

**PENGUKURAN EFEKTIVITAS
MESIN MONOZUKURI UNTUK MENENTUKAN
KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN PADA INDUSTRI
MANUFAKTUR ELEKTRONIK**

SKRIPSI



Oleh
Marta Sianturi
150410052

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM**

2019

**PENGUKURAN EFEKTIVITAS
MESIN MONOZUKURI UNTUK MENENTUKAN
KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN PADA INDUSTRI
MANUFAKTUR ELEKTRONIK**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh
Marta Sianturi
150410052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2019**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan/atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia, menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi.

Batam, 09 Agustus 2019

Marta Sianturi

150410052

**PENGUKURAN EFEKTIVITAS
MESIN MONOZUKURI UNTUK MENENTUKAN
KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN PADA INDUSTRI
MANUFAKTUR ELEKTRONIK**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**

**Oleh
Marta Sianturi
150410052**

**Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal
seperti tertera dibawah ini**

Batam, 09 Agustus 2019

**Elva Susanti, S.Si., M.Si.
Pembimbing**

ABSTRAK

Salah satu faktor penunjang keberhasilan suatu industri manufaktur adalah ketersediaan mesin dan peralatan yang memadai. Oleh sebab itu, sebagian perusahaan memutuskan untuk menggunakan mesin sebagai alat bantu utama dalam menjalankan proses produksi, dengan harapan jumlah produksi dapat meningkat dan mampu memenuhi seluruh permintaan pasar. PT TDK Electronics Indonesia adalah sebuah perusahaan di Batam yang memproduksi *Pressure and Temperature Sensor*. Salah satu mesin yang digunakan adalah mesin *Monozukuri* yaitu mesin perakitan otomatis, namun mesin selalu mengalami *downtime* setiap hari mengakibatkan kerugian waktu dan produk yang tidak sesuai spesifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai efektivitas mesin, *six big losses* yang paling dominan mempengaruhi penurunan efektivitas mesin, menentukan faktor dan akar penyebab rendahnya nilai efektivitas mesin, dan memberikan usulan perbaikan dan kebijakan perawatan. Penelitian ini menggunakan metode OEE untuk menentukan nilai efektivitas mesin dan FMEA sebagai langkah untuk memperbaiki masalah. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai OEE sebesar 70,59%. Berdasarkan diagram pareto, penyebab rendahnya efektifitas mesin adalah *breakdown losses* sebesar 60,24%. Penyebab *breakdown losses* diidentifikasi menggunakan diagram Ishikawa. Potensial terbesar penyebab kegagalan adalah keausan *feeder* dan *chuck* dengan nilai RPN 144, dan potensi terendah adalah keausan *carrier* dengan nilai RPN 75. Usulan perbaikan adalah menyediakan stok suku cadang, membuat SOP, melaksanakan pelatihan berkala, dan meningkatkan pengawasan dalam dalam hal perawatan mesin.

Kata kunci: *Downtime, Six Big Losses, OEE, FMEA*

ABSTRACT

One factor supporting the success of a manufacturing industry is the availability of adequate machinery and equipment. Therefore, some companies have decided to use machines as the main tool in carrying out the production process, hoping that the amount of production can increase and be able to meet all market demands. PT TDK Electronics Indonesia is a company in Batam that manufactures Pressure and Temperature Sensors. One of the machines used is the Monozukuri engine which is an automatic assembly machine, but the machine always experiences downtime every day resulting in loss of time and products that are not according to specifications. This study aims to determine the value of engine effectiveness, the six most losses that most dominant influence the decline in engine effectiveness, determine the factors and root causes of the low value of engine effectiveness, and provide recommendations for improvement and maintenance policies. This study uses the OEE method to determine the effectiveness value of the machine and FMEA as a step to fix the problem. From the calculation results obtained OEE value of 70.59%. Based on the Pareto diagram, the cause of the low effectiveness of the engine is breakdown losses of 60.24%. The cause of the breakdown losses was identified using the Ishikawa diagram. The biggest potential cause of failure is feeder and chuck wear with a RPN 144 value, and the lowest potential is carrier wear with a RPN value of 75. The proposed improvement is to provide spare parts stock, make SOPs, carry out periodic training, and increase supervision in engine maintenance.

Keywords: *Efektivitas, Downtime, Six Big Losses, OEE, FMEA*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Nur Elfi Husda, S.Kom., M.SI. selaku Rektor Universitas Putera Batam;
2. Bapak Amrizal, S.Kom., M.SI. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Putera Batam;
3. Bapak Welly Sugianto, S.T., M.M. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam;
4. Ibu Elva Susanti, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Skripsi Pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam;
5. Ibu Anggia Arista, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Akademik pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam;
6. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam;

7. Keluarga terkhusus Kedua Orang Tua, kakak, abang, dan adik yang sangat penulis cintai dan sayangi yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini;
8. Segenap pimpinan dan karyawan PT TDK Electronics Indonesia terkhusus Bapak Spriko, Yulisma Mida dan Suci Sianturi;
9. Teman-Teman seperjuangan Teknik Industri Universitas Putera Batam terkhusus “Grup Hanky Dory” Lizer, Sukardi, Sanny, Melisa, Agustini, dan Riska.
10. Serta semua yang telah ikut membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa Membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat-Nya, Amin.

Batam, 07 September 2019

Penulis

Marta Sianturi

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT PERNYATAAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.6.1 Manfaat Teoritis	6
1.6.2 Manfaat Praktis	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Konsep Teoritis	7
2.1.1 <i>Total Productive Maintenance</i>	7
2.1.2 <i>Maintenance</i> (Perawatan)	12
2.1.2.1 Pengertian <i>Maintenance</i>	12

2.1.2.2	Tujuan <i>Maintenance</i>	13
2.1.2.3	Jenis-Jenis <i>Maintenance</i>	14
2.1.3	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	16
2.1.3.1	<i>Availability Rate</i>	17
2.1.3.2	<i>Performance Rate</i>	18
2.1.3.3	<i>Quality Rate</i>	19
2.1.4	<i>Six Big Losses</i>	20
2.1.4.1	<i>Downtime Losses</i>	20
2.1.4.2	<i>Speed Losses</i>	21
2.1.4.3	<i>Quality Losses</i>	22
2.1.5	Diagram Pareto	23
2.1.6	Diagram Sebab Akibat (<i>Cause and Effect Diagram</i>)	24
2.1.7	FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	26
2.1.7.1	<i>Risk Priority Number</i>	27
2.2	Penelitian Terdahulu	32
2.3	Kerangka Berpikir.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Desain Penelitian	35
3.2	Operasional Variabel	36
3.3	Populasi dan Sampel.....	37
3.3.1	Populasi.....	37
3.3.2	Sampel.....	37
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.4.1	Data Primer	38
3.4.2	Data Sekunder.....	38
3.5	Metode Analisis Data.....	38
3.6	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	39
3.6.1	Lokasi Penelitian.....	39
3.6.2	Jadwal Penelitian	40

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Profil Perusahaan	41
4.1.1 Ruang Lingkup Perusahaan	41
4.1.2 Deskripsi Proses Mesin <i>Monozukuri</i>	42
4.2 Pengumpulan Data	44
4.2.1 Data <i>Downtime</i> Mesin.....	45
4.2.1.1 <i>Breakdown</i> (Kerusakan).....	45
4.2.1.2 Data <i>Set Up</i> Mesin	46
4.2.2 Data <i>Idle and Minor Stoppages</i>	46
4.2.3 <i>Planned Downtime</i>	48
4.2.4 Data Produksi.....	49
4.2.5 Data Jumlah Jam Kerja (<i>Available Time</i>)	50
4.2.6 Waktu Siklus Ideal (<i>Ideal Cycle Time</i>).....	50
4.3 Pengolahan Data	51
4.3.1 Pengukuran Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	51
4.3.1.1 Perhitungan <i>Availability Rate</i>	51
4.3.1.1.1 <i>Loading Time</i>	51
4.3.1.1.2 <i>Downtime (Availability Losses)</i>	52
4.3.1.1.3 <i>Operation Time</i>	53
4.3.1.1.4 <i>Availability Rate</i>	54
4.3.1.2 Perhitungan <i>Performance Efficiency</i>	55
4.3.1.2.1 <i>Operation Time</i>	55
4.3.1.3 <i>Performance Efficiency</i>	57
4.3.1.4 Perhitungan <i>Quality Rate</i>	58
4.3.1.5 Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	59
4.3.1.6 Perbandingan Nilai OEE di PT TDK Electronics dengan Nilai OEE Standar Internasional.....	60
4.3.2 Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) <i>Six Big Losses</i>	60
4.3.2.1.1 <i>Equipment Failures (Breakdowns)</i>	61
4.3.2.1.2 <i>Set up and Adjustment</i>	62
4.3.2.2 <i>Speed Losses</i>	63

