing-masing *failure mode*.

3.5.7 Rekomendasi

Pada tahap ini diketahui langkah perbaikan yang seharusnya dilakukan serta arah tindakan perawatan yang harus dipilih untuk mengatasi *failure mode* dari mesin berdasarkan analisis data yang telah dilakukan.

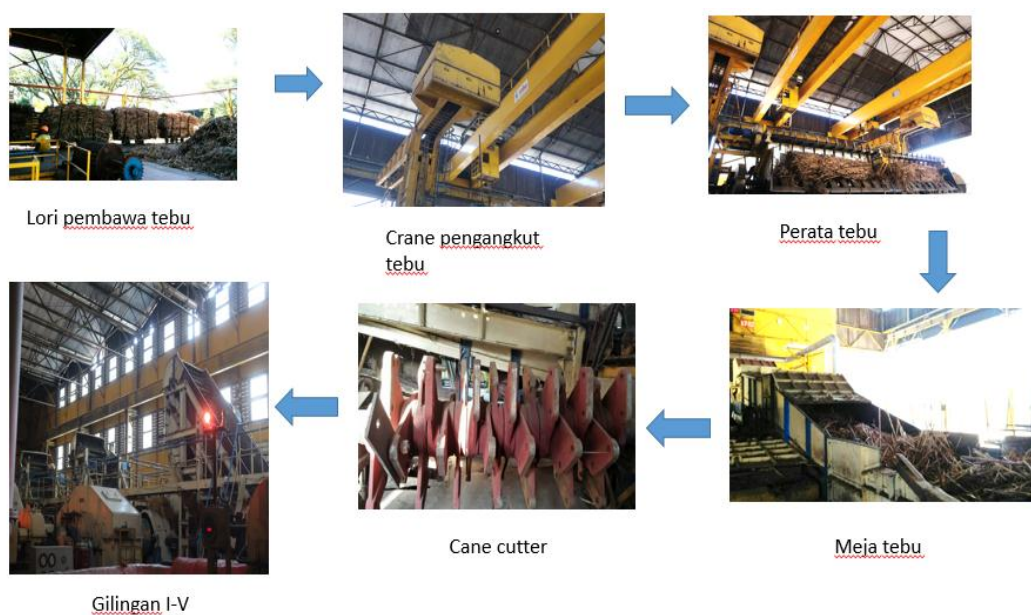
3.5.8 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dapat ditarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini, peneliti akan menguraikan data yang telah dikumpulkan dan diolah sehingga dapat dibahas lebih lanjut dalam proses perawatan mesin. Menurut Sufa & Khoiriyah (2017) Stasiun Gilingan merupakan mesin kritis dari proses pengolahan tebu, karena Stasiun Gilingan merupakan tahapan awal dari proses pembuatan gula. Jika pada mesin di Stasiun Gilingan tidak beroperasi maka tidak dapat berlanjut ke proses produksi selanjutnya. Pada saat *maintenance* terdapat komponen kritis dari mesin gilingan yang sering mengalami kerusakan dalam beberapa tahun terakhir serta proses perbaikan pada komponen kritis pada mesin tersebut perusahaan mengalami *downtime* yang cukup lama. Maka dari itu peneliti mengumpulkan data-data dalam menganalisis kegagalan mesin dan proses perawatan mesin tersebut.



Gambar 4.1 Proses Kerja Stasiun Gilingan

4.1 Identifikasi Fungsi dari Mesin

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan terdapat beberapa mesin yang digunakan dalam proses penggilingan tebu di PT. Madubaru PG/PS Madukismo bagian Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan dideskripsikan tiap fungsi kegunaan masing-masing peralatan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Jenis - Jenis Mesin Stasiun Gilingan

Nama Mesin	Deskripsi
<i>Unigrator</i>	Pemotong dan pemecah tebu sebelum masuk kedalam stasiun penggilingan
<i>Cane Unloading Crane</i>	Mengangkat tebu dari lori dan memindahkan ke meja tebu/ <i>cane table</i>
<i>Cane Table</i>	Mengatur peletakkan tebu dan memasukkan tebu pada <i>cane carrier</i>
<i>Cane Carrier Intermediate Carrier</i>	Mengangkut tebu dari meja tebu ke gilingan Mengangkut/membawa ampas dari gilingan ke gilingan berikutnya
Gilingan I-V	Pemerah nira dari tebu
Pompa Hidrolik	Memberikan tekanan pada rol gilingan agar dapat stabil

4.2 Identifikasi *Failure Mode* pada Mesin

Berdasarkan pengamatan pada masing-masing mesin pada Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan, maka diperoleh data jenis kerusakan pada tiap mesin sebagai berikut:

Tabel 4.2 *Failure Mode* pada Mesin Stasiun Gilingan

Nama mesin	<i>Failure Mode</i>
<i>Unigrator</i>	<i>Hammer tip</i> lepas Ujung <i>cutter</i> patah-patah

	Putaran <i>hammer</i> tidak <i>balance</i>
	Baut <i>stang hammer</i> putus
<i>Cane Unloading</i>	Roda laker rusak
<i>Crane</i>	Saklar lepas
<i>Cane Table</i>	<i>Split pen</i> lepas
<i>Cane Carrier</i>	<i>Split pen</i> lepas
<i>Intermediate</i>	Baut pengencang lepas
<i>Carrier</i>	<i>Overload</i>
Pompa Hidrolik	Karet <i>sheal</i> hancur
Gilingan I-V	<i>Coupling</i> turbin rusak
	Baut suri-suri putus
	Rol berlubang

4.3 Identifikasi Efek dari *Failure Mode* pada Mesin

Setelah mengidentifikasi kerusakan dari masing-masing komponen mesin kemudian mengidentifikasi efek yang ditimbulkan dari kerusakan suatu mesin yang juga mempengaruhi mesin lain adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Efek dari *Failure Mode* pada Mesin Stasiun Gilingan

Nama Mesin	<i>Failure Mode</i>	Efek dari <i>Failure Mode</i>
<i>Unigrator</i>	<i>Hammer tip</i> lepas	Komponen dapat masuk ke mesin giling dan menyebabkan berhenti
	Ujung <i>cutter</i> patah-patah	Komponen dapat masuk ke mesin giling dan menyebabkan berhenti
	Putaran <i>hammer</i> tidak <i>balance</i>	Merusak komponen <i>bearing</i>
	Baut <i>stang hammer</i> putus	Komponen dapat masuk ke mesin giling dan menyebabkan berhenti

<i>Cane</i>	Roda laker rusak	<i>Crane</i> tidak bisa bergerak
<i>Unloading Crane</i>	Saklar lepas	Motor penggerak mati
<i>Cane Table</i>	<i>Split pen</i> lepas	Rantai putus
<i>Cane Carrier</i>	<i>Split pen</i> lepas	Rantai putus
<i>Intermediate Carrier</i>	Baut pengencang lepas	Komponen dapat masuk ke mesin giling dan menyebabkan berhenti, merusak alur rol
	<i>Overload</i>	Motor penggerak mati, mesin berhenti
Pompa Hidrolik	Karet <i>sheal</i> hancur	Tekanan tidak tercapai sehingga tidak bisa memompa dengan sempurna
Gilingan I-V	<i>Coupling</i> turbin rusak	Tidak dapat menghubungkan <i>gear box</i> cepat dan <i>gear box</i> lambat
	Baut suri-suri putus	Menyebabkan mesin berhenti giling
	Rol berlubang	Pemerahan kurang maksimal

4.4 Identifikasi Penyebab dari *Failure Mode* pada Mesin

Setelah mengidentifikasi efek yang ditimbulkan dari kerusakan mesin kemudian mengidentifikasi penyebab dari *failure mode* yang terjadi. Berikut adalah hasil yang ditemukan:

Tabel 4.4 Penyebab dari *Failure Mode* pada Mesin Gilingan

Nama Mesin	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure cause</i>
<i>Unigrator</i>	<i>Hammer tip</i> lepas	Baut putus sudah melewati titik jenuh
	Ujung <i>cutter</i> patah-patah	Bahan yang digunakan kurang

		bagus
	Putaran <i>hammer</i> tidak <i>balance</i>	Pemasangan dengan berat hammer yang berbeda
	Baut <i>stang hammer</i> putus	Baut sudah melewati titik jenuh
<i>Cane Unloading Crane</i>	Roda laker rusak	Kurang diberi pelumasan
	Saklar lepas	Panel listrik mengangkat beban dengan muatan tinggi
<i>Cane Table</i>	<i>Split pen</i> lepas	Aus terkena kotoran kemudian patah
<i>Cane Carrier</i>	<i>Split pen</i> lepas	Aus terkena kotoran kemudian patah
<i>Intermediate Carrier</i>	Baut pengencang lepas Overload	Tidak diberi pengelasan Tekanan uap rendah
Pompa Hidrolik	Karet sheal hancur	Pemasangan karet yang terlalu kencang
Gilingan I-V	Coupling rusak	Bahan yang digunakan kurang bagus
	Baut suri-suri putus	Bahan yang digunakan kurang bagus
	Rol berlubang	Terhantam benda-benda keras yang ikut tergiling

4.5 Hasil Pengisian Variabel FMEA dan Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Dari data pada tabel 4.2 diatas yang telah diketahui kemudian membuat penilaian variabel FMEA yang berisi *severity*, *occurrence* dan *detection*. Dalam penelitian ini, nilai didapatkan dari bagian *maintenance* bagian Stasiun Gilingan. Setelah menilai tiap variabel FMEA, selanjutnya menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) adalah sebagai berikut:

