

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI PADA KOMPRESOR UDARA UNIT  
(*SINGLE SPEK ROTARY*) SSR MENGGUNAKAN METODE (*FAULT TREE  
ANALYSIS*) FTA DAN (*RELIABILITY CENTERED MAINTANANCE*) RCM DI PT.  
WILMAR NABATI INDONESIA DUMAI RIAU**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



oleh

**NIZAM MUHDIN AHMAD**

**11455105911**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU**

**2021**

Hak Cipta Diinaungi Ungaang-Ungaang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI PADA KOMPRESOR UDARA UNIT ( SINGLE SPEK ROTARY) SSR MENGGUNAKAN METODE (FAULT TREE ANALYSIS) FTA DAN (RELIABILITY CENTERED MAINTANANCE) RCM DI PT. WILMAR NABATI INDONESIA DUMAI RIAU**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**NIZAM MUHDIN AHMAD**

**11455105911**


Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 08 januari 2021

**Ketua Program Studi**



**Ewi Isnaredah, S.Kom., M.Kom**  
NIP. 19750922 200912 2 002

**Pembimbing**



**Jufrizel, ST.,MT**  
NIP. 19740719 200604 1 001





**Hak Cipta Diinaungi Ungaang-Ungaang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI PADA KOMPRESOR UDARA UNIT ( SINGLE SPEK ROTARY) SSR MENGGUNAKAN METODE (FAULT TREE ANALYSIS) FTA DAN (RELIABILITY CENTERED MAINTANANCE) RCM DI PT. WILMAR NABATI INDONESIA DUMAI RIAU**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**NIZAM MUHDIN AHMAD**

**11455105911**

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 08 Januari 2021

Pekanbaru, 08 Januari 2021

Mengesahkan,



**Dekan**  
**Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag**  
**NIP. 196606041992031004**

**Ketua Program Studi**

**Ewi Ismaledah, S.Kom., M.Kom**  
**NIP. 19750922 200912 2 002**

**DEWAN PENGUJI :**

**Ketua : Dr. Teddy Purnamirza S.T, M.Eng**

**Sekretaris : Jufrizel ST., M.T**

**Anggota I : Ahmad Faizal, ST., M.T**

**Anggota II : Halim Mudia, S.T., M.T**

## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

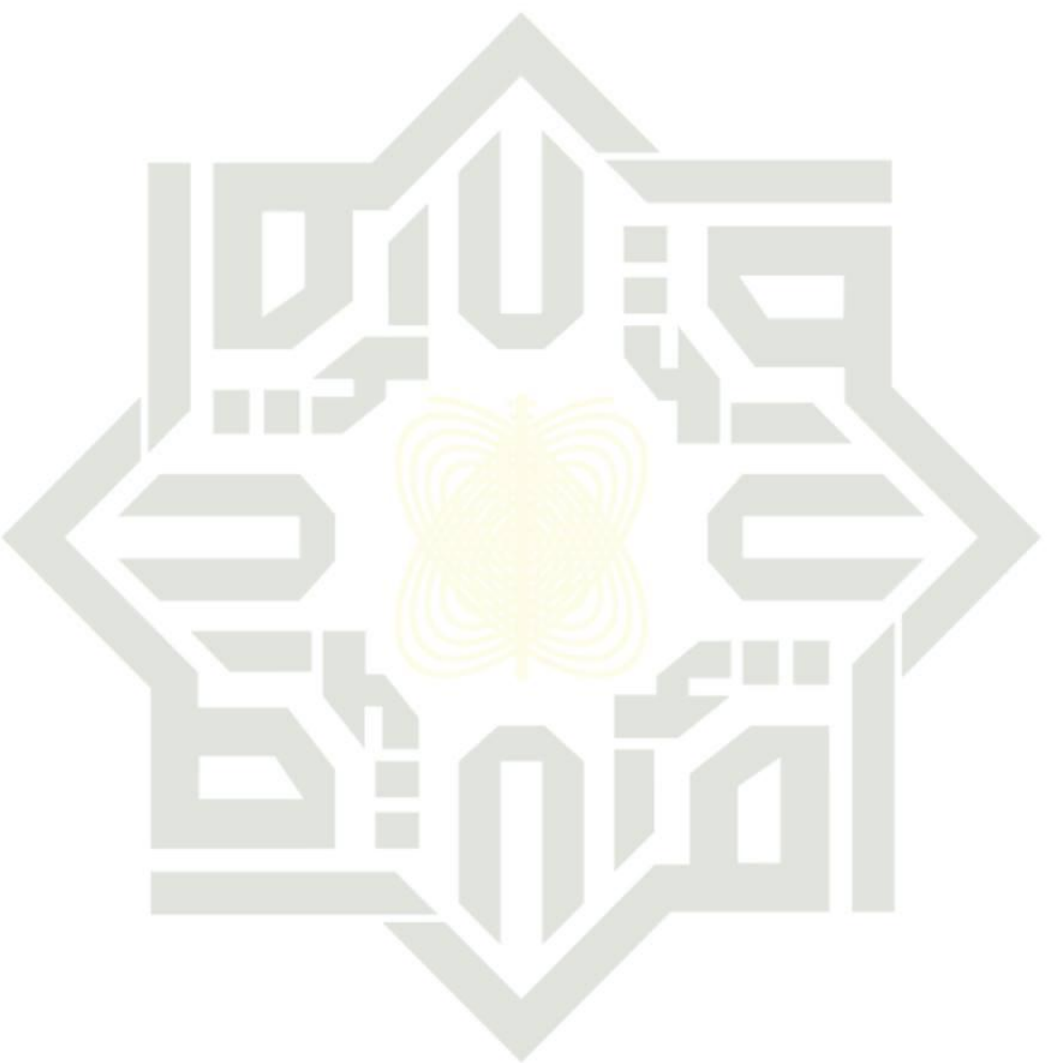
© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya milik orang lain untuk kepentingan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak membuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 8 januari 2021