4.3.2.2.1 <i>Idling and Minor Stoppages</i>	63
4.3.2.2.2 <i>Reduced Speed</i>	64
4.3.2.3 <i>Defect Losses</i>	65
4.3.2.3.1 <i>Process Defect Losses</i>	65
4.3.2.3.2 <i>Reduced Yield Losses</i>	66
4.3.3 <i>Pengaruh Six Big Losses</i>	67
4.3.4 <i>Cause and Effect Diagram</i>	69
4.3.5 <i>Komponen Utama Penyebab Kegagalan pada Mesin Monozukuri</i>	70
4.3.6 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	72
4.3.7 <i>Usulan Perbaikan</i>	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 <i>Kesimpulan</i>	82
5.2 <i>Saran</i>	83
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	87

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 <i>World Class of OEE</i>	20
Tabel 2. 2 <i>Tingkat Saverity</i>	28
Tabel 2. 3 <i>Tabel Occurance</i>	29
Tabel 2. 4 <i>Tabel Detection</i>	30
Tabel 2. 5 <i>Penelitian Terdahulu</i>	32
Tabel 3. 1 <i>Jadwal Penelitian</i>	40
Tabel 4. 1 <i>Data Waktu Kerusakan (breakdown) Mesin Monozukuri</i>	45
Tabel 4. 2 <i>Data Waktu Set Up Mesin Monozukuri</i>	46
Tabel 4. 3 <i>Data Downtime (Performance Losses) Mesin Monozukuri</i>	48
Tabel 4. 4 <i>Data Planned Downtime Mesin Monozukuri</i>	49
Tabel 4. 5 <i>Data Produksi Mesin Monozukuri</i>	49
Tabel 4. 6 <i>Data Available Time Mesin Monozukuri</i>	50
Tabel 4. 7 <i>Loading Time pada Mesin Monozukuri</i>	52
Tabel 4. 8 <i>Downtime (Availability Losses) Mesin Monozukuri</i>	53
Tabel 4. 9 <i>Operation Time Availability Mesin Monozukuri</i>	54
Tabel 4. 10 <i>Availability Rate Mesin Monozukuri</i>	55
Tabel 4. 11 <i>Operation Time Performance Mesin Monozukuri</i>	56
Tabel 4. 12 <i>Performance Rate Mesin Monozukuri</i>	57
Tabel 4. 13 <i>Quality Rate Mesin Monozukuri</i>	58
Tabel 4. 14 <i>Overall Equipment Effectiveness Mesin Monozukuri</i>	59
Tabel 4. 15 <i>Perbandingan OEE dan OEE Standard International</i>	60
Tabel 4. 16 <i>Breakdown Losses Mesin Monozukuri</i>	61
Tabel 4. 17 <i>Set Up and Adjustment Losses Mesin Monozukuri</i>	62
Tabel 4. 18 <i>Idling and Minor Stoppages Mesin Monozukuri</i>	64
Tabel 4. 19 <i>Reduced Speed Losses Mesin Monozukuri</i>	65
Tabel 4. 20 <i>Process Defect Losses Mesin Monozukuri</i>	66
Tabel 4. 21 <i>Reduced Yield Losses Mesin Monozukuri</i>	67

Tabel 4. 22 Persentase <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Monozukuri</i>	67
Tabel 4. 23 Pengurutan Persentase Faktor <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Monozukuri</i>	68
Tabel 4. 24 FMEA dari <i>Breakdown Losses</i>	74
Tabel 4. 25 <i>Potential Failure</i> dan Nilai RPN.....	78
Tabel 4. 26 Usulan Perbaikan.....	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 <i>Pareto Diagram</i>	24
Gambar 2. 2 <i>Cause and Effect Diagram</i>	25
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir	34
Gambar 3. 1 Desain Penelitian	35
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian.....	39
Gambar 4. 1 Mesin <i>Automated Assembly Monozukuri</i>	43
Gambar 4. 2 Proses Produksi <i>Pressure And Temperature Sensor</i>	44
Gambar 4. 3 Diagram Pareto Persentase Faktor <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Monozukuri</i>	68
Gambar 4. 4 Diagram Sebab Akibat <i>Breakdown Losses</i>	69
Gambar 4. 5 <i>Bearing</i>	69
Gambar 4. 6 <i>Conveyor</i>	70
Gambar 4. 7 <i>Feeder</i>	70
Gambar 4. 8 <i>Chuck</i>	71
Gambar 4. 9 <i>Carrier</i>	71

DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 2. 1 (Menghitung OEE)	16
Rumus 2. 2 (Menghitung <i>Availability</i>).....	17
Rumus 2. 3 (Menghitung <i>Loading Time</i>).....	17
Rumus 2. 4 (Menghitung <i>Operation Time</i>).....	17
Rumus 2. 5 (Menghitung <i>Performance Effeciency</i>).....	18
Rumus 2. 6 (Menghitung <i>Quality Rate</i>).....	19
Rumus 2. 7 (Menghitung <i>Breakdown Losses</i>)	21
Rumus 2. 8 (Menghitung <i>Set up and Adjustment Losses</i>).....	21
Rumus 2. 9 (Menghitung <i>Idling and Minor Stoppages</i>)	22
Rumus 2. 10 (Menghitung <i>Reduced and Spees Losses</i>).....	22
Rumus 2. 11 (Menghitung <i>Process Defect Losses</i>).....	23
Rumus 2. 12 (Menghitung <i>Reduce Yield Losses</i>).....	23
Rumus 2. 13 (Menghitung <i>Risk Priority Number</i>).....	27

DAFTAR LAMPIRAN

1. Tahapan Membangun *Fishbone* Diagram
2. Daftar Riwayat Hidup
3. Surat Keterangan Penelitian dari Universitas Putera Batam
4. Surat Penelitian dari Perusahaan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan pada sektor industri manufaktur yang sangat cepat membuat persaingan antar perusahaan menjadi sangat ketat. Oleh sebab itu, sebagian perusahaan memutuskan untuk menggunakan mesin sebagai alat bantu utama dalam menjalankan proses produksi, dengan harapan jumlah produksi dapat meningkat dan mampu memenuhi seluruh permintaan pasar. Salah satu faktor penunjang keberhasilan suatu industri manufaktur adalah ketersediaan mesin dan peralatan yang memadai. Seiring berjalannya waktu, kondisi mesin dan peralatan akan mengalami penurunan kemampuan dalam melakukan tugasnya dan akan mulai timbul masalah atau disebut sebagai *downtime* (waktu mesin tidak beroperasi) yang mengakibatkan semakin seringnya aktivitas produksi terhenti. Hal ini dapat terjadi karena mesin kurang perawatan, tidak dilakukannya pengecekan secara berkala serta dapat terjadi karena kelalaian operator dalam menggunakan mesin. Menurut Wahyudi dalam (Khairul, 2011) pada umumnya penyebab gangguan produksi dapat dikategorikan menjadi tiga yaitu faktor manusia, mesin, dan lingkungan. Apabila peralatan atau mesin yang digunakan mengalami kerusakan sehingga terjadi *downtime* yang terlalu sering, maka proses produksi akan terhambat dan dapat merugikan perusahaan karena adanya biaya-biaya yang akan dikeluarkan akibat kerusakan tersebut.