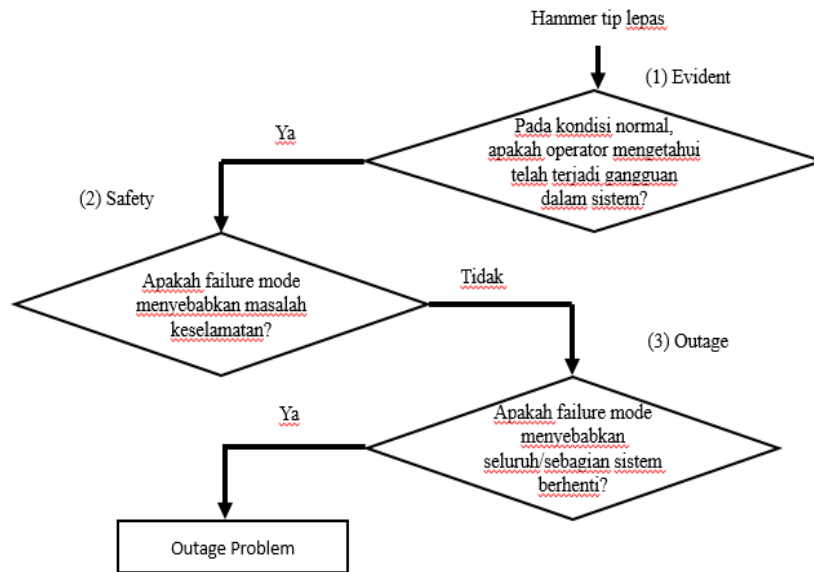
Tabel 4.5 Hasil Pengolahan metode FMEA

No	<i>Failure Mode</i>	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>	RPN
1	<i>Hammer tip</i> lepas	5.8	2.3	4.1	55
2	Ujung <i>cutter</i> patah-patah	5.5	4.6	3.7	92
3	Putaran <i>hammer</i> tidak <i>balance</i>	3.7	2.6	3.3	32
4	Baut <i>stang hammer</i> putus	5.7	4.3	3.5	86
5	Roda laker rusak	4.0	5.3	3.9	82
6	Saklar putus	4.3	4.8	3.6	74
7	<i>Split pen</i> lepas	3.5	3.7	3.6	47
8	<i>Split pen</i> lepas	4.2	3.4	3.8	54
10	Baut pengencang lepas	4.6	3.1	3.7	52
11	<i>Overload</i>	5.9	2.6	3.8	67
12	Karet <i>sheal</i> hancur	3.4	4.3	4.3	64
13	<i>Coupling</i> turbin rusak	6.3	3.5	3.5	77
14	Baut suri-suri putus	6.4	5.7	3.7	135
15	Rol berlubang	3.2	5.6	3.9	70

4.6 Hasil Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA)

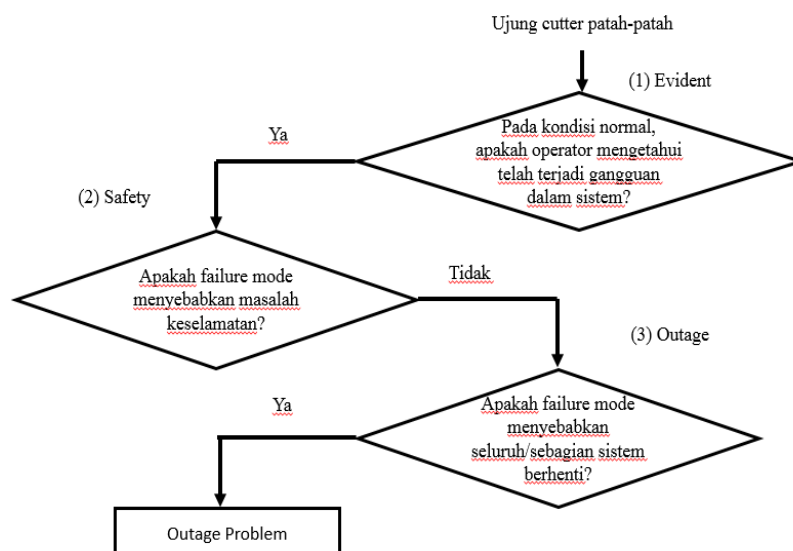
Diagram *Logic Tree Analysis* (LTA) dari setiap *failure mode* pada mesin di Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan ditunjukkan dalam *flowchart* beserta keterangan dari kategorinya.

4.6.1 Flowchart Pada Mesin Unigrator



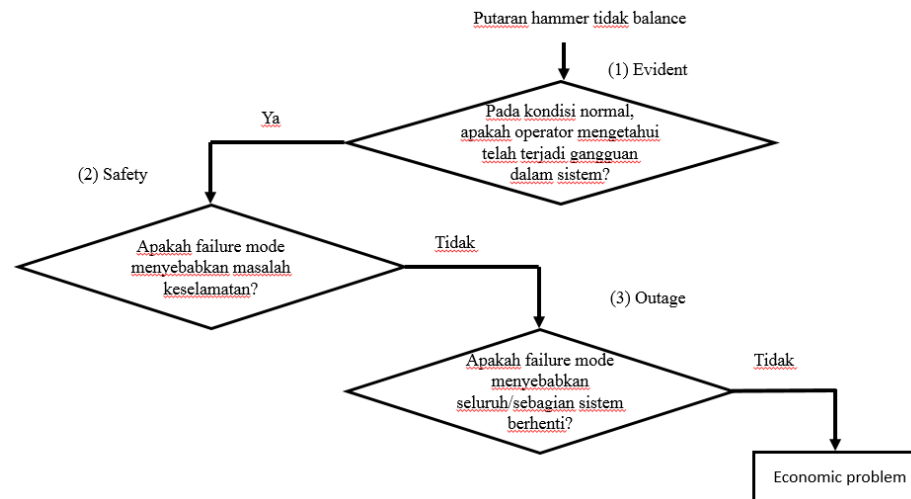
Gambar 4.2 LTA Failure Mode Hammer Tip Lepas

Berdasarkan flowchart diatas failure mode “hammer tip lepas” pada mesin unigrator setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam Logic Tree Analysis (LTA) maka failure mode ini termasuk dalam kategori yaitu outage problem (B).



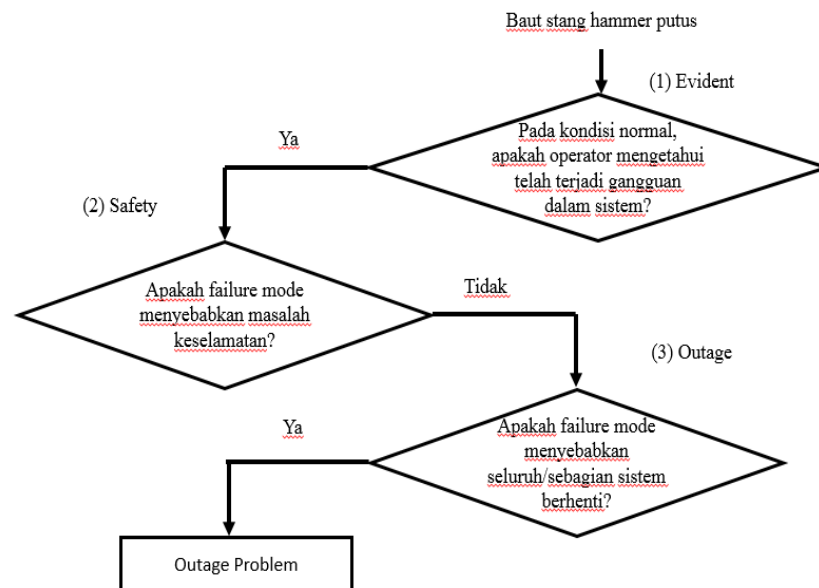
Gambar 4.3 LTA Failure Mode Ujung Cutter Patah-Patah

Berdasarkan *flowchart* diatas *failure mode* “ujung *cutter* patah-patah” pada mesin *unigrator* setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *outage problem* (B).



Gambar 4.4 LTA *Failure Mode* Putaran Hammer Tidak Balance

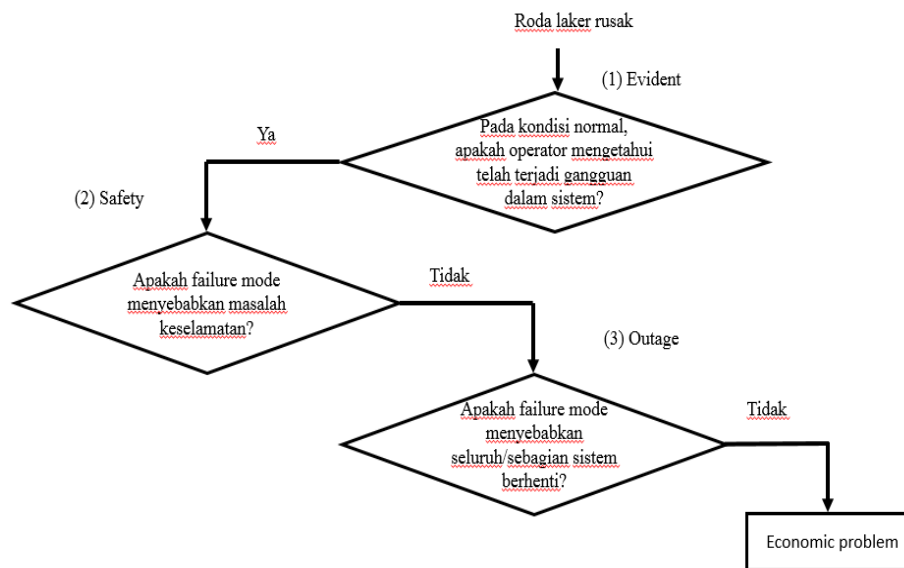
Berdasarkan *flowchart* diatas *failure mode* “putaran *hammer* tidak *balance*” pada mesin *unigrator* setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *economic problem* (C).