Yang Membuat Pernyataan

**Nizam Muhdin Ahmad**

**11455105911**

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah puji syukur Alhamdulillah saya ucapkan kepada Allah SWT, yang selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya. Shalawat dan salam ucapkan kepada nabi Muhammad SAW, yang telah mengajarkan kepada kita sebagai umatnya akan pentingnya menuntut ilmu serta mencari ridho Allah SWT.

### **Karya Ilmiah Ini Penulis Persembahkan kepada Ibu dan Ayahanda Tercinta**

Apa yang telah ananda peroleh saat ini belum mampu membayar setetes keringat dan air mata ibu dan ayahanda yang selalu menjadi pelita dan menopang semangat hidup ananda, penulis tidak pernah lupa semua pengorbanan, doa dan jerih payah ibu dan ayahanda agar ananda dapat mencapai cita-cita. Adapun Cita-cita ananda kelak dapat membahagiakan ibu dan ayahanda dan semoga tercapai Aamiin Ya Rabbal'alamin.

### **Dosen Pembimbing dan Penguji Tugas Akhir**

Untuk dosen pembimbing terimakasih telah membimbing, membantu, menasihati, dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga selesai pada waktunya. Kepada dosen penguji terimakasih telah memberikan kritik dan saran yang sifatnya membangun sehingga Tugas Akhir ini mampu diselesaikan sesuai prosedur.

### **Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Elektro**

Terimakasih atas ilmu, didikan, dan pengalaman berarti yang telah diberikan kepada kami, semoga menjadi amal jariah. bagi ibu dan bapak Amin.

### **Sahabat dan Teman Terbaik**

Terimakasih telah menemani penulis suka maupun duka, memotivasi, membantu dan menginspirasi penulis hingga penulis mampu menyelesaikan study di Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Syarif Kasim Riau ini..

UIN SUSKA RIAU



**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI PADA KOMPRESOR UDARA UNIT  
(*SINGLE SPEK ROTARY*) SSR MENGGUNAKAN METODE (*FAULT TREE  
ANALYSIS*) FTA DAN (*RELIABILITY CENTERED MAINTANANCE*) RCM DI PT.  
WILMAR NABATI INDONESIA DUMAI RIAU**