PT TDK Electronics Indonesia adalah sebuah perusahaan di Batam yang bergerak di bidang komponen elektronik dan modul otomotif yang menghasilkan produk *Pressure and Temperature Sensor*. Salah satu jenis produk *Pressure and Temperature Sensor* yang dihasilkan adalah *Evaporator Temperature Sensor* atau sensor suhu evaporator pada AC mobil. Perusahaan ini terus berupaya melakukan perbaikan dalam meningkatkan kepuasan konsumen dengan memenuhi produk sesuai keinginan konsumen dan ketetapan dalam pengiriman produk. PT TDK Electronics Indonesia telah menerapkan konsep *monozukuri* (kecakapan teknologi) pada beberapa mesin produksi dalam penggunaan hemat energi, waktu, dan tenaga kerja. Salah satu mesin yang digunakan adalah Mesin *Automated Assembly Monozukuri* yaitu mesin perakitan otomatis yang menggunakan perangkat mekanik dan otomasi untuk melakukan beberapa fungsi di jalur perakitan. Mesin ini dapat melakukan tiga proses produksi yaitu pemasukan pin (*inserting pin*), pengelilitan *wire NTC (winding)* dan pematrian (*soldering*). Mesin ini merupakan proyek Jepang yang baru beroperasi sekitar satu 1,5 di PT TDK Electronics Indonesia namun efektif mulai bulan September 2018.

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari lembaran kegiatan pemeliharaan pada departemen *maintenance*, perusahaan ini telah menerapkan sistem perawatan *preventive maintenance* untuk mendukung kelancaran proses produksi. Perawatan yang dilakukan perusahaan saat ini berupa perawatan mesin setiap enam bulan sekali, namun pada kenyataannya produksi sering terhambat akibat mesin produksi selalu mengalami *downtime* setiap hari. Kerusakan pada mesin produksi mengakibatkan terganggunya proses produksi dan bahkan proses produksi

terhenti, kerugian waktu dan produk yang tidak sesuai spesifikasi. Berdasarkan data yang telah diperoleh selama 6 bulan terakhir, rata-rata *downtime* pada mesin *Monozukuri* adalah 15.263 menit/bulan dan rata-rata *scrap* yang dihasilkan adalah 2.037 pcs/bulan dalam proses produksi. Hal ini tentunya berpengaruh terhadap pencapaian target produksi perusahaan. Pada saat dilakukan penelitian, perusahaan hanya memaparkan data *downtime* setiap mesin tanpa mengetahui permasalahan yang menyebabkan *downtime* yang tersebut, membuat usaha perbaikan tidak terfokus pada akar permasalahan. Kurang efektifnya tindakan pencegahan di perusahaan menyebabkan tingginya *downtime* yang terjadi pada mesin produksi. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat dilakukan peningkatan terhadap kinerja mesin dan peralatan secara optimal.

Salah satu metode pengukuran kinerja dan efektivitas mesin yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Rahayu, 2017). OEE berguna untuk mengukur apakah peralatan produksi tersebut dapat bekerja dengan normal atau tidak. Metode pengukuran ini terdiri dari tiga faktor utama yang saling berhubungan yaitu *availability* (ketersediaan), *performance* (kemampuan), dan *quality* (kualitas). Metode ini merupakan bagian utama dari sistem pemeliharaan yaitu TPM (*Total Productive Maintenance*). Hasil perhitungan OEE biasanya digunakan sebagai indikator keberhasilan dalam TPM. Setelah penentuan nilai OEE maka dilanjutkan dengan perhitungan *six big losses*. Perhitungan *six big losses* digunakan untuk mengetahui *losses* yang memberikan dampak terbesar terhadap nilai efektivitas mesin *Automated Assembly Monozukuri* dan selanjutnya

diidentifikasi lebih lanjut dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Menurut (Ansori & Mustajib, 2013:35) FMEA adalah suatu metode yang bertujuan mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen, penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen. Mengingat pentingnya kegiatan pemeliharaan dalam suatu perusahaan untuk menunjang kelancaran produksi, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian yang akan dituangkan ke dalam skripsi dengan judul **“Pengukuran Efektivitas Mesin Monozukuri untuk Menentukan Kebijakan Perawatan Mesin pada Industri Manufaktur Elektronik”**

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang menjadi faktor pendorong dilaksanakan penelitian ini yaitu mesin produksi selalu mengalami *downtime* setiap hari sehingga menghasilkan kerugian waktu dan produk yang tidak sesuai spesifikasi. Berdasarkan data yang telah diperoleh selama 6 bulan terakhir, rata-rata *downtime* pada mesin *Monozukuri* adalah 15.263 menit/bulan dan rata-rata *scrap* yang dihasilkan adalah 2.037 pcs/bulan dalam proses produksi

1.3 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah yang dibuat oleh penulis:

1. Objek penelitian dilakukan di PT TDK Electronics Indonesia pada Departemen *Automated Automotive System*.
2. Mesin yang diteliti yaitu Mesin *Automated Assembly Monozukuri*.

3. Data yang digunakan adalah data *downtime* dan data produksi pada mesin *Monozukuri* pada bulan September 2018 sampai dengan Februari 2019.
4. Menggunakan metode OEE, FMEA, *six big losses*, diagram pareto, dan *fishbone* sebagai alat bantu selama dilakukannya penelitian.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Berapa nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *Monozukuri* ?
2. Jenis *six big losses* apa yang paling dominan dalam mempengaruhi penurunan efektivitas mesin *Monozukuri*?
3. Apa faktor dan akar penyebab rendahnya nilai efektivitas mesin *Monozukuri*?
4. Apa usulan perbaikan dan kebijakan perawatan pada mesin *Monozukuri* ?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Monozukuri*.
2. Mengetahui jenis *six big losses* yang paling dominan dalam mempengaruhi penurunan efektivitas mesin *Monozukuri*.
3. Mengetahui faktor dan akar penyebab rendahnya nilai efektivitas mesin *Monozukuri*.
4. Memberikan masukan atau usulan perbaikan dan kebijakan perawatan dalam meningkatkan efektivitas mesin *Monozukuri*.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi belajar yang berguna bagi peneliti lain khususnya mengenai efektivitas mesin sehingga dapat mengajukan usulan kebijakan perawatan mesin serta dapat membina kerja sama yang baik antara lingkungan akademis dengan lingkungan kerja.

1.6.2 Manfaat Praktis

Hasil analisis yang dilakukan selama penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai masukan bagi perusahaan untuk mengetahui faktor utama penyebab terjadinya kerusakan dan menemukan sistem perawatan yang tepat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Teoritis

2.1.1 Total Productive Maintenance

Total productive maintenance (TPM) merupakan manajemen pemeliharaan mesin/peralatan modern yang dimulai dengan apa yang disebut *preventive maintenance* kemudian berkembang menjadi *productive maintenance*. Kedua metode pemeliharaan ini pertama kali diterapkan oleh industri-industri manufaktur di Amerika Serikat dan pusat segala kegiatannya ditempatkan dalam satu departemen yaitu *maintenance* departemen.

Preventive maintenance dikenal pada tahun 1950-an dan kemudian berkembang seiring perkembangan teknologi, setelah itu pada tahun 1960-an muncul yang disebut *productive maintenance*.

Total productive maintenance (TPM) mulai dikembangkan pada tahun 1970-an pada perusahaan di negara Jepang yang merupakan pengembang konsep *maintenance* dan diterapkan pada industri manufaktur Amerika Serikat yang disebut *preventive maintenance*.