Gambar 4.5 LTA *Failure Mode* Baut Stang Hammer Putus

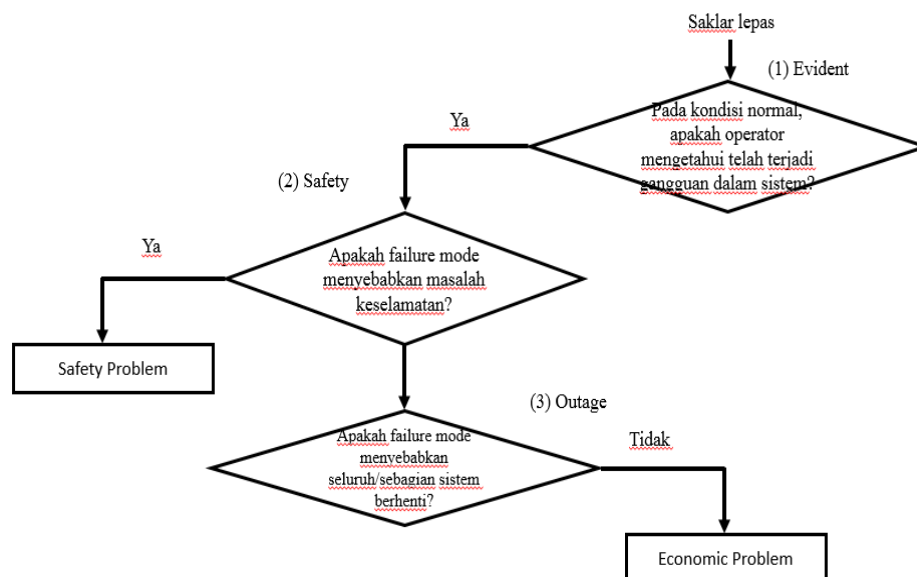
Berdasarkan *flowchart* diatas *failure mode* “baut stang hammer putus” pada mesin *unigrator* setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *outage problem* (B).

4.6.2 Flowchart pada Mesin Cane Unloading Crane



Gambar 4.6 LTA Failure Mode Roda Laker Rusak

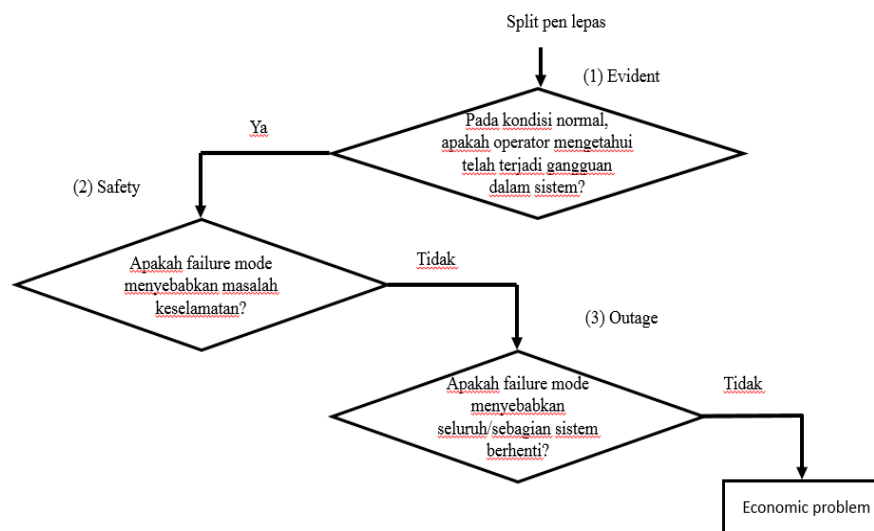
Berdasarkan flowchart diatas failure mode “roda laker rusak” pada mesin cane unloading crane setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam Logic Tree Analysis (LTA) maka failure mode ini termasuk dalam kategori yaitu economic problem (C).



Gambar 4.7 LTA Failure Mode Saklar Lepas

Berdasarkan *flowchart* di atas *failure mode* “saklar lepas” pada mesin *cane unloading crane* setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam 2 kategori yaitu *safety problem* (A) dan *economic problem* (C).

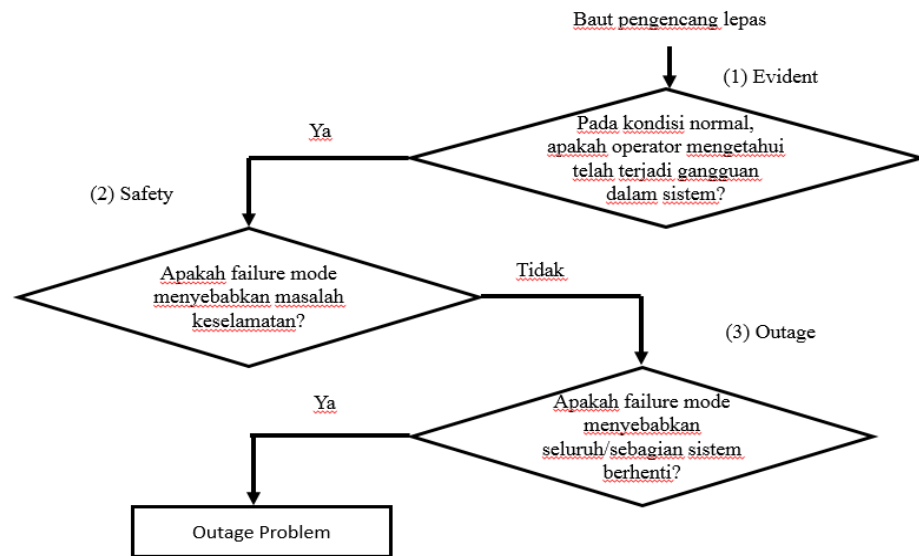
4.6.3 *Flowchart* pada Mesin *Cane Table* dan Mesin *Cane Carrier*



Gambar 4.8 LTA *Failure Mode Split Pen Lepas*

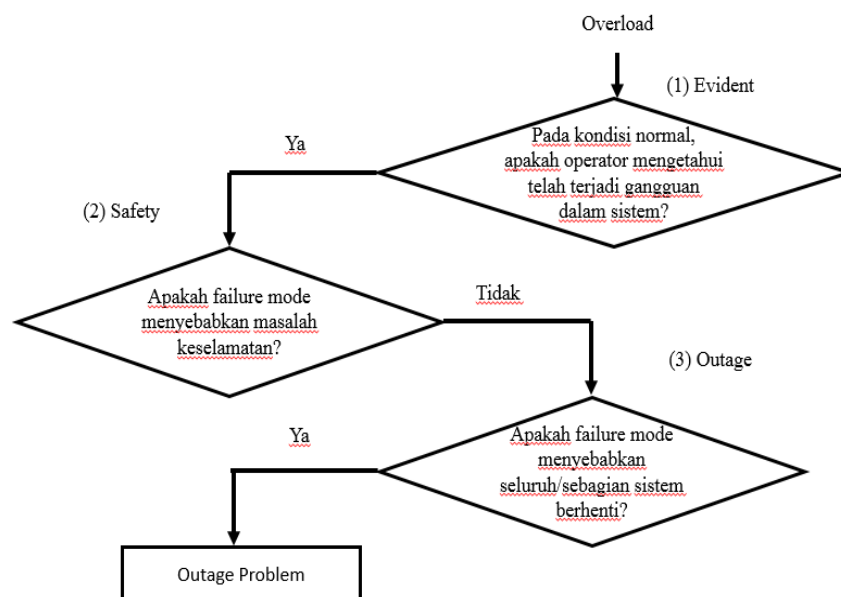
Berdasarkan *flowchart* di atas *failure mode* “split pen lepas” pada mesin *cane table* dan *cane carrier* setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *economic problem* (C).

4.6.4 Flowchart pada Mesin *Intermediate Carrier*



Gambar 4.9 LTA *Failure Mode* Baut Pengencang Lepas

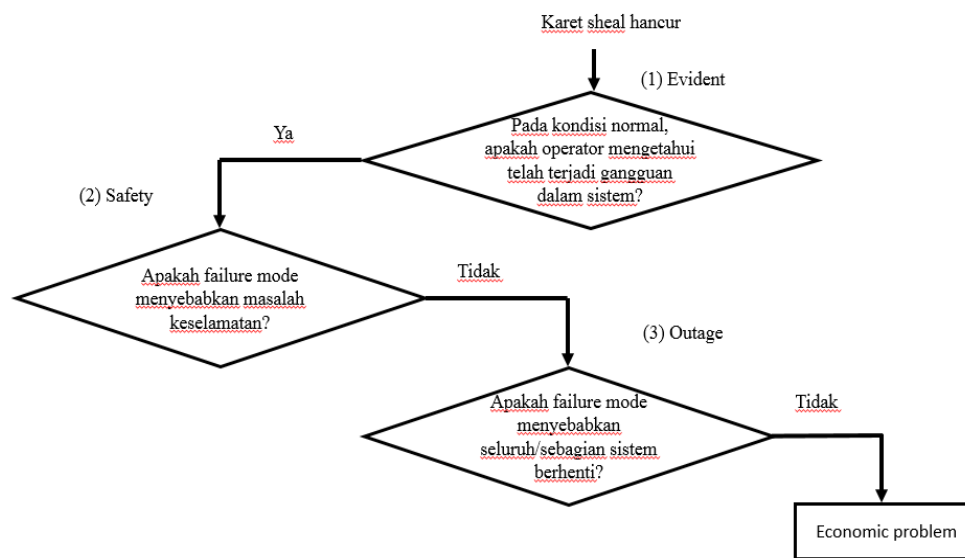
Berdasarkan *flowchart* diatas *failure mode* “baut pengencang lepas” pada mesin *intermediate carrier* setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *outage problem* (B).



