

**PERANCANGAN STRATEGI PERAWATAN MESIN  
VACUUM FRYING I BERBASIS METODE OEE,  
FMEA, LTA DAN TASK SELECTION  
(Studi Kasus: CV Kajeye Food Malang)**

**SKRIPSI**

**KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**Disusun oleh :**

**RASYIDAH ARIFI  
NIM 115060701111042-67**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2015**

## PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk dan bimbingan berbagai pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian tugas akhir ini, oleh karena itu tak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Kristiawan selaku pembimbing lapang di CV Kajeye Food Malang yang telah memberikan izin dan arahan selama melaksanakan penelitian.
3. Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk menyempurnakan penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak H.Akhmad Purwadi, S.Pd dan Ibu Titik Daryati, S.Pd yang telah memberikan bantuan dan dorongan serta doa untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Mas Firdaus dan Arif yang selalu memberikan bantuan dan motivasi agar cepat menyelesaikan tugas akhir dengan hasil maksimal.
6. Ifa, Fighi, Denis, Oky, Ismi yang telah memberikan waktu untuk sharing pendapat dan teman curhat selama penyelesaian tugas akhir ini.
7. Ida, KS59 serta teman-teman Teknik Industri angkatan 2011 atas bantuannya selama penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

Malang, 9 Mei 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 <i>Maintenance</i> .....	7
2.2.1 <i>Jenis-Jenis Maintenance</i> .....	8
2.3 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	9
2.4 <i>Failure Mode Effect Annalysis (FMEA)</i> .....	11
2.5 <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	12
2.6 <i>Task Selection</i> .....	14
2.7 <i>MTTF dan MTTR</i> .....	16
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.3 Tahap Penelitian .....	17

3.3.1 Tahap Pendahuluan .....	17
3.3.2 Tahap Pengumpulan Data .....	18
3.3.3 Tahap Pengolahan Data .....	19
3.3.4 Tahap Analisa dan Pembahasan .....	20
3.3.5 Tahap Penutup .....	20
3.3.6 Diagram Alir Penelitian .....	20

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian .....	22
4.1.1 Sejarah Perusahaan .....	22
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan .....	23
4.1.3 Struktur Organisasi .....	23
4.1.4 Prinsip kerja mesin <i>Vacuum Frying</i> .....	26
4.1.5 Proses Produksi .....	28
4.2 Pengumpulan Data .....	28
4.3 Pengolahan Data .....	31
4.3.1 Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	31
4.3.2 <i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i> .....	34
4.3.3 <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	44
4.3.4 <i>Task Selection</i> .....	46
4.3.5 MTTF dan MTTR .....	48
4.4 Analisa dan Pembahasan .....	54
4.4.1 Analisa OEE .....	54
4.4.2 Analisa <i>Task Selection</i> .....	58
4.4.3 Strategi Perawatan Mesin <i>Vacuum Frying I</i> .....	60
4.4.4 Estimasi nilai OEE dan RPN sebelum dan setelah perbaikan .....	61
4.4.5 Perbandingan Hasil Penelitian .....	63

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	65
5.2 Saran .....	66

## **DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Data total <i>downtime</i> Januari – Desember 2014	1
Tabel 2.1	Perbandingan penelitian terdahulu	6
Tabel 2.2	Rating <i>Severity</i>	11
Tabel 2.3	Rating <i>Occurance</i>	11
Tabel 2.4	Rating <i>Detection</i>	12
Tabel 4.1	Data <i>downtime</i> mesin	29
Tabel 4.2	Data jam kerja mesin	29
Tabel 4.3	Data jumlah produksi mesin	30
Tabel 4.4	Hasil perhitungan <i>Availability Rate</i>	31
Tabel 4.5	Hasil perhitungan <i>Performance Rate</i>	32
Tabel 4.6	Hasil perhitungan <i>Rate of Quality</i>	33
Tabel 4.7	Hasil perhitungan OEE	34
Tabel 4.8	<i>Failure Mode Effect Analysis</i>	35
Tabel 4.9	Kriteria evaluasi dan sistem peringkat untuk <i>Severity</i>	37
Tabel 4.10	Nilai <i>Severity</i> masing – masing kegagalan	38
Tabel 4.11	Kriteria evaluasi dan sistem peringkat untuk <i>Occurance</i>	39
Tabel 4.12	Nilai <i>Occurance</i> masing – masing kegagalan	40
Tabel 4.13	Kriteria evaluasi dan sistem peringkat untuk <i>Detection</i>	40
Tabel 4.14	Nilai <i>Detection</i> masing – masing kegagalan	41
Tabel 4.15	Nilai RPN masing – masing kegagalan	43
Tabel 4.16	<i>Logic Tree Analysis</i>	44
Tabel 4.17	<i>Task Selection</i>	47
Tabel 4.18	Data kerusakan kondensator tersumbat	49
Tabel 4.19	Data seal tabung penggorengan rusak	50
Tabel 4.20	Data seal tuas pemutar rusak	51
Tabel 4.21	Data <i>failure</i> bak kondensator kotor	52
Tabel 4.22	Data <i>mechanical seal</i> rusak	53
Tabel 4.23	Perbandingan RPN sebelum dan estimasi sesudah perbaikan	61

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Jenis – Jenis <i>Maintenance</i>	9
Gambar 2.2	Diagram Alir <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i>	13
Gambar 2.3	Diagram Alir <i>Task Selection</i>	15
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 4.1	Struktur Organisasi CV Kajeye Food	24
Gambar 4.2	Gambar Kerja Mesin	27
Gambar 4.3	<i>Flowchart LTA</i> jenis kerusakan kebocoran tabung	45
Gambar 4.4	<i>Flowchart task selection</i> jenis kerusakan kebocoran tabung	46
Gambar 4.5	Grafik <i>Availability rate</i>	55
Gambar 4.6	Grafik <i>Performance rate</i>	55
Gambar 4.7	Grafik <i>Rate Of Quality</i>	56
Gambar 4.8	Grafik <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	57



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data kerusakan mesin	67
Lampiran 2	Distribusi TTF filter kondensor tersumbat	70
Lampiran 3	Distribusi TTR filter kondensor tersumbat	71
Lampiran 4	Distribusi TTF seal tabung rusak	72
Lampiran 5	Distribusi TTR seal tabung rusak	73
Lampiran 6	Distribusi TTF seal tuas pemutar rusak	74
Lampiran 7	Distribusi TTR seal tuas pemutar rusak	75
Lampiran 8	Distribusi TTF bak kondensor kotor	76
Lampiran 9	Distribusi TTR bak kondensor kotor	77
Lampiran 10	Distribusi TTF mechanicalseal pompa rusak	78
Lampiran 11	Distribusi TTR mechanicalseal pompa rusak	79
Lampiran 12	Tabel uap dan tekanan	80
Lampiran 13	Tabel Gamma	81
Lampiran 14	Komponen – komponen mesin <i>Vacuum Frying</i>	82



## RINGKASAN

**RASYIDAH ARIFI**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2015, *Perancangan Strategi Perawatan Mesin Vacuum Frying 1 Berbasis Metode OEE, FMEA, LTA, dan Task Selection* (Studi kasus: CV Kajeye Food Malang), Dosen Pembimbing: Oyong Novareza dan Remba Yanuar Efranto.

CV Kajeye Food merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di industri makanan. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam kripik buah yang proses pembuatannya menggunakan mesin *Vacuum Frying*. CV Kajeye Food memiliki 4 jenis mesin *Vacuum Frying*. Selama ini perusahaan tidak memperhatikan kondisi serta tingkat efektivitas mesin. Berdasarkan data yang didapat, dari keempat mesin tersebut, mesin *Vacuum Frying 1* memiliki total downtime tertinggi sehingga diperlukan analisa kondisi dan penyebab kerusakan mesin serta rekomendasi strategi perawatan pada mesin *Vacuum Frying 1*.

Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) digunakan untuk mengetahui kondisi serta mengukur tingkat efektivitas mesin *Vacuum Frying 1*. Sedangkan untuk menganalisa penyebab menurunnya kondisi mesin dan terjadinya kegagalan serta prioritas penanganannya dapat menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Selanjutnya dilakukan pengkategorian *failure* berdasarkan konsekuensinya dengan *Logic Tree Anaysis* (LTA). Sehingga dapat menentukan tindakan perawatan untuk masing – masing *failure* dengan metode *Task Selection* dalam penelitian yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2014.

Dari hasil dan pembahasan didapatkan rata – rata tingkat efektivitas mesin *Vacuum Frying 1* adalah sebesar 71.36 %. Jenis kerusakan yang signifikan mempengaruhi kondisi serta kerusakan mesin yaitu Tabung penggorengan bocor, Filter kondensor tersumbat, Kebocoran pipa, Seal tabung penggorengan rusak, Seal tuas pemutar rusak, Bak kondensor kotor, serta *Mechanical seal* pompa rusak. Sehingga didapatkan beberapa strategi perawatan untuk mesin *Vacuum Frying 1*, diantaranya: pengecekan kondisi tabung penggorengan dan pipa serta penanganan dengan cara pengelasan ketika terjadi tanda kebocoran, pembersihan filter kondensor setiap 31 hari sekali selama 4 jam; penggantian seal pada tabung penggorengan dan tuas pemutar tiap 74 hari sekali selama 4 jam; pembersihan bak penampung air kondensor setiap 17 hari sekali selama 105 menit setelah proses produksi selesai dilaksanakan; penggantian *mechanical seal* pada pompa vakum setiap 35 hari selama 4 jam, pada saat penggantian *mechanical seal* sekaligus dilakukan pengecekan kondisi impeller dan pelumasan bearing; pembersihan dan perawatan secara rutin untuk jenis alat pendukung lainnya seperti steam, kran, filter minyak, serta pembersihan tabung setelah proses selesai dilaksanakan.

Kata Kunci: *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), *Logic Tree Anaysis* (LTA), *Task Selection*.

## SUMMARY

**RASYIDAH ARIFI**, Departement of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, June 2015, *Designing Maintenance Strategies Vacuum Frying 1 Based on OEE, FMEA, LTA, and Task Selection Methods (Case Study: CV Kajeye Food Malang)*, Supervisor: Oyong Novareza and Remba Yanuar Efranto.

CV Kajeye Food is food manufacturing industry that produced various fruit chips. It using vacuum frying as a main tool during production. However, they could not maintain the machine well. It based on the fact that almost all of the machines have high downtime especially the number one machine. It means the analyzing is needed to be carrying out to the mechanical condition and the cause of failures of the machine.

One method that can be used to measure the effectiveness of the vacuum frying one is overall equipment effectiveness (OEE). Besides, it has to start with doing failure mode effect analysis (FMEA) to see the cause of the main reason of the performance decreasing of the machine. If followed by categorizing failures based on the consequences that might happen using logic tree analysis (LTA). The goal however, is to create the best maintenance activities to the each failure that found during this research (October 2014).

The result shows that the average OEE of the machine is 71.36%. The type of the significant damage affects the circumstance and the failed machine such as the leakage frying tube, blockage filter condenser, leakage pipe, damage tube seal frying, damage seal lever player, dirty condenser bathtub, and damage of the pump mechanical seal. Thus, it is obtained some treatment strategies for Vacuum Frying , as follows : checking the frying tubes and pipes and handling by welding when occurred the sign of leakage, cleaning the condenser filter is once in every 30 days during 4 hours, replace the seal on the frying tube and lever player is once in every 74 days during 4 hours, cleaning the condenser water tank is once in every 17 days during 105 minutes after the production process is completed; replacement the mechanical seal on the vacuum pump is once in every 35 days during 4 hours, at the time of replacement the mechanical seal, checking the circumstance of impeller and bearing lubrication is also carried out at the same time; cleaning and maintaining routinely for the type of other support tool such as steam, crane, oil filter, and cleaning the tube after the process is carried out.

**Keywords:** Overall Equipment Effectiveness (OEE), Failure Mode Effect Analysis (FMEA), Logic Tree Anaysis (LTA), Task Selection.



# BAB I

## PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan ini akan berisi penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, identifikasi masalah, tujuan dan manfaat yang diharapkan, serta yang membatasi ruang lingkup penelitian.

### 1.1 LATAR BELAKANG

Mesin merupakan salah satu faktor produksi yang memegang peranan penting agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Untuk dapat mempertahankan performansi dan kinerja suatu mesin dibutuhkan suatu tindakan perawatan. Menurut Assauri (1999), perawatan diartikan sebagai suatu kegiatan pemeliharaan fasilitas pabrik serta mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar suatu keadaan operasi produksi dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Pemilihan strategi perawatan dapat meningkatkan kesiapan dan keandalan serta menurunkan laju kerusakan fasilitas dan mesin.

Menurut Suharto (1991), kerusakan mesin pada saat proses produksi dapat menurunkan profit perusahaan. Hal itu dikarenakan adanya waktu yang terbuang saat terjadinya proses perbaikan mesin, biaya perbaikan, serta berdampak pada jadwal produksi. CV Kajeye Food merupakan salah satu industri manufaktur di bidang makanan. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam kripik buah, diantaranya: kripik apel, kripik nangka, kripik melon, kripik semangka, kripik nanas, kripik mangga, kripik salak, kripik pisang, kripik ubi, dll. Dalam proses produksinya, CV Kajeye Food memiliki 4 jenis mesin *Vacuum Frying*. Data mengenai total *downtime* mesin *Vacuum Frying* pada CV Kajeye Food selama bulan Januari sampai Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data total *downtime* Januari – Desember 2014

Nama mesin	Total waktu kerja mesin (jam)	Total <i>downtime</i> (jam)	<i>Downtime</i> terhadap waktu kerja (%)	Total <i>downtime</i> (%)
<i>Vacuum Frying I</i>	2058	228	11.08	36.91
<i>Vacuum Frying II</i>	1890	132.5	7.01	21.45
<i>Vacuum Frying III</i>	1940	152.25	7.85	24.65
<i>Vacuum Frying IV</i>	1786	105	5.88	17.00

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat diketahui bahwa proporsi *downtime* terhadap waktu kerja mesin *Vacuum Frying I* memiliki nilai tertinggi serta total *downtime* terbesar dibanding dengan mesin *Vacuum Frying II, III, dan IV*. Keempat jenis mesin tersebut memiliki kapasitas produksi yang sama, hanya saja yang membedakan adalah jenis buah yang diproses. Mesin *Vacuum Frying I* merupakan mesin yang digunakan untuk proses pembuatan kripik buah nangka dan apel. Berdasarkan informasi dari perusahaan, dalam setahun terakhir kripik nangka dan kripik apel merupakan produk yang memiliki jumlah permintaan terbanyak dibanding produk lain. Jika mesin *Vacuum Frying I* mengalami kerusakan maka perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan. Hal ini dikarenakan adanya keterlambatan produksi dan perubahan jadwal akibat adanya perbaikan mesin.

Jika masalah tersebut dibiarkan maka kemungkinan perusahaan dapat kehilangan beberapa pelanggan karena pesanan yang tidak terpenuhi. Selain itu, proses produksi juga tidak dapat berjalan dengan maksimal karena kripik buah yang seharusnya dapat dijual lebih banyak tidak dapat diproduksi. Masalah yang dialami saat ini yaitu CV Kajeye Food belum mengetahui tingkat efektivitas mesin yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi mesin tiap periode, serta belum memiliki strategi perawatan untuk mesin *Vacuum Frying I*. Sehubungan dengan hal tersebut maka dibutuhkan suatu pengukuran tingkat efektivitas serta perancangan strategi perawatan agar proses produksi di CV Kajeye Food dapat berjalan dengan lancar tanpa adanya gangguan kerusakan mesin.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah suatu metode pengukuran tingkat efektivitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses perhitungannya (Nakajima, 1988). Sehingga dengan menggunakan metode OEE maka tingkat efektivitas mesin *Vacuum Frying* dapat teridentifikasi. Sedangkan untuk menganalisa penyebab menurunnya kondisi mesin dan terjadinya kegagalan serta prioritas penanganannya dapat menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Menurut Gaspersz (2002), FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi jenis kegagalan. Dari FMEA akan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang nantinya digunakan sebagai acuan prioritas penanganan pada tiap jenis kegagalan.

Tiap jenis kegagalan dan kerusakan yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* memiliki berbagai macam jenis kerusakan dan masing – masing menimbulkan

konsekuensi yang berbeda - beda. *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan suatu metode pengukuran kualitatif untuk mengklasifikasikan jenis kegagalan (IAEA, 2008). Jenis kegagalan tersebut dapat diklasifikasikan kedalam 4 kategori yaitu: *Safety Problem*, *Outage Problem*, *Minor to investigation Economic Problem*, dan *Hidden Failure*. Setelah mengetahui klasifikasi tiap jenis kegagalan maka akan lebih mudah dalam penentuan perawatan dan penanganan kerusakan komponen dengan *Task Selection*. Menurut Azis, et al (2010) tindakan perawatan tersebut dibagi kedalam 4 jenis yaitu *Time Directed*, *Condition Directed*, *Failure Finding*, dan *Run To Failure*. Dari hasil perancangan strategi perawatan yang dibuat diharapkan dapat mengurangi nilai *downtime*, frekuensi jenis kegagalan serta meningkatkan nilai efektivitas mesin *Vacuum Frying I*. Sehubungan dengan permasalahan yang ada pada CV Kajeye Food yang sebagaimana telah diuraikan diatas maka dibutuhkan suatu penelitian dengan menggunakan metode OEE, FMEA, LTA, dan *Task Selection*. Dengan mengintegrasikan keempat metode tersebut diharapkan dapat menghasilkan strategi perawatan untuk perusahaan guna mengurangi *downtime* pada mesin *Vacuum Frying I*.

## 1.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat diidentifikasi permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. CV Kajeye Food belum mengetahui tingkat efektivitas mesin *Vacuum Frying I*, yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi mesin tiap periode.
2. Tingginya total *downtime* pada mesin *Vacuum Frying I* menyebabkan perusahaan tidak dapat menjalankan proses produksi untuk memenuhi permintaan pelanggan.
3. Perusahaan membutuhkan strategi perawatan mesin yang dapat membantu dalam mengatasi kerusakan dan kegagalan yang terjadi pada mesin.

## 1.3 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa tingkat efektifitas mesin *Vacuum Frying I*?
2. Apa jenis kegagalan yang signifikan mempengaruhi kerusakan mesin *Vacuum Frying I*?
3. Bagaimana rekomendasi perawatan untuk mesin *Vacuum Frying I*?

#### 1.4 BATASAN MASALAH

Pembatasan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data pada bulan Januari - Desember 2014.
2. Pemilihan tindakan perawatan tanpa perhitungan analisis biaya.
3. Penelitian hanya sampai pada tahap rekomendasi perbaikan

#### 1.5 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi tingkat efektifitas mesin *Vacuum Frying I*.
2. Mengidentifikasi jenis kegagalan yang signifikan mempengaruhi kondisi mesin dan kerusakan yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I*.
3. Memberikan rekomendasi perawatan pada mesin *Vacuum Frying I*.

#### 1.6 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui serta meningkatkan efektivitas mesin *Vacuum Frying I* pada CV Kajeye Food.
2. Dapat mengidentifikasi jenis kegagalan yang signifikan mempengaruhi kondisi mesin dan kerusakan yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I*.
3. Perusahaan mendapatkan rekomendasi perawatan pada mesin *Vacuum Frying I* sebagai upaya mengurangi *downtime* dan peningkatan efektivitas mesin.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka akan diuraikan berbagai teori atau referensi yang berkaitan dengan penelitian. Tinjauan pustaka bertujuan untuk mendalami landasan teori, dasar – dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep yang dipermasalahkan sehingga dapat dipakai untuk membantu dalam proses penyelesaian masalah dalam penelitian. Tinjauan pustaka bersumber dari buku, hasil penelitian, serta informasi ilmiah dari internet.

### 2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Triwardani, et al (2013) melakukan penelitian tentang analisis OEE untuk meminimalisi *Six Big Losses* pada mesin produksi *Dual Filters*. Dalam penelitian tersebut penulis melakukan pengukuran nilai OEE pada salah satu jenis mesin di lini produksi perusahaan. Dari hasil perhitungannya menunjukkan rata – rata nilai OEE sebesar 26,22% dan *losses* yang paling mempengaruhi nilai efektivitas adalah *idling and minor stoppages losses dan reduced speed losses*. Kemudian penulis menganalisa penyebab permasalahan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Berdasarkan analisis FMEA, dapat diketahui penyebab kegagalan yang akan diperbaiki sesuai dengan urutan prioritas dari RPN.
2. Sarah, et al (2014) melakukan penelitian tentang penentuan kebijakan perawatan Lokomotif jenis CC201. Dalam penelitiannya penulis menggunakan beberapa *tools* yaitu: FMEA, LTA dan *Task Selection*. Hasil yang didapatkan dari penelitian yaitu kebijakan perawatan baru pada lokomotif CC201, yaitu: 1 tindakan untuk *Time Directed*, 22 tindakan untuk *Condition Directed*, 5 tindakan untuk *Failure Finding* dan 2 tindakan untuk *Run To Failure*. Kemudian dilakukan perbandingan dari tindakan perawatan yang telah diterapkan dengan kebijakan perawatan yang baru.
3. Siahaan & Ginting (2013) melakukan penelitian tentang evaluasi jadwal perawatan mesin dengan pendekatan OEE dan *metode Risk Based Maintenance* (RBM). Dalam penelitian tersebut penulis melakukan pengukuran nilai OEE pada salah satu jenis mesin di lini produksi perusahaan. Kemudian Metode RBM digunakan sebagai langkah untuk mendapatkan interval jadwal preventive maintenance serta analisis resiko sebagai pertimbangan perancangan strategi perawatan mesin. Dari hasil

implementasi diperoleh penurunan resiko pada komponen I sebesar 8.5% dan pada komponen II sebesar 8.39% serta peningkatan nilai OEE sebesar 5%.

4. Munawir & Yunanto (2014) melakukan penelitian tentang analisa penyebab kerusakan mesin Sizing Baba Sangyo Kikai dengan metode FMEA dan LTA. Dalam penelitian tersebut penulis menganalisa tentang penyebab kerusakan mesin Sizing 1 Baba Sangyo Kikai dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA). Dari metode FMEA dapat diketahui penyebab kerusakan mesin dan efek yang ditimbulkan serta besarnya nilai RPN pada masing – masing jenis kerusakan. Kemudian dilakukan analisa pada tiap jenis kegagalan dengan metode LTA, dari hasil analisa dapat diketahui bahwa jenis kerusakan terbanyak masuk dalam kategori B yaitu mempunyai konsekuensi terhadap operasional plant (mempengaruhi kuantitas dan kualitas output) yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan.
5. Hartini & Sriyanto (2006) melakukan penelitian tentang pemetaan perawatan untuk meminimasi breakdown mesin. Dalam penelitiannya penulis melakukan analisa sistem melalui pendekatan RCM untuk mengetahui jenis kegagalan yang menyebabkan sistem kehilangan fungsinya. *Tools* yang digunakan yaitu: FMEA, LTA dan *Task Selection*. Hasil dari penelitian ini yaitu 7 jenis kegagalan untuk tindakan *Time directed*, 2 untuk *Condition Directed*, 7 untuk *Failure Finding*, dan 6 untuk *Run To Failure*.

Perbandingan metode yang digunakan antara penelitian terdahulu dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian ini

Penulis	Objek Penelitian	Metode					Hasil
		OEE	FMEA	LTA	<i>Task Selection</i>	RBM	
Triwardani, et al (2013)	Mesin <i>Dual Filters</i>	√	√				Nilai efektivitas mesin serta penyebab kerusakan mesin.
Sarah, et al (2014)	Lokomotif CC201		√	√	√		Kebijakan baru untuk perawatan Lokomotif CC201
Siahaan & Ginting (2013)	Mesin <i>Grinder</i>	√				√	Kebijakan perencanaan perawatan sehingga dapat menurunkan <i>downtime</i> mesin dan resiko yang mungkin terjadi

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian ini (*lanjutan*)

Penulis	Objek Penelitian	Metode					Hasil
		OEE	FMEA	LTA	<i>Task Selection</i>	RBM	
Munawir & Yunanto (2014)	Mesin Sizing Baba Sangyo Kikai		√	√			Penyebab kerusakan mesin, kategori masing-masing jenis kerusakan, dan usulan kebijakan perawatan
Hartini & Sriyanto (2006)	Mesin Imaforni		√	√	√		Pemetaan perawatan yang sesuai terhadap komponen-komponen mesin sehingga dapat meminimalkan breakdown mesin
Penelitian ini	Mesin <i>Vacuum Frying I</i>	√	√	√	√		Hasil yang diharapkan yaitu: nilai efektifitas mesin, jenis dan kategori kerusakan mesin, serta usulan kebijakan perawatan mesin <i>Vacum Frying I</i>

Berdasarkan Tabel 2.1 dapat disimpulkan bahwa perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terdapat pada hasil penelitian dan jumlah metode yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode OEE, FMEA, LTA, dan *Task Selection* yang merupakan Triwardani, et al (2013) yang menggunakan metode OEE dan FMEA dengan penelitian Sarah, et al (2014) yang menggunakan metode FMEA, LTA, dan *Task Selection*. Hal ini dilakukan agar hasil penelitian ini lebih akurat dan diharapkan lebih baik dari penelitian sebelumnya.

## 2.2 MAINTENANCE

Berikut merupakan definisi maintenance menurut beberapa para ahli:

### 1. Gaspersz (2002)

Perawatan merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional atau sistem produksi, sehingga suatu asset dapat bekerja secara kontinyu dan menghasilkan output sesuai yang dikehendaki.

2. Assauri (1999)

Perawatan (*Maintenance*) adalah suatu kegiatan untuk menjaga atau memelihara fasilitas dan peralatan pabrik dengan mengadakan perbaikan (penyesuaian/penggantian) yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan. Peranan *Maintenance* ini menentukan dalam kegiatan produksi yang menyangkut kelancaran/kemacetan produksi, kelambatan dan *volume* produksi, serta efisiensi berproduksi.

3. Supandi (1988)

Perawatan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki setiap fasilitas agar tetap dalam keadaan yang dapat diterima

4. Sudrajat (2011)

Perawatan dapat diartikan sebagai suatu kegiatan penjagaan pada kondisi yang sempurna/ dapat diterima.

Berdasarkan uraian dari pendapat para ahli, maka perawatan dapat didefinisikan sebagai kegiatan menjaga/memelihara dan memperbaiki fasilitas pabrik sampai pada kondisi yang bisa diterima agar kegiatan produksi dapat bekerja secara kontinyu atau sesuai yang direncanakan.

Pada dasarnya terdapat dua prinsip utama sistem perawatan (Suharto, 1991):

1. Menekan (memperpendek) periode kerusakan (*break down period*) sampai batasan minimum dengan mempertimbangan beberapa aspek
2. Menghindari kerusakan (*break down*) yang tidak terencana atau kerusakan tiba-tiba.

### 2.2.1 Jenis – jenis *Maintenance*

Menurut Sudrajat (2011) dalam pelaksanaannya industri mengenal dua bentuk kebijakan dasar dari program perawatan yang umum dikenal, yaitu *Preventive Maintenance*, dan *Corrective/breakdown Maintenance*.