Total Productive Maintenance meliputi beberapa hal seperti komitmen terhadap program oleh kalangan manajemen puncak, pemberian hak atau

wewenang yang lebih luas kepada pekerja untuk melakukan tindakan korektif, dan merupakan kegiatan yang membutuhkan waktu yang lama untuk melaksanakannya dan prosesnya berlangsung secara berkelanjutan. TPM bukan lagi dianggap sebagai kegiatan yang tidak menguntungkan melainkan harus dijadikan sebagai fokus yang penting dalam bisnis di sebuah perusahaan. Dalam TPM, waktu nganggur (*downtime*) untuk pemeliharaan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses produksi sehari-hari (Wakjira & Singh, 2012).

2.1.1.1 Pengertian *Total Productive Maintenance* (TPM)

Total productive maintenance (TPM) adalah suatu program pemeliharaan yang melibatkan suatu ruang lingkup untuk pemeliharaan peralatan di pabrik dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas, kepuasan kerja, serta sikap kerja karyawan (Ansori & Mustajib, 2013:101).

Menurut Vankatesh dalam (Rozaq, Puryani, & Nursubyanto, 2015) TPM sesuai dengan namanya terdiri dari tiga suku kata, yaitu:

a. Total

Hal ini mengidentifikasikan bahwa TPM mempertimbangkan berbagai aspek dan melibatkan seluruh personil yang ada, mulai dari tingkatan atas sampai tingkatan bawah.

b. *Productive*

Berfokus pada segala usaha untuk mencoba melakukan pemeliharaan dengan kondisi produksi tetap berjalan dan meminimalkan berbagai masalah yang terjadi di rantai produksi saat pemeliharaan dilakukan.

c. *Maintenance*

Pemeliharaan yang dilakukan oleh operator produksi agar kondisi mesin/peralatan tetap terpelihara dengan cara membersihkan, melakukan pelumasan dan lain sebagainya.

2.1.1.2 Pilar-pilar *Total productive maintenance* (TPM)

Total productive maintenance (TPM) terdiri dari 8 pilar utama, yaitu (Wakjira & Singh, 2012):

1. 5-S

5S adalah metode penataan dan pemeliharaan area kerja secara intensif yang berasal dari Jepang yang digunakan oleh manajemen dalam usaha memelihara keterlibatan, efisiensi, dan disiplin di tempat kerja sekaligus meningkatkan kinerja perusahaan secara menyeluruh. Jika 5S tidak ditanggapi dengan serius, maka hal itu akan mengarah ke 5D (*delay, defect, dissatisfied customer, declining profits, dan demoralized employees*).

Isi dari 5S antara lain:

- a. *Seiri* (ringkas) merupakan kegiatan menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan sehingga segala barang-barang yang ada di lokasi kerja hanya yang benar-benar dibutuhkan dalam kegiatan pekerjaan.
- b. *Seiton* (rapi) merupakan segala sesuatu yang harus diletakkan sesuai posisi yang ditetapkan sehingga siap digunakan saat diperlukan.
- c. *Seiso* (resik) merupakan kegiatan membersihkan peralatan dan area kerja sehingga segala peralatan kerja tetap terjaga dalam kondisi yang baik.
- d. *Seiketsu* (rawat) merupakan aktivitas menjaga kebersihan pribadi sekaligus mematuhi ketiga tahap sebelumnya.
- e. *Shitsuke* (rajin) yaitu memelihara kedisiplinan pribadi masing-masing pekerja dalam menjaga seluruh tahap 5S.

2. *Autonomous Maintenance/Jishu Hozen* (Perawatan Mandiri)

Pilar ini diarahkan untuk melibatkan operator untuk dapat memahami lebih detail tentang peralatan sehingga meningkatkan kemampuan operasionalnya dalam melakukan pemeliharaan peralatan dengan cara pembersihan, pengawasan, pengumpulan data, dan melaporkan kondisi atau masalah peralatan kepada *staff maintenance*. Operator bertanggung jawab atas pemeliharaan peralatan untuk menghindari percepatan kerusakan pada peralatan dan kondisi tetap stabil.

3. *Kaizen*

“*Kai*” berarti perubahan, dan “*Zen*” berarti baik (menjadi lebih baik). Pada dasarnya *kaizen* perbaikan kecil (*small improvement*), tetapi dilaksanakan pada suatu basis berkelanjutan dan melibatkan seluruh individu di dalam organisasi dengan tujuan kepuasan pelanggan yang memfokuskan pada proses bahkan pada hasil akhir karena dengan demikian perbaikan dapat dilakukan terus menerus dan melibatkan semua pihak di dalam organisasi.

4. *Planned Maintenance* (Pemeliharaan Terencana)

Planned maintenance adalah pemeliharaan yang diorganisasikan dan dilakukan dengan pemikiran jauh ke depan dan juga menyangkut masalah pengendalian dan pencacatan sesuai rencana yang telah ditentukan, sehingga tujuan yang diinginkan dapat tercapai.

5. *Quality Maintenance* (Pemeliharaan Berkualitas)

Aktivitas pemeliharaan berkualitas ditujukan untuk merencanakan sistem pemeliharaan yang menyediakan produk berkualitas tinggi dan bebas dari cacat. Nilai-nilai yang diperoleh dari *quality maintenance* adalah dapat meramalkan berbagai kemungkinan cacat yang terjadi dan selanjutnya memperbaiki untuk mencegah kemungkinan tersebut. Target yang ingin dicapai dalam aktivitas ini adalah meminimalkan keluhan pelanggan, mengurangi kerusakan proses, dan mengurangi biaya kualitas.

6. *Training* (Pelatihan)

Pada komponen ini diarahkan untuk mempunyai karyawan dengan berbagai kemampuan dan memiliki moral yang tinggi, yang mempunyai semangat untuk datang bekerja dan melaksanakan semua fungsi yang diperlukan secara efektif.

7. *Office TPM* (Kantor TPM)

Pada dasarnya kantor TPM dilakukan guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi di dalam kegiatan administrasi yang berfungsi mengidentifikasi dan menghapuskan kerugian untuk mendukung kegiatan operasi manufaktur.

8. *Safety, Health and Enviroment*

Keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja merupakan salah satu komponen TPM. Target yang ingin dicapai dalam elemen ini adalah *zero accident, zero health damage, dan zero fires*.

2.1.2 Maintenance (Perawatan)

2.1.2.1 Pengertian *Maintenance*

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas (Ansori & Mustajib, 2013:2). Dalam menjaga berkesinambungan proses produksi pada fasilitas dan peralatan sering sekali dibutuhkan kegiatan pemeliharaan seperti pembersihan (*cleaning*), inspeksi (*inspection*), pelumasan (*oiling*) serta pengadaan suku cadang (*stock spare part*) dari komponen yang terdapat dalam fasilitas industri. Masalah perawatan mempunyai kaitan erat dengan tindakan pencegahan

(*preventive*) dan perbaikan (*corrective*). Tindakan pada problematika perawatan tersebut dapat berupa:

1. Pemeriksaan (*inspection*)

Tindakan yang ditujukan untuk sistem/mesin agar dapat mengetahui apakah sistem berada pada kondisi yang diinginkan.

2. *Service*

Tindakan yang bertujuan untuk menjaga suatu sistem/mesin yang biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian mesin.

3. Penggantian komponen (*replcement*)

Tindakan penggantian komponen-komponen yang rusak /tidak memenuhi kondisi yang diinginkan. Tindakan ini mungkin dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan pencegahan terlebih dahulu.

4. Perbaikan (*repairment*)

Tindakan perbaikan yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan kecil.

5. *Overhaul*

Tindakan besar-besaran yang biasanya dilakukan pada akhir periode tertentu.

2.1.2.2 Tujuan *Maintenance*

Menurut Corder dalam (Hapsari, Amar, & Rahadian, 2012) ada beberapa tujuan dilakukannya perawatan antara lain adalah:

1. Memperpanjang kegunaan aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).

2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa untuk mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

2.1.2.3 Jenis-Jenis *Maintenance*

Menurut Corder dalam (Rahayu, 2017) jenis pemeliharaan secara umum, antara lain :

1. Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance*)

Pemeliharaan Terencana adalah pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan peralatan sesuai dengan yang telah ditentukan sebelumnya.