Gambar 4.10 LTA *Failure Mode* Overload

Berdasarkan *flowchart* diatas *failure mode* “*overload*” pada mesin intermediate carrier setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *outage problem* (B).

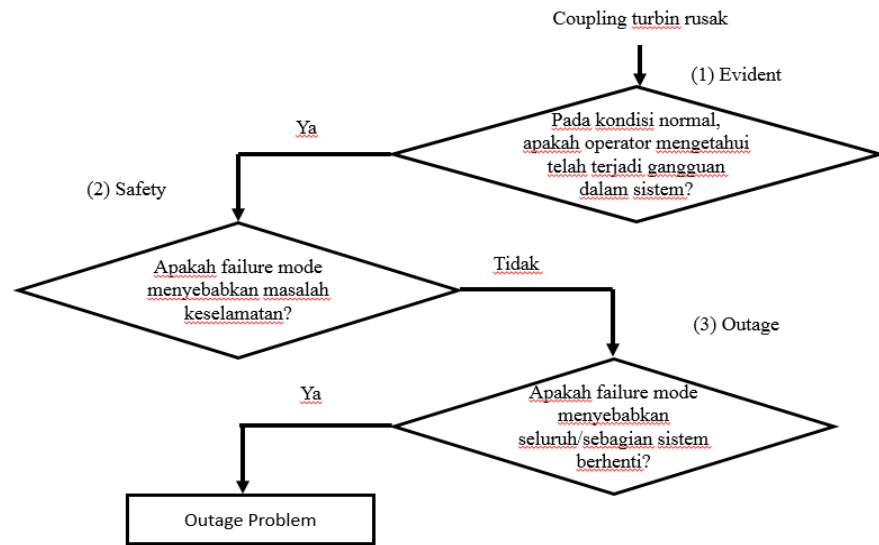
4.6.5 *Flowchart* pada Pompa Hidrolik



Gambar 4.11 LTA *Failure Mode* Karet Sheal Hancur

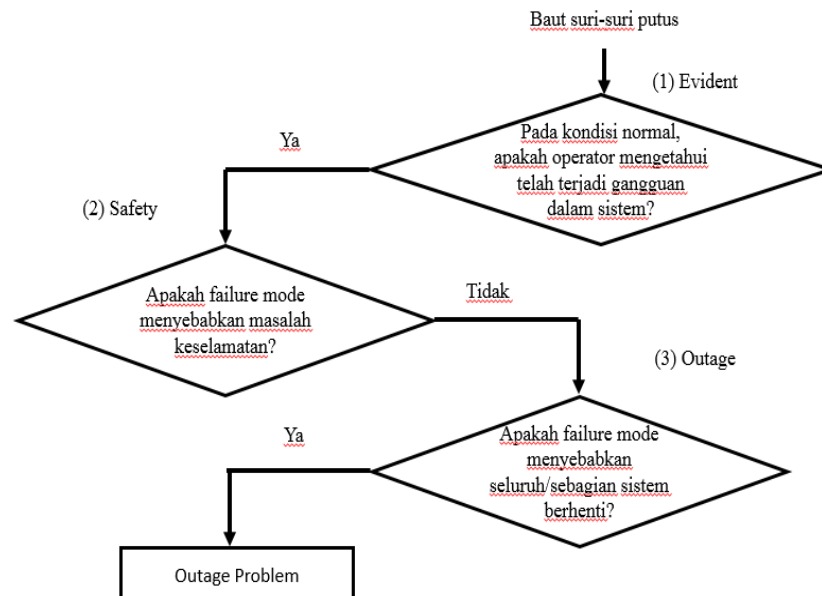
Berdasarkan *flowchart* diatas *failure mode* “*karet sheal hancur*” pada pompa hidrolik setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *economic problem* (C).

4.6.6 Flowchart pada Mesin Gilingan



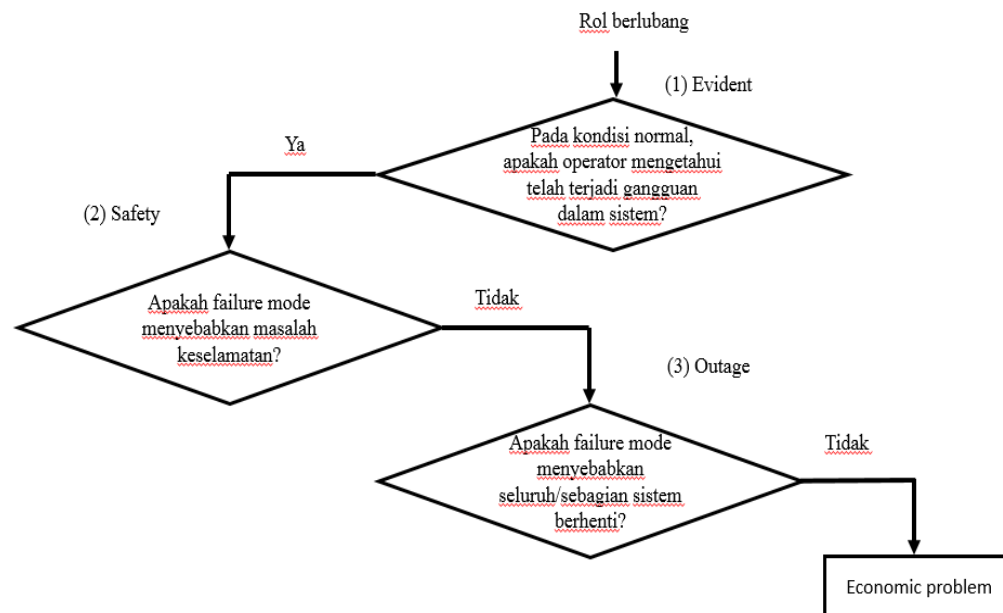
Gambar 4.12 LTA Failure Mode Coupling Turbin Rusak

Berdasarkan flowchart diatas failure mode “coupling turbin rusak” pada mesin gilingan setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam Logic Tree Analysis (LTA) maka failure mode ini termasuk dalam kategori yaitu outage problem (B).



Gambar 4.13 LTA Failure Mode Baut Suri-Suri Putus

Berdasarkan *flowchart* diatas *failure mode* “baut suri-suri putus” pada mesin gilingan setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *outage problem* (B).



Gambar 4.14 LTA *Failure Mode* Rol Berlubang

Berdasarkan *flowchart* diatas *failure mode* “rol berlubang” pada mesin gilingan setelah dilakukan analisis dengan menjawab 3 pertanyaan dalam *Logic Tree Analysis* (LTA) maka *failure mode* ini termasuk dalam kategori yaitu *economic problem* (C).

4.7 Kebijakan *Preventive Maintenance* pada Mesin

Dari hasil identifikasi kegagalan pada mesin-mesin Instalasi Pabrik bagian Stasiun Gilingan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) didapatkan *failure mode* yang perlu dimodifikasi dalam hal kebijakan perawatannya.

4.7.1 Tindakan *Preventive Maintenance* pada Mesin *Unigrator*

Berikut adalah langkah-langkah dalam perawatan mesin *unigrator* untuk setiap *failure mode*:

Tabel 4.6 Perawatan Mesin *Unigrator*

Failure Mode	Kategori LTA	Perawatan Mesin
<i>Hammer tip</i> lepas	B	<p>Pemeriksaan kondisi <i>hammer tip</i> secara berkala setiap hari dengan penglihatan operator</p> <p>Penggantian komponen apabila telah mendekati titik jenuh (rata-rata umur pemakaian 4 sampai 5 bulan)</p> <p>Penggantian komponen setelah melewati satu musim giling (6 bulan)</p> <p>Pengecekan dari kecacatan <i>plat</i> pisau saat pemasangan</p> <p>Pemeriksaan <i>plat</i> pisau secara berkala setiap hari</p>
Ujung <i>cutter</i> patah-patah	B	<p>Penggantian komponen setelah melewati dua musim giling (1 tahun)</p> <p>Pengawasan dan pembersihan dari benda-benda keras selain tebu dengan katrol/<i>crane</i> masuk kedalam proses pemotongan</p> <p>Pemasangan <i>hammer</i> dengan berat yang sama (17 kg - 19kg per <i>stang hammer</i>)</p>
Putaran <i>hammer</i> tidak <i>balance</i>	C	<p>Persiapan suku cadang <i>hammer</i> dengan berat yang sama (17 kg - 19kg per <i>stang hammer</i>)</p> <p>Pengecekan kondisi baut secara berkala setiap hari dengan penglihatan operator</p>
Baut <i>stang hammer</i> putus	B	<p>Penggantian baut sebelum aus (rata-rata umur pemakaian 4 sampai 5 bulan)</p> <p>Penggantian komponen setelah melewati satu musim giling (6 bulan)</p>