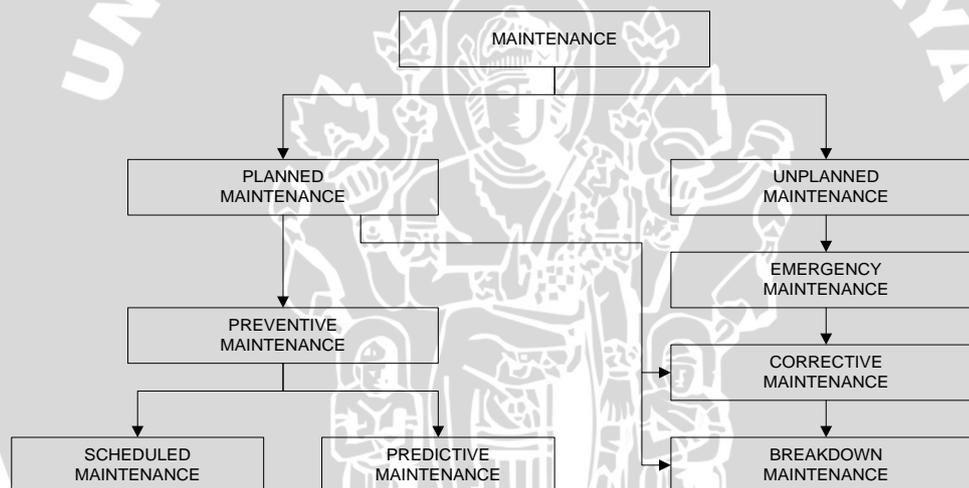
#### 1. *Preventive Maintenance*

Perawatan pencegahan merupakan perawatan yang dilakukan sebelum terjadi kerusakan mesin. Kebijakan ini cukup baik dalam mencegah berhentinya mesin yang tidak direncanakan. Menurut Newbrough (1985), *Preventive Maintenance* adalah perawatan fasilitas pada selang waktu yang telah ditentukan sebelumnya (terencana) berdasarkan inspeksi periodik yang dilakukan dan memperlihatkan kondisi tempat fasilitas tersebut rusak dengan tujuan meminimasi waktu kerusakan dan kerusakan yang diakibatkan kelalaian operator. *Preventive Maintenance* bertujuan untuk

mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi.

## 2. *Corrective/breakdown maintenance*

*Corrective Maintenance* adalah jenis perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima. Menurut Tampubolon (2004), *Corrective Maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau terjadi kelainan pada fasilitas dan peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Jenis maintenance ini membutuhkan biaya yang lebih besar disebabkan proses produksi harus terhenti untuk memperbaiki komponen/mesin yang rusak. Gambar 2.1 merupakan diagram hubungan jenis – jenis maintenance.



Gambar 2.1 Jenis – Jenis Maintenance  
Sumber : Sudrajat (2011)

## 2.3 *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*

*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah suatu metode pengukuran tingkat efektifitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa indikator dalam proses perhitungannya, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality* (Nakajima, 1988).

Penjelasan mengenai *availability*, *performance*, dan *quality* menurut Stephens (2004) adalah sebagai berikut:

1. *Availability rate* merupakan perbandingan antara *operating time* dengan *loading time*. Besarnya persentase dari *availability rate* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-1).

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2-1)$$

Keterangan:

*Operating time* : waktu mesin bekerja tanpa terjadi kerusakan (aktual)

*Loading time* : waktu mesin bekerja yang direncanakan

## 2. Performane rate

*Performance rate* merupakan pengukuran nilai efektivitas kegiatan produksi. Besarnya persentase dari *performance rate* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-2).

$$\text{Performance} = \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\frac{\text{Operating Time}}{\text{total pieces}}} \times 100\% \quad (2-2)$$

Keterangan:

*Ideal cycle time* : waktu siklus ideal dalam keadaan optimal

*Operating time* : waktu mesin bekerja tanpa terjadi kerusakan (aktual)

*Total pieces* : jumlah produk yang dihasilkan

## 3. Rate of Quality

*Rate of Quality* merupakan pengukuran efektifitas mesin produksi berdasarkan kualitas produk yang dihasilkan. Besarnya persentase dari *rate of quality* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-3).

$$\text{Quality} = \frac{\text{Good Pieces}}{\text{Total Pieces}} \times 100\% \quad (2-3)$$

Keterangan:

*Good pieces* : produk baik yang dihasilkan

*Total pieces* : jumlah produk yang dihasilkan

Nilai OEE didapatkan dari perkalian antara *availability*, *performance*, dan *quality*. Perhitungan dari nilai OEE dapat dilihat pada persamaan (2-4).

$$\text{OEE} = \text{availability} \times \text{performance} \times \text{quality} \times 100\% \quad (2-4)$$

Menurut Nakajima (1988), nilai OEE memiliki standar *world class* yang telah ditetapkan oleh *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM), berikut merupakan standar untuk masing masing indikator:

- *Availability Rate* 90% atau lebih
- *Performance Rate* 95% atau lebih
- *Rate Of Quality* 99% atau lebih
- OEE 85% atau lebih

## 2.4 FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA)

Menurut Moubray (1997) definisi dari *failure mode and effect analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi. Suatu *mode* kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu (Blanchard, 1997).

Metodologi Risk Priority Number (RPN) merupakan sebuah teknik untuk menganalisis resiko yang berkaitan dengan masalah – masalah yang telah diidentifikasi. Tingkat RPN relatif terhadap analisis tertentu maka dari itu perlu membuat sebuah set skala peringkat yang umum dari analisis tim untuk membentuk tingkat nilai yang konsisten pada setiap jenis kegagalan yang teridentifikasi. Untuk itu sebuah RPN dapat dibandingkan dengan RPN yang lainnya di dalam analisis yang sama tapi tidak dapat digunakan untuk analisis berbeda. Nilai RPN berasal dari tiga skala berikut:

1. *Severity* merupakan langkah pertama untuk menganalisis resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi output proses/ dampak tersebut. Penjelasan *severity* untuk masing – masing rating dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Rating *Severity*

Rank	Efek	Penjelasan
10	Sangat berbahaya	Dapat membahayakan pegawai dan sistem itu sendiri tanpa ada peringatan
9	Berbahaya	Dapat membahayakan pegawai dan sistem itu sendiri dengan ada peringatan
8	Sangat tinggi	Kegiatan mengganggu sistem kerja secara total
7	Tinggi	Kegagalan mempengaruhi 50 % kerja sistem
6	Sedang	Kegagalan mempengaruhi 25 % kerja sistem
5	Rendah	Kegagalan mempengaruhi 10 % kerja sistem
4	Sangat rendah	Kegagalan kurang mempengaruhi kerja sistem
3	Ringan	Kegagalan memberi efek minor pada sistem
2	Sangat ringan	Kegagalan member efek yang dapat diabaikan
1	Tidak ada akibat	Kegagalan tidak memberi efek

Sumber: Cayman (2002)

2. *Occurance* merupakan skala kemungkinan bahwa kegagalan tersebut akan terjadi. Penjelasan *Occurance* untuk masing – masing rating dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Rating *Occurance*

Rank	Probabilitas kegagalan	Kemungkinan kegagalan
10	Hampir selalu	$\geq 1$ dalam 2
9	Sangat tinggi	1 dalam 3

Tabel 2.3 Rating *Occurance*(lanjutan)

Rank	Probabilitas kegagalan	Kemungkinan kegagalan
8	Tinggi	1 dalam 8
7	Agak tinggi	1 dalam 20
6	Medium	1 dalam 80
5	Rendah	1 dalam 400
4	Sedikit	1 dalam 2000
3	Sangat sedikit	1 dalam 15000
2	Sangat sedikit sekali	1 dalam 150000
1	Hampir tidak pernah	1 dalam 1500000

Sumber: Cayman (2002)

3. *Detection* merupakan skala pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan/mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Penjelasan *Occurance* untuk masing – masing rating dijelaskan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Rating *Detection*

Rank	Deteksi	Kemungkinan deteksi oleh control
10	Tidak terdeteksi	Tidak mampu mendeteksi penyebab kegagalan
9	Sangat sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan
8	Sedikit kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan
7	Sangat rendah	Pengecekan mempunyai peluang yg rendah untuk mendeteksi kegagalan
6	Rendah	Pengecekan kemungkinan kecil mendeteksi kegagalan
5	Cukup	Pengecekan kemungkinan dapat mendeteksi kegagalan
4	Cukup tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan
3	Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar untuk mendeteksi kegagalan
2	Sangat tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan
1	Hampir pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi kegagalan

Setelah pemberian rating maka perhitungan RPN dari tiap kegagalan dihitung dengan menggunakan persamaan (2-5).

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (2-5)$$

## 2.5 LOGIC TREE ANALYSIS (LTA)

*Logic Tree Analysis* merupakan metode kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing jenis kegagalan. LTA juga berfungsi untuk mengklasifikasikan jenis kegagalan ke dalam beberapa kategori. Sehingga penanganan untuk masing – masing jenis kegagalan dapat diketahui yang berdasarkan pada kategorinya (Smith, 1993).

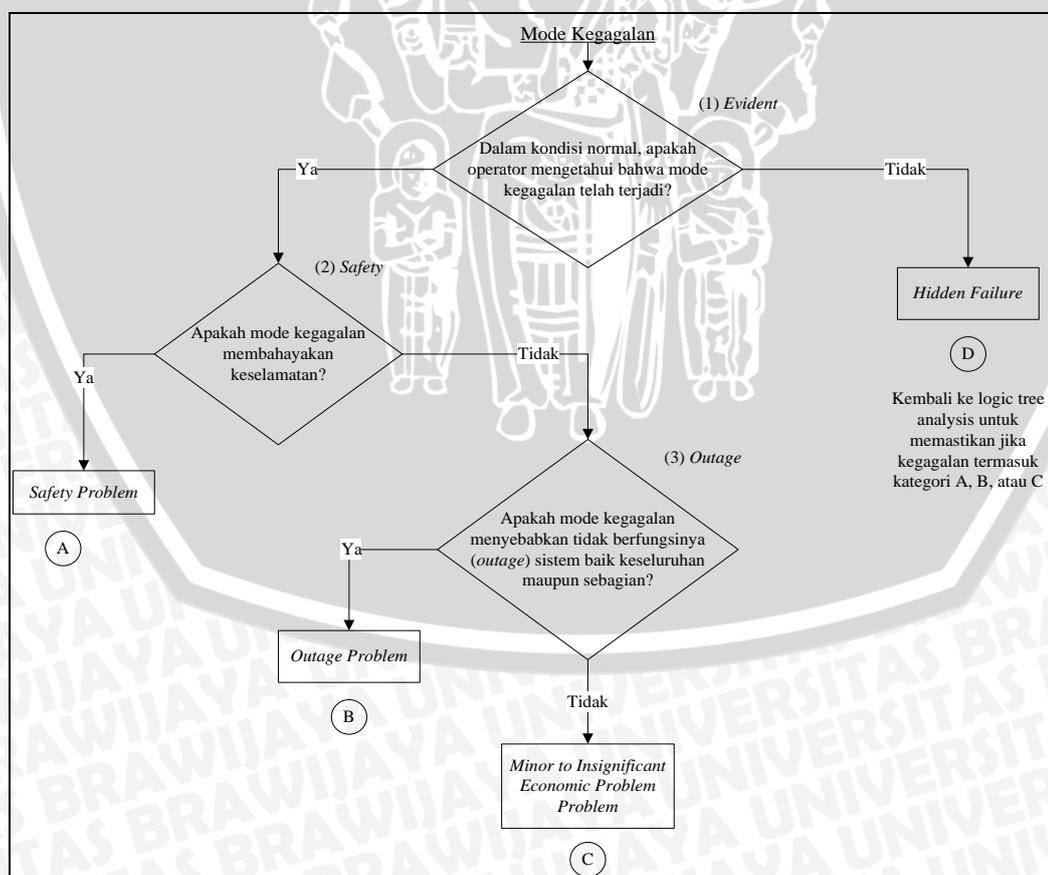
Tiga hal yang perlu diperhatikan dalam analisis LTA yaitu sebagai berikut:

- Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem?
- Safety*, yaitu apakah apakah jenis kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
- Outage*, yaitu apakah jenis kerusakan ini mengakibatkan mesin berhenti?

Kategori jenis kegagalan dapat digolongkan menjadi empat jenis yaitu:

- Kategori A, *Safety Problem* jika *failure mode* mempunyai konsekuensi *safety* terhadap personel maupun lingkungan.
- Kategori B, *Outage Problem* jika *failure mode* mempunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan.
- Kategori C, *Minor to Insignificant Economic Problem* jika *failure mode* tidak berdampak pada *safety* maupun operasional pabrik dan hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan.
- Kategori D, *Hidden Failure* jika *failure mode* tergolong sebagai *hidden failure* yang kemudian digolongkan lagi ke dalam kategori D/A, kategori D/B dan kategori D/C.

Diagram alir *Logic Tree Analysis* dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Diagram Alir *Logic Tree Analysis* (LTA)  
Sumber: Smith (1993)

## 2.6 TASK SELECTION

*Task Selection* atau pemilihan tindakan merupakan metode yang berfungsi untuk menentukan jenis perawatan yang sesuai dengan jenis kegagalan. Tiap jenis kegagalan dianalisa dengan menggunakan diagram alir *Task Selection*. Dari hasil analisa akan menghasilkan daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan kemudian memilih strategi perawatan yang paling efektif untuk jenis kegagalan tersebut (Smith, 1993). Pemilihan tindakan dapat dilakukan dengan empat cara yaitu:

### 1. *Time Directed* (TD)

*Time Directed* merupakan jenis tindakan perawatan pencegahan yang didasarkan pada umur komponen dari waktu kerusakan yang pernah terjadi. Pada saat waktu yang telah ditentukan maka dilakukan tindakan perawatan yang telah ditetapkan meskipun belum terjadi kerusakan/kegagalan pada komponen tersebut. Dalam hal ini waktu kerusakan didapatkan dari perhitungan MTTF dan MTTR

### 2. *Condition Directed* (CD)

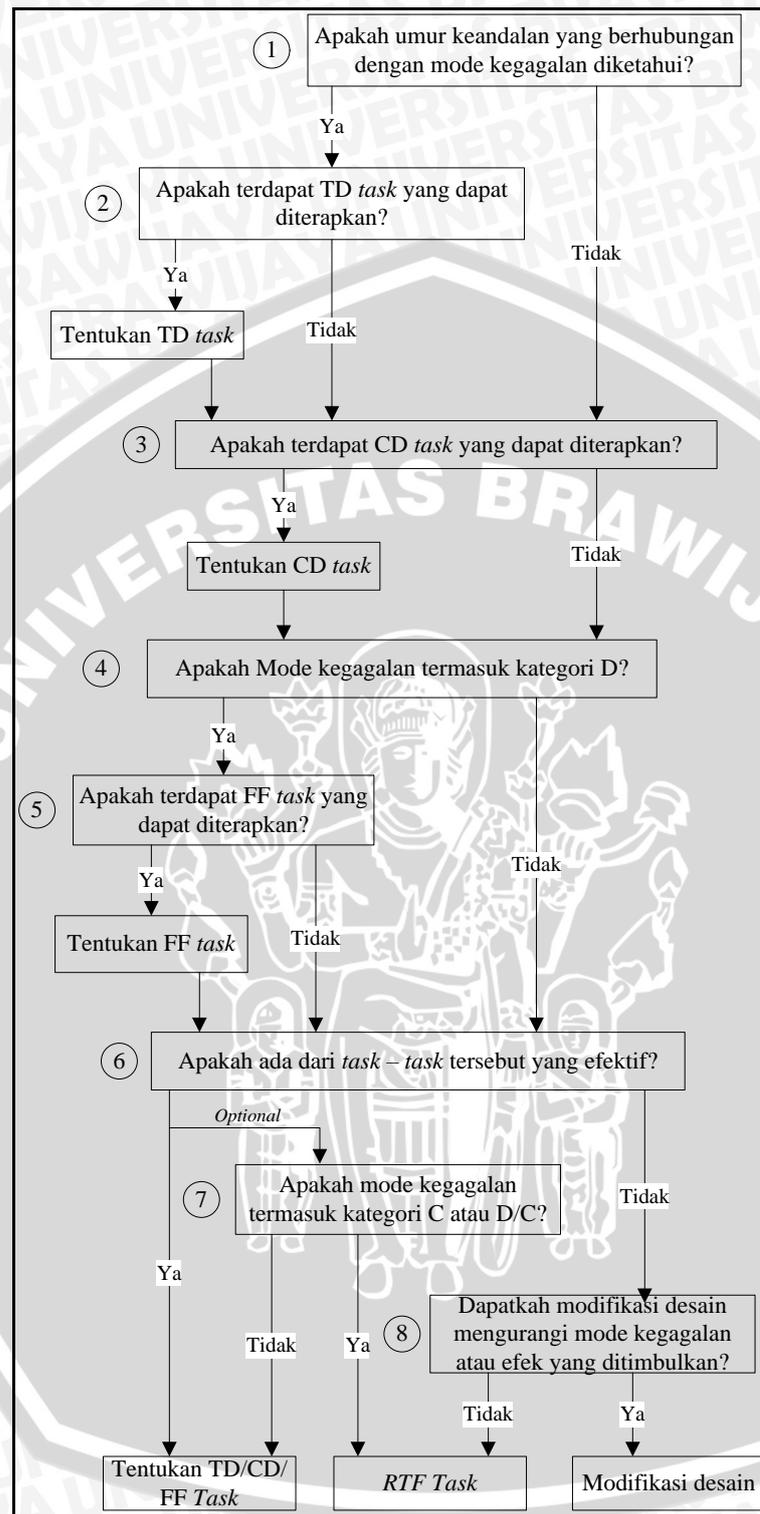
*Condition Directed* merupakan jenis tindakan perawatan yang dilaksanakan dengan cara mendeteksi dan memeriksa kerusakan yang terlihat. Tindakan perawatan dilakukan ketika dalam pemeriksaan ditemukan gejala – gejala kerusakan. Sehingga dilanjutkan dengan penggantian komponen atau penanganan agar tidak sampai terjadi kerusakan mesin.

### 3. *Failure Finding* (FF)

*Failure Finding* merupakan jenis tindakan perawatan yang dilakukan dengan cara menemukan kerusakan pada peralatan atau komponen yang tersembunyi. Tindakan ini dilakukan dengan cara pemeriksaan secara berkala. Pemeriksaan berkala juga didapatkan dari perhitungan MTTF dan MTTR

### 4. *Run to Failure* (RTF)

*Run to Failure* merupakan jenis tindakan *corrective maintenance*, yaitu tindakan penanganan yang dilakukan ketika komponen atau peralatan sudah mengalami kerusakan. Hal ini dilakukan karena tidak ada tindakan efektif yang dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan. Diagram alir *Task Selection* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Diagram Alir Task Selection

Sumber : Azis, et al (2010)



## 2.7 MEAN TIME TO FAILURE (MTTF) dan MEAN TIME TO REPAIR (MTTR)

MTTF adalah nilai rata-rata waktu kerusakan dari sebuah sistem, sedangkan MTTR adalah nilai rata-rata waktu perbaikan dari kerusakan suatu sistem. Ebeling (1997) menyatakan dalam MTTF dikenal 4 jenis distribusi yang digunakan untuk menentukan MTTF dan MTTR, antara lain distribusi *Normal*, *Eksponensial*, *Weibull*, dan *Lognormal*. Penentuan jenis distribusi menggunakan software Minitab 16. Berikut merupakan distribusi serta rumus yang digunakan untuk menentukan nilai MTTF dan MTTR:

### 1. Distribusi *Normal*

Parameter yang digunakan adalah  $\mu$  sebagai rata - rata dan  $\sigma$  yang menunjukkan standar deviasi. Perhitungan MTTF dan MTTR untuk jenis data yang berdistribusi *Normal* terdapat pada persamaan (2-6).

$$\text{MTTF} = \text{MTTR} = \mu \quad (2-6)$$

### 2. Distribusi *Eksponensial*

Parameter yang digunakan adalah  $\lambda$  yang menunjukkan nilai rata – rata dari kerusakan yang terjadi. Perhitungan MTTF dan MTTR untuk jenis data yang berdistribusi *Eksponensial* terdapat pada persamaan (2-7).

$$\text{MTTF} = \text{MTTR} = \frac{1}{\lambda} \quad (2-7)$$

### 3. Distribusi *Weibull*

Parameter yang digunakan adalah  $\beta$  (*shape parameter*) yang menunjukkan skala dan  $\theta$  (*scale parameter*) yang menunjukkan bentuk. Perhitungan MTTF dan MTTR untuk jenis data yang berdistribusi *Weibull* terdapat pada persamaan (2-8).

$$\text{MTTF} = \text{MTTR} = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (2-8)$$

### 4. Distribusi *Lognormal*

Parameter yang digunakan adalah  $t_{med}$  yang menunjukkan median dan  $s$  (*scale-parameter*) yang menunjukkan bentuk. Perhitungan MTTF dan MTTR untuk jenis data yang berdistribusi *Lognormal* terdapat pada persamaan (2-9).

$$\text{MTTF} = \text{MTTR} = t_{med} e^{\left(\frac{s^2}{2}\right)} \quad (2-9)$$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam melakukan penelitian terdapat urutan langkah – langkah yang harus dilaksanakan agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai uraian langkah-langkah pengerjaan yang akan dilakukan.

#### **3.1 JENIS PENELITIAN**

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif, yaitu salah satu jenis penelitian yang menggambarkan sejumlah data yang kemudian dianalisis dengan menggunakan metode tertentu lalu diinterpretasikan berdasarkan kenyataan yang sedang berlangsung (Mardalis, 1999). Ciri utamanya adalah memberikan penjelasan objektif, komparasi dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan bagi yang berwenang. Tujuan dari penelitian deskriptif adalah untuk menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti.

#### **3.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di CV Kajeye Food yang berlokasi di Jl.Polowijen II No.359 Malang - Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2014 sampai April 2015.

#### **3.3 TAHAP PENELITIAN**

Dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap penelitian yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan pembahasan serta tahap penutup.

##### **3.3.1 Tahap Pendahuluan**

Pada tahap pendahuluan meliputi studi lapangan, studi pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, dan penentuan tujuan penelitian.

##### **1. Studi Lapangan**

Pada tahap ini peneliti secara langsung terjun pada proyek penelitian untuk melakukan pengamatan. Langkah awal yang dilakukan yaitu mengamati proses produksi yang berlangsung pada CV Kajeye Food untuk mendapatkan gambaran

kondisi sebenarnya dari obyek yang akan diteliti. Tahap ini juga bertujuan untuk pengumpulan data serta mengetahui permasalahan yang ada pada tempat penelitian.

## 2. Studi Pustaka

Membaca sumber – sumber data informasi lainnya untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan. Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan permasalahan yang dibahas dengan cara mempelajari teori – teori yang relevan dengan topik kajian. Sehingga dengan penelitian kepustakaan ini diperoleh teori mengenai permasalahan yang akan dibahas.

## 3. Identifikasi Masalah

Identifikasi merupakan langkah awal dalam mengetahui dan memahami suatu persoalan dan permasalahan agar didapatkan solusi dari permasalahan yang terjadi. Dalam hal ini masalah yang paling dominan terdapat dalam perusahaan yaitu kerusakan pada mesin *Vacuum Frying I* dan kurangnya tindakan perawatan pada perusahaan.

## 4. Perumusan Masalah

Setelah mengidentifikasi masalah, tahap selanjutnya yaitu merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan di lapangan. Perumusan masalah merupakan rincian dari permasalahan yang dikaji dan nantinya akan menunjukkan tujuan dari penelitian ini.

## 5. Penetapan Tujuan Penelitian

Penetapan tujuan penelitian dilakukan agar penulisan skripsi dapat dilakukan dengan sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang dibahas. Pada penelitian ini tujuan yang ingin dicapai yaitu mendapatkan usulan kegiatan perawatan mesin *Vacuum Frying I*.

### 3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah pencatatan informasi sebagian atau keseluruhan hal yang menunjang dan mendukung penelitian. Pada penelitian ini selain menggunakan data historis dari perusahaan, pengumpulan data juga didapatkan dengan cara observasi dan wawancara dengan pihak terkait. Data yang digunakan antara lain:

- a. Profil perusahaan
- b. Struktur organisasi
- c. Proses produksi
- d. Cara kerja mesin

- e. Total *downtime*
- f. *Loading time*
- g. *Operating Time*
- h. *Ideal cycle time*
- i. Jumlah produk keseluruhan
- j. Jumlah produk baik
- k. Jenis kerusakan mesin
- l. Waktu antar kerusakan

### 3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Dalam tahap pengolahan data terdiri dari perhitungan OEE, ideantifikasi kerusakan dengan FMEA, penentuan kategori kerusakan dengan LTA serta penentuan kebijakan perawatan dengan *Task Selection*. Berikut merupakan penjelasan dari masing – masing tahap pengolahan data:

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

Pada perhitungan OEE menggunakan beberapa data seperti, *loading time*, *operating time*, *ideal cycle time*, data jumlah produk, dan jumlah produk cacat. Dari hasil perhitungan OEE akan diketahui nilai efektifitas pada mesin *Vacuum Frying I*. Kemudian dilakukan analisa terhadap 3 faktor yang mempengaruhi nilai OEE, yaitu *availability*, *performance* dan *quality*.

#### 2. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Pengukuran FMEA menggunakan data berupa jenis – jenis komponen , kerusakan dan kegagalan masing – masing komponen yang mempengaruhi nilai efektifitas mesin serta akibat yang ditimbulkan dari kerusakan tersebut. Pengisian nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* pada FMEA berdasarkan pada diskusi dengan pihak perusahaan. Kemudian menghitung nilai RPN pada masing – masing jenis kerusakan sebagai acuan prioritas perbaikan. Semakin tinggi nilai RPN semakin tinggi prioritas perbaikan untuk jenis kegagalan tersebut. Nilai kritis RPN ditentukan oleh pihak perusahaan., sehingga jenis kegagalan yang memiliki nilai RPN lebih besar dari nilai kritis akan dilakukan analisis dengan *Logic Tree Analysis* (LTA).

#### 3. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Pada tahap LTA menggunakan beberapa data jenis kerusakan dari FMEA yang memiliki nilai RPN melebihi nilai kritis. Untuk lebih mudah dalam menentukan tindakan perawatan maka masing – masing jenis kerusakan akan diklasifikasikan

sesuai dengan konsekuensinya. Terdapat 4 macam klasifikasi pada metode LTA yaitu, *Safety Problem*, *Outage Problem*, *Minor to infestation Economic Problem*, dan *Hidden Failure*.

#### 4. Task Selection

Data jenis kerusakan yang didapatkan dari hasil klasifikasi metode LTA akan dianalisis lebih lanjut pada pemilihan *Task Selection*. Jenis perawatan digolongkan kedalam 4 tindakan, yaitu *Time Directed*, *Condition Directed*, *Failure Finding*, dan *Run To Failure*.