Pemeliharaan terencana terdiri dari tiga macam :

a) Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*)

Preventive maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya, atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima. Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.

b) *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance (pemeliharaan perbaikan) adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian termasuk penyetelan dan reparasi yang telah terhenti untuk memenuhi kondisi yang bisa diterima. Pemeliharaan ini bertujuan untuk mengubah mesin sehingga operator yang menggunakan mesin tersebut menjadi lebih mudah dan dapat memperkecil *breakdown* mesin.

c) *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance adalah pemeliharaan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan (*failure*) suatu sarana, dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu yang teratur dan ditentukan sebelumnya, pelaksanaan tingkat reparasi selanjutnya tergantung pada apa yang ditemukan selama pemeriksaan. Bentuk pemeliharaan ini berupa penggantian komponen pada waktu yang sudah ditentukan sebelum terjadi kerusakan, baik berupa kerusakan total ataupun titik dimana pengurangan mutu telah menyebabkan mesin bekerja di bawah standar yang ditetapkan oleh pemakainya.

2. Pemeliharaan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Pada pemeliharaan tak terencana hanya ada satu jenis pemeliharaan yang dapat dilakukan yaitu *emergency maintenance*. *Emergency maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan seketika ketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdeteksi sebelumnya.

3. Perawatan mandiri (*autonomous maintenance*)

Perawatan mandiri adalah kegiatan yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Perawatan mandiri ini juga dirancang untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut, seperti pembersihan, pelumasan, pengencangan mur/ baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan dan reparasi sederhana. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan operator yang mampu mendeteksi berbagai sinyal dari kerugian (*loss*). Selain itu juga bertujuan menciptakan tempat kerja yang rapi dan bersih, sehingga penyimpangan dari kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu sekejap.

2.1.3 *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Menurut Nakazima dalam (Jannah, Supriyadi, & Nalhadi, 2017) adalah ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin dan peralatan. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui peralatan mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin atau peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottleneck* proses produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin atau peralatan. Formula matematis dari *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah sebagai berikut:

$$OEE = \textit{Availability Rate} (\%) \times \textit{Performance Rate} (\%) \times \textit{Quality Rate} (\%)$$

Rumus 2. 1

2.1.3.1 Availability Rate

Availability merupakan ketersediaan mesin/peralatan merupakan perbandingan antara waktu operasi (*operation time*) terhadap waktu persiapan (*loading time*) dari suatu mesin/peralatan. Sehingga untuk dapat menghitung *availability* mesin dibutuhkan nilai dari (Ansori & Mustajib, 2013:118):

- a. *Operation time*
- b. *Loading time*
- c. *Downtime*

Nilai *availability* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

$$Availability = \frac{Loading\ time - Downtime}{Loading\ time} \times 100\% \quad \text{Rumus 2. 2}$$

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

$$Loading\ time = Available\ time - Planned\ downtime \quad \text{Rumus 2. 3}$$

Planned downtime adalah jumlah waktu *downtime* mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya. *Operation time* merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*), dengan kata lain *operation time* adalah waktu operasi tersedia (*availability time*) setelah waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari *total availability time* yang direncanakan.

$$Operation\ time = Loading\ time - Downtime \quad \text{Rumus 2. 4}$$

Downtime mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan (*aquipment failures*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* meliputi mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin/peralatan, penggantian cetakan (*dies*), pelaksanaan prosedur *setup and adjesment* dan lain-lainnya.

2.1.3.2 Performance Rate

Performance rate adalah tolak ukur dari efisiensi suatu kinerja mesin dalam menjalankan proses produksi sehingga dapat menghasilkan suatu produk. *Performance efficiency* merupakan hasil perkalian dari *operation speed rate* dan *net operation rate*, atau rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia yang melakukan proses produksi (*operation time*).

Performance effeciency dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{Theoretycal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 5

Operation speed rate merupakan perbandingan antara kecepatan ideal mesin berdasarkan kapasitas mesin sebenarnya (*theoretical ideal cycle time*) dengan kecepatan aktual mesin (*actual cycle time*). Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency* (Ansori & Mustajib, 2013:119):

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

2.1.3.3 *Quality Rate*

Quality rate adalah rasio jumlah produk yang lebih baik terhadap jumlah total produk yang diproses. Jadi *Rate of Quality Product* adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut (Ansori & Mustajib, 2013):

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

Rate Of Quality Product dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \quad \text{Rumus 2. 6}$$

Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) telah menetapkan standar Benchmark yang telah dipraktekkan secara luas di seluruh dunia. Berikut OEE Benchmark tersebut (Firman, 2015):

- a) Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna: hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam *performance* yang cepat, dan tidak ada *downtime*.
- b) Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan *goal*.
- c) Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk jangka panjang *Improvement*.
- d) Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-*improve* melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan

downtime dan menangani sumber-sumber penyebab *downtime* secara satu per satu).

Menurut Nakazima dalam tabel standar dunia OEE yang meliputi *availability*, *performance*, dan *quality* yang menyatakan mesin efektif harus berada di atas standar dunia yang telah ditentukan.

Tabel 2. 1 *World Class of OEE*

<i>OEE Factor</i>	<i>World Class</i>
<i>Availability</i>	90,0%
<i>Performance</i>	95,0%
<i>Quality</i>	99,9%
OEE	85,0%

Sumber: www.oe.com/world-class-oe.html

2.1.4 *Six Big Losses*

Enam jenis kerugian merupakan bagian penting yang perlu untuk dipahami untuk mengukur kerusakan dalam proses produksi. *Six Big Losses* dihitung untuk mengetahui nilai OEE dari suatu mesin atau peralatan agar dapat diambil langkah-langkah untuk perbaikan, jika hasilnya sudah baik maka peralatan tersebut akan terus dipertahankan (Ansori & Mustajib, 2013:114).

2.1.4.1 *Downtime Losses*

Downtime losses merupakan waktu yang disebabkan karena mesin mengalami gangguan sehingga mesin tidak dapat melakukan proses produksi sebagaimana mestinya. Dalam perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*,

waktu *set up and adjustment* merupakan kerugian waktu *downtime* (Sinaga & Maryanto, 2019).

1. *Breakdown losses*

Kerugian ini merupakan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dan peralatan saat proses produksi sedang berjalan sehingga terhentinya proses produksi. *Breakdown losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad \text{Rumus 2. 7}$$

2. *Set up and adjustment losses*

Kerugian ini merupakan kerugian waktu yang lama dikarenakan adanya waktu yang terbuang saat melakukan *set up*. *Set up and adjustment losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Rumus 2. 8

2.1.4.2 Speed Losses

Speed Losses merupakan tidak tercapainya produksi karena kecepatan proses terganggu (Sinaga & Maryanto, 2019).

1. *Idle and minor stoppage losses*

Idling adalah mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk. Kerugian *idling* karena beroperasi tanpa beban dan tanpa menghasilkan produk. *Minor stoppages*

adalah peralatan berhenti sesaat saat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin berhenti berulang-ulang. *Idling and minor stoppages* merupakan kerugian akibat berhentinya peralatan karena terlambatnya pasokan material atau tidak adanya operator walaupun WIP tersedia (Krisnaningsih, 2015).

Untuk menghitung *idle and minor stoppage losses* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Idling and minor stoppages losses} = \frac{\text{Non productive time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad \text{Rumus 2. 9}$$

2. *Reduced speed losses*

Kerugian ini merupakan kerugian yang dikarenakan mesin tidak beroperasi secara maksimal akibat penurunan kecepatan mesin. Untuk menghitung *reduced speed losses* dapat menggunakan rumus berikut ini:

$$RSL = \frac{(\text{Actual cycle time} - \text{Ideal cycle time}) \times \text{Total product process}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 10

2.1.4.3 *Quality Losses*

Quality losses merupakan suatu keadaan dimana saat produk hasil proses tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan (Sinaga & Maryanto, 2019).

1. *Process defect losses*

Kerugian ini merupakan kerugian yang terjadi kerana produk yang dihasilkan memiliki kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi.