4.7.2 Tindakan *Preventive Maintenance* pada Mesin *Cane Unloading Crane*

Berikut adalah langkah-langkah dalam perawatan mesin *cane unloading crane* untuk setiap *failure mode*:

Tabel 4.7 Perawatan Mesin *Cane Unloading Crane*

Failure Mode	Kategori LTA	Perawatan Mesin
Roda laker rusak	C	Pelumasan dengan oil dan vaselin secara berkala (minimal seminggu sekali) Penggantian komponen laker setelah melewati dua musim giling (1 tahun)
Saklar lepas	A dan C	Pengangkatan beban sesuai kapasitas (5 ton, 10 ton dan 16 ton) Pembersihan dari kotoran seperti debu, tanah

4.7.3 Tindakan *Preventive Maintenance* pada Mesin *Cane Table* dan *Cane Carrier*

Berikut adalah langkah-langkah dalam perawatan mesin *cane table* dan *cane carrier*:

Tabel 4.8 Perawatan Mesin *Cane Table* dan *Cane Carrier*

<i>Failure Mode</i>	Kategori LTA	Perawatan Mesin
Split pen lepas	C	Pengecekan kondisi <i>split pen</i> secara berkala setiap hari Penggantian komponen saat sebelum terjadi keausan (rata-rata umur pemakaian 4 sampai 5 bulan) Pembersihan area <i>split pen</i> dari kotoran yang menempel seperti tanah liat dengan sapu Penggantian komponen setelah melewati satu musim giling (6 bulan)

4.7.4 Tindakan *Preventive Maintenance* pada Mesin *Intermediate Carrier*

Berikut adalah langkah-langkah dalam perawatan mesin *intermediate carrier* untuk setiap *failure mode*:

Tabel 4.9 Perawatan Mesin *Intermediate Carrier*

<i>Failure Mode</i>	Kategori LTA	Perawatan Mesin
Baut pengencang lepas	B	<p>Pengelasan pada baut saat pemasangan agar mur tidak lepas</p> <p>Pengecekan baut secara berkala setiap hari dengan penglihatan operator</p> <p>Penggantian baut sebelum terjadi keausan (rata-rata umur pemakaian 4 sampai 5 bulan)</p> <p>Penggantian baut komponen setelah melewati satu masa giling (6 bulan)</p>
Overload	B	<p>Pengecekan tekanan uap secara berkala setiap hari</p> <p>Menjaga <i>supply</i> uap dari bagian boiler (bahan bakar) agar tekanan stabil (minimal 13°)</p>

4.7.5 Tindakan *Preventive Maintenance* pada Pompa Hidrolik

Berikut adalah langkah-langkah dalam perawatan pompa hidrolik:

Tabel 4.10 Perawatan Pompa Hidrolik

<i>Failure Mode</i>	Kategori LTA	Perawatan Mesin
Karet sheal hancur	C	<p>Pemeriksaan karet <i>sheal</i> dari kecatatan saat pemasangan</p> <p>Pemasangan karet <i>sheal</i> yang pas (tidak kencang dan tidak kendur)</p>

Penggantian karet *sheal* setelah melewati satu musim giling (6 bulan)

4.7.6 Tindakan *Preventive Maintenance* pada Mesin Gilingan I-V

Berikut adalah langkah-langkah dalam perawatan mesin giling untuk setiap *failure mode*:

Tabel 4.11 Perawatan Mesin Giling I-V

<i>Failure Mode</i>	Kategori LTA	Perawatan Mesin
Coupling turbin rusak	B	<p>Pemeriksaan <i>coupling</i> dari catatan saat pemasangan</p> <p>Pengecekan <i>coupling</i> secara berkala setiap hari</p> <p>Penggantian <i>coupling</i> saat melewati titik jenuh umur pemakaian (rata-rata umur pemakaian 4 sampai 5 bulan)</p> <p>Penggantian <i>coupling</i> setelah melewati 2 musim giling (1 tahun)</p>
Baut suri-suri putus	B	<p>Pengecekan kondisi baut secara berkala setiap hari melalui penglihatan operator</p> <p>Penggantian baut saat sebelum terjadi keausan (rata-rata umur pemakaian 4 sampai 5 bulan)</p>
Rol berlubang	C	<p>Pengawasan dan pengontrolan agar rol tidak menggiling benda keras seperti putusan baut dan patahan plat pisau</p>

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Mode Kegagalan Mesin dengan *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah dilakukan identifikasi mode kegagalan pada tabel 4.2 didapatkan 13 jenis kerusakan pada mesin di Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan yang terdiri dari *hammer tip* lepas, ujung *cutter* patah-patah, putaran *hammer* tidak *balance*, baut *stang hammer* putus, roda laker rusak, saklar lepas, *split pen* lepas, baut pengencang lepas, *overload*, karet *sheal* hancur, *coupling* turbin rusak, baut suri-suri putus dan rol berlubang.

Berdasarkan pengolahan metode FMEA pada tabel 4.5 diperoleh nilai RPN tertinggi untuk *failure mode* pada mesin giling yaitu baut suri-suri putus dengan nilai RPN 135. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan sebesar 6,4 yang berakibat signifikan, *failure mode* menyebabkan mesin giling mengalami *downtime* minimal 1 jam untuk proses penggantian komponen. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini cukup tinggi sebesar 5,7 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 3,7 karena penyebab *failure mode* dapat diketahui operator pada saat dilakukan pengecekan dan kerusakan dapat dilihat dengan penglihatan mata.

Nilai RPN peringkat kedua *failure mode* pada mesin *unigrator* yaitu ujung *cutter* patah-patah dengan nilai RPN 92. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan yaitu 5.5 yang berakibat cukup ringan, *failure mode* menyebabkan mesin mengalami *downtime* dalam kurun waktu 30-60 menit untuk penggantian komponen. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini rendah yaitu 4,6 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 3,7 karena penyebab

failure mode dapat diketahui operator pada saat dilakukan pengecekan dan kerusakan dapat dilihat dengan penglihatan mata.

Nilai RPN peringkat ketiga *failure mode* pada mesin *unigrator* yaitu baut *stang hammer* putus dengan nilai RPN 86. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan sebesar 5,7 yang berakibat signifikan, *failure mode* menyebabkan mesin mengalami *downtime* minimal 1 jam untuk proses penggantian komponen. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini rendah yaitu 4,3 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 3,5 karena penyebab *failure mode* dapat diketahui operator pada saat pengecekan dan kerusakan dapat dilihat dengan penglihatan mata.

Nilai RPN peringkat keempat *failure mode* pada mesin *cane unloading crane* yaitu roda laker rusak dengan nilai RPN 82. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan yaitu 4 yang berakibat ringan, *failure mode* ini tidak menyebabkan mesin berhenti beroperasi karena terdapat lebih dari 1 *crane* apabila salah satu *crane* mengalami kerusakan. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini sedikit terjadi sebesar 5,3 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 3,9 karena penyebab *failure mode* dapat diketahui operator melalui pengecekan.

Nilai RPN peringkat kelima *failure mode* pada mesin giling yaitu *coupling* turbin rusak dengan nilai RPN 77. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan sebesar 6,3 yang berakibat signifikan, *failure mode* menyebabkan mesin mengalami *downtime* minimal 1 jam untuk proses perbaikan dan penggantian komponen. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini sangat sedikit yaitu 3,5 dengan tingkat deteksi yang tinggi pada kerusakan sebesar 3,5 karena penyebab *failure mode* dapat diketahui operator saat pengecekan.

Nilai RPN peringkat keenam *failure mode* pada mesin *cane unloading crane* yaitu saklar putus dengan nilai RPN 74. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan yaitu 4,3 yang berakibat cukup ringan, *failure mode* tidak mengganggu proses produksi dan mesin tetap berjalan. Dalam hal ini hanya diperlukan penyesuaian muatan pengangkatan tebu dengan kapasitas angkut sehingga tidak menimbulkan panel listrik naik-turun. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin

ini rendah yaitu 4,8 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi sebesar 3,6 karena dapat diketahui oleh operator saat pengecekan.

Nilai RPN peringkat ketujuh *failure mode* pada mesin giling yaitu rol berlubang dengan nilai RPN 70. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan sebesar 3,2 berakibat ringan yang mana *failure mode* tidak menyebabkan mesin mengalami *downtime*. Akan tetapi proses dari penggilingan kurang sempurna karena pemerahan tebu menjadi tidak maksimal. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini cukup tinggi sebesar 5,6 dengan tingkat deteksi yang tinggi pada kerusakan yaitu 3,9 karena dapat diketahui operator melalui penglihatan.

Nilai RPN peringkat kedelapan *failure mode* pada mesin *intermediate carrier* yaitu *overload* dengan nilai RPN 67. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan sebesar 5,9 yang berakibat signifikan, *failure mode* menyebabkan mesin mengalami *downtime* minimal 1 jam untuk menstabilkan tekanan agar motor penggerak mesin kembali beroperasi. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini sangat sedikit terjadi yaitu 2,6 dengan tingkat deteksi yang tinggi pada kerusakan sebesar 3,8 karena penyebab *failure mode* dapat diketahui operator melalui penglihatan dan getaran.

Nilai RPN peringkat kesembilan *failure mode* pada pompa hidrolik yaitu karet *sheal* hancur dengan nilai RPN 64. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan yaitu 3,4 yang berakibat ringan, *failure mode* tidak menyebabkan mesin berhenti beroperasi. Akan tetapi proses produksi sedikit terganggu karena pompa tidak bekerja dengan maksimal dalam proses pemerahan tebu. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini sedikit terjadi yaitu 4,3 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 4,3 karena dapat diketahui operator melalui pengecekan.