**NIZAM MUHDIN AHMAD**

**NIM: 11455105911**

Tanggal Sidang : 08 Januari 2021

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

**ABSTRAK**

Kebutuhan minyak kelapa sawit terus meningkat tinggi, di Indonesia pabrik minyak kelapa sawit juga semakin banyak, salah satunya PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau. Pembuatan minyak akan melalui proses yang panjang dan hampir seluruh proses di dalam pabrik membutuhkan udara bertekanan, yang hanya dapat dihasilkan oleh kompresor udara. Salah satu *plan* area di PT. Wilmar Nabati Indonesia, kompresor udara Unit SSR sering mengalami kegagalan fungsi yang mengakibatkan berhentinya proses pembuatan minyak. Kerusakan juga sering terjadi tanpa diketahui penyebab kerusakan dan juga apa tindakan perawatan serta jadwal yang tepat untuk kerusakan yang terjadi. Komponen yang sering mengalami kerusakan ialah *Control Transformer, Contactor, Thermal Overload Relay, Motor Airend, Motor Fan, Blowdown Valve, Inlet Valve, Temperature Sensor* jika 8 komponen ini terjadi kerusakan maka akan mengakibatkan berhentinya proses jalannya kompresor, maka dibutuhkan metode FTA (*Fault Tree Analisis*) untuk mengetahui penyebab kerusakan agar didapati akar permasalahannya, karena metode FTA tidak memiliki cara mengatasi penyebab kegagalannya, dibutuhkan metode yang bisa menentukan perawatan yang tepat, maka digunakan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) melalui tahapan berupa *Information Worksheet, LTA*, dan 7 pertanyaan yang ada pada metode RCM maka dapat ditentukan pemilihan tindakan perawatan dan jadwal perawatan terhadap kompresor udara di PT. Wilmar Nabati Indonesia

**Kata Kunci :** Kompresor udara, FTA (*Fault Tree Analisis*), RCM (*Reliability Centered Maintenance*)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



***INSTRUMENTATION RELIABILITY ANALYSIS ON THE AIR COMPRESSOR UNIT (SINGLE SPECT ROTARY) SSR USING (FAULT TREE ANALYSIS) FTA AND (RELIABILITY CENTERED MAINTANANCE) RCM METHODS AT PT. WILMAR NABATI INDONESIA DUMAI RIAU***

***NIZAM MUHDIN AHMAD***

***NIM: 11455105911***

*Date of Final Exam : January, 8<sup>th</sup> 2021*

*Department of Electrical Engineering*

*Faculty of Science and Technology*

*State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

*Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru*

***ABSTRACT***

*The need for palm oil continues to increase. In Indonesia there are also more palm oil factories, one of which is PT. Wilmar Nabati Indonesia from Riau. The production of oil is a long process and almost all processes in the factory require compressed air, which only air compressors can produce. One of the plan areas in PT. Wilmar Nabati Indonesia, the SSR Unit air compressor often malfunctions which results in the interruption of the oil-making process, damage often occurs without knowing the cause of the damage and also what maintenance measures and the right schedule for the damage occurred. components that often experience damage are Control Transformers, Contactors, Thermal Overload Relays, Airend Motors, Fan Motors, Blowdown Valves, Inlet Valves, Temperature Sensors, if these 8 components are damaged, it will cause the compressor to stop running, then the FTA (Fault Tree Analysis) method is needed to determine the cause of the damage so that the root of the problem is found, because the FTA method does not have a way to solve the cause of failure, a method is needed that can determine the right treatment, then the RCM (Reliability Centered Maintenance) method is used through stages in the form of an Information Worksheet, LTA, and 7 questions in the RCM method so that the selection of maintenance actions and maintenance schedules for the air compressor at PT. Wilmar Nabati Indonesia*

***Keywords:*** *Air Compressor, FTA (Fault Tree Analisis), RCM (Reliability Centered Maintenance)*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Wr.Wb*

*Alhamdulillah*, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat dan salam buat baginda Rasulullah SAW, sebagai seseorang sosok pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat didunia yang diteladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Keandalan Instrumentasi Pada Kompresor Udara Unit (Single Spek Rotary) SSR Menggunakan Metode (Fault Tree Analysis) FTA dan (Reliability Centered Maintenance) RCM Di PT Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau.**”

Setelah melalau proses bimbingan dan pengarahan oleh orang – orang yang berilmu, dorongan, motivasi dan juga do’a orang – orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Setelah menempuh proses mendapatkan pengalaman, penulis yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi UIN SUSKA Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana.