### 3.3.4 Tahap Analisa dan Pembahasan

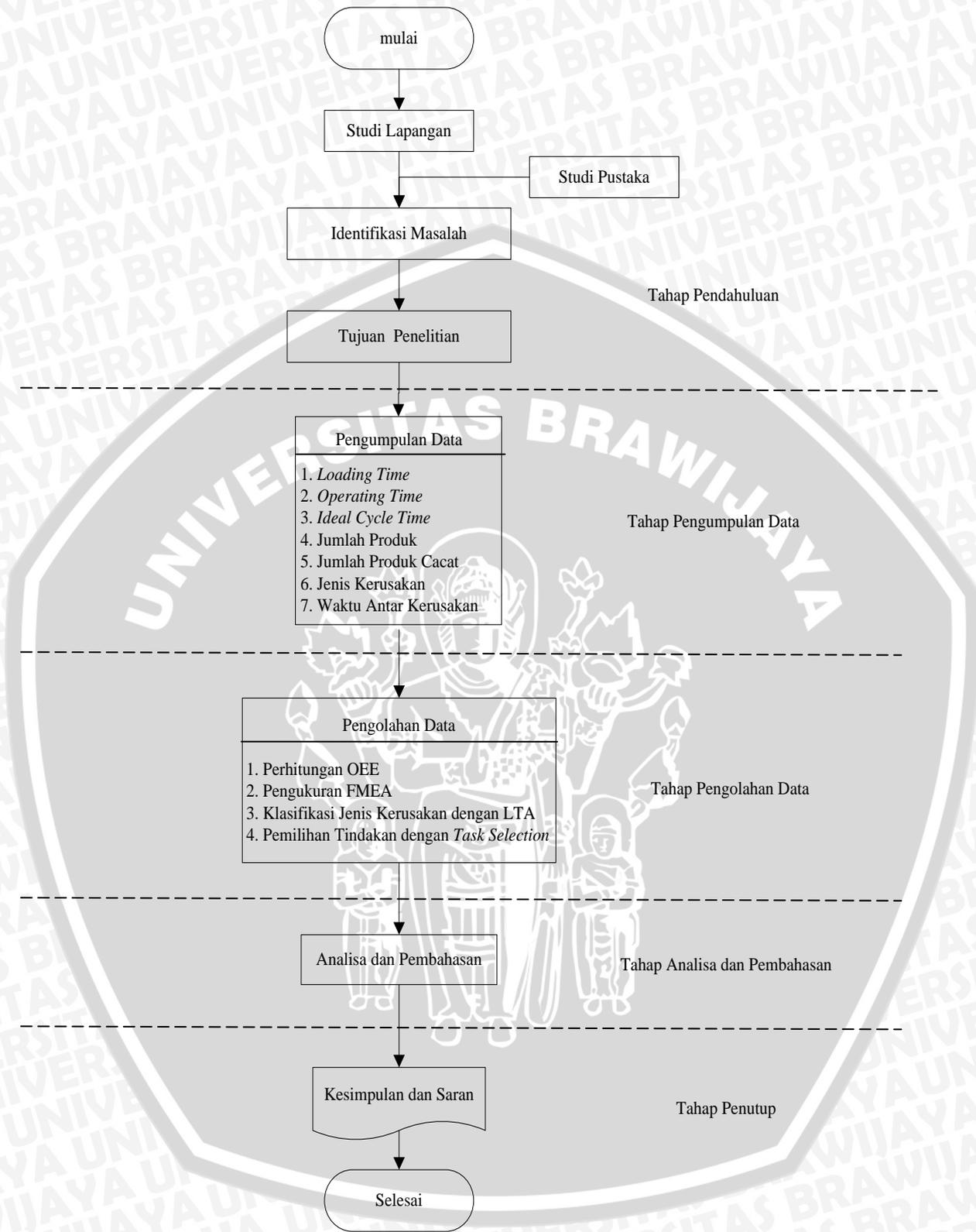
Pada tahap ini akan dilakukan analisa hasil perhitungan OEE yang terdiri dari nilai *availability*, *performance*, dan *rate of quality* untuk dapat mengetahui kondisi efektifitas mesin dan yang mempengaruhinya. Kemudian dilakukan analisa *Task Selection* sebagai penentuan tindakan perawatan yang dihasilkan. Pada tahap akhir akan dibentuk suatu penyusunan/perancangan keseluruhan dari kegiatan strategi perawatan untuk mesin *Vacuum Frying I*. Hasil perancangan strategi perawatan yang dibuat diharapkan dapat mengurangi nilai RPN serta meningkatkan nilai efektivitas mesin *Vcuum Frying I*.

### 3.3.5 Tahap Penutup

Kesimpulan dan saran merupakan bagian penutup dari serangkaian tahap penelitian. Dari hasil pengolahan dan analisa data dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran pada penelitian ini. Kesimpulan yang dibentuk sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya sedangkan saran berisi tentang rekomendasi yang diberikan pada perusahaan atau penelitian selanjutnya.

### 3.3.6 Diagram Alir Penelitian

Langkah – langkah penelitian yang dimulai dari pendahuluan, pengumpulan dan pengolahan data sampai penutup sesuai yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya akan digambarkan dengan diagram alir penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan berisi tentang analisa data serta pembahasan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sehingga dapat memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil perhitungan dan analisa dari data yang dihasilkan.

### 4.1 GAMBARAN UMUM OBJEK PENELITIAN

Gambaran umum perusahaan akan menjelaskan tentang sejarah perusahaan, struktur organisasi, proses produksi, penjelasan mesin serta sistem kerja mesin *Vacuum Frying*.

#### 4.1.1 Sejarah Perusahaan

CV Kajeye Food merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang makanan. Produk yang dihasilkan yaitu berbagai macam varian rasa kripik buah serta aneka macam camilan khas Malang. Perusahaan yang berlabel SoKressh ini berada dibawah naungan Bapak Kristiawan selaku pemilik serta pemimpin CV Kajeye Food. Awalnya ia bergabung di pabrik pengolahan kripik buah apel setahun setelah menamatkan studinya di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Dari sini ia belajar proses pengolahan dengan peralatan yang ada di pabrik. Dengan memanfaatkan teknologi ini, buah buahan yang melimpah dan terbuang saat panen raya dapat dimanfaatkan menjadi kripik sehingga tetap memiliki nilai jual tinggi.

Di tahun 2001, ia mulai merancang usaha pengolah kripik sendiri dengan mesin *Vacuum Frying* yang berkapasitas kecil. Kemudian sekitar tahun 2004 mulai terbentuk usaha kripik buah yang lebih besar dengan menggandeng sejumlah pengepul buah dan sayur di Malang, Batu, Semarang, Banyuwangi, Yogyakarta, Blitar, hingga Probolinggo. Setiap tahun, ia mencoba berinovasi dengan memanfaatkan berbagai macam buah dan sayuran lainnya yang dapat dijadikan sebagai kripik. Pada tahun 2007, ia mengembangkan usahanya dengan perancangan dan penambahan mesin *Vacuum Frying* sehingga berkapasitas 60 kg/hari. Saat ini CV Kajeye Food memiliki empat mesin dengan omset penghasilan mencapai 2.5 M per tahun. Produknya telah dipasarkan di toko – toko camilan dan pameran yang ada di kota-kota besar seperti Jakarta dan Surabaya. Kini dibawah merek SoKressh telah ada sekitar 16 jenis kripik

buah dan sayuran yang telah dipasarkan ke sejumlah daerah di Indonesia. Bahkan telah diekspor ke berbagai negara lain seperti: Singapura, Thailand dan Malaysia.

#### 4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Adapun Visi dan Misi CV Kajeye Food Malang adalah sebagai berikut:

##### 1. Visi

Menciptakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar perusahaan serta menciptakan berbagai kreasi dan inovasi produk kripik buah dan sayuran segar yang menggugah selera masyarakat.

##### 2. Misi

Berikut merupakan 2 misi yang dimiliki oleh CV Kajeye Food:

- a. Menjadi perusahaan yang terkemuka sebagai produsen kripik buah dan sayuran serta dan produsen bidang pangan lainnya, sehingga bisa melebarkan sayap menjadi perusahaan manufaktur dibidang teknologi modern, dengan memberikan nilai kepuasan terbaik bagi pelanggan melalui harga yang wajar, puna jual produk dan pelayanan berkualitas.
- b. Melakukan perluasan pasar luar negeri dan pembaharuan *packaging* yang *exclusive* serta kerjasama dengan ukm sebagai pemasok kripik sesuai kriteria perusahaan dan mengembangkan produk lain.

#### 4.1.3 Struktur Organisasi

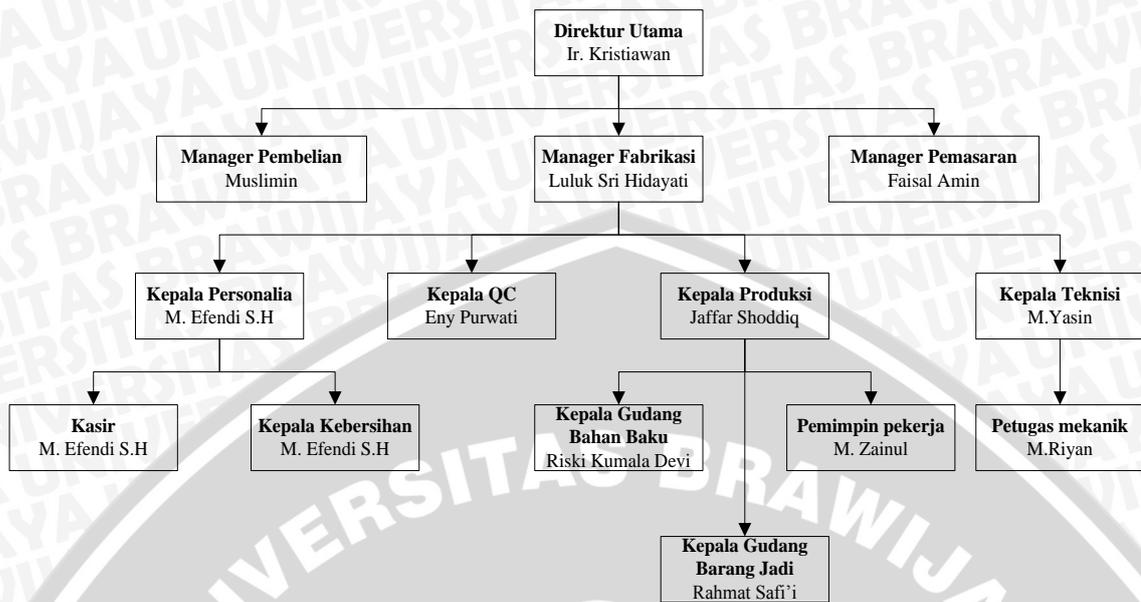
CV Kajeye Food Malang menggunakan struktur organisasi garis, dimana wewenang atau komunikasi resmi mengalir secara vertikal atau dari pemimpin ke bawahan demikian pula sebaliknya. Diagram struktur organisasi CV Kajeye Food Malang terdapat pada Gambar 4.1. Berikut merupakan penjabaran dari struktur organisasi sesuai dengan Gambar 4.1:

##### 1. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pemilik serta pemimpin dari CV Kajeye Food. Memiliki hak tertinggi sebagai kedudukan pemimpin serta bertanggung jawab kepada seluruh manager, kepala bagian dan seluruh pekerja serta bertanggung jawab terhadap garis kemajuan perusahaan dengan menentukan garis arah perusahaan jangka pendek - jangka panjang dan merencanakan seluruh aktivitas perusahaan.

##### 2. Manager Pembelian

Bertanggungjawab atas persediaan bahan baku di gudang serta melakukan pembelian bahan baku apabila persediaan di gudang hampir habis.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi CV Kajeye Food Malang

### 3. Manager Fabrikasi

Manager fabrikasi bertanggung jawab langsung kepada direktur dalam mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan proses, baik dibagian produksi maupun utilitas. Dalam menjalankan tugasnya manager fabrikasi dibantu oleh empat kepala bagian, yaitu kepala bagian personalia, QC, produksi serta kepala teknisi.

### 4. Manager Pemasaran

Manajer pemasaran bertanggung-jawab terhadap manajemen bagian pemasaran, perolehan hasil penjualan dan penggunaan dana promosi. Manajer pemasaran juga berperan sebagai koordinator manajer produk dan manajer penjualan. Selain itu juga membina bagian pemasaran dan membimbing seluruh karyawan dibagian pemasaran serta membuat laporan pemasaran kepada direksi.

### 5. Kepala Personalia

Kepala personalia memiliki wewenang dalam mengendalikan dan merencanakan rekrutmen, pelatihan, pembinaan kemampuan dan kesejahteraan sumber daya manusia serta bertanggungjawab atas masalah kebersihan dan inventaris perusahaan.

6. Kepala *Quality Control* (QC)

Kepala bidang pengendalian kualitas (*Quality Control*) bertugas untuk mengontrol berat dan kualitas produk agar tetap stabil dan sesuai dengan pengendalian pada produk makanan secara umum.

7. Kepala produksi (penggorengan)

Kepala bidang produksi bertanggungjawab dalam proses produksi khususnya dalam proses penggorengan serta melakukan pengawasan pada saat penggorengan. Dalam menjalankan tugasnya kepala produksi dibantu oleh 3 kepala bidang yaitu kepala gudang bahan baku, kepala gudang bahan jadi serta pemimpin pekerja.

8. Kepala Teknisi

Kepala teknisi bertanggung jawab untuk menertibkan teknik / cara pengolahan mesin pada operator produksi, mengontrol sarana dan prasarana kerja dibagian teknik serta mengontrol kesiapan mesin untuk pelaksanaan produksi sesuai jadwal.

9. Kasir

Kasir pada CV Kajeye Food bertugas untuk menjaga didepan agar melayani pelanggan yang membeli secara eceran pada toko atau tempat yang disediakan didekat pabrik.

10. Kepala Kebersihan

Kepala kebersihan bertanggung jawab untuk mengontrol petugas kebersihan agar selalu tertib dan rajin untuk menjaga kebersihan mengingat tempat pabrik merupakan produksi makanan yang harus dijaga agar tetap steril dan aman dikonsumsi.

11. Kepala Gudang Bahan Baku

Kepala gudang bahan baku bertanggung jawab untuk mempersiapkan sarana/prasarana kerja serta mengatur pelaksanaan pembelian dan mengawasi persediaan bahan baku agar tidak melewati batas namun juga tidak kekurangan.

12. Kepala Gudang Bahan Jadi

Kepala gudang bahan jadi bertanggung jawab untuk mempersiapkan sarana/prasarana kerja serta mengatur pelaksanaan pembelian dan mengawasi persediaan bahan jadi agar tidak melewati batas namun juga tidak kekurangan.

13. Pemimpin pekerja

Pemimpin pekerja atau mandor bertugas untuk mengawasi staf atau pegawai operator yang bekerja selama proses produksi agar dapat berjalan sesuai prosedur.

#### 14. Petugas Mekanik

Petugas Mekanik bertanggung jawab dalam memperbaiki mesin yang rusak atau mengalami gangguan selama proses produksi berlangsung.

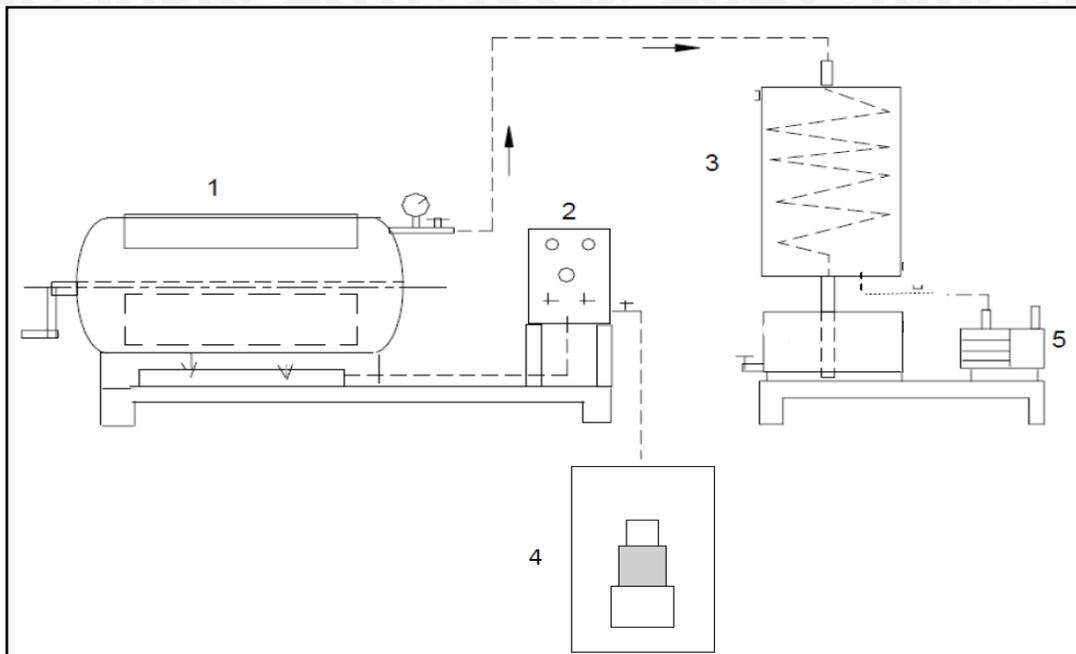
#### 4.1.4 Prinsip Kerja Mesin *Vacuum Frying*

Hukum Gay Lussac menyatakan bahwa pada volume konstan, tekanan berbanding lurus dengan suhu mutlak. Secara umum bisa dikatakan, bahwa semakin tinggi tekanan udara pada suatu ruang tertutup, maka semakin tinggi suhu pada ruang tersebut. Sebaliknya, semakin rendah tekanan udaranya, semakin rendah pula suhunya. Mesin *Vacuum Frying* menggunakan hukum ini sebagai prinsip kerjanya. Dengan menurunkan tekanan hingga kondisi vakum pada tabung penggorengan maka titik didih suhu juga akan turun. Dengan proses inilah kemudian bahan – bahan yang semestinya tidak bisa digoreng pada suhu tinggi, akhirnya bisa matang dengan baik tanpa kehilangan kandungan nutrisi.

Mesin *Vacuum Frying* adalah mesin produksi (pembuat kripik) untuk menggoreng berbagai macam buah dan sayuran dengan cara penggorengan hampa. Buah yang akan diolah menjadi kripik dapat diproses pada mesin *Vacuum Frying* pada suhu rendah. CV Kajeye Food menggunakan alat bantu pemanas berupa steam. Sedangkan untuk menghisap kadar air dalam buah menggunakan pompa khusus dengan tenaga listrik. Uap air yang dihasilkan dari penghisapan pompa akan mengalir melalui kondensor yang akan dikondensasikan menjadi air dan ditampung di bak penampungan kondensor. Gambar komponen komponen mesin *Vacuum Frying* terdapat pada lampiran 14, sedangkan diagram kerja mesin *Vacuum Frying* terdapat pada Gambar 4.2. Berikut merupakan keterangan komponen – komponen dasar penyusun mesin *Vacuum Frying* sesuai dengan Gambar 4.2:

##### 1. Tabung Penggorengan

Tempat atau tabung penggorengan dirancang untuk memenuhi 3 kondisi, yaitu bisa digunakan untuk menaruh minyak goreng dan bahan yang akan digoreng; tahan terhadap panas dan bisa menyalurkan panas dengan baik; dan yang ketiga tersusun rapat sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk berada pada kondisi vakum. Tempat penggorengan dilengkapi dengan tuas pengaduk untuk memutar bahan selama proses penggorengan.



Gambar 4.2 Gambar kerja mesin

## 2. Kontrol Suhu dan tekanan

Suhu yang dibutuhkan untuk memasak berbeda – beda antara satu bahan dengan bahan lain, tergantung jenis kadar air dari buah. Sehingga suhu dari pemanas ini juga bisa diatur sesuai keinginan. Misal, pada penggorengan kripik nangka membutuhkan suhu  $70^{\circ}\text{C}$  maka tekanan yang digunakan sebesar 21.19 kPa. Penyesuaian suhu dan tekanan dapat dilihat pada lampiran 12.

## 3. Kondensor

Berfungsi untuk mengembunkan uap air yang dikeluarkan selama penggorengan. Pada saat proses penggorengan berlangsung, air dan udara yang dihisap oleh pompa vakum akan melewati kondensor dan air yang terkondensasi akan ditampung di bak penampungan kondensor. Air pada kondensor juga berfungsi sebagai pendingin.

## 4. Steam

Alat pemanas yang digunakan berupa steam yang menggunakan kayu sebagai bahan bakarnya.

## 5. Pompa Vakum

Pompa Vakum berfungsi untuk menghisap udara dalam ruang tertutup pada tabung *Vacuum Frying* sehingga tekanan yang pada tabung penggorengan menjadi 76 cmhg atau kondisi hampa udara.

#### 4.1.5 Proses Produksi

Berikut merupakan penjelasan singkat alur proses produksi kripik buah pada CV Kajeye Food:

1. Persiapan

Proses ini terdiri dari pencucian, pengupasan dan pengirisan buah sebelum melalui proses pemasakan di mesin *Vacuum Frying*

2. Penggorengan

Tabung penggorengan yang telah berisi minyak goreng dipanaskan hingga mencapai suhu titik didih, kemudian buah yang telah siap dapat dimasukkan kedalam keranjang buah pada tabung penggorengan. Selanjutnya tabung ditutup rapat dan pompa vakum dinyalakan hingga tabung mencapai tekanan vakum, kemudian buah yang terdapat pada keranjang tabung dapat diturunkan dengan cara memutar tuas penggorengan. Proses pemasakan berlangsung selama 90 – 120 menit, tergantung jenis buah yang dimasak serta performansi mesin. Setelah matang, buih pada tabung penggorengan akan hilang (terlihat pada kaca pengintai dengan menekan tombol lampu ke posisi on) kemudian bahan dapat diangkat ke atas minyak dengan memutar tuas pengaduk 180°. Kripik buah yang telah diangkat lalu dimasukkan ke mesin spinner yang berfungsi untuk meniriskan dan menghilangkan sisa minyak yang masih banyak terkandung pada kripik buah.

3. Pengemasan

Kripik buah mudah menyerap air dari udara. Jadi kemasan harus betul – betul rapat dengan pori – pori yang baik. Jenis kemasan yang dipakai yaitu alumunium pouch dan plastic PE, karena kemasan ini dapat menyimpan selama 9 bulan dan dapat melindungi kripik buah dari efek sinar ultra violet matahari.

4. Penyimpanan/ pendistribusian

Setelah proses pengemasan maka kripik buah dapat disimpan atau langsung didistribusikan.

#### 4.2. PENGUMPULAN DATA

Data yang diperoleh dari CV Kajeye Food terdiri dari data *downtime* mesin, data waktu kerja mesin serta data jumlah produksi kripik buah pada mesin *Vacuum Frying I*.

Berikut merupakan data yang didapat pada periode bulan Januari sampai Desember 2014:

1. Data *Downtime* mesin *Vacuum Frying I*

Data *downtime* mesin produksi *Vacuum Frying I* pada bulan Januari sampai Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data *downtime* mesin Januari – Desember 2014

No	Periode	Lama kerusakan (jam)	Lama kerusakan (menit)
1	Januari	17.42	1045
2	Februari	13.33	800
3	Maret	19.25	1155
4	April	20.67	1240
5	Mei	14.25	855
6	Juni	22.00	1320
7	Juli	15.25	915
8	Agustus	21.75	1305
9	September	17.83	1070
10	Oktober	29.42	1765
11	November	20.25	1215
12	Desember	16.58	995
	Total	228	13680

2. Data waktu kerja mesin *Vacuum Frying I*

Data waktu kerja mesin produksi *Vacuum Frying I* pada bulan Januari sampai Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Data jam kerja mesin Januari – Desember 2014

No	Periode	Waktu kerja		Total waktu kerja (jam)	Total waktu kerja (menit)
		Hari	Jam		
1	Januari	24	7	168	10080
2	Februari	24	7	168	10080
3	Maret	25	7	175	10500
4	April	25	7	175	10500
5	Mei	23	7	161	9660
6	Juni	25	7	175	10500
7	Juli	23	7	161	9660
8	Agustus	24	7	168	10080
9	September	26	7	182	10920
10	Oktober	25	7	175	10500
11	November	25	7	175	10500
12	Desember	25	7	175	10500
	Total	294	84	2082	123480

### 3. Data jumlah produksi kripik buah pada mesin *Vacuum Frying I*

Dalam setiap produksi mesin *Vacuum Frying I* terdapat beberapa produk cacat yang tidak memenuhi standar kualitas. Kripik buah dikategorikan baik bila memiliki warna yang tidak gelap / tidak gosong serta renyah. Data jumlah produksi mesin *Vacuum Frying I* pada bulan Januari sampai Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data jumlah produksi mesin Januari – Desember 2014

No	Periode	Jumlah produk (kg)	Jumlah produk cacat (kg)
1	Januari	465	77
2	Februari	445	35
3	Maret	470	50
4	April	460	40
5	Mei	452	80
6	Juni	440	55
7	Juli	450	21
8	Agustus	453	58
9	September	480	55
10	Oktober	450	45
11	November	470	52
12	Desember	465	40
Total		5500	608

### 4. Data jenis kerusakan mesin *Vacuum Frying I*

Data jenis kerusakan pada mesin *Vacuum Frying I* diantaranya sebagai berikut:

1. Tabung penggorengan bocor
2. Kondensor berkerak
3. Kebocoran pipa
4. Seal tabung penggorengan rusak
5. Steam uap tersumbat
6. Seal tuas pemutar rusak
7. Bak kondensor kotor
8. Bearing pompa rusak
9. Impeller pompa rusak
10. *Mechanical seal* pompa rusak

Data waktu antar kerusakan dan lama penanganan pada beberapa jenis kerusakan yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* dapat dilihat pada lampiran 1.

### 4.3 PENGOLAHAN DATA

Tahap pengolahan data terdiri dari perhitungan OEE, FMEA, LTA serta pemilihan tindakan dengan *Task Selection*

#### 4.3.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Untuk mendapatkan nilai OEE pada mesin *Vacuum Frying I* maka sebelumnya terlebih dahulu dilakukan perhitungan *Availability rate*, *Performance rate*, dan *Rate Of Quality* sesuai dengan data periode Januari sampai Desember 2014 yang telah didapatkan pada tahap pengumpulan data. Berikut merupakan perhitungan *Availability rate*, *Performance rate*, dan *Rate Of Quality*:

##### 1. Perhitungan Waktu Ketersediaan (*Availability Rate*)

Pada perhitungan *Availability rate* membutuhkan waktu kerja dan waktu lama kerusakan (*downtime*) mesin. Berikut merupakan contoh perhitungan *Availability rate* pada bulan Januari 2014 mengacu pada persamaan (2-1):

$$\text{Availability Rate (AR)} = \frac{\text{waktu kerja} - \text{waktu downtime}}{\text{waktu kerja}} \times 100\%$$

$$\text{Availability Rate (AR)} = \frac{10080 - 1045}{10080} \times 100\% = 89.63\%$$

Hasil Perhitungan *Availability rate* bulan Januari sampai Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil perhitungan *Availability Rate* Januari – Desember 2014

No	Periode	Waktu kerja (menit)	Downtime mesin (menit)	AR (%)
1	Januari	10080	1045	89.63
2	Februari	10080	800	92.06
3	Maret	10500	1155	89.00
4	April	10500	1240	88.19
5	Mei	9660	855	91.15
6	Juni	10500	1320	87.43
7	Juli	9660	915	90.53
8	Agustus	10080	1305	87.05
9	September	10920	1070	90.20
10	Oktober	10500	1765	83.19
11	November	10500	1215	88.43
12	Desember	10500	995	90.52
Rata – rata				88.95

Dari Tabel 4.4 dapat diketahui *Availability rate* terendah terdapat pada bulan Oktober yaitu sebesar 83.19%, sedangkan *Availability rate* tertinggi terdapat pada bulan Februari yaitu 92.06% . Rata - rata nilai *Availability rate* pada periode Januari

sampai Desember sebesar 88.95% menunjukkan bahwa *Availability rate* pada mesin *Vacuum Frying I* masih berada dibawah standar JIPM yang idealnya bernilai 90%.