Process defect losses dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Process defect losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Defect amount}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad \text{Rumus 2. 11}$$

2. *Reduced yield*

Kerugian ini merupakan kerugian yang terjadi pada awal waktu produksi hingga mencapai kondisi stabil. Kerugian ini diakibatkan karena produk yang dihasilkan tidak sesuai standar yang disebabkan karena perbedaan kualitas antara waktu awal mesin beroperasi dengan waktu saat mesin tersebut sudah stabil.

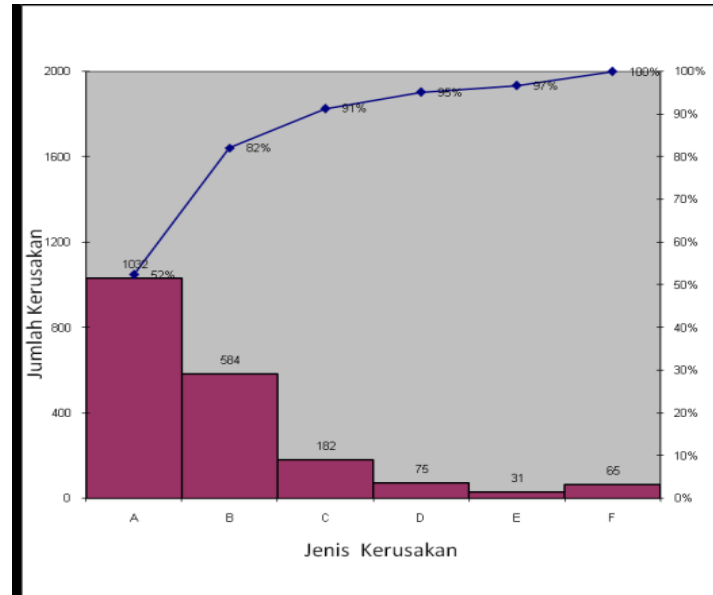
Reduced yield dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Reduced yield losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Start up product}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad \text{Rumus 2. 12}$$

2.1.5 Diagram Pareto

Pareto diagram adalah suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan dari yang terbesar hingga yang terkecil. Hal ini membantu pemecahan masalah yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) dan hingga masalah yang tidak perlu diselesaikan (rangking terendah). Pareto Diagram juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting usaha dari perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam prioritas mengalokasikan sumber daya untuk menyelesaikan masalah. Pareto diagram juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan sesudah dilakukan tindakan perbaikan terhadap proses (Krisnaningsih, 2015).

Contoh pareto diagram dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2. 1 Pareto Diagram

2.1.6 Diagram Sebab Akibat (*Cause and Effect Diagram*)

Cause and effect diagram atau lebih dikenal dengan diagram tulang ikan, diagram ini berfungsi untuk mencari akar dari permasalahan yang ada. Diagram ini mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin akan timbul pada suatu permasalahan (Sinaga & Maryanto, 2019):

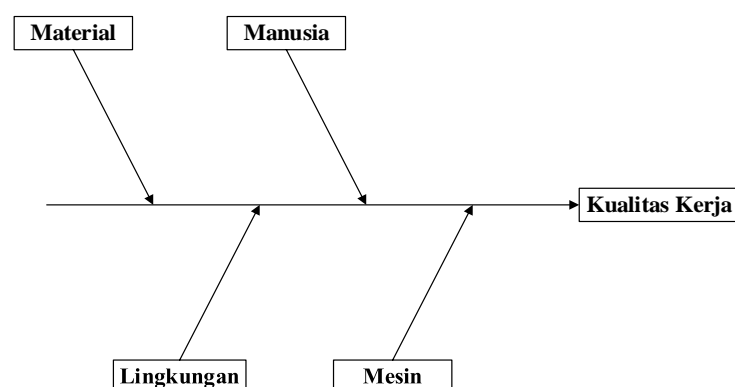
- 1) Diperlukan analisis lebih terperinci terhadap suatu masalah.
- 2) Terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dari akibat.
- 3) Terdapat pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi.

Diagram sebab akibat menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah. Diagram

tersebut memang digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan. Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka ada 5 faktor penyebab utama yang signifikan diperhatikan yaitu (Rahmad., Praktiko., & Wahyudi, 2012):

- 1) Manusia (*man*)
- 2) Metode kerja (*work method*)
- 3) Mesin dan peralatan kerja lainnya (*machine/equipment*)
- 4) Bahan baku (*raw material*)
- 5) Lingkungan kerja (*work enviroment*)

Dari beberapa penyebab di atas dapat diturunkan menjadi beberapa sumber yang lebih kecil dan mendetail, misalnya dari manusia dapat diturunkan menjadi kepedulian, kecakapan, ketelitian dan pendidikan. Untuk mencari berbagai penyebab tersebut dapat ditempuh dengan *brainstorming* dengan melibatkan bagian yang terlibat di proses tersebut.



Gambar 2. 2 Cause and Effect Diagram

Sumber: (Rahayu, 2017)

2.1.7 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Menurut (Ansori & Mustajib, 2013:35) *Failure Mode and effect Analysis* merupakan suatu metode yang bertujuan mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen, penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen. Resiko yang berpotensi adalah suatu kejadian pada sistem yang tidak terkontrol dan mengakibatkan dampak negatif. Pada potensi resiko dapat mengakibatkan suatu kegagalan sistem dengan kemungkinan terjadinya dampak yang lebih besar, sedangkan resiko merupakan suatu sistem yang tidak berfungsi sesuai keinginan kita untuk tetap memproduksi produk yang baik.

Dalam menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *severity, occurrence, detection*, serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number (RPN)*.

Berikut adalah langkah-langkah dalam menyusun *Failure Mode and Effects Analysis* (Muharram, 2015):

1. Menentukan nama mesin dan komponen yang menjadi objek FMEA.
2. Mendeskripsikan fungsi dari komponen yang dianalisa.
3. Mengidentifikasi *Function Failure* atau kegagalan fungsi.
4. Mengidentifikasi *Failure Mode* atau penyebab kegagalan yang terjadi.
5. Mengidentifikasi *Failure Effect* atau dampak yang ditimbulkan dari kegagalan sistem.
6. Menentukan *Severity* atau penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan.

7. Menentukan *Occurrence* yaitu sesering apa penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi.
8. Menentukan *Detection* atau penilaian dari kemungkinan suatu alat dapat mendeteksi penyebab terjadinya bentuk kegagalan.
9. Menghitung RPN (*Risk Priority Number*) yaitu prioritas resiko yang didapatkan dari perkalian *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

2.1.7.1 *Risk Priority Number*

FMEA mempunyai tujuan untuk mengklasifikasikan kegagalan yang terjadi sesuai dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN). RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect* (*Saverity*), kemungkinan *cause* yang menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect* (*Occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*Detection*).

RPN dapat ditunjukkan dengan rumus berikut ini:

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

Rumus 2. 13

Keterangan:

$S = Severity$

$O = Occurrence$

$D = Detection$

1. *Saverity*

Severity adalah mengidentifikasi dampak potensial yang terburuk yang diakibatkan oleh suatu kegagalan. Nilai rating *Severity* 1 sampai 10. Angka 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang sangat besar

terhadap mesin. Jika tingkat keparahan efek memiliki angka 9 atau 10, tindakan dianggap mengubah rancangan dengan menghilangkan mode kegagalan, jika memungkinkan, atau melindungi pengguna dari pengaruhnya. Tingkat keparahan 9 atau 10 umumnya untuk efek yang menyebabkan cedera pada pengguna (Ambekar, Edlabadkar, & Shrouy, 2013).