Oleh sebab itu adalah sewajarnya penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

1. Teristimewa Kedua orang tua, serta kakak dan adik saya yang telah memberikan semangat, dukungan moril maupun materil kepada penulis dan selalu mendoakan penulis baik dalam kondisi apapun dan dimanapun mereka berada.
2. Bapak Prof. Dr. H. Akhmad Mujahidin, M. Ag selaku rektor UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
3. Bapak Dr. Drs. H. Mas’un Zein, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.
4. Ibu Ewi Ismaredah, M.Kom selaku ketua jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau dan sebagai dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Bapak Jufrizel, ST., MT. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ahamd Faizal, S.T, M.T selaku dosen penguji 1 dan Bapak Hakim Mudia, ST., MT. selaku dosen penguji 2 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
7. Bapak dan Ibu dosen jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Para sahabat dan seorang yang istimewa Indika herni, Khairul, sahabat SMTL Sauki, Gema, Faisal, Rizuan, Iqbal, Juni, Hanif, Vindow, Beri, Pikri, Fadlan, Kahar, Jay, dan masih banyak lagi yang tidak dapat di sebut satu persatu yang selalu membantu, menyemangati dan menemani penulis dari awal perkuliahan hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan kuliah.
9. Teman – teman Teknik Elektro dan pihak-pihak lainnya yang telah memberikan bantuan serta semangat kepada penulis hingga menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya. Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu diharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 08 Januari 2021

Penulis,

Nizam Muhdn Ahmad

11455105911

UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-7
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-7
1.4 Batasan Masalah.....	I-8



**BAB II**

1.5	Manfaat Penelitian .....	I-8
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>		
2.1	Studi Literatur .....	II-1
2.2	Keandalan ( <i>Reliability</i> ) .....	II-4
2.2.1	Pemodelan Keandalan Sistem .....	II-4
2.3	Laju Kegagalan .....	II-6
2.4	Distribusi Eksponensial .....	II-8
2.5	Perawatan .....	II-8
2.5.1	<i>Preventive Maintenance</i> .....	II-8
2.5.2	<i>Corrective Maintenance</i> .....	II-9
2.5.3	<i>Predictive Maintenance</i> .....	II-9
2.6	Kompresor .....	II-9
2.6.1	Jenis Kompresor .....	II-9
2.6.2	Kompresor Udara Sekrup ( <i>Screw</i> ) .....	II-10
2.6.3	Bagian Kompresor Udara <i>Screw</i> .....	II-10
2.6.4	Cara Kerja Kompresor Udara <i>Screw</i> .....	II-11
2.7	Komponen Instrumentasi Kompresor Udara <i>Screw</i> .....	II-12
2.7.1	<i>Blowdown Valve</i> .....	II-12
2.7.2	<i>Airend Temperature</i> .....	II-12
2.7.3	<i>Drive Motor Fan / Airend</i> .....	II-13
2.7.4	<i>Starter Contactor</i> .....	II-13
2.7.5	<i>Control Transaformer</i> .....	II-14

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.8	( <i>Fault Tree Analysis</i> ) FTA .....	II-14
2.9	<i>Minimal Cut Set</i> .....	II-18
2.10	( <i>Reliability Centered Maintenance</i> ) RCM .....	II-20
	2.10.1 Tujuan <i>Reliability Centered Maintenance</i> .....	II-21
	2.10.2 Karakteristik <i>Reliability Centered Maintenance</i> .....	II-21
2.11	Penyusunan ( <i>Logic Tree Analysis</i> ) LTA .....	II-21

**BAB III METODA PENELITIAN**

3.1	Alur Penelitian .....	III-1
3.2	Tahap Identifikasi .....	III-2
	3.2.1 Objek Penelitian .....	III-2
	3.2.2 Perencanaan Penelitian .....	III-3
3.3	Studi Literatur .....	III-3
3.4	Pengumpulan Data .....	III-4
3.5	Analisis Data .....	III-5
3.6	Perancangan ( <i>Fault Tree Analysis</i> ) FTA .....	III-6
3.7	Proses Penggunaan <i>Metode Reliability Centered Maintenance</i> RCM .....	III-7
3.8	<i>Initial Result</i> .....	III-3