## 2. Perhitungan Efektifitas Produksi (*Performance Rate*)

Pada perhitungan *Performance rate* membutuhkan data waktu operasi, waktu ideal (*ideal cycle time*), dan jumlah produk. Untuk penentuan *ideal cycle time* dapat diketahui bahwa dalam sekali produksi (satu siklus), mesin *vacuum frying* dapat memproduksi 5 kg kripik buah dengan waktu 90 menit waktu ideal. Sehingga dapat disimpulkan waktu siklus ideal sebesar 90 menit/5 kg atau 18 menit/kg. Berikut merupakan contoh perhitungan efektifitas produksi bulan Januari 2014 mengacu pada persamaan (2-2):

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate (PR)} &= \frac{\text{ideal Cycle Time}}{\frac{\text{Waktu kerja} - \text{waktu downtime}}{\text{total produksi}}} \times 100\% \\ &= \frac{18}{\frac{10080 - 1045}{465}} \times 100\% = 92.64\% \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan *Performance Rate* bulan Januari sampai Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil perhitungan *Performance Rate* Januari – Desember 2014

No	Periode	Waktu ideal/kg (menit)	Waktu kerja (menit)	Waktu downtime (menit)	Waktu operasi (menit)	Jumlah produk (kg)	PR (%)
1	Januari	18	10080	1045	9035	465	92.64
2	Februari	18	10080	800	9280	445	86.31
3	Maret	18	10500	1155	9345	470	90.53
4	April	18	10500	1240	9260	460	89.42
5	Mei	18	9660	855	8805	452	92.40
6	Juni	18	10500	1320	9180	440	86.27
7	Juli	18	9660	915	8745	450	92.62
8	Agustus	18	10080	1305	8775	453	92.92
9	September	18	10920	1070	9850	480	87.72
10	Oktober	18	10500	1765	8735	450	92.73
11	November	18	10500	1215	9285	470	91.11
12	Desember	18	10500	995	9505	465	88.06
Rata – rata							90.23

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui *Performance rate* terendah terdapat pada bulan Juni yaitu sebesar 86.27%, sedangkan nilai *Performance rate* tertinggi terdapat pada bulan Oktober yaitu 92.73% . Rata - rata *Performance rate* pada periode Januari sampai Desember sebesar 90.23% menunjukkan bahwa *Performance rate* pada

mesin *Vacuum Frying I* masih berada dibawah standar JIPM yang idealnya bernilai 95%.

### 3. Perhitungan Tingkat Kualitas (*Rate of Quality*)

Pada perhitungan *Rate of Quality* membutuhkan data jumlah produksi dan data jumlah produk baik (*Good Product*). Berikut merupakan contoh perhitungan *Rate of Quality* pada bulan Januari 2014 mengacu pada persamaan (2-3):

$$\text{Rate of Quality (ROQ)} = \frac{\text{Total produk} - \text{produk cacat}}{\text{Total Produk}} \times 100\%$$

$$\text{Rate of Quality (ROQ)} = \frac{465 - 77}{465} \times 100\% = 83.44 \%$$

Hasil Perhitungan *Rate of Quality* bulan Januari sampai Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Tingkat Kualitas Januari – Desember 2014 (*Rate of Quality*)

No	Periode	Jumlah produk (kg)	Produk cacat (kg)	ROQ (%)
1	Januari	465	77	83.44
2	Februari	445	35	92.13
3	Maret	470	50	89.36
4	April	460	40	91.30
5	Mei	452	80	82.30
6	Juni	440	55	87.50
7	Juli	450	21	95.33
8	Agustus	453	58	87.20
9	September	480	55	88.54
10	Oktober	450	45	90.00
11	November	470	52	88.94
12	Desember	465	40	91.40
Rata-rata				88.95

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui *Rate of Quality* terendah terdapat pada bulan Mei yaitu sebesar 82.30%, sedangkan *Rate of Quality* tertinggi terdapat pada bulan Juli yaitu 95.33% . Rata - rata *Rate of Quality* pada periode Januari sampai Desember sebesar 88.95% menunjukkan bahwa *Rate of Quality* pada mesin *Vacuum Frying I* masih berada dibawah standar JIPM yang idealnya bernilai 99%.

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

Setelah didapatkan nilai dari tiga parameter OEE (*Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Rate Of Quality*) maka dapat dihitung nilai OEE pada tiap periode.

Berikut merupakan contoh perhitungan OEE pada bulan Januari 2014 mengacu pada persamaan (2-4):

$$\text{OEE} = 89.63\% \times 92.64\% \times 83.44\% = 69.29\%$$

Hasil Perhitungan OEE bulan Januari sampai Desember 2014 terdapat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan OEE Januari – Desember 2014

No	Periode	AR (%)	PR (%)	ROQ (%)	OEE (%)
1	Januari	89.63	92.64	83.44	69.29
2	Februari	92.07	86.31	92.13	73.21
3	Maret	89.00	90.53	89.36	72.00
4	April	88.19	89.42	91.30	72.00
5	Mei	91.15	92.40	82.30	69.32
6	Juni	87.43	86.27	87.50	66.00
7	Juli	90.53	92.62	95.33	79.94
8	Agustus	87.05	92.92	87.20	70.54
9	September	90.20	87.72	88.54	70.05
10	Oktober	83.19	92.73	90.00	69.43
11	November	88.43	91.11	88.94	71.66
12	Desember	90.53	88.06	91.40	72.86
Rata - rata		88.95	90.23	88.95	71.36

Dari Tabel 4.7 dapat diketahui nilai OEE terendah terdapat pada bulan Juni yaitu sebesar 66.00%, sedangkan nilai OEE tertinggi terdapat pada bulan Juli yaitu 79.94%. Rata - rata nilai OEE pada periode Januari sampai Desember sebesar 71.36%, yang artinya OEE tidak dapat diterima karena masih berada dibawah standar JIPM yang idealnya bernilai 85%.

#### 4.3.2 Failure Mode Effect Annalysis (FMEA)

Untuk dapat mengetahui dan mengidentifikasi jenis kerusakan yang mempengaruhi rendahnya nilai efektivitas serta kerusakan yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* maka dilakukan analisis FMEA. Pada metode FMEA akan dilakukan analisa mengenai penyebab terjadinya kegagalan dan efek yang ditimbulkan serta besarnya nilai RPN sebagai prioritas perbaikan jenis kegagalan dari yang tertinggi hingga terendah. Nilai RPN didapatkan dari hasil perkalian antara *Severity*, *Occurance* dan *Detection*. Setelah melakukan pengamatan pada mesin *Vacuum Frying I* di CV Kajeye Food Malang maka didapatkan *failure mode* dan *failure effect* yang terjadi sesuai dengan Tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Failure Mode Effect Analysis*

No	<i>Failure</i>	<i>Failure mode</i>	<i>Failure Effect</i>
1	Tabung penggorengan bocor	Korosi akibat uap panas berlebih pada tabung penggorengan	Mesin <i>Vacuum Frying</i> tidak dapat beroperasi
2	Filter kondensor tersumbat	Kondisi filter kondensor yang kotor karena sirkulasi air dan uap air yang tidak bersih	Proses penggorengan berlangsung lama serta kualitas kripik buah yang menurun
3	Kebocoran pipa	Korosi akibat uap panas berlebih pada pipa	Mesin <i>Vacuum Frying</i> tidak dapat beroperasi
4	Seal tabung penggorengan rusak	Akibat kontak, panas dan pengikisan karet/korosi	Proses operasi berlangsung lama serta suhu tidak stabil mengakibatkan rendahnya kualitas kripik buah.
5	Steam uap berkerak	Penumpukan kotoran yang dihasilkan oleh pembakaran kayu	Performansi steam tidak maksimal mengakibatkan rendahnya kualitas kripik buah.
6	Seal tuas pemutar rusak	Akibat kontak, panas dan pengikisan karet/korosi.	Proses operasi berlangsung lama serta suhu tidak stabil mengakibatkan rendahnya kualitas kripik buah.
7	Bak kondensor kotor	Banyaknya penumpukan kotoran dari sisa – sisa air buah yang ditampung pada bak kondensor.	Proses penggorengan berlangsung lama serta rendahnya kualitas kripik buah
8	Bearing pompa rusak	Kurang pelumasan serta telah melewati batas umur pemakaian	Mesin <i>Vacuum Frying</i> tidak dapat beroperasi
9	Impeller pompa rusak	Telah melewati batas umur pemakaian	Mesin <i>Vacuum Frying</i> tidak dapat beroperasi
10	<i>Mechanical seal</i> pompa rusak	Akibat kontak, panas dan pengikisan karet/korosi	Pompa vakum mengalami penurunan performansi karena daya hisap pompa tidak maksimal.

Berikut merupakan uraian penyebab dan efek dari masing – masing jenis kegagalan:

1. Tabung penggorengan bocor

Hal ini disebabkan oleh korosi akibat adanya uap panas yang terjadi pada permukaan tabung penggorengan selama proses penggorengan berlangsung. Mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi dikarenakan tabung penggorengan tidak dapat bersifat hampa.

2. Filter kondensor tersumbat

Hal ini disebabkan oleh adanya penumpukan sisa – sisa air dari buah yang melewati sirkulasi kondensor tersangkut pada filter kondensor, mengakibatkan proses penggorengan berlangsung lama serta rendahnya kualitas kripik buah akibat kerak kondensor yang kotor pada saat sirkulasi air sedang berlangsung.

3. Kebocoran pipa

Hal ini disebabkan oleh korosi akibat uap panas berlebih dan telah melewati batas umur pemakaian pipa. Mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi dikarenakan pipa – pipa penghubung antara tabung dan pompa yang melewati kondensor tidak dapat bersifat hampa.

4. Seal tabung penggorengan rusak

Hal ini dikarenakan adanya kontak/beban yang menghimpit antara tutup dan tabung penggorengan maka terjadi pengikisan karet yang berfungsi untuk membantu tabung penggorengan agar dapat tertutup rapat. Kerusakan ini mengakibatkan waktu yang dibutuhkan tabung untuk berada pada kondisi vakum akan berlangsung lama, sehingga waktu proses juga akan berlangsung lebih lama dari waktu ideal. Kerusakan ini juga mengakibatkan suhu yang ada pada tabung penggorengan kurang stabil, mengakibatkan rendahnya kualitas kripik buah.

5. Steam uap berkerak

Hal ini disebabkan oleh adanya penumpukan kotoran dari sirkulasi uap yang dihasilkan oleh pembakaran kayu dan mengakibatkan uap tidak dapat memanaskan tabung dengan maksimal. Kerusakan ini mengakibatkan suhu pada tabung penggorengan tidak stabil dan mengganggu proses penggorengan yang sedang berlangsung sehingga mengakibatkan rendahnya kualitas produk kripik buah.

6. Seal tuas pemutar rusak

Hal ini dikarenakan adanya kontak/gesekan yang sering terjadi antara tabung penggorengan dan tuas pengaduk selama proses penggorengan, maka terjadi pengikisan karet yang berfungsi untuk membantu tabung penggorengan agar tetap dapat tertutup rapat. Kerusakan ini mengakibatkan waktu yang dibutuhkan tabung untuk berada pada kondisi vakum akan berlangsung lama, sehingga waktu proses juga akan berlangsung lebih lama dari waktu ideal. Kerusakan ini juga mengakibatkan suhu yang ada pada tabung penggorengan kurang stabil, mengakibatkan rendahnya kualitas kripik buah.

7. Bak kondensor kotor

Hal ini disebabkan oleh adanya penumpukan sisa – sisa air dari buah yang ditampung pada bak kondensor, mengakibatkan semakin bertambahnya kerak pada filter kondensor sehingga proses penggorengan berlangsung lama serta rendahnya kualitas kripik buah akibat bak kondensor yang kotor pada saat sirkulasi air pemasakan kripik buah sedang berlangsung. Selama ini penanganan / pembersihan

dilakukan disaat jam kerja produksi dilaksanakan sehingga mengurangi waktu yang seharusnya dapat digunakan untuk melakukan proses penggorengan mengingat penanganan harus dilakukan dengan kondisi mesin yang tidak beroperasi.

8. Bearing pompa rusak

Hal ini disebabkan oleh kurangnya pelumas serta telah melewati batas umur pemakaian ( $\pm 1$  tahun) sehingga mengakibatkan pompa vakum tidak berfungsi yang mengakibatkan mesin *Vacuum Frying* tidak dapat beroperasi

9. Impeller pompa rusak

Kerusakan pada bagian impeller pompa disebabkan telah melewati batas umur pemakaian ( $\pm 1$  tahun) yang menyebabkan pompa vakum tidak berfungsi dan mengakibatkan mesin *Vacuum Frying* tidak dapat beroperasi

10. *Mechanical seal* pompa rusak

Hal ini disebabkan oleh kontak, panas dan pengikisan karet/korosi yang mengakibatkan pompa vakum mengalami penurunan performansi karena daya hisap pompa tidak maksimal.

Dari hasil analisa jenis – jenis kegagalan yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* dapat diketahui terdapat 10 jenis *failure* yang mengakibatkan mesin mengalami masalah. Selanjutnya akan dilakukan analisa dengan menghitung nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection* pada masing – masing jenis *failure* sehingga didapatkan nilai RPN sebagai prioritas perbaikan. Berikut merupakan perhitungan *Severity*, *Occurance* dan *Detection*:

**1. Perhitungan Nilai Severity**

*Severity* menunjukkan seberapa besar dampak/intensitas *failure* mempengaruhi output dan proses produksi. Nilai *Severity* didapatkan melalui diskusi dengan pihak perusahaan. Berikut merupakan kriteria evaluasi dan sistem peringkat rangking 1 sampai 10 untuk *Severity* oleh Cayman (2002) dan telah disesuaikan dengan kondisi mesin *Vacuum Frying I* di CV Kajeye Food Malang yang ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity*

Rank	Akibat	Akibat pada mesin
1	Tidak Ada Akibat	Tidak mengakibatkan apa – apa, penyesuaian yang diperlukan
		Tidak mengakibatkan <i>downtime</i> mesin

Tabel 4.9 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity* (lanjutan)

Rank	Akibat	Akibat pada mesin
2	Sangat Ringan	Mesin tetap beroperasi dan aman , hanya terjadi sedikit gangguan peralatan, namun performansi mesin tidak terganggu
		Membutuhkan waktu penanganan < 50 menit
3	Ringan	Mesin tetap beroperasi dan aman hanya terjadi sedikit gangguan peralatan. Performansi mesin sedikit terganggu
		Membutuhkan waktu penanganan 50 - 89 menit
4	Sangat Rendah	Mesin tetap beroperasi dan aman hanya terjadi sedikit gangguan peralatan. Performansi mesin terganggu dan sedikit mempengaruhi kualitas produk
		Membutuhkan waktu penanganan 90 – 170 menit
5	Rendah	Mesin tetap beroperasi namun terjadi gangguan peralatan. Performansi mesin terganggu dan mempengaruhi kualitas produk namun tidak sampai menimbulkan kerugian
		Membutuhkan waktu penanganan 170 – 239 menit
6	Sedang	Mesin tetap beroperasi namun terjadi gangguan peralatan. Performansi mesin terganggu dan banyak mempengaruhi kualitas produk serta sedikit menimbulkan kerugian
		Membutuhkan waktu penanganan 240 – 249 menit
7	Tinggi	Mesin tetap beroperasi namun terjadi gangguan peralatan yang serius. Performansi mesin sangat terganggu dan banyak mempengaruhi kualitas produk serta menimbulkan kerugian yang signifikan
		Membutuhkan waktu penanganan 250 – 269 menit
8	Sangat Tinggi	Mesin tidak dapat beroperasi karena terjadi gangguan peralatan yang serius.
		Membutuhkan waktu penanganan 270 – 280 menit
9	Berbahaya	Mesin tidak dapat beroperasi karena terjadi gangguan peralatan yang serius dan penanganan cukup sulit.
		Membutuhkan waktu penanganan > 280 menit
10	Sangat Berbahaya	Mesin tidak layak dioperasikan karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba – tiba, bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja.
		Memerlukan penggantian desain

Dari indikator yang telah ditentukan pada Tabel 4.9 maka dapat dilakukan pemberian nilai *Severity* untuk masing – masing jenis kegagalan (*failure*). Tabel 4.10 merupakan nilai *Severity* dari masing masing jenis kegagalan.

Tabel 4.10 Nilai *Severity* masing – masing kegagalan

No	<i>Failure</i>	<i>Failure Effect</i>	(S)
1	Tabung penggorengan bocor	Mesin tidak dapat beroperasi	9
		Membutuhkan waktu penanganan ± 367 menit	
2	Filter kondensor tersumbat	Proses penggorengan berlangsung lama dan menghasilkan kualitas kripik buah yang rendah serta mengakibatkan kerugian yang signifikan.	7
		Membutuhkan waktu penanganan ± 267 menit	
3	Kebocoran pipa	Mesin tidak dapat beroperasi.	9
		Membutuhkan waktu penanganan ± 282 menit	

Tabel 4.10 Nilai *Severity* masing – masing kegagalan (*lanjutan*)

No	Failure	Failure Effect	(S)
4	Seal tabung penggorengan rusak	Tabung vakum membutuhkan waktu lama untuk berada pada kondisi vakum serta mempengaruhi kualitas produk namun tidak mengakibatkan kerugian.	5
		Membutuhkan waktu penanganan $\pm 181$ menit	
5	Steam uap berkerak	Suhu pada tabung penggorengan tidak stabil dan mengganggu proses penggorengan yang sedang berlangsung serta menurunnya kualitas kripik buah dan mengakibatkan kerugian.	6
		Membutuhkan waktu penanganan $\pm 245$ menit	
6	Seal tuas pemutar rusak	Tabung vakum membutuhkan waktu lama untuk berada pada kondisi vakum serta mempengaruhi kualitas produk namun tidak mengakibatkan kerugian..	5
		Membutuhkan waktu penanganan $\pm 239$ menit	
7	Bak kondensor kotor	Kualitas kripik buah menurun	4
		Membutuhkan waktu penanganan $\pm 103$ menit	
8	Bearing pompa rusak	Pompa vakum tidak dapat beroperasi.	8
		Membutuhkan waktu penanganan $\pm 275$ menit	
9	Impeller pompa rusak	Pompa vakum tidak dapat beroperasi.	8
		Membutuhkan waktu penanganan $\pm 275$ menit	
10	<i>Mechanical seal</i> pompa rusak	Pompa vakum mengalami penurunan performansi karena daya hisap pompa tidak maksimal.	5
		Membutuhkan waktu penanganan $\pm 238$ menit	

Dari Tabel 4.10 di atas dapat diketahui bahwa nilai *Severity* tertinggi dari jenis kegagalan (*failure*) yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* yaitu Tabung penggorengan bocor ( no.1) dan kebocoran pipa (no.3) dengan *Severity* masing – masing yang bernilai 9.

## 2. Perhitungan Nilai *Occurance*

*Occurance* menunjukkan seberapa sering jenis kegagalan tersebut terjadi. Nilai *Occurance* didapatkan melalui diskusi dengan pihak perusahaan terhadap frekuensi kegagalan yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I*. Berikut adalah kriteria evaluasi dan sistem peringkat untuk *Occurance* oleh Cayman (2002) dan telah disesuaikan dengan kondisi mesin *Vacuum Frying I* di CV.Kajeye Food Malang yang ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Occurance*

Rank	Kejadian	Kriteria verbal	Frekuensi Kejadian
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	1 kali per tahun
2	Sangat sedikit sekali	Kerusakan jarang terjadi	2-3 kali per tahun
3	Sangat sedikit	Kerusakan yg terjadi sangat sedikit	4-5 kali per tahun
4	Sedikit	Kerusakan yg terjadi sedikit	6-10 kali per tahun

Tabel 4.11 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Occurance*(lanjutan)

Rank	Kejadian	Kriteria verbal	Frekuensi Kejadian
5	Rendah	Kerusakan yg terjadi pada tingkat rendah	11-15 kali per tahun
6	Medium	Kerusakan yg terjadi pada tingkat medium	16-20 kali per tahun
7	Agak tinggi	Kerusakan yg terjadi agak tinggi	21-30 kali per tahun
8	Tinggi	Kerusakan yg terjadi tinggi	31-40 kali per tahun
9	Sangat tinggi	Kerusakan yg terjadi sangat tinggi	41-50 kali per tahun
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	> 50 kali per tahun

Dari indikator yang telah ditentukan pada Tabel 4.11 maka dapat dilakukan pemberian nilai *Occurance* untuk masing – masing jenis kegagalan (*failure*). Tabel 4.12 merupakan nilai *Occurance* dari masing masing jenis kegagalan.

Tabel 4.12 Nilai *Occurance* masing – masing kegagalan

No	<i>Failure</i>	<i>Frequency</i>	(O)
1	Tabung penggorengan bocor	5 kali per tahun	3
2	Filter Kondensor tersumbat	11 kali per tahun	5
3	Kebocoran pipa	5 kali per tahun	3
4	Seal tabung penggorengan rusak	5 kali per tahun	3
5	Steam uap berkerak	1 kali per tahun	1
6	Seal tuas pemutar rusak	5 kali per tahun	3
7	Bak kondensor kotor	20 kali per tahun	6
8	Bearing pompa rusak	1 kali per tahun	1
9	Impeller pompa rusak	1 kali per tahun	1
10	<i>Mechanical seal</i> pompa rusak	10 kali per tahun	4

Dari Tabel 4.12 di atas dapat diketahui bahwa nilai *Occurance* tertinggi dari jenis kegagalan (*failure*) yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* yaitu Bak kondensor kotor (no.7) dengan *Occurance* yang bernilai 6.

### 3. Perhitungan Nilai *Detection*

*Detection* merupakan skala pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan/mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Nilai *Detection* didapatkan melalui diskusi dengan pihak perusahaan terhadap frekuensi kegagalan yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I*. Berikut adalah kriteria evaluasi dan sistem peringkat untuk *Detection* oleh Cayman (2002) dan telah disesuaikan dengan kondisi mesin *Vacuum Frying I* di CV Kajeye Food Malang yang ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Detection*

Rank	Akibat	Keterangan deteksi kerusakan
1	Hampir pasti	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure mode</i> dan dapat diketahui sebelum aktifitas dilakukan Operator hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan

Tabel 4.13 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Detection* (lanjutan)

Rank	Akibat	Keterangan deteksi kerusakan
2	Sangat tinggi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure mode</i> dan dapat diketahui sebelum aktifitas dilakukan,
		Operator memiliki kemampuan sangat tinggi untuk mendeteksi kegagalan
3	Tinggi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure mode</i> dan dapat diketahui sebelum aktifitas dilakukan,
		Operator memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi kegagalan
4	cukup tinggi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i> dan dapat diketahui saat aktifitas dilakukan,
		Operator memiliki kemampuan cukup tinggi untuk mendeteksi kegagalan
5	cukup	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i> dan dapat diketahui saat aktifitas dilakukan,
		Operator memiliki kemampuan cukup untuk mendeteksi kegagalan
6	Rendah	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i> dan dapat diketahui saat aktifitas dilakukan,
		Operator memiliki kemampuan rendah untuk mendeteksi kegagalan
7	Sangat rendah	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i> dan dapat diketahui setelah aktifitas dilakukan,
		Operator memiliki kemampuan sangat rendah untuk mendeteksi kegagalan
8	sedikit kemungkinan	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i> dan dapat diketahui setelah aktifitas dilakukan,
		Sedikit kemungkinan operator dapat mendeteksi kegagalan
9	sangat sedikit kemungkinan	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i> dan dapat diketahui setelah aktifitas dilakukan,
		Sangat sedikit kemungkinan operator dapat mendeteksi kegagalan
10	Tidak pasti/ tidak terdeteksi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i> dan dapat diketahui setelah aktifitas dilakukan,
		Kegagalan tidak terdeteksi sama sekali

Dari indikator yang telah ditentukan pada Tabel 4.13 maka dapat dilakukan pemberian nilai *Detection* untuk masing – masing jenis kegagalan (*failure*). Tabel 4.14 merupakan nilai *Detection* dari masing masing jenis kegagalan.

Tabel 4.14 Nilai *Detection* masing – masing kegagalan

No	<i>Failure</i>	<i>Detection</i>	(D)
1	Tabung penggorengan bocor	Deteksi dari <i>failure</i> yaitu saat mesin tidak berfungsi dikarenakan tabung penggorengan tidak dapat mencapai kondisi vakum.	6
		Operator memiliki kemampuan rendah untuk mendeteksi kegagalan	
2	Filter kondensor tersumbat	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu ketika terdapat banyak penumpukan sisa air dan buah pada filter kondensor.	3
		Operator memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi kegagalan	
3	Kebocoran pipa	Deteksi dari <i>failure</i> yaitu saat mesin tidak berfungsi dikarenakan tabung penggorengan tidak dapat mencapai kondisi vakum. Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan rendah	6
		Operator memiliki kemampuan rendah mendeteksi kegagalan	

Tabel 4.14 Nilai *Detection* masing – masing kegagalan (*lanjutan*)

No	Failure	Detection	(D)
4	Seal tabung penggorengan rusak	Deteksi dari <i>failure</i> yaitu saat mesin membutuhkan waktu lama untuk mencapai kondisi vakum.	5
		Operator memiliki kemampuan cukup untuk mendeteksi kegagalan	
5	Steam uap berkerak	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu ketika terdapat penumpukan kotoran pada steam akibat pembakaran kayu.	3
		Operator memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi kegagalan	
6	Seal tuas pemutar rusak	Deteksi dari <i>failure</i> yaitu saat mesin membutuhkan waktu lama untuk mencapai kondisi vakum.	5
		Operator memiliki kemampuan cukup untuk mendeteksi kegagalan	
7	Bak kondensor kotor	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu ketika terdapat penumpukan kotoran pada air yang ditampung pada bak kondensor.	3
		Operator memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi kegagalan	
8	Bearing pompa rusak	Deteksi dari <i>failure</i> yaitu saat pompa vakum tidak berfungsi.	5
		Operator memiliki kemampuan cukup untuk mendeteksi kegagalan	
9	Impeller pompa rusak	Deteksi dari <i>failure</i> yaitu saat pompa vakum tidak berfungsi, dapat diketahui saat aktifitas dilakukan.	5
		Operator memiliki kemampuan cukup untuk mendeteksi kegagalan	
10	<i>Mechanical seal</i> pompa rusak	Deteksi dari <i>failure</i> yaitu saat mesin membutuhkan waktu lama untuk mencapai kondisi vakum.	5
		Operator memiliki kemampuan cukup untuk mendeteksi kegagalan	

Dari Tabel 4.14 di atas dapat diketahui bahwa nilai *Occurance* tertinggi dari jenis kegagalan (*failure*) yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* yaitu Tabung penggorengan bocor (no.1) dan Kebocoran pipa (no.3) dengan *Detection* masing – masing yang bernilai 6.