Nilai RPN peringkat kesepuluh *failure mode* pada mesin unigrator yaitu *hammer tip* lepas dengan nilai RPN 55. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan sebesar 5,8 yang berakibat signifikan, *failure mode* menyebabkan mesin mengalami *downtime* minimal 1 jam untuk penggantian komponen. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini jarang terjadi yaitu 2,3 dengan tingkat deteksi

yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 4,1 karena dapat diketahui operator melalui penglihatan.

Nilai RPN peringkat kesebelas *failure mode* pada mesin *cane carrier* yaitu *split pen* lepas dengan nilai RPN 54. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan yaitu 4,2 yang berakibat cukup ringan, *failure mode* menyebabkan mesin mengalami *downtime* dalam kurun waktu 30-60 menit untuk penggantian komponen Tingkat kejadian dari *failure mode* pada mesin sangat sedikit terjadi yaitu 3,4 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 3,8 karena dapat diketahui operator melalui penglihatan.

Nilai RPN peringkat keduabelas *failure mode* pada mesin *intermediate carrier* yaitu baut pengencang lepas dengan nilai RPN 52. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan yaitu 4,6 yang berakibat cukup ringan, *failure mode* menyebabkan mesin mengalami *downtime* dalam kurun waktu 30-60 menit untuk penggantian komponen. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini sangat sedikit terjadi yaitu 3,1 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 3,7 karena dapat diketahui operator melalui penglihatan.

Nilai RPN peringkat ketigabelas *failure mode* pada mesin *cane table* yaitu *split pen* lepas dengan nilai RPN 47. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan yaitu 3,5 yang berakibat cukup ringan, *failure mode* menyebabkan mesin mengalami *downtime* dalam kurun waktu 30-60 menit untuk proses penggantian komponen. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini sangat sedikit terjadi yaitu 3,7 dengan tingkat deteksi yang cukup tinggi pada kerusakan sebesar 3,6 karena dapat diketahui operator melalui penglihatan.

Nilai RPN peringkat keempatbelas *failure mode* pada mesin unigrator yaitu putaran *hammer* tidak *balance* dengan nilai RPN 32. Nilai RPN tersebut didapatkan dari tingkat keparahan yaitu 3,7 yang berakibat cukup ringan, *failure mode* tidak mengganggu proses produksi dan mesin tetap beroperasi. Akan tetapi *failure mode* ini dapat merusak komponen *bearing*. Tingkat kejadian *failure mode* pada mesin ini sangat sedikit terjadi yaitu 2,6 dengan kemampuan deteksi (*detection*) yang tinggi pada kerusakan sebesar 3,3 karena penyebab *failure mode* dapat diketahui operator dari suara dan getaran.

5.2 Analisis Mode Kegagalan Mesin dengan *Logic Tree Analysis* (LTA)

Berdasarkan LTA pada gambar 4.2 sampai 4.15 diperoleh kategori dari masing-masing *failure mode* pada mesin. *Failure mode* yang termasuk kategori A yaitu *safety problem*. Dalam kondisi normal saat mesin gilingan beroperasi operator mengetahui kerusakan yang terjadi didalam mesin. Kerusakan dalam kategori ini dapat mengancam keselamatan operator dan lingkungan kerja. *Failure mode* yang termasuk kategori ini yaitu saklar lepas pada mesin *cane unloading crane*, jika kerusakan tidak segera diperbaiki akan menyebabkan terjadinya konslet/ arus pendek. Saklar lepas terjadi karena mengangkat muatan tebu yang melampaui kapasitas dari *crane*. Selain itu juga adanya kotoran-kotoran seperti debu pada panel listrik dapat menyebabkan terjadinya arus pendek.

Failure mode yang termasuk kategori B yaitu *outage problem*. Dalam kondisi normal saat mesin gilingan beroperasi operator mengetahui kerusakan yang terjadi didalam mesin. Kerusakan dalam kategori ini menyebabkan mesin giling berhenti beroperasi sehingga mengganggu proses penggilingan tebu. *Failure mode* yang termasuk kategori ini yaitu *hammer tip* lepas, ujung *cutter* patah-patah, baut *stang hammer* putus pada mesin unigrator, baut pengencang lepas pada mesin *intermediate carrier* dan baut suri-suri pada mesin giling. Mesin berhenti beroperasi karena jika kerusakan terjadi dilakukan perbaikan dengan mencari putusan baut dan lepasan hammer serta penggantian komponen dengan suku cadang yang baru. Selain itu terdapat *failure mode overload* pada mesin *intermediate carrier* dan *coupling* turbin rusak pada mesin giling. Ketika terjadi *overload* mesin berhenti beroperasi karena motor penggerak mati diakibatkan tenaga uap *drop*. *Failure mode* pada kategori ini tidak menyebabkan masalah *safety* karena berada didalam mesin yang tertutup sehingga tidak membahayakan operator itu sendiri.

Failure mode yang termasuk kategori C yaitu *economic problem*. Dalam kondisi normal saat mesin gilingan beroperasi operator mengetahui kerusakan yang terjadi didalam mesin. *Failure mode* yang termasuk kategori ini yaitu putaran *hammer* tidak *balance* pada mesin unigrator, roda laker rusak pada mesin *cane unloading crane*, *split pen* lepas pada mesin *cane table* dan *cane carrier*, karet *sheal* hancur pada pompa hidrolik serta rol berlubang pada mesin giling. Saat

kerusakan terjadi tidak menyebabkan mesin giling berhenti karena perbaikan dapat dilakukan dalam kondisi mesin beroperasi sehingga tidak mengganggu proses penggilingan tebu. Akan tetapi kerusakan ini tetap menimbulkan kerugian yang relatif kecil dalam melakukan perbaikan.

5.3 Tindakan *Preventive Maintenance* di Stasiun Gilingan

Setelah dilakukan analisis masing-masing *failure mode* pada mesin dengan *Logic Tree Analysis* (LTA) kemudian dicari tindakan *preventive maintenance* pada tabel 6-11 yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan mesin. Pada mesin *unigrator* salah satu komponen yang perlu diperhatikan adalah *hammer*. Untuk awal pemasangan, berat *hammer* harus ditimbang terlebih dahulu. Berat *hammer* harus sama ketika dipasang sehingga putaran *hammer* seimbang antara satu dengan yang lain. Tiap operator mesin *unigrator* melakukan pemeriksaan kondisi *hammer tip* dan baut *stang hammer* setiap waktu selama musim giling. Setelah 4 sampai 5 bulan pemakaian saat musim giling operator segera melakukan penggantian komponen yang baru sebelum *hammer* aus dan putus. Saat *maintenance* bongkar mesin, *hammer tip* dan baut *stang hammer* yang sudah digunakan selama satu musim giling (6 bulan) diganti dengan komponen yang baru agar dapat digunakan dimusim giling selanjutnya. Selain itu pada mesin *unigrator* juga terdapat komponen *cutter*. Pada awal pemasangan operator melakukan pengecekan plat pisau dari kecacatan. Saat musim giling, tiap operator melakukan pemeriksaan kondisi plat pisau setiap waktu, melakukan pengawasan dan pembersihan dari benda-benda asing selain tebu. Jika ditemukan benda asing yang masuk, langsung dilakukan tindakan pengambilan benda asing tersebut dengan alat katrol/*crane*. Untuk penggantian rutin komponen *plat* pisau dilakukan setelah melewati dua musim giling yaitu 1 tahun sekali.

Pada mesin *cane unloading crane*, operator melakukan pelumasan secara berkala minimal 1 minggu sekali pada roda laker dengan menggunakan *oil* dan *vaselin*. Jika saat musim giling roda laker tidak bisa bergerak dilakukan penggantian dengan komponen yang baru. Untuk penggantian rutin komponen laker dilakukan

setelah melewati dua musim giling (1 tahun). Setiap *crane* memiliki maksimal kapasitas angkut yaitu 5 ton, 10 ton dan 16 ton. Sehingga pada saat proses pengangkatan tebu harus disesuaikan dengan kapasitas *crane* agar tidak terjadi muatan berlebihan (*overload*) yang menyebabkan saklar putus. Operator rutin setiap hari melakukan pembersihan pada panel listrik dari kotoran debu agar aliran arus tetap berjalan.

Pada mesin *cane table* dan *cane carrier*, operator melakukan pengecekan kondisi *split pen* setiap waktu selama musim giling. Setelah pemakaian *split pen* 4 sampai 5 bulan selama musim giling dilakukan penggantian komponen sebelum *split pen* aus dan patah. Pada saat mesin beroperasi dilakukan pembersihan dari kotoran seperti debu dan tanah disekitar area *split pen*. Saat *maintenance* bongkar mesin, *split pen* yang sudah digunakan selama satu musim giling (6 bulan) diganti dengan komponen yang baru agar dapat digunakan dimusim giling selanjutnya.

Di mesin *intermediate carrier*, saat awal pemasangan baut pengencang operator melakukan pengelasan pada mur agar baut menjadi lebih kencang. Operator juga melakukan pengecekan kondisi baut pengencang setiap waktu dan melakukan penggantian komponen setelah pemakaian baut selama 4 sampai 5 bulan saat masa giling. Selama masa giling dilakukan pengecekan tekanan uap dari boiler secara berkala dengan minimal 13° . Jika *supply* uap kurang tekanan menjadi drop menyebabkan motor penggerak mesin terhenti. Ketika proses *maintenance* bongkar mesin, baut pengencang yang sudah digunakan selama satu musim giling (6 bulan) dilakukan penggantian dengan komponen yang baru.