**BAB IV HASIL DAN ANALISA**

4.1	Perancangan ( <i>Fault Tree Analysis</i> ) FTA .....	IV-1
4.2	Perancangan FTA <i>Control Transformer</i> .....	IV-1
	4.2.1 Penentuan <i>Minimal Cut Set Control Transformer</i> .....	IV-2
4.3	Perancangan FTA <i>Contactor</i> .....	IV-3
	4.3.1 Penentuan <i>Minimal Cut Set Contactor</i> .....	IV-5
4.4	Perancangan FTA <i>Thermal Overload Relay</i> .....	IV-6



4.4.1	Penentuan <i>Minimal Cut Thermal Overload Relay</i> .....	IV-7
4.5	Perancangan FTA Motor <i>Airend</i> .....	IV-8
4.5.1	Penentuan <i>Minimal Cut</i> Motor <i>Airend</i> .....	IV-9
4.6	Perancangan FTA Motor <i>Fan</i> .....	IV-10
4.6.1	Penentuan <i>Minimal Cut</i> Motor <i>Fan</i> .....	IV-11
4.7	Perancangan FTA <i>Blowdown Valve</i> .....	IV-12
4.7.1	Penentuan <i>Minimal Cut Blowdown Valve</i> .....	IV-13
4.8	Perancangan FTA <i>Inlet Valve</i> .....	IV-14
4.8.1	Penentuan <i>Minimal Cut Inlet Valve</i> .....	IV-15
4.9	Perancangan FTA <i>Temperature Sensor</i> .....	IV-16
4.10	<i>Logic Tree Analysis</i> .....	IV-17
4.11	Proses Pemilihan Tindakan .....	IV-20
4.11.1	Tindakan Perawatan <i>Condition Directed (CD)</i> .....	IV-23
4.11.2	Tindakan Perawatan <i>Time Directed (TD)</i> .....	IV-25
4.12	Jadwal Perawatan .....	IV-25
4.13	Perhitungan Keandalan <i>Reliability</i> .....	IV-26
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran .....	V-2

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

	<b>Halaman</b>
2.1 Model Keandalan Sistem Seri.....	II-5
2.2 Model Keandalan Sistem Paralel .....	II-5
2.3 Siklus Hidup Sistem.....	II-7
2.4 Klasifikasi Kompresor .....	II-10
2.5 Rotor Jantan dan Rotor Betina .....	II-10
2.6 Cara Kerja Kompresor Sekrup .....	II-11
2.7 Kompresor Udara Unit SSR PT.Wilmar Nabati Indonesia.....	II-12
2.8 <i>Blowdown Valve</i> .....	II-12
2.9 Motor 3 Phasa .....	II-13
2.10 <i>Starter Contactor</i> .....	II-14
2.11 Control Transformer .....	II-14
2.12 Contoh <i>Fault Tree Analysis</i> .....	II-18
2.13 Prinsip-prinsip Dasar RCM.....	II-20
2.14 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> .....	II-22
2.15 Penyeleksian Tindakan PM.....	II-24
3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	III-1
3.2 Perancang FTA <i>Contactor</i> .....	III-11
3.3 Perancang FTA <i>Control Transformer</i> .....	III-11
3.4 Perancangan FTA <i>Thermal Overload Relay</i> .....	III-12
3.5 Perancangan FTA Motor <i>Airend</i> .....	III-12

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



3.6	Perancangan FTA Motor <i>Fan</i> .....	III-13
3.7	Perancangan FTA <i>Blowdown Valve</i> .....	III-13
3.8	Perancangan FTA <i>Inlet Valve</i> .....	III-14
3.9	Perancangan FTA <i>Temperature Sensor</i> .....	III-14
4.1	Perancangan FTA Control Transformer .....	IV-2
4.2	FTA <i>Cut Set Control Transformer</i> .....	IV-2
4.3	Perancangan FTA <i>Contactor</i> .....	IV-4
4.4	FTA <i>Cut Set Contactor</i> .....	IV-5
4.5	Perancangan FTA <i>Thermal Overload Relay</i> .....	IV-6
4.6	FTA <i>Cut Set Thermal Overload Relay</i> .....	IV-7
4.7	Perancangan FTA Motor <i>Airend</i> .....	IV-8
4.8	FTA <i>Cut Set Motor Airend</i> .....	IV-9
4.9	FTA Motor <i>Fan</i> .....	IV-10
4.10	FTA <i>Cut Set Motor Fan</i> .....	IV-11
4.11	FTA <i>Blowdown Valve</i> .....	IV-12
4.12	FTA <i>Cut Set Blowdown Valve</i> .....	IV-13
4.13	FTA <i>Inlet Valve</i> .....	IV-14
4.14	FTA <i>Cut Set Inlet Valve</i> .....	IV-15
4.15	FTA <i>Temperature sensor</i> .....	IV-16