#### 4. Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah mendapatkan nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* untuk masing – masing jenis kegagalan maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan RPN sebagai prioritas untuk perbaikan yang akan dilakukan. Nilai RPN didapatkan dari perkalian antara *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*. Hasil perhitungan RPN untuk masing – masing jenis kegagalan pada mesin *Vacuum Frying I* dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 Nilai RPN masing – masing kegagalan

No	Failure	Failure mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
1	Tabung penggorengan bocor	Korosi akibat uap panas berlebih pada permukaan tabung penggorengan	Mesin <i>Vacuum Frying</i> tidak dapat beroperasi	9	3	6	162
2	Filter Kondensor tersumbat	Kondisi filter kondensor yang kotor karena sirkulasi air dan uap air yang tidak bersih	Proses penggorengan berlangsung lama serta kualitas kripik buah yang menurun	7	5	3	105
3	Kebocoran pipa	Korosi akibat uap panas berlebih pada permukaan pipa dan melewati batas umur pakai	Mesin <i>Vacuum Frying</i> tidak dapat beroperasi	9	3	6	162
4	Seal tabung penggorengan rusak	Akibat kontak, panas dan pengikisan karet/korosi	Proses penggorengan berlangsung lama serta suhu tidak stabil mengakibatkan menurunnya kualitas kripik buah.	5	3	5	75
5	Steam uap berkerak	Penumpukan kotoran yang dihasilkan oleh pembakaran kayu	Performansi steam tidak maksimal mengakibatkan menurunnya kualitas kripik buah.	6	1	3	18
6	Seal tuas pemutar rusak	Akibat kontak, panas dan pengikisan karet/korosi.	Proses penggorengan berlangsung lama serta suhu tidak stabil mengakibatkan menurunnya kualitas kripik buah.	5	3	5	75
7	Bak kondensor kotor	Adanya penumpukan sisa – sisa air dari buah yang ditampung pada bak kondensor.	Proses penggorengan berlangsung lama serta kualitas kripik buah yang tidak bersih.	4	6	3	72
8	Bearing pompa rusak	Kurang pelumasan serta telah melewati batas umur pemakaian	Mesin <i>Vacuum Frying</i> tidak dapat beroperasi	8	1	5	40
9	Impeller pompa rusak	Telah melewati batas umur pemakaian	Mesin <i>Vacuum Frying</i> tidak dapat beroperasi	8	1	5	40
10	<i>Mechanical seal</i> pompa rusak	Akibat kontak, panas dan pengikisan karet/korosi	Pompa vakum mengalami penurunan performansi karena daya hisap pompa tidak maksimal.	5	4	5	100

Dari Tabel 4.15 dapat diketahui bahwa nilai RPN tertinggi dari jenis kegagalan (*failure*) yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* yaitu Tabung penggorengan bocor

(no.1) dan Kebocoran pipa (no.3) dengan RPN masing - masing yang bernilai 162. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan didapatkan 7 jenis *failure* yang dikategorikan sebagai bentuk kegagalan kritis sebagai prioritas perbaikan dengan nilai RPN diatas 50. Hal ini dikarenakan *failure* tersebut memiliki resiko tinggi, menyebabkan kerugian akibat tidak maksimalnya hasil produk serta frekuensi kegagalan tersebut sering terjadi.

Terdapat 7 jenis kegagalan (*failure*) yang memiliki nilai RPN diatas 50. Ketujuh jenis *failure* tersebut yaitu Tabung penggorengan bocor dengan nilai RPN 162, Filter kondensor tersumbat dengan nilai RPN 105, Kebocoran pipa dengan nilai RPN 162, Seal tabung penggorengan rusak dengan nilai RPN 75, Seal tuas pemutar rusak dengan nilai RPN 75, Bak kondensor kotor dengan nilai RPN 72 serta *Mechanical seal* pompa rusak dengan nilai RPN 100. Maka selanjutnya ke tujuh jenis kegagalan tersebut akan dianalisis lebih lanjut menggunakan *Logic Tree Analysis* (LTA) dan *Task Selection* untuk mendapatkan prioritas tindakan perawatan.

#### 4.3.3. Logic Tree Analysis (LTA)

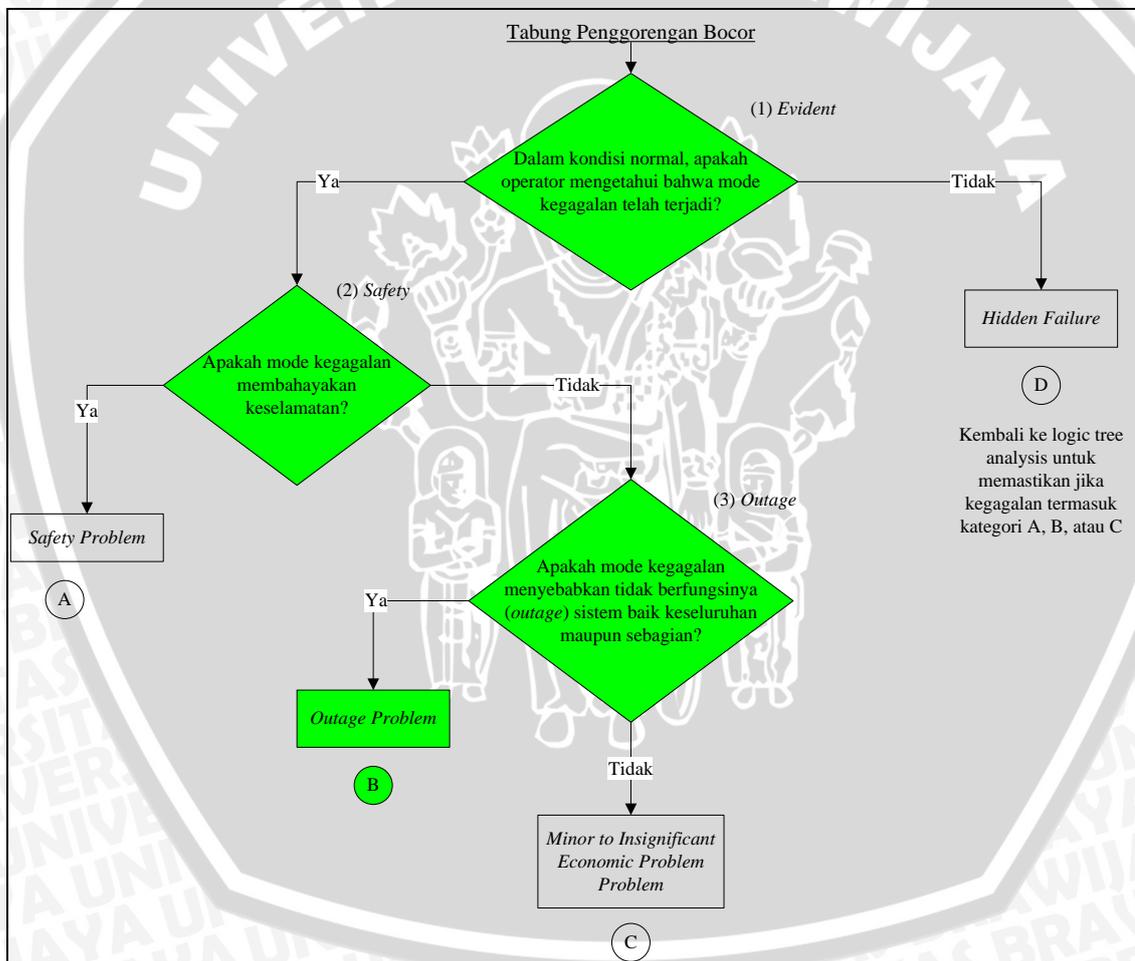
*Logic Tree Analysis* berfungsi untuk memudahkan proses penentuan tindakan kebijakan perawatan pada tahap *Task Selection*. Hal ini dikarenakan pada tahap LTA akan diketahui kategori dari masing – masing jenis kerusakan. Contoh analisis LTA pada jenis kerusakan Tabung penggorengan bocor terdapat pada Gambar 4.3. Sedangkan hasil analisis LTA yang berisi informasi dari jenis kerusakan, analisis kekritisitas serta kategori jenis kerusakan untuk semua jenis kerusakan terdapat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 *Logic Tree Analysis*

No	Jenis kerusakan	Analisis Kekritisitas			Kategori
		<i>Evident</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	
1	Tabung penggorengan bocor	Ya	Tidak	Ya	B
2	Filter kondensor tersumbat	Tidak	Tidak	Ya	D/B
3	Kebocoran pipa	Ya	Tidak	Ya	B
4	Seal tabung penggorengan rusak	Ya	Tidak	Ya	B
5	Seal tuas pemutar rusak	Ya	Tidak	Ya	B
6	Bak kondensor kotor	Ya	Tidak	Ya	B
7	<i>Mechanical seal</i> pompa rusak	Tidak	Tidak	Ya	D/B

Berdasarkan Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa terdapat 5 jenis kegagalan masuk kategori B dan 2 jenis kegagalan masuk kategori D/B. Kelima jenis kegagalan yang masuk dalam kategori B yaitu Tabung penggorengan bocor, kebocoran pipa, seal tabung

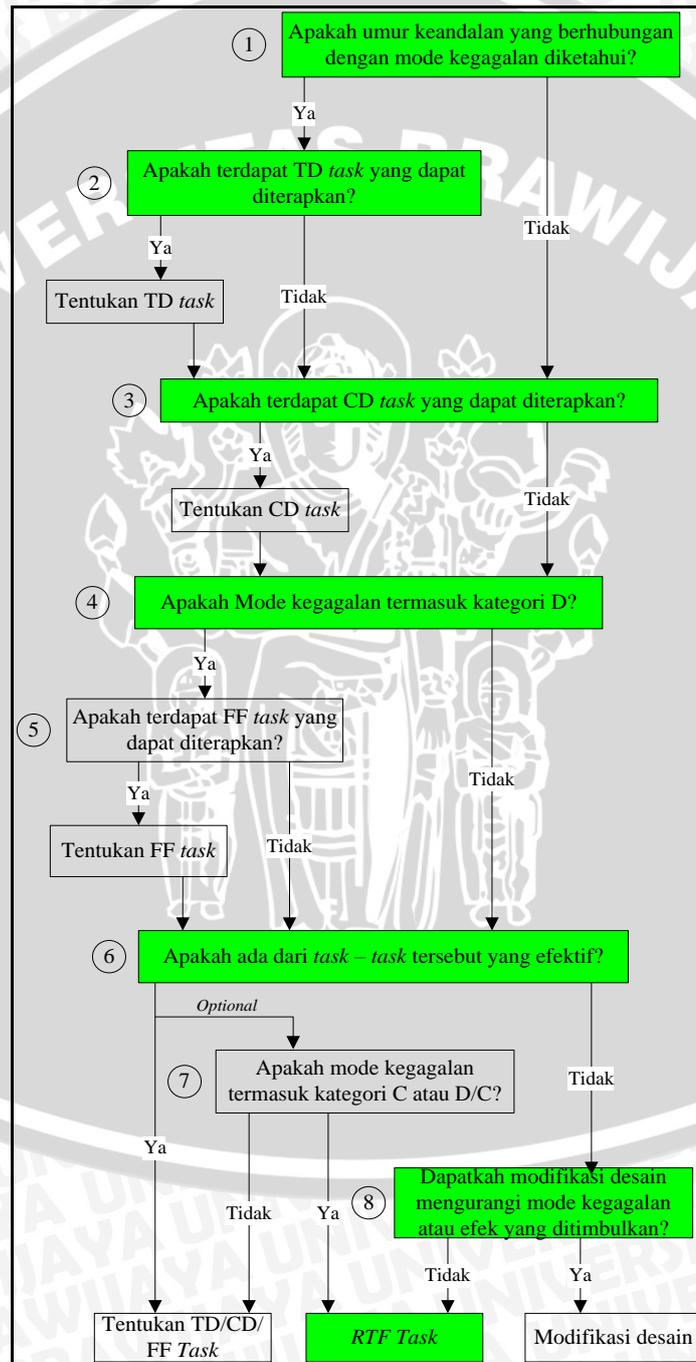
penggorengan rusak, seal tuas pemutar rusak, dan bak kondensator kotor. Kelima jenis kegagalan tersebut masuk pada kategori B dikarenakan memiliki konsekuensi *failure* yang menyebabkan tidak berfungsinya sistem baik seluruh maupun sebagian mesin. Sedangkan 2 jenis kegagalan yang masuk dalam kategori D/B yaitu filter kondensator tersumbat dan *Mechanical seal* pompa rusak. Kedua jenis kegagalan tersebut masuk pada kategori D/B dikarenakan bersifat *hidden failure* / jenis kegagalan tersembunyi (operator tidak mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi kegagalan pada sistem) serta memiliki konsekuensi *failure* yang menyebabkan tidak berfungsinya sistem baik seluruh maupun sebagian mesin.



Gambar 4.3 Flowchart pemilihan kategori LTA jenis kerusakan kebocoran tabung

#### 4.3.4. Task Selection

Pemilihan tindakan atau *task selection* berfungsi untuk menentukan jenis tindakan perawatan yang sesuai dengan jenis kerusakan. Tindakan perawatan tersebut dibagi menjadi 4 jenis yaitu, *Time Directed (TD)*, *Condition Directed (CD)*, *Failure Finding (FF)*, *Run To Failure (RTF)*. Gambar 4.4 merupakan contoh penentuan *Task Selection* pada jenis kerusakan Tabung penggorengan bocor.



Gambar 4.4 Flowchart pemilihan tindakan perawatan jenis kerusakan Tabung penggorengan bocor

Tabel *task selection* berisi informasi yang terdiri dari jenis kerusakan, *selection guide answer*, kandidat tindakan, dan jenis tindakan perawatan terpilih. Hasil *Task selection* berupa pemilihan jenis tindakan untuk tiap *failure* dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 *Task Selection*

No	Failure	Selection Guide								Candidate Task	Task
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Tabung penggorengan bocor	Y	T	T	T	-	T	-	T	RTF task -Pemeriksaan dan penanganan ketika terdengar suara asing pada tabung pada saat proses penggorengan. Tindakan perawatan berupa pengelasan pada titik permukaan tabung yang mengalami kebocoran	RTF task
2	Filter kondensor tersumbat	Y	Y	T	Y	Y	Y	T	-	TD task –Pembersihan filter tiap periode tertentu berdasarkan jadwal yang telah ditentukan FF task–Pemeriksaan dengan cara membuka kondensor tiap periode tertentu untuk memantau kondisi filter. Tindakan pembersihan akan dilaksanakan jika terjadi penyumbatan	TD task
3	Kebocoran pipa	Y	T	T	T	-	T	-	T	RTF task –Pemeriksaan dan penanganan ketika terdengar suara asing pada pipa saat proses penggorengan. Tindakan perawatan berupa pengelasan pada titik permukaan pipa yang mengalami kebocoran	RTF task
4	Seal tabung penggorengan rusak	Y	Y	Y	T	-	Y	T	-	TD task – Penggantian seal tiap periode tertentu berdasarkan jadwal yang telah ditentukan CD task –Pemeriksaan seal sebelum menjalankan mesin, jika kondisi telah rusak / tidak layak pakai segera dilakukan penggantian seal	TD task

Tabel 4.17 *Task Selection (lanjutan)*

No	Failure	Selection Guide								Candidate Task	Task
		1	2	3	4	5	6	7	8		
5	Seal tuas pemutar rusak	Y	Y	Y	T	-	Y	T	-	TD task – Penggantian seal tiap periode tertentu berdasarkan jadwal yang telah ditentukan CD task –Pemeriksaan seal sebelum menjalankan mesin, jika kondisi telah rusak / tidak layak pakai segera dilakukan penggantian seal.	TD task
6	Bak kondensor kotor	Y	Y	Y	T	-	Y	T	-	TD task –Pembersihan bak kondensor tiap periode tertentu berdasarkan jadwal yang telah ditentukan. CD task –Pemeriksaan bak kondensor sebelum menjalankan mesin, jika kondisi telah kotor / tidak layak pakai segera dilakukan pembersihan	TD task
7	Mechanical seal pompa rusak	Y	Y	T	Y	Y	Y	T	-	TD task – Penggantian Mechanical seal pompa tiap periode tertentu berdasarkan jadwal yang telah ditentukan. FF task–Pemeriksaan seal pompa pada periode tertentu. Penggantian baru akan dilakukan jika terjadi kerusakan seal	TD task

#### 4.3.5 Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR)

Perhitungan MTTF dan MTTR hanya dilakukan pada jenis kerusakan (*failure*) yang memiliki tindakan perawatan berupa TD (*Time Directed*) task atau FF (*Failure Finding*) task. Hal ini dikarenakan jenis perawatan tersebut membutuhkan waktu penanganan secara periodik (Smith, 1993). Sehingga dengan perhitungan MTTF dan MTTR dapat diketahui periode waktu penanganan untuk tindakan perawatan TD task atau FF task.

Berdasarkan Tabel 4.17 jenis kerusakan yang memiliki tindakan perawatan TD *task* atau FF *task* adalah sebagai berikut:

1. Filter kondensor tersumbat

Kondensor berkerak memiliki tindakan perawatan berupa TD *task*. Tabel 4.18 merupakan data waktu antar kerusakan (TTF) dan lama penanganan (TTR) untuk jenis kerusakan kondensor berkerak yang diambil pada periode bulan Januari sampai Desember 2014.

Tabel 4.18 Data kerusakan kondensor tersumbat

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
23 Januari	-	180
28 Februari	36	375
20 Maret	20	320
25 April	36	165
30 Mei	34	330
28 Juni	29	175
21 Juli	23	315
30 Agustus	40	185
29 September	30	360
30 Oktober	31	195
3 Desember	35	330

Data waktu antar kerusakan (TTF) filter kondensor tersumbat berdistribusi *Weibull*, penentuan jenis distribusi dan parameter menggunakan *software* Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 2. Sehingga Perhitungan MTTF untuk jenis kondensor berkerak sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-8):

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= 33.75 \Gamma\left(1 + \frac{1}{6.68}\right) \rightarrow \theta = \text{scale parameter}, \beta = \text{shape parameter} \\
 &= 33.75 \Gamma(1 + 0.15) \\
 &= 33.75 \Gamma(1.15) \rightarrow \text{diperoleh dari tabel gamma pada lampiran 13} \\
 &= 33.75 (0.93) \\
 &= 31.38 \text{ hari} \approx 31 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Data waktu penanganan (TTR) filter kondensor tersumbat berdistribusi *Normal*, penentuan jenis distribusi dan parameter menggunakan *software* Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 3. Sehingga Perhitungan MTTR untuk jenis kondensor berkerak sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-6):

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= 266.36 \rightarrow \mu = \text{mean parameter} \\
 &= 266.36 \text{ menit} \\
 &= 4.43 \text{ jam} \approx 4 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

## 2. Seal tabung penggorengan rusak

Seal tabung penggorengan memiliki tindakan perawatan berupa TD *task*. Tabel 4.19 merupakan data waktu antar kerusakan dan lama penanganan untuk jenis kerusakan seal tabung penggorengan rusak yang diambil pada periode bulan Januari sampai Desember 2014.

Tabel 4.19 Data seal tabung penggorengan rusak

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
5 Februari	-	165
21 April	75	195
1 Juli	72	170
20 September	80	190
29 November	70	185

Data waktu antar kerusakan (TTF) seal tabung penggorengan rusak berdistribusi *Lognormal*, penentuan jenis distribusi dengan Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 4. Sehingga Perhitungan MMTF untuk seal tabung penggorengan sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-9):

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= 74.15 e^{\left(\frac{0.067^2}{2}\right)} \rightarrow t_{\text{med}} = \text{median}, s = \text{scale parameter} \\
 &= 74.15 e^{(0.0022)} \\
 &= 74.15 (1,002) \\
 &= 74.3 \text{ hari} \approx 74 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Data waktu penanganan (TTR) seal tabung penggorengan rusak berdistribusi *Normal*, penentuan jenis distribusi dengan Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 5. Sehingga Perhitungan MTTR untuk seal tabung penggorengan rusak sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-6):

$$\text{MTTR} = 181 \rightarrow \mu = \text{mean parameter}$$

$$= 181 \text{ menit}$$

$$= 3.1 \text{ jam} \approx 3 \text{ jam}$$

### 3. Seal tuas pemutar rusak

Seal tuas pemutar rusak memiliki tindakan perawatan berupa TD *task*. Tabel 4.20 merupakan data waktu antar kerusakan dan lama penanganan untuk jenis kerusakan seal tuas pemutar rusak yang diambil pada periode bulan Januari sampai Oktober 2014.

Tabel 4.20 Data seal tuas pemutar rusak

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
4 Januari	-	265
27 Maret	82	255
2 juni	67	210
18 Agustus	77	240
28 Oktober	71	225

Data waktu antar kerusakan (TTF) seal tuas pemutar rusak berdistribusi *Lognormal*, penentuan jenis distribusi dengan Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 6. Sehingga Perhitungan MTTF untuk seal tuas pemutar rusak sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-9):

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= 74.03 e^{\left(\frac{0.1^2}{2}\right)} \quad t_{med} = \text{median}, s = \text{scale parameter} \\ &= 74.03 e^{(0.005)} \\ &= 74.03 (1,005) \\ &= 74.4 \text{ hari} \approx 74 \text{ hari} \end{aligned}$$

Data waktu penanganan (TTR) seal tuas pemutar rusak berdistribusi *Normal*, penentuan jenis distribusi dengan Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 7. Sehingga Perhitungan MTTR untuk seal tuas pemutar rusak sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-6):

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= 239 \rightarrow \mu = \text{mean parameter} \\ &= 239 \text{ menit} \approx 4 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 4. Bak kondensor kotor

Bak kondensor kotor memiliki tindakan perawatan berupa TD *task*. Tabel 4.21 merupakan data waktu antar kerusakan dan lama penanganan untuk jenis kerusakan bak kondensor kotor yang diambil pada periode bulan Januari sampai Oktober 2014.

Tabel 4.21 Data *failure* bak kondensor kotor

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)	Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
8/01	-	90	14/07	17	70
28 /01	20	105	11/08	28	105
17 /02	20	120	28/08	17	75
8 /03	19	135	11/09	14	95
29 /03	21	120	26/09	15	110
14 /04	16	105	10/10	14	125
30/04	16	90	27/10	17	130
14/05	14	105	10/11	14	105
31/05	17	95	26/11	16	90
12/06	12	115	19/12	23	115
27/06	15	130			

Data waktu antar penanganan (TTF) bak kondensor kotor berdistribusi *Lognormal*, penentuan jenis distribusi dengan Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 8. Sehingga Perhitungan MTTF untuk bak kondensor kotor sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-9):

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= 16.9 e^{\left(\frac{0.2^2}{2}\right)} \rightarrow t_{\text{med}} = \text{median}, s = \text{scale parameter} \\
 &= 16.9 e^{(0.02)} \\
 &= 16.9 (1.02) \\
 &= 17.24 \text{ hari} \approx 17 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Data waktu penanganan (TTR) bak kondensor kotor berdistribusi *Weibull*, penentuan jenis distribusi dengan Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 9. Sehingga Perhitungan MTTR untuk bak kondensor kotor sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-8):

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= 113.4 \Gamma\left(1 + \frac{1}{7.22}\right) \rightarrow \alpha = \text{scale parameters}, \beta = \text{shape parameters} \\
 &= 113.4 \Gamma(1 + 0.14)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 113.4 \Gamma(1.14) \rightarrow \text{diperoleh dari tabel gamma pada lampiran 13} \\
 &= 113.4 (0.93) \\
 &= 105 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

#### 5. *Mechanical seal* pompa rusak

*Mechanical seal* tersumbat memiliki tindakan perawatan berupa TD *task*. Tabel 4.22 merupakan data waktu antar kerusakan dan lama penanganan untuk jenis kerusakan *Mechanical seal* yang diambil pada periode bulan Januari sampai Desember 2014.

Tabel 4.22 Data kerusakan *mechanical seal* rusak

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
1 Februari	-	145
8 Maret	35	165
15 April	38	175
30 Mei	35	325
2 Juli	33	305
11 Agustus	40	180
18 September	32	315
23 Oktober	35	205
27 November	35	260
31 Desember	34	305

Data waktu antar kerusakan (TTF) *Mechanical seal* pompa rusak berdistribusi *Lognormal*, penentuan jenis distribusi dengan Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran 10. Sehingga Perhitungan MTTF untuk *Mechanical seal* pompa rusak sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-9):

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= 35.15 e^{\left(\frac{0.07^2}{2}\right)} \rightarrow t_{med} = \text{median}, s = \text{scale parameter} \\
 &= 35.15 e^{(0.0024)} \\
 &= 35.15 (1.002) \\
 &= 35.23 \text{ hari} \approx 35 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Data waktu penanganan (TTR) *Mechanical seal* pompa rusak berdistribusi *Lognormal*, penentuan jenis distribusi dengan Minitab 16 dapat dilihat pada lampiran

11. Sehingga Perhitungan MTTR untuk *Mechanical seal* pompa rusak sesuai dengan jenis distribusinya mengacu pada persamaan (2-9):

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= 228.17 e^{\left(\frac{0.32^2}{2}\right)} \rightarrow t_{\text{med}} = \text{median}, s = \text{scale parameter} \\
 &= 228.17 e^{(0.051)} \\
 &= 228.17 (1.052) \\
 &= 240.1 \text{ menit} \\
 &= 4 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

#### 4.4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini akan dilakukan pembahasan dan analisis hasil perhitungan OEE serta analisis *task selection* untuk menghasilkan strategi perawatan mesin *Vacuum Frying I*. Kemudian akan dilakukan perhitungan estimasi nilai RPN dan OEE jika strategi perawatan diterapkan. Hasil perancangan strategi perawatan yang dibuat diharapkan dapat mengurangi nilai RPN serta meningkatkan nilai efektivitas mesin *Vacuum Frying I*.

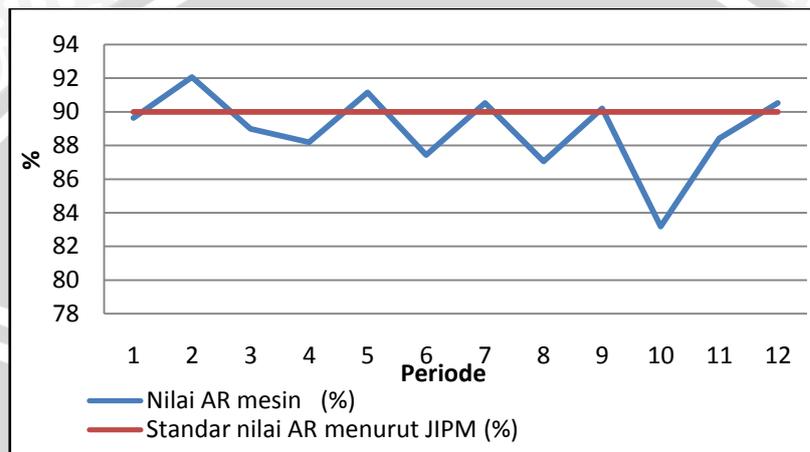
##### 4.4.1 Analisa OEE

Berikut merupakan analisa yang berisi tentang pembahasan mengenai penyebab rendahnya nilai OEE yang terdiri dari analisa *Availability rate*, *Performance rate* dan *Rate Of Quality*

##### 1. Analisa nilai *Availability rate*

Dari hasil perhitungan *Availability rate* pada Tabel 4.4 didapatkan grafik yang menggambarkan nilai *Availability rate* tiap periode. Gambar 4.5 merupakan grafik *Availability rate* yang menunjukkan bahwa terdapat 5 dari 12 periode memiliki nilai *availability rate* yang memenuhi standar nilai JIPM yaitu diatas 90%. Kelima periode tersebut yaitu bulan Februari, Mei, Juli, September dan Desember, sedangkan pada bulan lain masih berada dibawah nilai standar JIPM. Rendahnya nilai *availability rate* disebabkan karena tingginya *downtime* yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I* seperti yang tertera pada Tabel 4.1.