Tabel 2. 2 Tingkat *Saverity*

Rangking	<i>Saverity</i>	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi <i>output</i>
5	Rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa sistem
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
2	Sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

Sumber: (Wahyunugraha, Alkaff, & Gamayanti, 2013)

2. *Occurance*

Occurrence yaitu tingkat keseringan terjadinya kerusakan atau kegagalan. *Occurrence* berhubungan dengan estimasi jumlah kegagalan kumulatif yang muncul akibat suatu penyebab tertentu pada mesin. Pada langkah ini perlu dilihat penyebab mode kegagalan dan berapa kali terjadi. Potensi penyebab kegagalan didefinisikan sebagai indikasi bagaimana kegagalan bisa terjadi, dijelaskan dalam hal sesuatu yang bisa dikoreksi atau bisa dikendalikan. Dengan memperkirakan kemungkinan *occurrence* pada skala 1 sampai 10 pada tabel 2.3 mendeskripsikan proses sistem peringkat.

Tabel 2. 3 Tabel *Occurance*

Rangking	<i>Occurance</i>	Deskripsi
10	Sangat tinggi	Sering gagal
9		
8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
7		
6	Sedang	Jarang terjadi kegagalan
5		
4		
3	Rendah	Sangat kecil terjadi kegagalan
2		
1	Tidak ada efek	Hampir tidak ada kegagalan

Sumber: (Wahyunugraha et al., 2013)

3. *Detection*

Detection yaitu pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi dengan mempertimbangkan kemungkinan deteksi mode kegagalan/penyebabnya, sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Nilai *rating Detection* antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang tidak mampu terdeteksi. Angka deteksi tinggi menunjukkan bahwa kemungkinan tinggi kegagalan akan lolos dari deteksi atau dengan kata lain, kemungkinan deteksi rendah (Ambekar et al., 2013). Proses penilaian ditunjukkan pada tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2. 4 Tabel *Detection*

Rangking	<i>Detection</i>	Deskripsi
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
9	Sangat kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>very remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

Tabel 2. 4 Lanjutan

Rangking	<i>Detection</i>	Deskripsi
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	Sedang	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>moderate</i> ” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	Menengah ke atas	Perawatan preventif kemungkinan “ <i>moderately High</i> ” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

Sumber: (Wahyunugraha et al., 2013)

2.2 Penelitian Terdahulu

Tindakan perawatan pada bagian departemen perawatan dalam suatu perusahaan industri, seringkali terdiri dari tindakan yang bersifat *non value added* atau tindakan yang tidak memberikan nilai tambah ketika melakukan perbaikan mesin atau komponen. Kerugian perusahaan tidak dapat dihindari ketika terjadi kerusakan mesin berat yang berpengaruh terhadap kinerja mesin. Banyak kasus membuktikan bahwa penting bagi industri jasa maupun manufaktur untuk menerapkan manajemen perawatan yang sesuai dengan permasalahan perusahaan. Tinjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, dilakukan untuk memberikan perbandingan sekaligus referensi bagi peneliti.

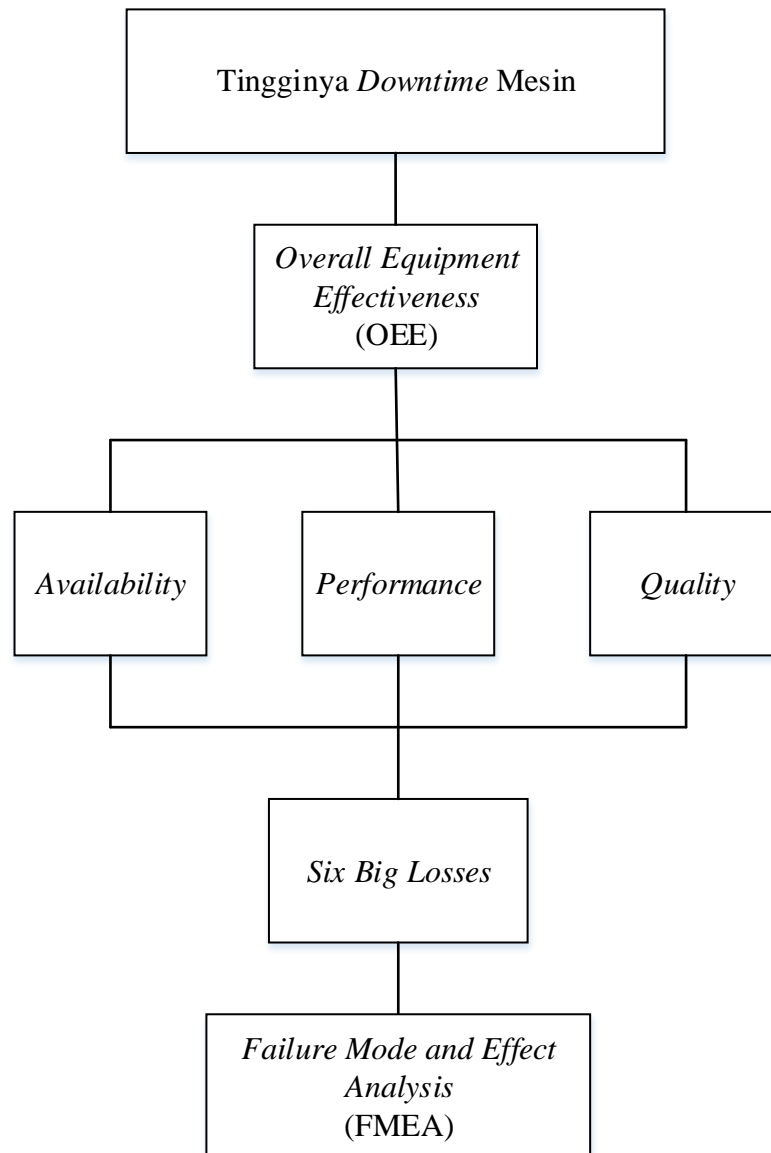
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Wakjira dan Singh (2012)	<i>Total Productive Maintenance : A Case Study in Manufacturing Industry</i>	<i>OEE (Overall Equipment Effectiveness)</i>	Peningkatan nilai OEE hingga mencapai standar nilai OEE dunia dan efektivitas keseluruhan komponen meningkat secara signifikan.
2	Rinawati et al. (2014)	Analisis Penerapan TPM Menggunakan OEE dan <i>Six Big Losses</i> pada Cavite Di PT. Essentra Surabaya	<i>OEE, Six Big Losses</i>	Kerugian paling dominan yang menyebabkan rendahnya nilai OEE adalah <i>idling and minor stoppages losses</i>

Tabel 2. 5 Lanjutan

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
3	Ida Nursanti dan Yoko Susanto (2014)	Analisis Perhitungan <i>Overaall Equipment Effectiveness</i> (OEE) pada Mesin <i>Packing</i> untuk Meningkatkan Nilai <i>Availability</i> Mesin	OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)	Berdasarkan faktor-faktor perhitungan OEE, faktor <i>availability</i> adalah faktor yang paling menyebabkan nilai OEE mesin <i>packing</i> tidak memenuhi target dari perusahaan
4	D.Triwardani, A. Rahman, C. Trantika (2012)	Analisis <i>Effektiveness</i> (OEE) dalam Meminimalisasi <i>Six Big Losses</i> pada Mesin Produksi <i>Dual Filter DD07</i>	OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>), <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> , <i>Six Big Losses</i>	<i>Losses</i> yang memberikan pengaruh paling signifikan terhadap efektivitas mesin <i>Dual Filter DD07</i> adalah <i>idling and minor stoppages losses</i> dan <i>reduced speed losses</i>
5	Rahmad, Pratikto, Slamet wahyudi (2012)	Penerapan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dalam Implementasi <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) (Studi Kasus di Pabrik Gula PT. "Y".)	OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>), <i>Six Big Losses</i> , <i>Fishbone</i>	Faktor yang memberikan kontribusi terbesar penyebab rendahnya efektivitas mesin giling I adalah faktor <i>reduced speed loss</i> dan <i>brekdown loss</i> dibandingkan dengan faktor- faktor lainnya