Pada awal pemasangan karet *sheal* ke pompa hidrolis, operator melakukan pemeriksaan dari kecacatan. Saat pemasangan operator memasang karet *sheal* ke pompa hidrolis secara tepat dengan tidak terlalu kencang karena jika diawal karet dipasang terlalu kencang akan mudah hancur. Setelah pompa hidrolis mulai beroperasi selama musim giling karet *sheal* dikencangkan agar tidak terlepas dari pompa. Ketika musim giling selesai, saat proses *maintenance* karet *sheal* yang sudah digunakan selama satu musim giling harus diganti dengan komponen yang baru.

Pada mesin giling operator melakukan pemasangan baut suri-suri dengan kencang, pemeriksaan kondisi *coupling* turbin dan rol setiap waktu oleh operator. Selama musim giling operator juga memantau benda-benda asing non tebu yang

masuk seperti putusan baut, patahan pisau dan putusan *hammer* agar tidak ikut tergiling. Jika ditemukan benda tersebut operator mengambil secara langsung apabila benda dapat dijangkau atau dengan alat katrol/*crane* jika benda sulit dijangkau. Setelah pemakaian baut 4 sampai 5 bulan selama musim giling dilakukan penggantian komponen yang baru sebelum aus dan patah. Saat proses *maintenance* setelah musim giling, rol yang ditemukan berlubang dilakukan pengelasan untuk menambal lubang. Selain itu dilakukan penggantian komponen baut setelah digunakan selama satu musim giling (6 bulan). Akan tetapi untuk *coupling* dilakukan penggantian ketika sudah melewati dua musim giling (1 tahun).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan pembahasan yang dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari tertinggi ke terendah yaitu baut suri-suri putus (135), ujung *cutter* patah-patah (92), baut *stang hammer* putus (86), roda laker rusak (82), *coupling* turbin rusak (77), saklar putus (74), rol berlubang (70), *overload* (67), karet *sheal* hancur (64), *hammer tip* lepas (55), *split pen* lepas pada mesin *cane carrier* (54), baut pengencang lepas (52), *split pen* lepas pada mesin *cane table* (47) dan putaran *hammer* tidak *balance* (32).
2. Klasifikasi *failure mode* menggunakan diagram alir *Logic Tree Analysis* (LTA) pada masing-masing mesin bagian Instalasi Pabrik Stasiun Gilingan didapatkan *failure mode* termasuk kategori A (*safety problem*) yaitu saklar lepas, *failure mode* termasuk kategori B (*outage problem*) yaitu *hammer tip* lepas, ujung *cutter* patah-patah, baut *stang hammer* putus, baut pengencang lepas, baut suri-suri putus dan *overload* dan *failure mode* termasuk kategori C (*economic problem*) yaitu putaran *hammer* tidak *balance*, roda laker rusak, *split pen* lepas, karet *sheal* hancur, rol berlubang dan saklar putus.
3. Tindakan *preventif maintenance* yang seharusnya dilakukan untuk mencegah kegagalan mesin berdasarkan kategori LTA adalah sebagai berikut:
 - Kategori A (*safety problem*): Pengoperasian mesin sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP).

- Kategori B (*outage problem*): Pemeriksaan mesin secara berkala dan persiapan suku cadang untuk penggantian komponen yang rusak.
- Kategori C (*economic problem*): Pemasangan komponen yang tepat, pelumasan dan pembersihan dari kotoran.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai masukan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan lebih selektif dalam memilih *supplier* suku cadang mesin agar *spare part* yang didapat memiliki bahan dengan kualitas baik sehingga mencegah kerusakan komponen saat musim giling.
2. Diperlukan penyusunan standar operasi perawatan untuk masing-masing komponen berdasarkan jenis perawatan yang dibutuhkan setiap mesin.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mendesain metode/sistem perawatan mesin yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, N. & Hidayah, N.Y. (2017). Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould dengan Metode RCM di PT.CCAI. *Jurnal Opstipasi Sistem Industri*, 16, 167-176.
- Andiyanto, S., Sutrisno, A. & Punuhsingon, C. (2017). Penerapan Metode (FMEA) Failure Mode and Effect Analysis untuk Kuantitatif dan Pencegahan Risiko Akibat Terjadinya Lean Waste. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6, 45-57.
- Ardhikayana, I.B.G., Winaya, I.N.S, & Priambadi, I.G.N. (2015). Analisa Perawatan pada Komponen Kritis Mesin Pembersih Botol 5 Gallon PT. X dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal METTEK*, 1, 20-27.
- Assauri, S. (1993). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.
- Fitriadi, R. & Setiawan, B. (2015). Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Packer Semen di Tuban IV dengan Pendekatan FMEA DAN LTA. Surakarta: Seminar Nasional IENACO.
- Johnson, K.G & Khan, M.K. (2003). A Study into the Use of the Process Failure Mode and Effects Analysis (PFMEA) in the Automotive Industry in the UK. *Journal of Materials Processing Technology*, 139, 348-356.
- Kumar, N. P. (2014). Risk Analysis by Using Failure Mode and Effects Analysis for Safe Mining. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 3, 2512-2515.
- Mansur, A. & Ratnasari, R. (2015). Analisis Risiko Mesin Bagging Scale dengan Metode Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FUZZY-FMEA) Di Area Pengantongan Pupuk Urea PT. Pupuk Sriwidjaja. *Teknoin*, 21, 158-166.
- Munawir, H. & Yunanto, D. (2014). Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Sizing Baba Sangyo Kikai. *Seminar Nasional IENACO*, 296-302.
- Praharsi, Y., Sriwana, I.K & Sari, D.M. (2015). Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance pada Preventive Maintenance pada PT. Artha Prima Sukses Makmur. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 14, 59-65.
- Pranoto, J., Matondang, N. & Siregar, I. (2013). Implementasi Studi Preventive Maintenance Fasilitas Produksi dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PT.XYZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, 1, 18-24.
- Reza, D., Supriyadi & Ramayanti, G. (2017). Analisis Kerusakan Mesin Mandrel Tension Reel dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Seminar Nasional Riset Terapan (SENASSET)*, 190-195.
- Sufa, M.F. & Khoiriyah, U. (2017). Manajemen Risiko Proses Produksi Gula dengan Metode Failure Mode Effect and Analysis. *Performa*, 16, 72-76.

LAMPIRAN

A- Tahapan wawancara

Pada tahap ini mengidentifikasi fungsi mesin, jenis kerusakan, efek yang ditimbulkan dan penyebab dari kerusakan tiap mesin pada Instalasi Pabrik bagian Stasiun Gilingan melalui tanya-jawab asisten masinis dan mandor. Berikut adalah beberapa pertanyaan yang diajukan:

1. Apa fungsi dari mesin *unigrator*?
2. Jenis kerusakan apa yang sering terjadi di mesin *unigrator*?
3. Apa efek yang ditimbulkan pada mesin *unigrator* jika masing-masing kerusakan terjadi?
4. Apa penyebab dari masing-masing kerusakan yang terjadi pada mesin *unigrator*?
5. Apa fungsi dari mesin *cane unloading crane*?
6. Jenis kerusakan apa yang sering terjadi di mesin *cane unloading crane*?
7. Apa efek yang ditimbulkan pada mesin *cane unloading crane* jika masing-masing kerusakan terjadi?
8. Apa penyebab dari masing-masing kerusakan yang terjadi pada mesin *cane unloading crane*?
9. Apa fungsi dari mesin *cane table*?
10. Jenis kerusakan apa yang sering terjadi di mesin *cane table*?
11. Apa efek yang ditimbulkan pada mesin *cane table* jika masing-masing kerusakan terjadi?
12. Apa penyebab dari masing-masing kerusakan yang terjadi pada mesin *cane table*?
13. Apa fungsi dari mesin *cane carrier*?
14. Jenis kerusakan apa yang sering terjadi di mesin *cane carrier*?
15. Apa efek yang ditimbulkan pada mesin *cane carrier* jika masing-masing kerusakan terjadi?

16. Apa penyebab dari masing-masing kerusakan yang terjadi pada mesin *cane carrier*?
17. Apa fungsi dari mesin *intermediate carrier*?
18. Jenis kerusakan apa yang sering terjadi di mesin *intermediate carrier*?
19. Apa efek yang ditimbulkan pada mesin *intermediate carrier* jika masing-masing kerusakan terjadi?
20. Apa penyebab dari masing-masing kerusakan yang terjadi pada mesin *intermediate carrier*?
21. Apa fungsi dari mesin *pompa hidrolik*?
22. Jenis kerusakan apa yang sering terjadi di mesin *pompa hidrolik*?
23. Apa efek yang ditimbulkan pada mesin *pompa hidrolik* jika masing-masing kerusakan terjadi?
24. Apa penyebab dari masing-masing kerusakan yang terjadi pada mesin *pompa hidrolik*?
25. Apa fungsi dari mesin giling?
26. Jenis kerusakan apa yang sering terjadi di mesin giling?
27. Apa efek yang ditimbulkan pada mesin giling jika masing-masing kerusakan terjadi?
28. Apa penyebab dari masing-masing kerusakan yang terjadi pada mesin giling?