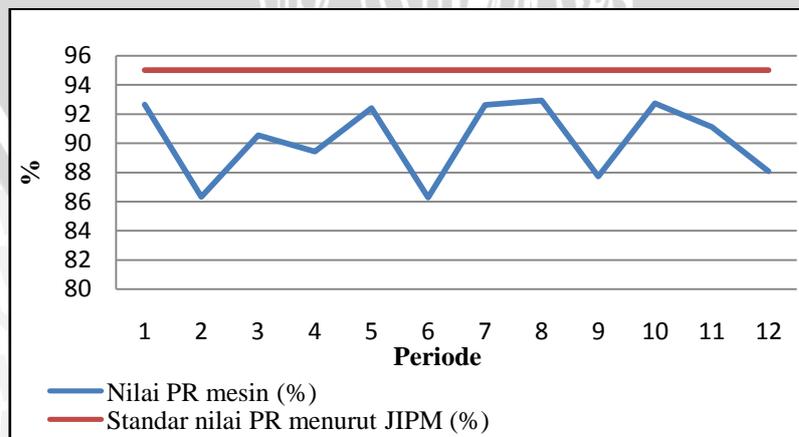
Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, *downtime* tersebut disebabkan karena adanya kerusakan atau *failure* yang terjadi pada komponen mesin. Hal ini dikarenakan penanganan *failure* komponen hanya dapat dilakukan pada saat mesin tidak beroperasi sehingga menghasilkan *downtime*. Untuk dapat meningkatkan *availability rate* maka diperlukan strategi perawatan dan pengaturan jadwal penanganan untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin secara fatal serta menurunkan *downtime* mesin.



Gambar 4.5 Grafik *Availability rate*

## 2. Analisa nilai *Performance rate*

Dari hasil perhitungan *Performance rate* pada Tabel 4.5 didapatkan grafik yang menggambarkan nilai *Performance rate* tiap periode seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6



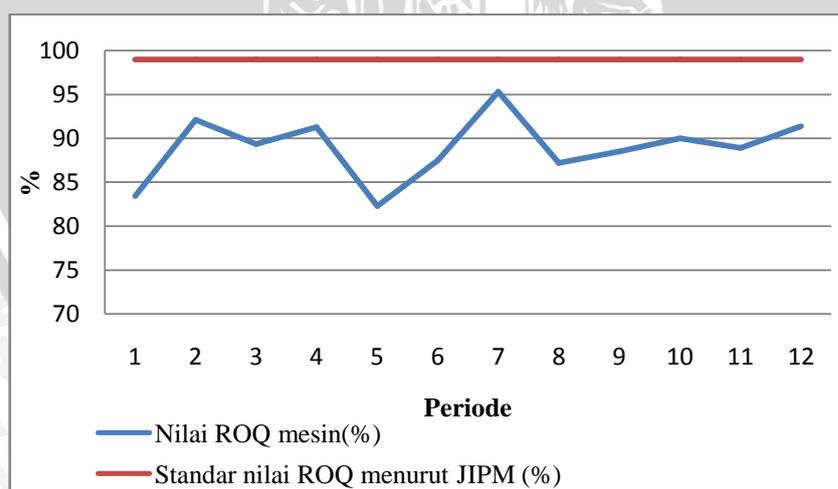
Gambar 4.6 Grafik *Performance rate*

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa nilai *performance rate* pada bulan Januari sampai Desember 2014 belum ada yang memenuhi standar nilai JIPM yang idealnya 95%. Rendahnya nilai *performance rate* disebabkan karena tingginya waktu operasi yang diperlukan untuk memproses sejumlah produk dalam periode waktu tertentu, atau dapat dikatakan bahwa waktu operasi mesin cukup tinggi sedangkan jumlah produk yang dihasilkan lebih sedikit dari seharusnya.

Waktu operasi yaitu waktu yang diperlukan oleh mesin *Vacuum Frying I* untuk memproses atau mengolah kripik buah hingga matang tanpa terjadi *downtime*. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa waktu *ideal* mesin *Vacuum Frying I* dalam sekali proses yaitu 18 menit/kg. Jika mesin membutuhkan waktu proses lebih lama dari waktu normal yang seharusnya (*ideal*) dan produk yang dihasilkan sedikit dari jumlah idealnya maka menyebabkan rendahnya nilai *performance rate* mesin. Untuk dapat meningkatkan nilai *performance rate* maka diperlukan analisa jenis komponen yang mempengaruhi lamanya waktu proses produksi sehingga menghasilkan suatu tindakan penanganan agar waktu operasi mesin *Vacuum Frying I* sesuai dengan waktu idealnya.

### 3. Analisa nilai *Rate Of Quality*

Dari hasil perhitungan *Rate Of Quality* pada Tabel 4.6 didapatkan grafik yang menggambarkan nilai *Quality* tiap periode seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Grafik *Rate Of Quality*

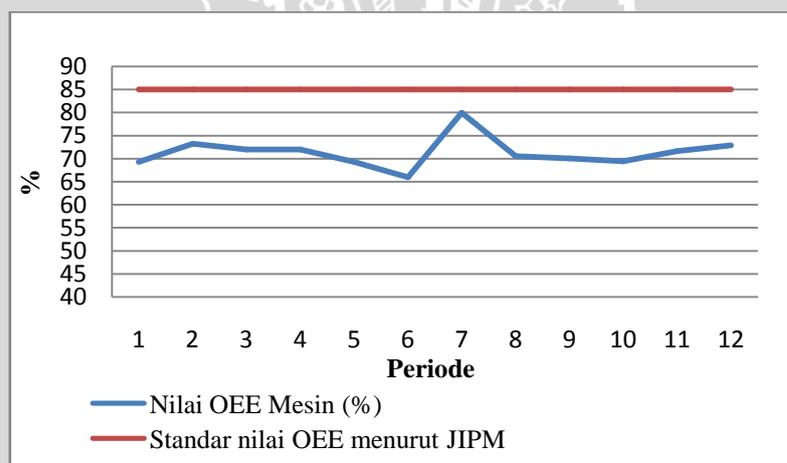
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai *Rate of Quality* pada bulan Januari sampai Desember 2014 belum ada yang memenuhi standar nilai JIPM yang idealnya

99%. Rendahnya nilai *Rate of Quality* disebabkan karena tingginya jumlah produk cacat yang dihasilkan mesin *Vacuum Frying I*.

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, jumlah produk cacat yang dihasilkan mesin *Vacuum Frying I* disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya karena kondisi komponen mesin yang kurang bersih serta suhu dan tekanan yang tidak stabil. Hal ini menyebabkan hasil kripik buah yang dihasilkan memiliki warna yang gelap dan tidak renyah. Untuk dapat meningkatkan *Rate of Quality* maka diperlukan analisa komponen yang mempengaruhi suhu dan tekanan serta rendahnya kualitas produk, sehingga dilakukan tindakan penanganan dan perawatan untuk menjaga kebersihan komponen mesin serta kestabilan suhu dan tekanan *Vacuum Frying* agar dapat mengurangi jumlah produk cacat yang dihasilkan.

#### 4. Analisa nilai OEE

Dari hasil perhitungan OEE pada Tabel 4.7 didapatkan grafik yang menggambarkan nilai OEE tiap periode seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa nilai OEE pada bulan Januari sampai Desember 2014 belum ada yang memenuhi standar nilai JIPM yang idealnya 85%, hal ini menunjukkan bahwa nilai efektivitas mesin tergolong rendah. Tinggi rendahnya nilai OEE tergantung pada nilai *Availability rate*, *Performance rate*, dan *Rate of quality*. Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa nilai OEE terendah dipengaruhi oleh *performance rate* yang rendah yaitu sebesar 86.27%. Namun meskipun demikian nilai *availability rate* dan *Rate of Quality* pada mesin juga perlu

diperhatikan karena masih berada dibawah standar nilai JIPM. Maka pada penelitian ini akan tetap membahas pengaruh rendahnya ketiga jenis aspek nilai OEE.

Rendahnya nilai *Availability rate*, *Performance rate*, dan *Rate of quality* mesin dikarenakan adanya beberapa jenis kegagalan dan masalah yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying I*. Jenis kegagalan yang mempengaruhi *Availability rate* tersebut menyebabkan mesin *down* sehingga mengurangi waktu *loading* mesin. Untuk jenis kegagalan yang mempengaruhi nilai *Performance rate* menyebabkan berkurangnya kecepatan *ideal* mesin sehingga membutuhkan waktu lebih lama dari waktu normal (*ideal*) dalam proses pemasakan. Sedangkan untuk jenis kegagalan yang mempengaruhi *Rate of quality* menyebabkan produk yang cacat atau tidak sesuai spesifikasi kualitas yang ditentukan. Maka dari itu dilakukan analisis FMEA untuk dapat menganalisa jenis – jenis kerusakan yang menyebabkan rendahnya nilai *Availability rate*, *Performance rate*, *Rate of quality* dan OEE yang berada dibawah nilai standar.

#### 4.4.2 Analisa Task Selection

Berdasarkan tabel 4.17 dapat diketahui bahwa terdapat 5 jenis *failure* untuk tindakan TD *task* dan 2 jenis *failure* untuk tindakan RTF *task*. Berikut merupakan penjelasan pemilihan tindakan untuk masing – masing jenis *failure*.

##### 1. Tabung penggorengan bocor

Jenis kerusakan tabung penggorengan bocor hanya memiliki 1 *candidate task*, yaitu RTF *task* sehingga secara otomatis jenis tindakan perawatan yang terpilih yaitu RTF *task*. Tindakan perawatan RTF *task* untuk tabung penggorengan bocor yaitu dengan cara pemeriksaan dan penanganan ketika terdengar suara asing pada tabung penggorengan pada saat proses berlangsung. Perawatan tersebut dapat berupa pengelasan pada titik permukaan tabung yang mengalami kebocoran.

##### 2. Filter kondensor tersumbat

Jenis kerusakan filter kondensor tersumbat memiliki 2 *candidate task*, yaitu TD *task* dan FF *task*, sedangkan tindakan perawatan yang terpilih yaitu TD *task*. Tindakan perawatan TD *task* untuk jenis kerusakan filter kondensor tersumbat yaitu pembersihan filter kondensor tiap 31 hari sekali dengan waktu pembersihan 4 jam, sesuai dengan perhitungan MTTF dan MTTR. Pemilihan TD *task* dibanding FF *task* dikarenakan dengan membersihkan filter kondensor secara rutin maka kualitas produk yang dihasilkan akan semakin baik.

### 3. Kebocoran pipa

Jenis kerusakan kebocoran pipa hanya memiliki 1 *candidate task*, yaitu *RTF task* sehingga secara otomatis jenis tindakan perawatan yang terpilih yaitu *RTF task*. Tindakan perawatan *RTF task* untuk kebocoran pipa yaitu dengan cara pemeriksaan dan penanganan ketika terdengar suara asing pada pipa saat proses penggorengan. Perawatan tersebut dapat berupa pengelasan pada titik permukaan pipa yang mengalami kebocoran.

### 4. Seal tabung penggorengan rusak

Jenis kerusakan seal tabung penggorengan rusak memiliki 2 *candidate task*, yaitu *TD task* dan *CD task*, sedangkan tindakan perawatan yang terpilih yaitu *TD task*. Tindakan perawatan *TD task* untuk jenis kerusakan seal tabung penggorengan rusak yaitu dengan penggantian seal tiap 74 hari sekali dengan waktu penanganan 3 jam, sesuai dengan perhitungan *MTTF* dan *MTTR*. Pemilihan *TD task* dibanding *CD task* dikarenakan penggantian seal pada tabung penggorengan harus dilakukan sebelum kondisi seal benar – benar rusak / aus.

### 5. Seal tuas pemutar rusak

Jenis kerusakan seal tuas pemutar rusak memiliki 2 *candidate task*, yaitu *TD task* dan *CD task*, sedangkan tindakan perawatan yang terpilih yaitu *TD task*. Tindakan perawatan *TD task* untuk jenis kerusakan seal tuas pemutar rusak yaitu dengan penggantian seal tiap 74 hari sekali dengan waktu penanganan 4 jam, sesuai dengan perhitungan *MTTF* dan *MTTR*. Pemilihan *TD task* dibanding *CD task* dikarenakan penggantian seal pada tuas pemutar harus dilakukan sebelum kondisi seal benar – benar rusak / aus.

### 6. Bak kondensor kotor

Jenis kerusakan bak kondensor kotor memiliki 2 *candidate task*, yaitu *TD task* dan *CD task*, sedangkan tindakan perawatan yang terpilih yaitu *TD task*. Tindakan perawatan *TD task* untuk jenis kerusakan bak kondensor kotor yaitu pembersihan bak kondensor tiap 17 hari sekali dengan waktu pembersihan 105 menit setelah proses produksi selesai dilaksanakan, sesuai dengan perhitungan *MTTF* dan *MTTR*. Pemilihan *TD task* dibanding *CD task* dikarenakan dengan membersihkan bak kondensor secara rutin maka kualitas produk yang dihasilkan akan semakin baik.

### 7. *Mechanical seal* pompa rusak

Jenis kerusakan seal tabung penggorengan rusak memiliki 2 *candidate task*, yaitu *TD task* dan *FF task*, sedangkan tindakan perawatan yang terpilih yaitu *TD task*.

Tindakan perawatan TD *task* untuk jenis kerusakan *Mechanical seal* pompa rusak yaitu penggantian seal tiap 35 hari sekali dengan waktu penanganan 4 jam, sesuai dengan perhitungan MTTF dan MTTR. Pemilihan TD *task* dibanding FF *task* dikarenakan penggantian seal pada pompa harus dilakukan sebelum kondisi seal benar – benar aus.

#### 4.4.3 Strategi Perawatan Mesin *Vacuum Frying I*

Berdasarkan pengolahan data serta analisa OEE dan *task selection* yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat dihasilkan suatu strategi perawatan untuk mesin *Vacuum Frying I*.

Berikut merupakan rekomendasi strategi perawatan mesin *Vacuum Frying I*:

1. Pengecekan kondisi dan penanganan segera mungkin ketika tabung penggorengan bocor yang ditandai dengan adanya suara asing dan tidak berfungsinya mesin. Perawatan dapat berupa pengelasan pada permukaan tabung yang mengalami kebocoran.
2. Pembersihan filter kondensor setiap 31 hari sekali dengan waktu pembersihan dan penanganan selama 4 jam.
3. Pengecekan kondisi dan penanganan segera mungkin ketika terjadi kebocoran pipa yang ditandai dengan adanya suara asing dan tidak berfungsinya mesin. Perawatan dapat berupa pengelasan pada permukaan pipa yang mengalami kebocoran.
4. Penggantian seal pada tabung penggorengan dan tuas pemutar tiap 74 hari sekali dengan waktu penanganan 4 jam. Penggantian seal tabung dan tuas memiliki waktu antar kerusakan yang sama sehingga penggantian dapat dilakukan bersamaan, hal ini dilakukan agar dapat menghemat waktu penanganan mengingat penggantian seal harus dilakukan dengan kondisi mesin yang tidak beroperasi.
5. Pembersihan bak penampung air kondensor setiap 17 hari sekali dengan waktu pembersihan selama 105 menit setelah proses produksi selesai dilaksanakan.
6. Penggantian *Mechanical seal* pada pompa vakum setiap 35 hari sekali dengan waktu penanganan 4 jam. Pada saat penggantian seal sekaligus dilakukan pengecekan kondisi impeller dan pelumasan bearing sehingga dapat dilakukan pencegahan kerusakan pada pompa vakum.
7. Pembersihan dan perawatan secara rutin untuk jenis alat pendukung lainnya seperti steam, kran, filter minyak, serta pembersihan tabung setelah digunakan. Hal ini

dilakukan agar proses kerja mesin *Vacuum Frying* selalu berada dalam kondisi yang sesuai dan hasil kripik buah yang dihasilkan juga baik.

#### 4.4.4 Estimasi nilai OEE dan RPN sebelum dan setelah perbaikan

Pada tahap ini akan dilakukan perkiraan atau estimasi nilai OEE dan RPN setelah rekomendasi strategi perawatan dilaksanakan. Estimasi dilakukan karena pada penelitian ini rekomendasi perbaikan yang diberikan tidak sampai pada tahap implementasi. Sehingga perhitungan nilai OEE dan RPN setelah perbaikan hanya berupa prediksi sesuai rekomendasi yang diberikan. Sistem peringkat *Severity*, *Occurance* dan *Detection* masing – masing masih mengacu pada Tabel 4.9, 4.11, dan 4.13. Estimasi perubahan nilai RPN sebelum dan sesudah rekomendasi strategi perawatan terdapat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perbandingan RPN sebelum dan estimasi sesudah perbaikan

No	Failure	S	O	D	RPN	Recommendation	S	O	D	RPN
1	Tabung penggorengan bocor	9	3	6	162	Pengecekan kondisi tabung penggorengan serta penanganan dengan cara pengelasan ketika terjadi kebocoran	9	3	5	135
2	Filter Kondensor tersumbat	7	5	3	105	Pembersihan filter kondensor tiap 31 hari sekali	6	5	3	90
3	Kebocoran pipa	9	3	6	162	Pengecekan kondisi pipa serta penanganan dengan cara pengelasan ketika terjadi kebocoran	9	3	5	135
4	Seal tabung penggorengan rusak	5	3	5	75	Penggantian seal tabung penggorengan tiap 74 hari sekali	4	3	5	60
5	Seal tuas pemutar rusak	5	3	5	75	Penggantian seal tuas pemutar tiap 74 hari sekali	4	3	5	60
6	Bak kondensor kotor	4	6	3	72	Pembersihan filter kondensor tiap 17 hari sekali	3	5	3	45
7	Mechanical seal pompa rusak	5	4	5	100	Penggantian <i>mechanical seal</i> pompa vakum tiap 35 hari sekali	4	4	5	80

Berikut merupakan analisis prediksi nilai RPN dan OEE setelah dilakukan perbaikan.

##### 1. Analisis *Severity* baru

Nilai *severity* pada beberapa jenis kerusakan mengalami penurunan. Jenis *failure* yang mengalami penurunan nilai *severity* diantaranya: filter kondensor tersumbat, seal tabung penggorengan rusak, seal tuas pemutar rusak, bak kondensor kotor, *mechanical seal* pompa rusak. Dengan rekomendasi jenis perawatan yang diberikan,

nilai *severity* masing – masing jenis *failure* diprediksikan turun satu level. Hal ini dikarenakan dengan penanganan rutin yang dilakukan maka efek kegagalan tersebut dapat berkurang.

## 2. Analisis *Occurance* baru

Nilai *Occurance* pada jenis *failure* bak kondensor kotor mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan dengan tindakan pembersihan jika dilakukan rutin (17 hari sekali) setelah proses selesai dilaksanakan, dapat mengurangi frekuensi terjadinya *failure* yang menyebabkan mesin harus berhenti beroperasi karena tindakan pembersihan. Dengan demikian nilai *occurance* diprediksikan turun dari 6 menjadi 5.

## 3. Analisis *Detection* baru

Nilai *Detection* pada 2 jenis kerusakan mengalami penurunan. Jenis *failure* yang mengalami penurunan nilai *detection* yaitu tabung penggorengan bocor dan kebocoran pada pipa. Dengan rekomendasi jenis perawatan yang diberikan, nilai *detection* masing – masing jenis *failure* diprediksikan turun dari 6 menjadi 5. Hal ini dikarenakan dengan Pengecekan kondisi tabung penggorengan dan pipa segera mungkin setelah terdengar bunyi asing serta penanganan dengan cara pengelasan dapat dijadikan sebagai deteksi awal terjadinya kebocoran.

## 4. Analisis RPN baru

Berdasarkan perhitungan nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* baru, maka didapatkan nilai RPN baru yang telah mengalami penurunan. Jenis *failure* tabung penggorengan bocor mengalami penurunan RPN dari 162 menjadi 135, jenis *failure* filter kondensor tersumbat mengalami penurunan RPN dari 105 menjadi 90, jenis *failure* kebocoran pipa mengalami penurunan RPN dari 162 menjadi 135, jenis *failure* seal tabung penggorengan rusak mengalami penurunan RPN dari 75 menjadi 60, jenis *failure* seal tuas pemutar rusak mengalami penurunan RPN dari 75 menjadi 60, jenis *failure* bak kondensor kotor mengalami penurunan RPN dari 72 menjadi 45, jenis *failure* *mechanical seal* pompa rusak mengalami penurunan RPN dari 100 menjadi 80

## 5. Prediksi peningkatan nilai OEE

Setelah dilakukan analisa RPN yang mengalami penurunan maka dapat diprediksi nilai OEE akan naik dikarenakan rekomendasi strategi perawatan yang diberikan dapat mengurangi efek dan frekuensi serta membantu proses deteksi. Nilai *availability* mesin diprediksi meningkat mencapai nilai standar JIPM karena *downtime* mesin yang berkurang akibat frekuensi kerusakan dan waktu penanganan

yang menurun. Nilai *performance* dan *quality* mesin juga diprediksi meningkat namun belum mencapai nilai standar JIPM, kemungkinan hanya mendekati nilai standar karena dengan penanganan yang sesuai maka diharapkan mesin *vacuum frying* dapat beroperasi dengan maksimal serta kualitas kripik buah yang dihasilkan juga baik. Dengan meningkatnya nilai *availability rate*, *performance rate* dan *rate of quality* maka otomatis nilai OEE juga meningkat.

#### 4.4.5 Perbandingan Hasil Penelitian

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan. Siahaan & Ginting (2013) meneliti tentang evaluasi jadwal perawatan mesin grinder dengan pendekatan OEE. Dalam penelitian tersebut menghasilkan rata - rata nilai OEE sebesar 56.99%, menunjukkan bahwa nilai tersebut masih berada dibawah standar JIPM yang idealnya 85%. Rendahnya nilai OEE tersebut dikarenakan kegagalan mesin produksi yang mengakibatkan delay dan *downtime* yang tinggi. Sedangkan pada penelitian ini menghasilkan nilai OEE sebesar 71,36%, hasil OEE pada penelitian ini lebih tinggi dibanding Siahaan & Ginting (2013) dikarenakan *downtime* yang terjadi pada mesin *Vacuum Frying* di CV Kajeye Food lebih rendah. Meskipun demikian nilai ini masih berada dibawah standar JIPM. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, nilai OEE belum dapat mencapai standar JIPM dikarenakan adanya *failure* yang menyebabkan kinerja mesin tidak maksimal. Kemudian dilakukan analisa FMEA untuk mengetahui dan mengatasi jenis *failure* yang menyebabkan nilai OEE mesin tidak dapat mencapai standar.

Pada penelitian ini, analisa FMEA menghasilkan nilai RPN kritis sebesar 50. Sehingga jenis *failure* yang memiliki nilai RPN diatas 50 memerlukan prioritas penanganan, hal ini dikarenakan *failure* tersebut memiliki resiko tinggi dan menyebabkan kerugian akibat tidak maksimalnya hasil produk. Pada penelitian Nurlestari, et al (2014) menyatakan bahwa nilai RPN kritis adalah sebesar 100. Hal ini dikarenakan pada PT Niaga Sejahtera telah memiliki ketetapan nilai RPN yang dihasilkan dari brainstorming oleh para staff perusahaan dan operator produksi.

Sarah, et al (2014) telah melakukan penelitian tentang usulan kebijakan perawatan pada Lokomotif CC201. Metode yang digunakan diantaranya LTA dan *Task Selection*. Penelitian tersebut menghasilkan 1 TD *task*, 22 CD *task*, 5 FF *task* dan 2 RTF *task*. Berdasarkan analisa yang dilakukan, jenis tindakan perawatan tersebut dapat membantu mengurangi frekuensi kegagalan yang terjadi. Pada penelitian ini menghasilkan 5 TD

*task* dan 2 RTF *task*. Hal ini dikarenakan karakteristik mesin *Vacuum Frying* lebih efektif dengan hanya menggunakan kedua jenis tindakan perawatan tersebut. Perbedaan lain hasil penelitian ini dengan penelitian Sarah, et al (2014) yaitu pada penentuan periode perawatan (*Task Selection*). Pada penelitian ini dilengkapi perhitungan MTTF dan MTTR agar didapatkan penentuan periode waktu perawatan secara tepat.



## BAB V PENUTUP

Pada bab penutup akan berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian. Kesimpulan ditujukan untuk menjawab tujuan penelitian sesuai dengan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, serta memberikan saran baik bagi perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya.

### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan OEE diketahui mesin *Vacuum Frying I* memiliki rata-rata nilai efektivitas sebesar 71.36%. nilai tersebut masih belum memenuhi standar JIPM nilai OEE yang idealnya sebesar 85%. Maka dari itu mesin *Vacuum Frying I* memerlukan evaluasi untuk dilakukan analisa penyebab serta perbaikan dalam upaya meningkatkan nilai efektivitas mesin.
2. Berdasarkan hasil analisa FMEA diketahui terdapat 7 jenis kegagalan kritis yang signifikan mempengaruhi kondisi dan kerusakan mesin *Vacuum Frying I*. Ketujuh jenis *failure* tersebut yaitu Tabung penggorengan bocor, Filter kondensor tersumbat, Kebocoran pipa, Seal tabung penggorengan rusak, Seal tuas pemutar rusak, Bak kondensor kotor, serta *Mechanical seal* pompa rusak.
3. Dari hasil analisa LTA dan *Task Selection* didapatkan 5 tindakan TD *task* dan 2 tindakan RTF *task*. Sehingga strategi perawatan untuk meningkatkan nilai efektivitas serta perbaikan untuk mesin *Vacuum Frying I* adalah sebagai berikut:
  - a. Pengecekan kondisi tabung penggorengan serta penanganan dengan cara pengelasan ketika terjadi kebocoran.
  - b. Pembersihan filter kondensor setiap 31 hari sekali dengan waktu pembersihan selama 4 jam.
  - c. Pengecekan kondisi pipa serta penanganan dengan cara pengelasan ketika terjadi kebocoran.
  - d. Penggantian seal pada tabung penggorengan dan tuas pemutar tiap 74 hari sekali dengan waktu penanganan 4 jam.

- e. Pembersihan bak penampung air kondensor setiap 17 hari sekali dengan waktu pembersihan selama 105 menit setelah proses produksi selesai dilaksanakan.
- f. Penggantian *Mechanical seal* pada pompa vakum setiap 35 hari sekali dengan waktu penanganan 4 jam. Pada saat penggantian seal sekaligus dilakukan pengecekan kondisi impeller dan pelumasan bearing.
- g. Pembersihan dan perawatan secara rutin untuk jenis alat pendukung lainnya seperti steam, kran, filter minyak, serta pembersihan tabung setelah proses selesai dilaksanakan. Hal ini dilakukan agar proses kerja mesin *Vacuum Frying* selalu berada dalam kondisi yang sesuai dan hasil kripik buah yang dihasilkan juga baik.

## 5.2 SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

1. Perusahaan diharapkan dapat menerapkan strategi perawatan untuk meningkatkan nilai efektivitas serta mengurangi *downtime* pada mesin *Vacuum Frying I*.
2. Penelitian dapat dilakukan dengan penambahan analisis biaya sebagai pertimbangan penentuan kebijakan strategi perawatan.
3. Penelitian dapat dilakukan dengan melaksanakan implementasi sehingga dapat membandingkan hasil sebenarnya dari sesudah dan sebelum perbaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

Assauri, Sofyan., 1999, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Keempat, Jakarta: LPFE- UI.

Azis, M.T., Suprawhardana, M.S. & Purwanto, T.P., 2010, “Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis WEB Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy”, makalah dalam *Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 5 November 2009

Cayman Business System., 2002, *Failure Mode and Effects Analysis*. Diakses pada tanggal 18 Oktober 2014, dari <http://www.fmeainfocentre.com>

Ebeling, C.E., 1997, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Singapore: The McGraw-Hill Company

Gaspersz, Vincent., 2002, *Total Quality Management*, Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama

Hartini, Sri & Sriyanto., 2006, “Pemetaan Perawatan Untuk Meminimasi Breakdown dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance”, *Jurnal J@TI Universitas Diponegoro*, Vol 8 No 2, hlm:11-19.