2.3 Kerangka Berpikir

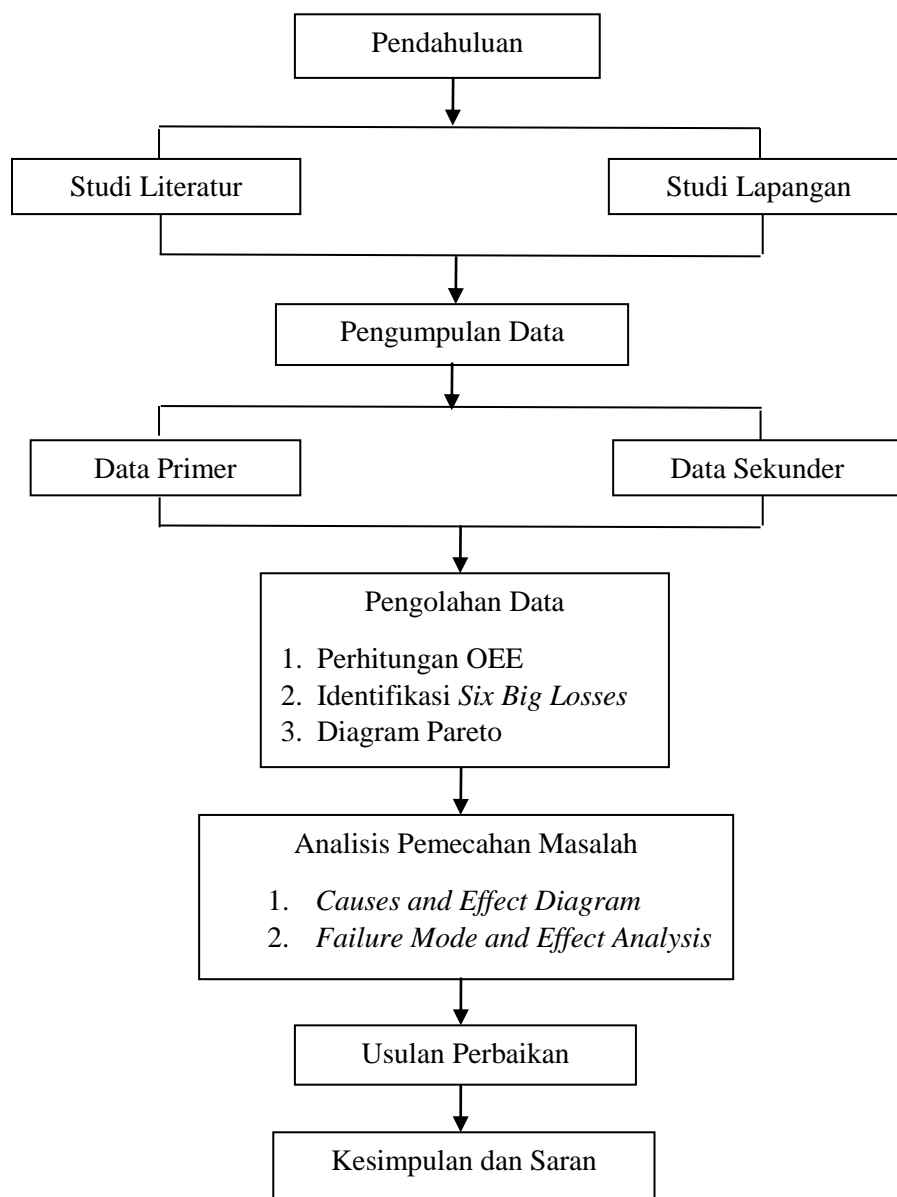


Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

3.2 Operasional Variabel

Pada penelitian ini yang menjadi operasional variabel adalah:

1. *Availability*

Availability merupakan ketersediaan mesin/peralatan merupakan perbandingan antara waktu operasi (*operation time*) terhadap waktu persiapan (*loading time*) dari suatu mesin/peralatan.

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

$$Availability = \frac{Loading\ time - Downtime}{Loading\ time} \times 100\%$$

Rumus 3. 1

2. *Performance*

Performance rate adalah tolak ukur dari efisiensi suatu kinerja mesin dalam menjalankan proses produksi sehingga dapat menghasilkan suatu produk. *Performance efficiency* merupakan hasil perkalian dari *operation speed rate* dan *net operation rate*, atau rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia yang melakukan proses produksi (*operation time*).

$$Performance\ Efficiency = \frac{Processed\ amount \times Theoretical\ cycle\ time}{Operation\ time} \times 100\%$$

Rumus 3. 2

3. *Quality Rate*

Quality rate adalah rasio jumlah produk yang lebih baik terhadap jumlah total produk yang diproses.

$$Quality\ rate = \frac{Processed\ amount - Defect\ amount}{Processed\ amount} \times 100\%$$

Rumus 3. 3

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh data produksi, *downtime* mesin, dan jumlah jam kerja pada mesin *Monozukuri*.

3.3.2 Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah data produksi, *downtime* mesin, dan jumlah jam kerja pada mesin *Monozukuri* selama periode September 2018-Februari 2019. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling* yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan khusus sehingga layak dijadikan sampel. Kriteria pengambilan sampel yaitu semester pertama mesin mulai efektif beroperasi.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

4.4.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan.

1. wawancara

Wawancara dilakukan kepada *Supervisor maintenance, Specialist assembly, Engineer, Setter*, dan *Operator* mengenai penyebab terjadinya *downtime* pada mesin *Monzukuri*.

2. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara pengumpulan data yang dilaksanakan dengan melakukan peninjauan langsung di lantai produksi untuk mengetahui cara kerja dan penyebab *downtime* mesin *Monozukuri*.

4.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak langsung diamati oleh peneliti. Data ini diperoleh dari dokumentasi perusahaan. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu berupa data perusahaan seperti data jam kerja, data *downtime* mesin, data *planned downtime, idle and minor stoppages*, data jumlah produksi serta data yang didapat dari literatur seperti jurnal, laporan dan *website* yang berkaitan dengan judul penelitian.

4.5 Metode Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dalam menganalisis data penelitian. Langkah-langkah analisis penelitian ini dilakukan

dengan terlebih dahulu mengumpulkan data-data yang diperlukan, kemudian melakukan pengolahan data dengan perhitungan *availability*, *performance efficiency*, *rate of quality product*, dan OEE maka dapat diketahui tingkat kinerja dan efektifitas mesin apakah telah sesuai dengan OEE *World Class*. Apabila nilai OEE <85% dilakukan identifikasi masalah yang menyebabkan nilai OEE perusahaan dibawah kondisi ideal. Setelah itu, menentukan nilai FMEA dengan cara menentukan *Severity*, *Occurrence*, *Detection* dan menghitung nilai RPN. Analisis FMEA dilakukan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, mengidentifikasi kemungkinan penyebab kegagalan sehingga penyebab dapat dihilangkan dan tidak menghambat proses produksi yang dapat merugikan perusahaan.

4.6 Lokasi dan Jadwal Penelitian

4.6.1 Lokasi Penelitian

Penelitian di PT TDK Electronics Indonesia yang berada di Jalan Epcos Jaya Panbil Blok B1-10, kawasan Industri Panbil, Muka Kuning.



Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian

Sumber: Google Map

4.6.2 Jadwal Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan April 2019 sampai Juli 2019 wawancara dan observasi di lapangan dilakukan pada jam kerja dan disesuaikan oleh jadwal penelitian yang terjadwal.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Bulan	Kegiatan	Minggu			
			1	2	3	4
1	April	Persiapan Judul	■			
		<i>Input</i> Judul		■		
		Pengajuan Surat Izin Penelitian ke Kampus			■	
		Pengajuan Surat Izin Penelitian ke Perusahaan	■			■
2	Mei	Penulisan BAB I	■			
		Revisi BAB I		■		
		Penulisan BAB II			■	
		Revisi BAB II				■
3	Juni	Pengambilan Data ke Perusahaan	■			
		Menganalisis Data dan Pengolahan Data		■		
		Penulisan BAB III				■
		Revisi BAB III				■
4	Juli	Penulisan BAB IV	■			
		Revisi BAB IV		■		
		Penulisan BAB V			■	■