B- Kuesioner FMEA

Kuesioner Penentuan Nilai *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* dari Kegagalan Mesin dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Nama Responden :

Umur :

Jabatan Kerja :

Tanggal pengisian kuesioner :

Petunjuk Pengisian

Pada bagian ini, anda diminta untuk memberi penilaian *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* dari kegagalan mesin. Beri penilaian menggunakan angka pada tempat yang tersedia sesuai dengan pendapat anda. Skala penilaian untuk nilai *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* terlihat pada lampiran.

- *Unigrator*

	Skala Penilaian		
	Severity	Occurrence	Detection
1. <i>Hammer tip</i> lepas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2. Ujung <i>cutter</i> tumpul/tidak tajam	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3. Putaran <i>hammer</i> tidak <i>balance</i>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4. Baut <i>stang hammer</i> putus	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- *Cane Unloading Crane*

1. Roda laker rusak

Severity

Skala Penilaian

Occurrence

Detection

2. Saklar putus

Severity

Occurrence

Detection

- *Cane Table*

1. *Split pen* lepas

Severity

Skala Penilaian

Occurrence

Detection

- *Cane Carrier*

1. *Split pen* lepas

Severity

Skala Penilaian

Occurrence

Detection

- *Intermediate Carrier*

1. Baut pengencang lepas

Severity

Skala penilaian

Occurrence

Detection

2. *Overload*

Severity

Occurrence

Detection

- Pompa Hidrolik

1. Karet *sheal* hancur

Severity

Skala penilaian

Occurrence

Detection

	Skala Penilaian		
	Severity	Occurrence	Detection
• Gilingan			
1. <i>Coupling</i> turbin rusak	Severity	Occurrence	Detection
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2. Baut suri-suri putus	Severity	Occurrence	Detection
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3. Rol berlubang	Severity	Occurrence	Detection
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

C- Skala Penilaian *Severity* (S)

Ranking	Akibat	Akibat pada Proses Produksi
1	Tidak ada akibat	Proses dalam pengendalian tanpa perawatan
2	Akibat sangat ringan	Proses dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit perawatan
3	Akibat ringan	Proses telah berada diluar pengendalian, beberapa penyesuaian diperlukan
4	Akibat minor	Kurang dari 30 menit mesin <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat moderat	30 - 60 menit mesin <i>downtime</i>
6	Akibat signifikan	1-2 jam mesin <i>downtime</i>
7	Akibat major	2-4 jam mesin <i>downtime</i>
8	Akibat ekstrem	4-8 jam mesin <i>downtime</i>
9	Akibat serius	> 8 jam mesin <i>downtime</i>
10	Akibat bahaya	> 8 jam mesin <i>downtime</i>

Skala Penilaian *Occurrence* (O)

Ranking	Kejadian	Kriteria Verbal	Tingkat Kejadian Kerusakan
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	> 10.000 jam operasi
2	<i>Remote</i>	Kerusakan jarang terjadi	6.001 - 10.000 jam operasi
3	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3.001 - 6.000 jam operasi

4	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	2.001 - 3.000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah	1.001 - 2.000 jam operasi
6	Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	401 - 1.000 jam operasi
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101 - 400 jam operasi
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11 - 100 jam operasi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2 - 10 jam operasi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	< 2 jam operasi

Skala Penilaian *Detection* (D)

Ranking	Kejadian	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan akan selalu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
3	Tinggi	Perawatan memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan

<i>mode</i> kegagalan		
4	<i>Moderately high</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>moderately high</i> untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
5	<i>Moderate</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>moderate</i> untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
6	Rendah	Perawatan memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
8	<i>Remote</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
9	<i>Very remote</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>very remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan
10	Tidak pasti	Perawatan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan

D-Rekapan Kuesioner FMEA

Failure Mode	Mandor PLOEG B			Asisten Masinis			Mandor PLOEG A			Wakil Mandor PLOEG B			Operator Turbin gil. I-V PLOEG B			Operator Pompa PLOEG A			Operator Turbin Gilingan I-V PLOEG A			Operator Turbin Unigrator PLOEG A			Asisten Masinis			Mandor PLOEG C			Wakil Mandor PLOEG C			Master Kontrol PLOEG C			Operator Turbin Gilingan I-V PLOEG C			Operator Turbin Unigrator PLOEG C			Operator Pompa PLOEG C			Rata-rata			RPN	RANK						
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D								
	Hammer tip lepas	2	1	2	9	2	3	3	3	2	5	1	1	5	2	3	5	3	1	4	4	4	5	2	1	5	1	6	9	1	3	3	4	7	9	3	7	8	6	10	5	1	4	1	0	1	7	5			2	4	5	5	10	
Ujung cutter patah-patah	2	1	3	4	4	4	6	3	6	5	6	1	4	5	3	2	2	1	5	6	5	4	1	1	6	7	3	9	9	2	3	3	6	7	6	6	1	0	8	3	5	4	5	1	0	4	6	5	4	3	5	6	7	9	2	2
Putaran hammer tidak balance	3	2	2	2	2	1	2	4	3	1	1	1	4	2	4	3	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	10	3	5	2	4	3	3	5	6	5	1	0	5	5	3	1	5	1	0	4	6	3	2	3	3	6	14			
Baut stang hammer putus	2	1	2	9	2	3	3	5	5	5	5	1	4	3	2	3	6	1	5	6	5	4	2	1	6	2	7	10	7	2	5	3	5	7	6	6	1	0	6	3	3	3	3	1	0	8	6	5	4	3	5	6	3			
Roda laker rusak	2	5	4	2	3	1	3	4	2	3	2	1	5	3	2	3	8	1	3	3	3	3	5	2	1	4	7	7	3	4	7	3	4	7	4	8	1	0	8	8	9	1	5	1	0	8	6	4	5	3	9	8	4			
Saklar putus	1	5	5	2	2	1	2	7	3	3	6	1	2	1	2	4	4	1	2	2	2	2	2	3	1	5	6	9	7	5	9	3	2	8	6	7	1	0	6	5	2	7	5	7	9	6	4	3	3	4	8	6	7	4	6	
Split pen lepas	2	5	6	2	4	2	3	5	4	3	3	1	2	1	2	3	6	1	4	3	3	2	2	1	1	1	6	8	2	3	3	3	5	3	7	5	3	5	3	3	6	6	1	0	3	6	3	3	7	6	7	13				
Split pen	8	4	6	2	4	2	3	6	4	3	3	1	4	2	5	3	6	1	3	4	4	2	1	1	1	1	6	9	2	2	4	3	5	4	5	6	4	4	4	3	2	4	1	0	4	6	4	3	5	4	4	11				

E-Tahapan LTA

Pada tahap ini mengidentifikasi akar permasalahan dari kerusakan tiap mesin pada Instalasi Pabrik bagian Stasiun Gilingan melalui tanya-jawab asisten masinis dan mandor. Berikut adalah 3 pertanyaan yang sesuai dengan LTA:

1. *Evident*: Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan mesin *unigrator*?
2. *Safety*: Apakah *failure mode* pada mesin unigrator menyebabkan masalah keselamatan operator dan lingkungan kerja?
3. *Outage*: Apakah *failure mode* menyebabkan sebagian mesin/seluruh mesin berhenti?
4. *Evident*: Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan mesin *cane unloading crane*?
5. *Safety*: Apakah *failure mode* pada mesin *cane unloading crane* menyebabkan masalah keselamatan operator dan lingkungan kerja?
6. *Outage*: Apakah *failure mode* menyebabkan sebagian mesin/seluruh mesin berhenti?
7. *Evident*: Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan mesin *cane table*?
8. *Safety*: Apakah *failure mode* pada mesin *cane table* menyebabkan masalah keselamatan operator dan lingkungan kerja?
9. *Outage*: Apakah *failure mode* menyebabkan sebagian mesin/seluruh mesin berhenti?
10. *Evident*: Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan mesin *cane carrier*?
11. *Safety*: Apakah *failure mode* pada mesin *cane carrier* menyebabkan masalah keselamatan operator dan lingkungan kerja?
12. *Outage*: Apakah *failure mode* menyebabkan sebagian mesin/seluruh mesin berhenti?
13. *Evident*: Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan mesin *intermediate carrier*?
14. *Safety*: Apakah *failure mode* pada mesin *intermediate carrier* menyebabkan masalah keselamatan operator dan lingkungan kerja?

15. *Outage*: Apakah *failure mode* menyebabkan sebagian mesin/seluruh mesin berhenti?
16. *Evident*: Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan pompa hidrolik?
17. *Safety*: Apakah *failure mode* pada pompa hidrolik menyebabkan masalah keselamatan operator dan lingkungan kerja?
18. *Outage*: Apakah *failure mode* menyebabkan sebagian mesin/seluruh mesin berhenti?
19. *Evident*: Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan mesin gilingan?
20. *Safety*: Apakah *failure mode* pada mesin gilingan menyebabkan masalah keselamatan operator dan lingkungan kerja?
21. *Outage*: Apakah *failure mode* menyebabkan sebagian mesin/seluruh mesin berhenti?

F-Tahapan *Maintenance*

Pada tahap ini mengidentifikasi proses perawatan tiap mesin pada Instalasi Pabrik bagian Stasiun Gilingan. Berikut adalah pertanyaan yang diajukan:

1. Seberapa sering pengecekan kondisi mesin yang dilakukan?
2. Seberapa sering penggantian komponen pada mesin yang dilakukan?
3. Seberapa sering pembersihan pada mesin yang dilakukan?
4. Seberapa sering pelumasan pada komponen mesin yang dilakukan?
5. Bagaimana pengawasan dan kontrol mesin dari benda-benda asing?