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR TABEL

	<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Simbol-simbol hubungan dalam FTA .....	II-16
2.2	Simbol-simbol hubungan dalam FTA .....	II-17
2.3	Algoritma MOCUS pada contoh gambar 2.11 .....	II-19
2.4	<i>Worksheet</i> LTA .....	II-23
2.5	<i>Worksheet</i> Pemilihan Tindakan .....	II-26
3.1	<i>Worksheet</i> LTA .....	III-8
3.2	<i>Worksheet</i> Pemilihan Tindakan .....	III-9
4.1	Keterangan angka pada pohon kegagalan <i>control transformator</i> .....	IV-2
4.2	FTA Algoritma <i>Mocus Control Transformer</i> .....	IV-3
4.3	Keterangan angka pada pohon kegagalan <i>contactor</i> .....	IV-4
4.4	Algoritma <i>Mocus Contactor</i> .....	IV-5
4.5	Keterangan angka pada pohon kegagalan <i>Thermal Overload Relay</i> .....	IV-6
4.6	Algoritma <i>Mocus Thermal Overload Relay</i> .....	IV-7
4.7	Keterangan angka pada pohon kegagalan Motor <i>Airend</i> .....	IV-8
4.8	Algoritma <i>Mocus Motor Airend</i> .....	IV-9
4.9	Keterangan angka pada pohon kegagalan Motor <i>Fan</i> .....	IV-10
4.10	Algoritma <i>Mocus Motor Fan</i> .....	IV-11
4.11	Keterangan angka pada pohon kegagalan <i>Blowdown Valve</i> .....	IV-12
4.12	Algoritma <i>Mocus Blowdown Valve</i> .....	IV-14
4.13	Keterangan angka pada pohon kegagalan <i>Inlet Valve</i> .....	IV-15

4.14	Algoritma <i>Mocus Inlet Valve</i> .....	IV-16
4.15	Keterangan angka pada pohon kegagalan <i>Temperature sensor</i> .....	IV-17
4.16	LTA Komponen Instrumentasi Kompresor .....	IV-18
4.17	Kategori Komponen .....	IV-20
4.18	Pemilihan Tindakan Instrumentasi Kompresor .....	IV-21
4.19	Pemilihan Tindakan .....	IV-23
4.20	Tindakan Perawatan <i>Condition Directed (CD)</i> .....	IV-23
4.21	Tindakan Perawatan <i>Time Directed (TD)</i> .....	IV-25
4.22	Jadwal Perawatan Instrumentasi kompresor udara .....	IV-26
4.23	Hasil Perhitungan Keandalan Komponen Kompresor) .....	IV-27

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR RUMUS

	<b>Rumus</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Keandalan Sistem Seri .....	II-5
2.2	Keandalan Sistem Paralel .....	II-5
2.3	<i>Mean Time Between Failure (MTBF)</i> .....	II-5
2.4	<i>Mean Time To Failure (MTTF)</i> .....	II-6
2.5	<i>Mean Time To Repair (MTTR)</i> .....	II-6
2.6	Fungsi Kepadatan Probabilitas .....	II-8
2.7	Fungsi Distribusi Kumulatif .....	II-8
2.8	Fungsi Keandalan .....	II-8
2.9	Fungsi Laju Kerusakan .....	II-8

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR SIMBOL

- = total waktu operasi (jam)
- = jarak nilai yang dihitung dari awal kerusakan hingga kerusakan kembali
- = total waktu rata rata kerusakan komponen
- = nilai yang digunakan unuk perhitungan keandalan
- = fungsi probabilitas
- = fungsi laju kerusakan
- = *Safety problem*
- = *Outage problem*
- = *Economic problem*
- = *Hidden failure*
- = Input Kegagalan
- = kejadian pada level paling atas (*top level event*)
- = kejadian pada level menengah (*intermediate fault event*)
- = level paling bawah (*lowest level failure event*)
- = kejadian yang tidak terduga (*undeveloped event*)
- = *And gate*. *Output event* terjadi jika semua *input event* terjadi secara bersamaan
- = *OR gate*. *Output event* terjadi jika paling tidak satu *input event* terjadi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