IAEA-TEC DOC 1590, 2008, “*Application of Reliability Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plant*”, Vienna:IAEA.

Mardalis, 1999, *Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*, Jakarta: Bumi Aksara

Moubray, John., 1997, *Reliability Centered Maintenance*, Melbourne: Butterworth Heinemann

Munawir, Hafidh & Yunanto, Dani., 2014, “Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Sizing Baba Sangyo Kikai Dengan Metode FMEA dan LTA”, Makalah dalam *Seminar Nasional IENACO ISSN 2337-4349*, Teknik Industri UMS

Nakajima, Seiichi.,1988, *Introduction To TPM Total Productive Maintenance*, 1<sup>st</sup> Edition, Massachusetts: Productivity Press Inc,Cambridge

Newbrough, E.T., 1985, *Effective Maintenance Management*, McGraw-Hill Book Company.

- Nurlestari, T., Rahman, A., Himawan, R., 2014, "Strategi Perawatan Pada Mesin Amut 1 dengan konsep TPM" , *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol 2 No 1, hlm:127-139.
- Sarah, A.N., Harsono, A. & Mustofa, F.H., 2014, "Usulan Kebijakan Perawatan Lokomotif Jenis CC201 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance di PT. Kereta Api Indonesia DIPO Bandung", *Jurnal Teknik Industri Itenas*, Vol 02 No 2. hlm: 289-299.
- Siahaan, F.M. & Ginting, A., 2013, "Evaluasi Jadwal Perawatan Mesin Dengan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk melakukan perbaikan perawatan dengan Metode Risk Based Maintenance", *Jurnal Teknik Industri FT USU* Vol 3 No 1, hlm: 30-35.
- Smith, Anthony.M., 1993, *Reliability Centered Maintenance*. McGraw-Hill Inc.,USA.
- Stephens, Matthew.P., 2004, *Productivity and Reliability Based Maintenance Management*, New Jersey: Pearson Education Inc
- Sudrajat, Ating., 2011, *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*, Bandung: Refika Aditama
- Suharto, 1991, *Manajemen Perawatan Mesin*, Jakarta: Rineka Cipta, Anggota IKAPI
- Sulistiati, A.K.R., *Termodinamika*, Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu
- Supandi, 1988, *Manajemen Perawatan Industri*, Bandung: Ganeca Exact
- Tampubolon, P. Manahan., 2004, *Manajemen Operasional*, Edisi Pertama, Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Triwardani, D.H., Rahman, A. & Tantrika, C.F.M., 2013, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimasi Six Big Losses Pada Mesin Produksi Dual Filters DD07", *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol 1 No 2, hlm:379-391.

### Lampiran 1

Data waktu antar kerusakan dan lama penanganan masing - masing jenis kerusakan

a. Tabung penggorengan bocor

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
15 Januari	-	210
3 April	78	510
10 juni	68	380
22 Agustus	57	195
31 Oktober	70	540

b. Filter kondensor tersumbat

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
23 Januari	-	180
28 Februari	36	375
20 Maret	20	320
25 April	36	165
30 Mei	34	330
28 Juni	29	175
21 Juli	23	315
30 Agustus	40	185
29 September	30	360
30 Oktober	31	195
3 Desember	35	330

c. Kebocoran pipa

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
3 Januari	-	195
29 Maret	85	180
13 juni	76	330
15 Agustus	65	360
27 Oktober	72	345

## d. Seal tabung penggorengan rusak

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
5 Februari	-	165
21 April	75	195
1 Juli	72	170
20 September	80	190
29 November	70	185

e. Steam uap berkerak terjadi sekali pada tanggal 15 november dengan waktu pembersihan  $\pm 245$  menit

## f. Seal tuas pemutar rusak

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
4 Januari	-	265
27 Maret	82	255
2 juni	67	210
18 Agustus	77	240
28 Oktober	71	225

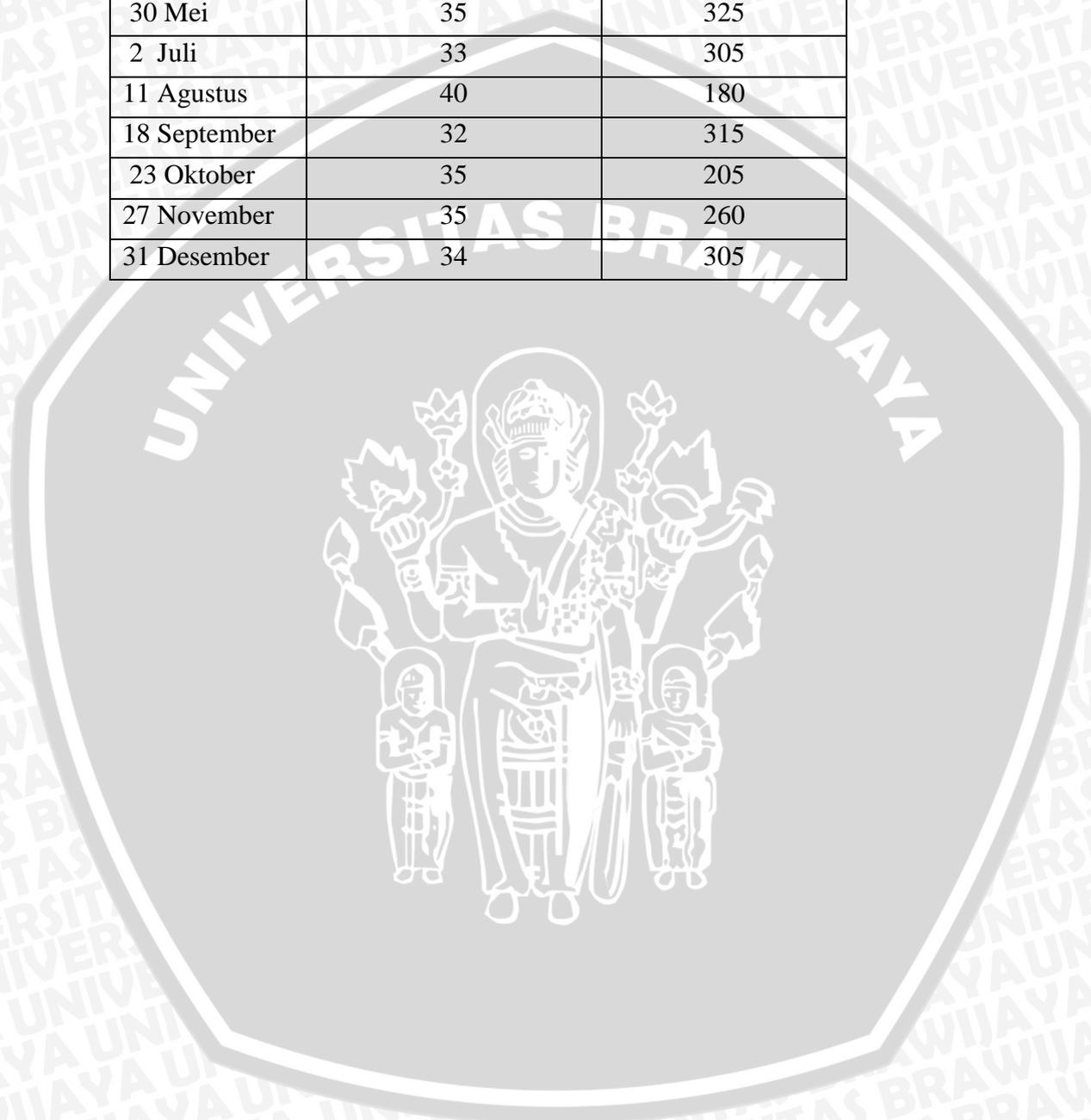
## g. Bak Kondensor kotor

Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)	Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
8/01	-	90	14/07	17	70
28 /01	20	105	11/08	28	105
17 /02	20	120	28/08	17	75
8 /03	19	135	11/09	14	95
29 /03	21	120	26/09	15	110
14 /04	16	105	10/10	14	125
30/04	16	90	27/10	17	130
14/05	14	105	10/11	14	105
31/05	17	95	26/11	16	90
12/06	12	115	19/12	23	115
27/06	15	130			

h. Bearing pompa rusak terjadi sekali pada tanggal 5 November dengan waktu penanganan  $\pm 275$  meniti. Impeller pompa rusak terjadi sekali pada tanggal 17 Desember dengan waktu penanganan  $\pm 275$  menit

j. *Mechanical seal pompa rusak*

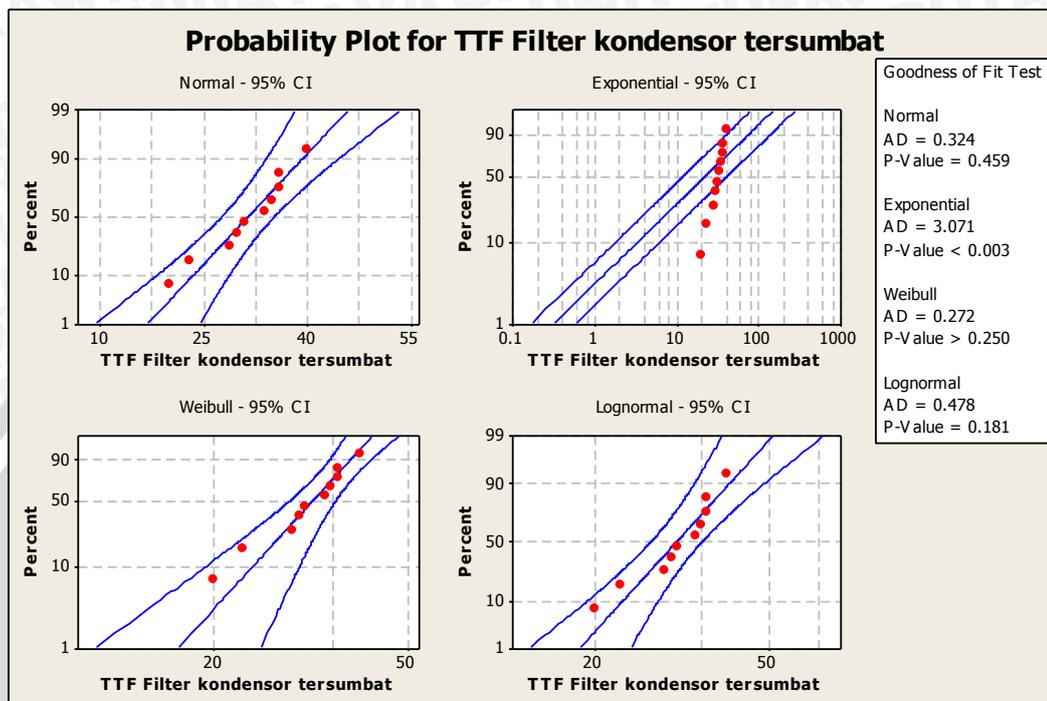
Tanggal	Waktu antar kerusakan (Hari)	Lama penanganan (Menit)
1 Februari	-	145
8 Maret	35	165
15 April	38	175
30 Mei	35	325
2 Juli	33	305
11 Agustus	40	180
18 September	32	315
23 Oktober	35	205
27 November	35	260
31 Desember	34	305



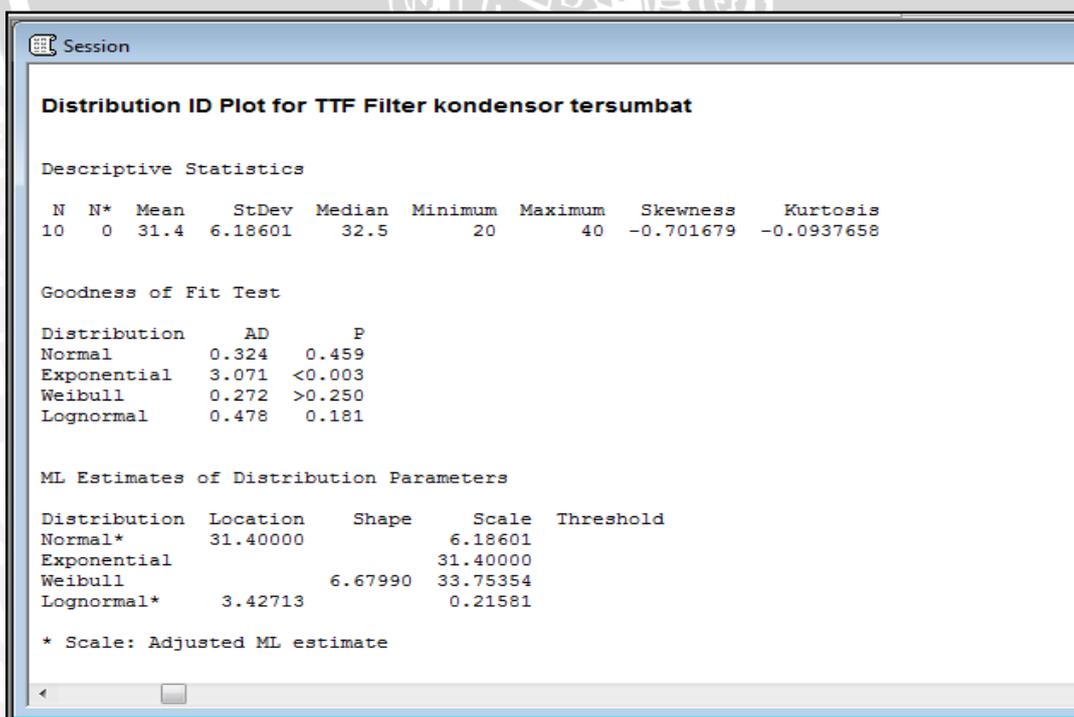
## Lampiran 2

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTF Filter kondensor tersumbat, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTF Filter kondensor tersumbat



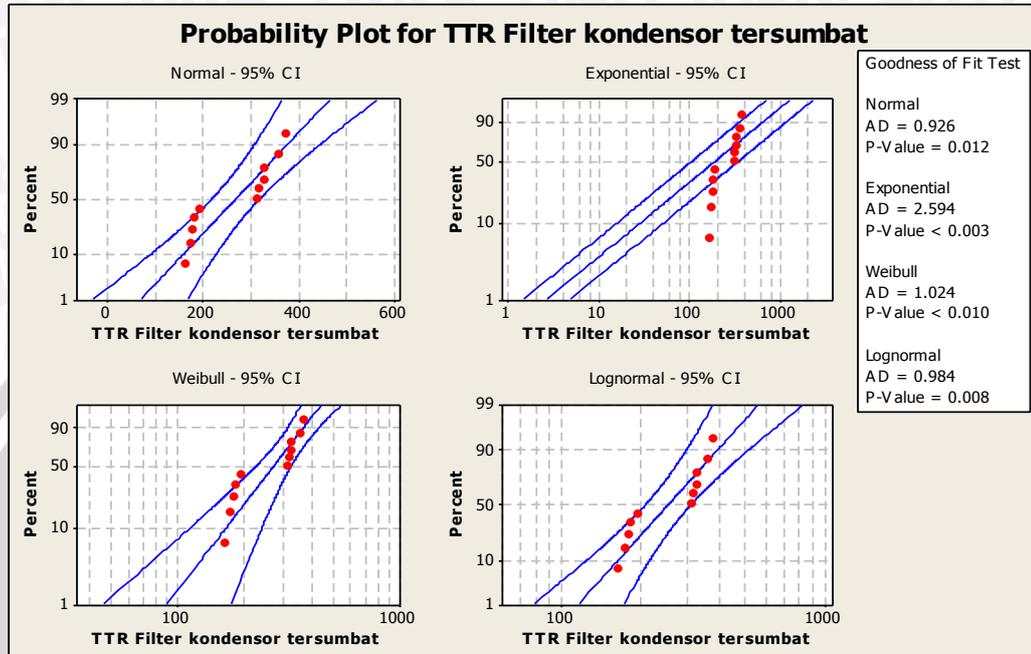
- Parameter distribusi TTF Filter kondensor tersumbat



### Lampiran 3

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTR Filter kondensor tersumbat, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTR Filter kondensor tersumbat



- Parameter distribusi TTR Filter kondensor tersumbat

Session

**Distribution Identification for TTR Filter kondensor tersumbat**

**Distribution ID Plot for TTR Filter kondensor tersumbat**

Descriptive Statistics

N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
11	0	266.364	84.6785	315	165	375	-0.0930962	-2.15750

Goodness of Fit Test

Distribution	AD	P
Normal	0.926	0.012
Exponential	2.594	<0.003
Weibull	1.024	<0.010
Lognormal	0.984	0.008

ML Estimates of Distribution Parameters

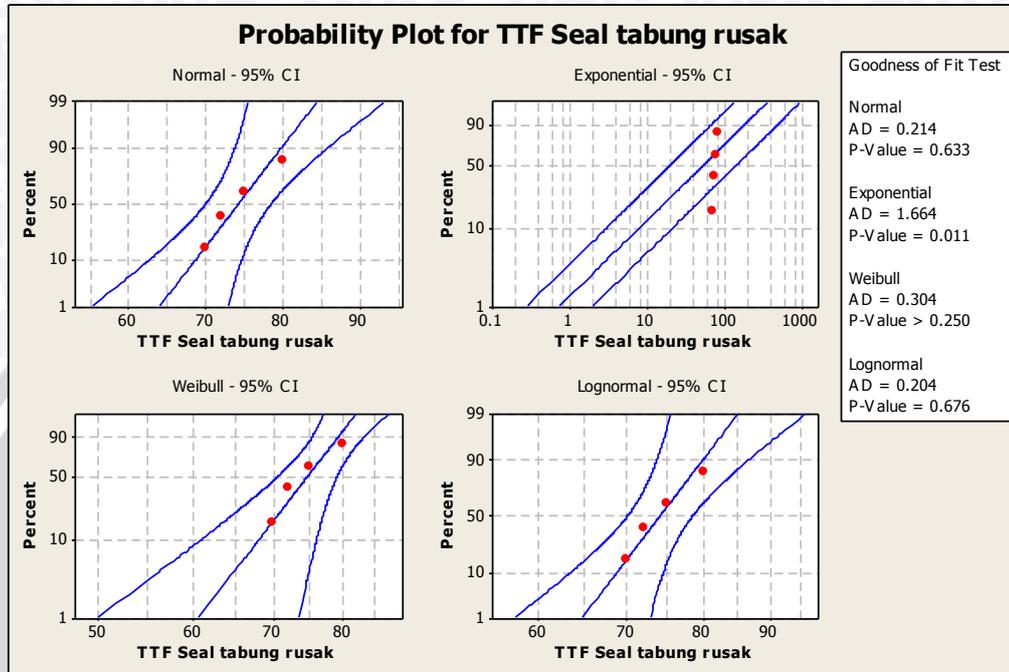
Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold
Normal*	266.36364		84.67854	
Exponential			266.36364	
Weibull		3.85058	296.14830	
Lognormal*	5.53538		0.33525	

\* Scale: Adjusted ML estimate|

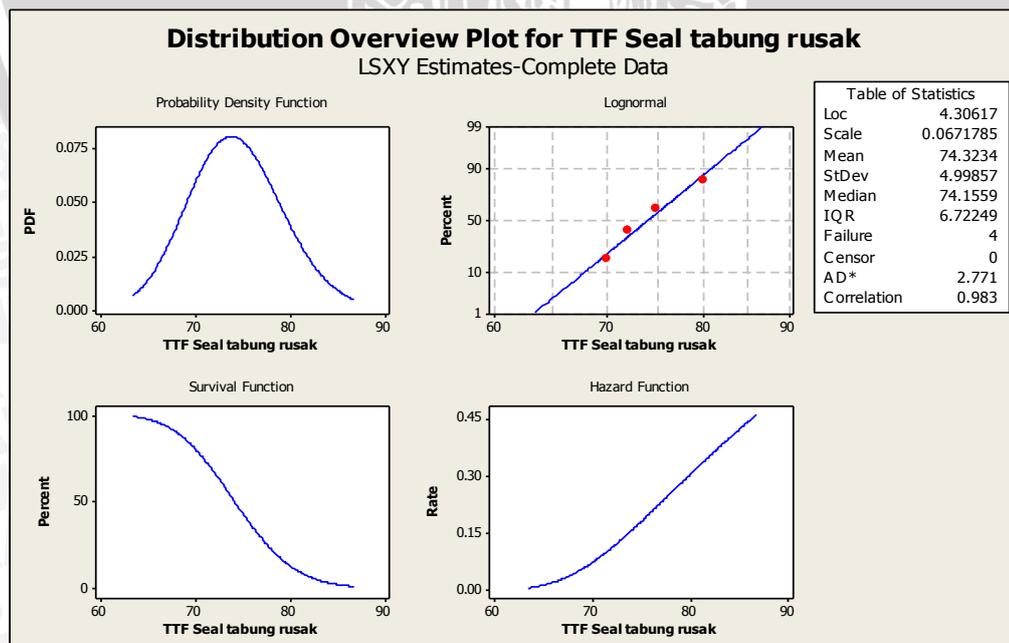
## Lampiran 4

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTF Seal tabung rusak, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTF Seal tabung penggorengan rusak



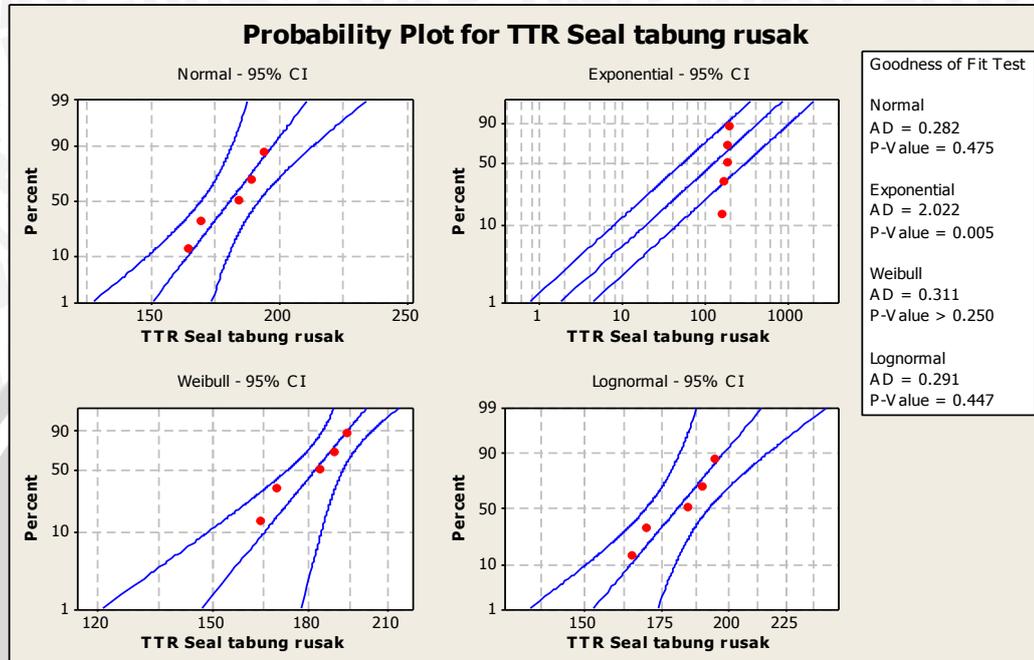
- Parameter distribusi TTF Seal tabung penggorengan rusak dapat dilihat pada *Table of statistics*.



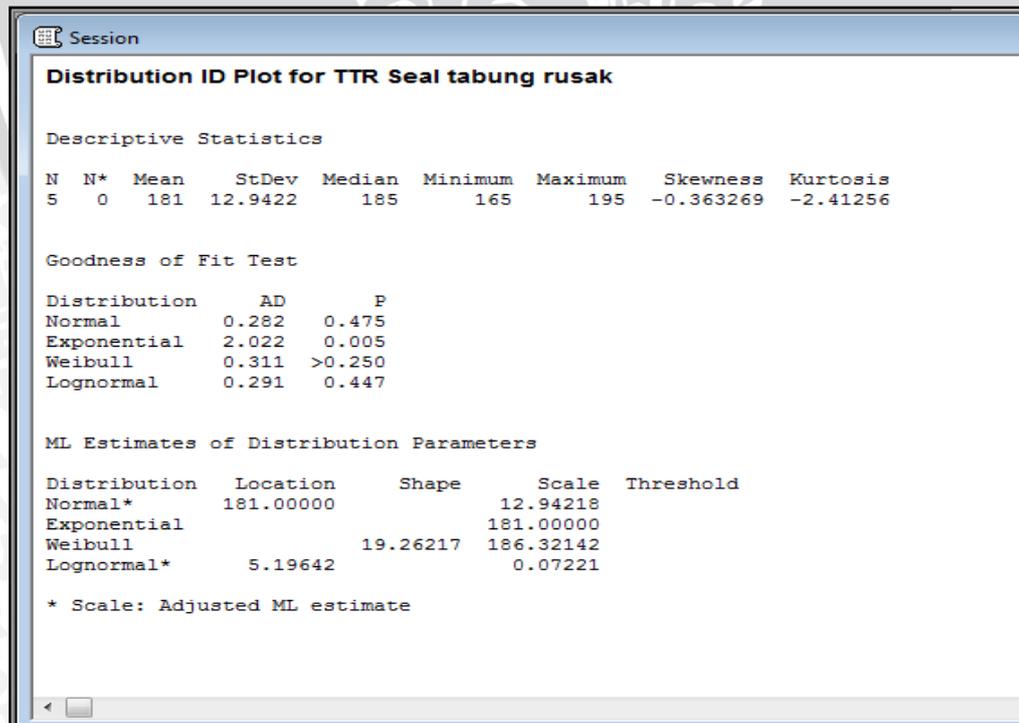
## Lampiran 5

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTR Seal tabung rusak, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTR Seal tabung penggorengan rusak



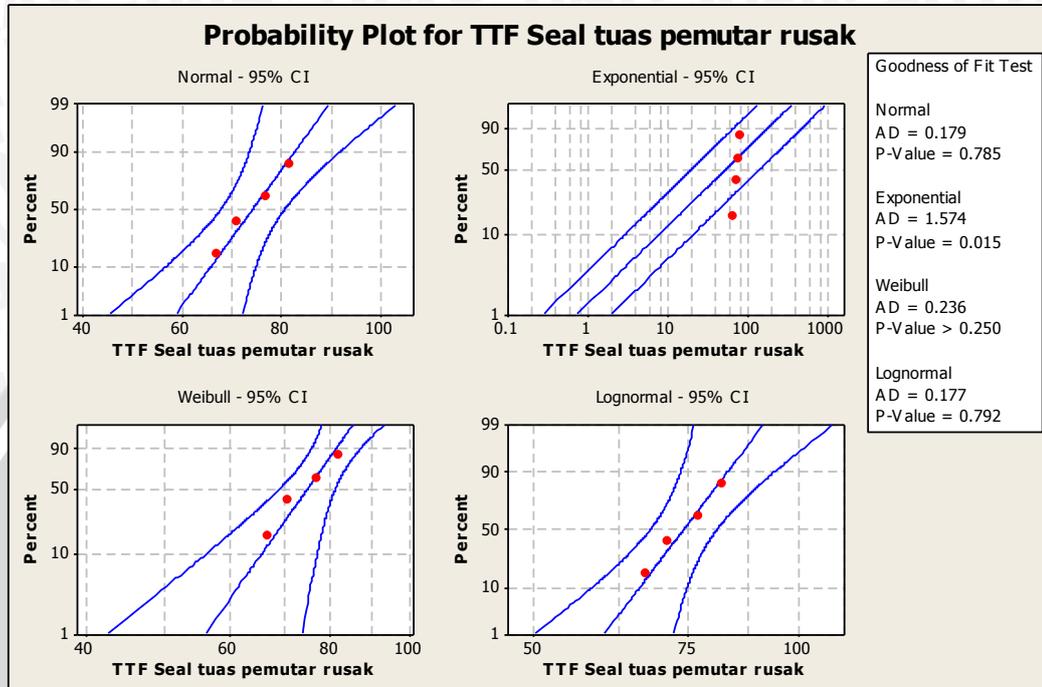
- Parameter distribusi TTR Seal tabung penggorengan rusak