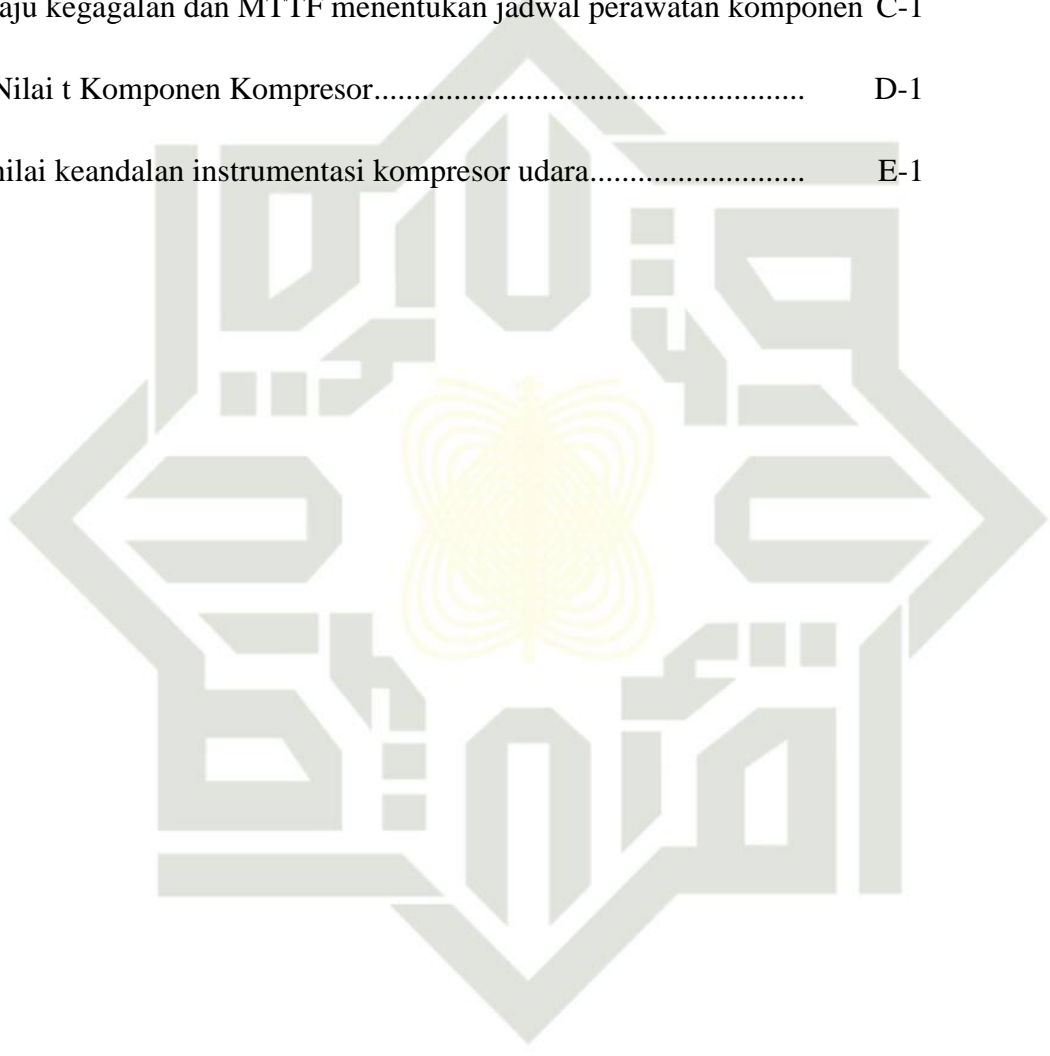
## DAFTAR SINGKATAN

FTA	=	<i>Fault Tree Analysis</i>
RCM	=	<i>Reliability Centered Maintanance</i>
SSR	=	<i>Single Spek Rotary</i>
Mt	=	<i>Metrix ton</i>
TBS	=	<i>Tandan Buah Segar</i>
SIL	=	<i>Safety Integrity Level</i>
LTA	=	<i>Logic Tree Analysis</i>
MTTF	=	<i>Mean Time To Failure</i>
MTTR	=	<i>Mean Time To Reapaire</i>
MTBF	=	<i>Mean Time Between Failure</i>
FBD	=	<i>Functional Block Diagram</i>
RPN	=	<i>Risk Priority Number</i>
RBD	=	<i>Reability Block Diagram</i>
FMEA	=	<i>Failure Mode Effect and Analysis</i>
FMECA	=	<i>Failure Mode Effect Critically Analysis</i>
DTS	=	<i>Down time system</i>
TOR	=	<i>Themal Overload Relay</i>
MOCUS	=	<i>Method for Obtaining Cut Sets</i>
TD	=	<i>Time Directed</i>
CD	=	<i>Condition Directed</i>
FF	=	<i>Failure Finding</i>
RTF	=	<i>Run to Failure</i>
OEE	=	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A Hasil Wawancara .....	A-1
B Data Tabel Dan Grafik Kerusakan Komponen Selama Tiga Tahun.....	B-1
C Perhitungan laju kegagalan dan MTTF menentukan jadwal perawatan komponen	C-1
D Perhitungan Nilai t Komponen Kompresor.....	D-1
E Perhitungan nilai keandalan instrumentasi kompresor udara.....	E-1



UIN SUSKA RIAU

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Didalam kehidupan sehari-hari, manusia memiliki beberapa aspek kebutuhan hidup, salah satu aspek kebutuhan tersebut ialah kebutuhan pangan. Kebutuhan pangan merupakan aspek penting untuk menyambung kehidupan manusia, salah satu kebutuhan pangan adalah minyak kelapa sawit atau minyak goreng. Minyak kelapa sawit merupakan salah satu bahan pokok yang penting untuk memasak, tidak hanya untuk menggoreng, masih banyak lagi kegunaan dari minyak kelapa sawit. Setiap harinya manusia membutuhkan dan menggunakan minyak kelapa sawit untuk mengolah bahan makanan. Dikarenakan itu tentu saja minyak kelapa sawit memiliki dampak tingkat permintaan pasar yang tinggi.