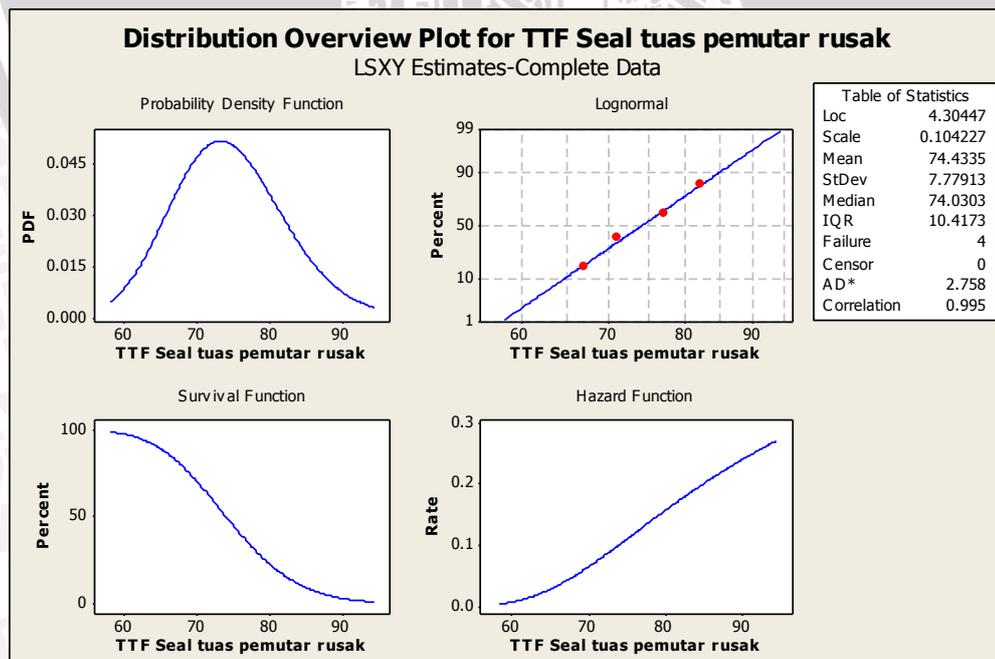
## Lampiran 6

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTF Seal tuas pemutar rusak, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTF Seal tuas pemutar rusak



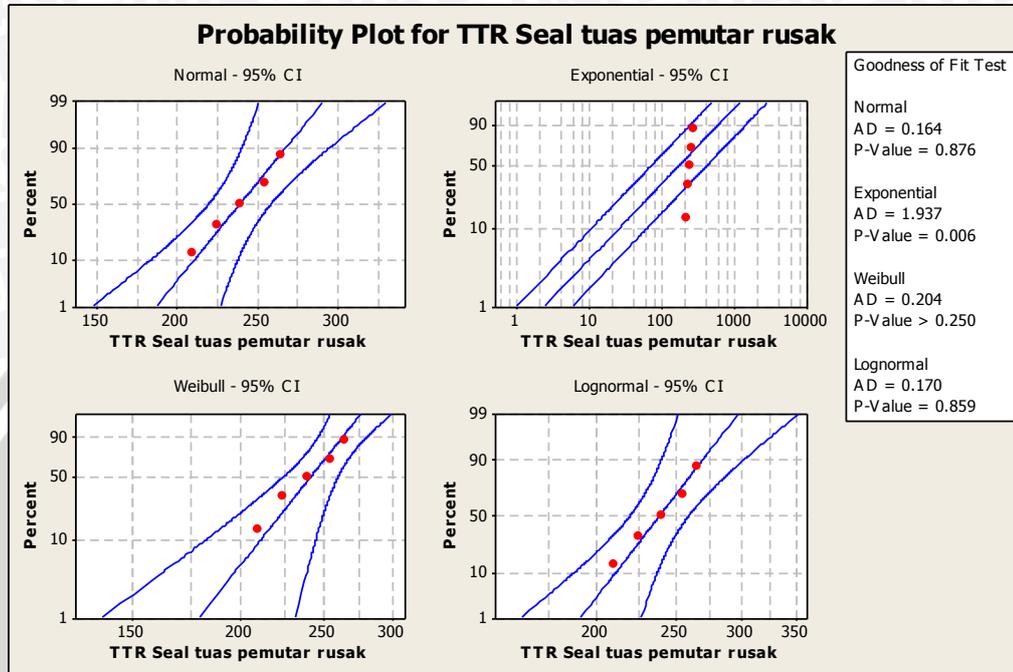
- Parameter distribusi TTF Seal tuas pemutar rusak dapat dilihat pada *Table of statistics*.



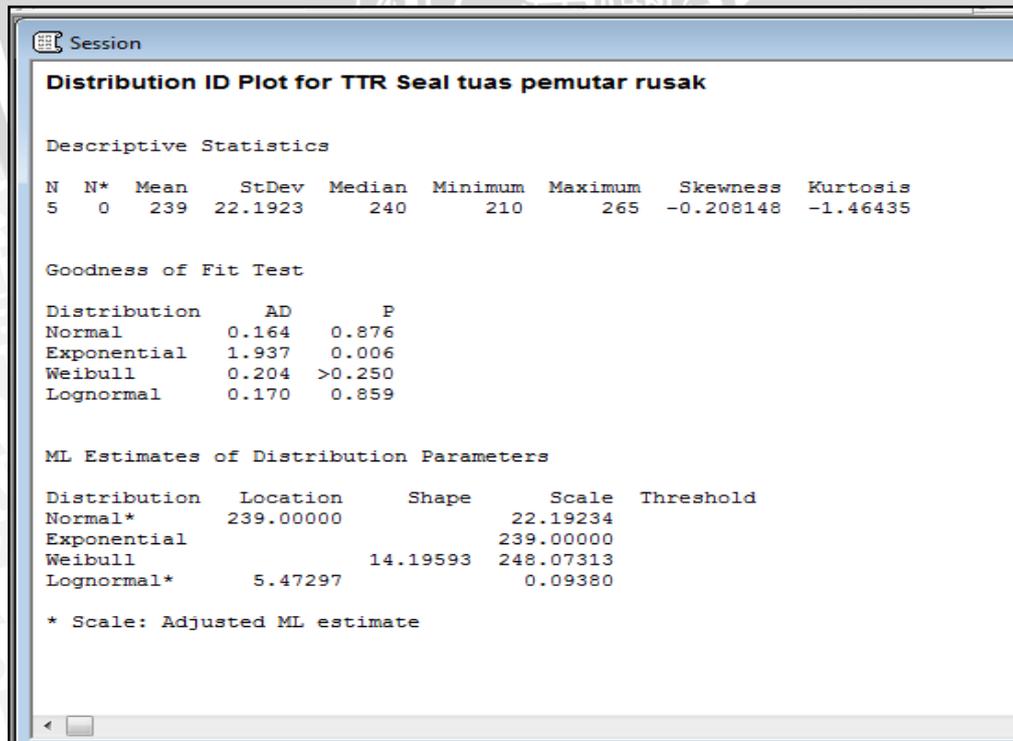
## Lampiran 7

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTR Seal tuas pemutar rusak, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTR Seal tuas pemutar rusak



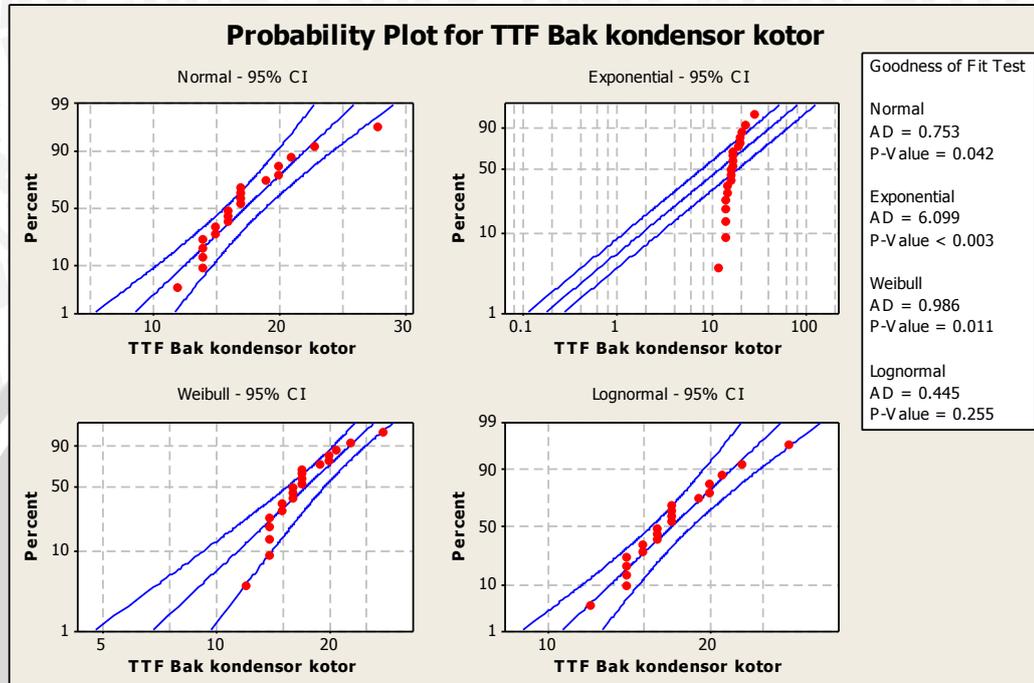
- Parameter distribusi TTR Seal tuas pemutar rusak



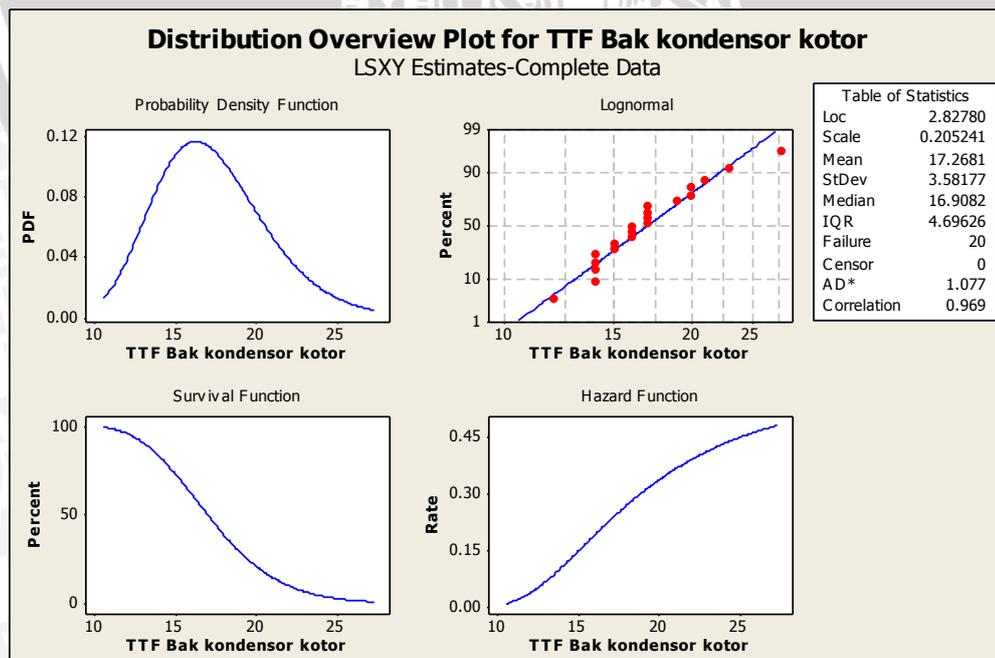
## Lampiran 8

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTF Bak kondensor kotor, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTF Bak kondensor kotor



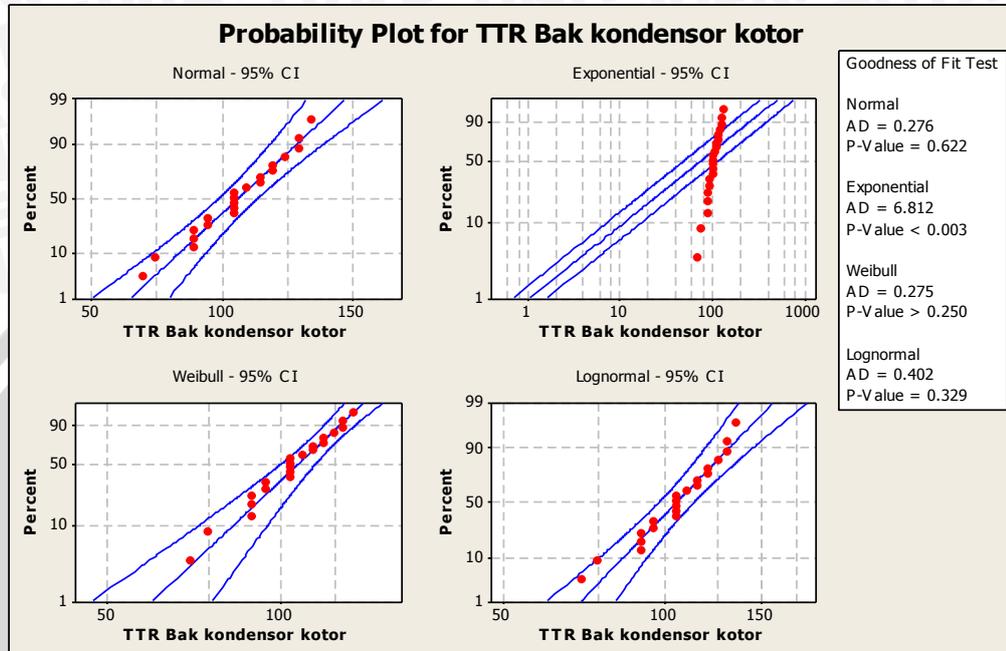
- Parameter distribusi TTF Bak kondensor kotor dapat dilihat pada *Table of statistics*.



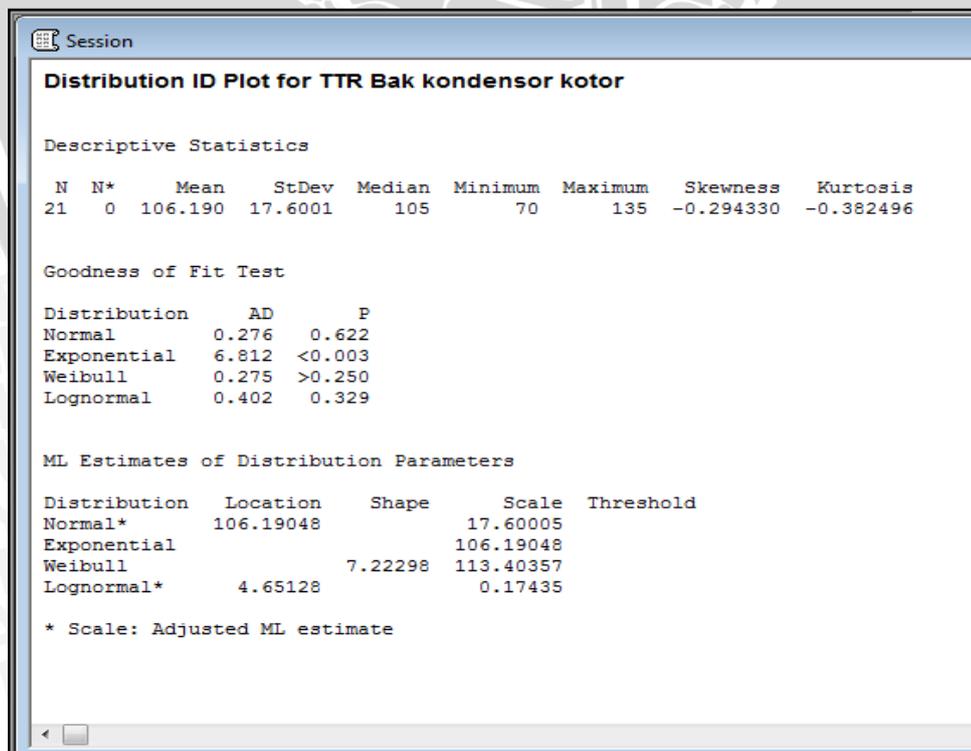
## Lampiran 9

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTR Bak kondensor kotor, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTR Bak kondensor kotor



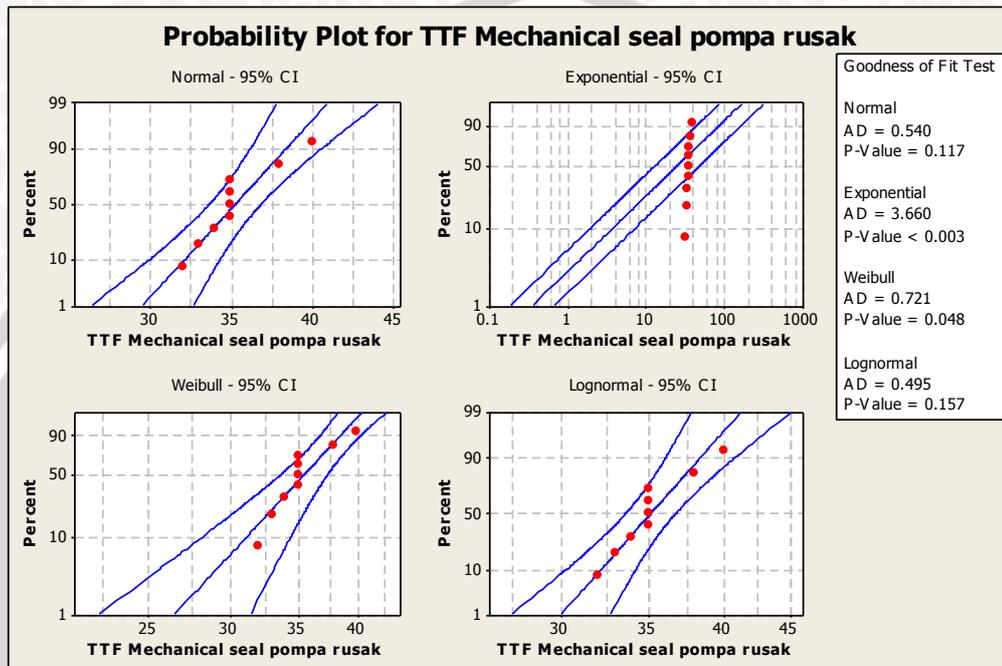
- Parameter distribusi TTR Bak kondensor kotor



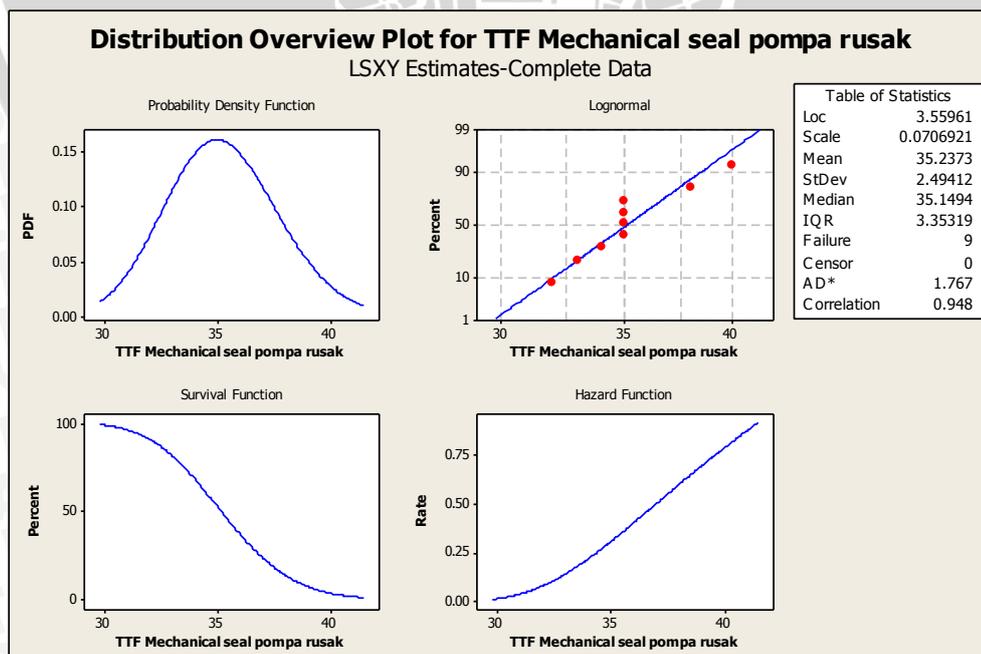
## Lampiran 10

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTF *Mechanical seal* pompa rusak, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTF *Mechanical seal* pompa rusak



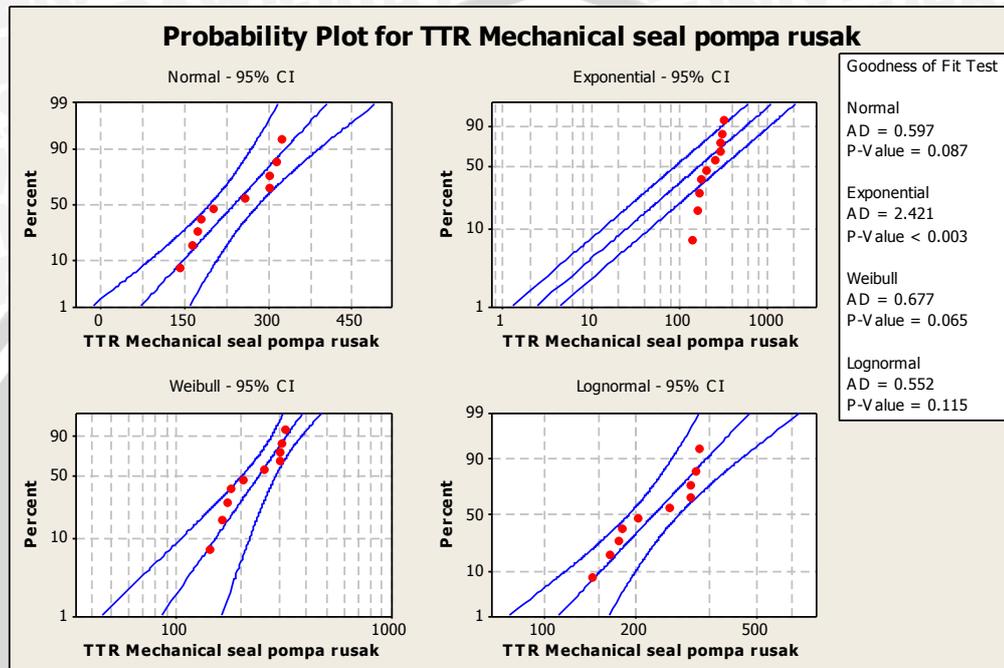
- Parameter distribusi TTF *Mechanical seal* pompa rusak dapat dilihat pada *Table of statistics*.



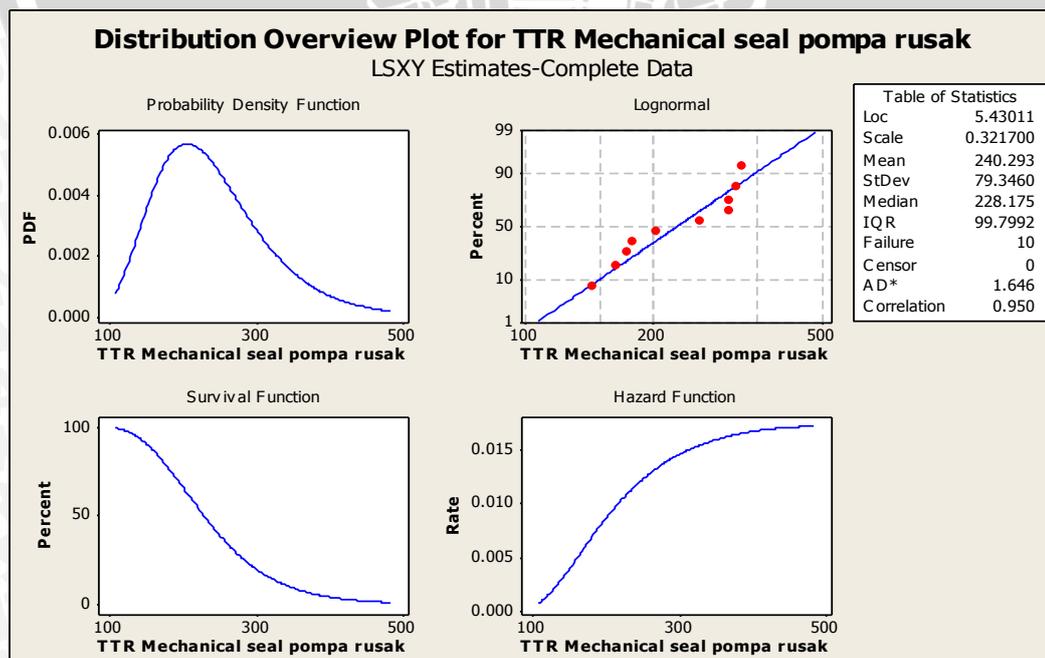
## Lampiran 11

Berikut hasil distribusi dan nilai parameter dari TTR *Mechanical seal* pompa rusak, penentuan distribusi dipilih dengan melihat nilai AD terkecil pada *Goodness of Fit Test*.

- Hasil distribusi TTR *Mechanical seal* pompa rusak



- Parameter distribusi TTR *Mechanical seal* pompa rusak dapat dilihat pada *Table of statistics*.



## Lampiran 12

Tabel Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan Tekanan (kPa)

Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Tekanan (kPa)	Volum jenis ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )	
		Cair jenuh	Uap jenuh
0.01	0.6113	0.001000	206.14
5	0.8721	0.001000	147.12
10	1.2276	0.001000	106.38
15	1.7051	0.001001	77.93
20	2.339	0.001002	57.79
25	3.169	0.001003	43.36
30	4.246	0.001004	32.89
35	5.628	0.001006	25.22
40	7.384	0.001008	19.52
45	9.593	0.001010	15.26
50	12.349	0.001012	12.03
55	15.758	0.001015	9.568
60	19.940	0.001017	7.671
65	25.03	0.001020	6.197
<b>70</b>	<b>31.19</b>	0.001023	5.042
75	35.58	0.001026	4.131
80	47.39	0.001029	3.407
85	57.83	0.001033	2.828
90	70.14	0.001036	2.361
95	84.55	0.001040	1.982

Sumber: Sulistiati (2013)

## Lampiran 13

Tabel Gamma

(x)	$\Gamma(x)$
1.01	0.99433
1.02	0.98884
1.03	0.98355
1.04	0.97844
1.05	0.97350
1.06	0.96874
1.07	0.96415
1.08	0.95973
1.09	0.95546
1.10	0.95153
1.11	0.94740
1.12	0.94359
1.13	0.93993
<b>1.14</b>	<b>0.93642</b>
<b>1.15</b>	<b>0.93304</b>
1.16	0.92980
1.17	0.92670
1.18	0.92373
1.19	0.92089
1.20	0.91817

Sumber: Ebeling (1997)

### Lampiran 14

#### Komponen komponen mesin *Vacuum Frying*



Tabung penggorengan



Pompa Vakum



Kontrol Suhu dan Tekanan



Kondensor



Steam

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