Industri minyak kelapa sawit di Indonesia menunjukkan peningkatan yang signifikan, perkembangan produksi minyak kelapa sawit dari tahun 2013 sampai dengan 2016 selalu meningkat disetiap tahunnya. Pada tahun 2013 sampai dengan 2015 mengalami peningkatan dari 5,67 % sampai dengan 7,70 % dan juga meningkat secara drastis di tahun 2016 dengan produksi minyak sebesar 53,28 %. Perkembangan produksi minyak kelapa sawit di tahun 2013 sebesar 17,77 juta ton meningkat pada tahun 2016 menjadi 31,49 juta ton dengan total peningkatan 77,18 %. Total ekspor minyak kelapa sawit di Indonesia sebesar 24,34 % dengan total ekspor minyak kelapa sawit yang mengalami peningkatan dari tahun 2013 yaitu 22,22 juta ton sampai dengan tahun 2017 meningkat menjadi 29,07 ton. Di Indonesia, produksi minyak kelapa sawit terbesar tahun 2016 adalah provinsi Riau dengan total produksi sebesar 7,43 ton atau sekitar 23,58 % dari total produksi minyak kelapa sawit di Indonesia [1].

Dengan tingginya kebutuhan minyak kelapa sawit, maka banyak perusahaan yang bergerak dibidang pengolah dan pendistribusi minyak kelapa sawit. Salah satunya adalah PT. Wilmar Nabati Indonesia. Salah satu pabrik pengolahan minyak kelapa sawit milik PT. Wilmar Nabati Indonesia yaitu berada di Dumai Riau. Dalam proses memenuhi permintaan pasar minyak kelapa sawit, pabrik milik PT. Wilmar Nabati Indonesia yang ada di Dumai

memiliki 3 *Refinery Plant* dan 2 *Fractination Plant*, dengan total produksi minyak mencapai 4300 Mt dalam sehari [2].

Untuk memproduksi minyak kelapa sawit, maka harus melalui proses yang cukup panjang, mulai dari pemanenan tandan buah segar (TBS) sampai dengan pendistribusian minyak kelapa sawit ke konsumen. Dari seluruh proses untuk mengolah minyak kelapa sawit, sebagian besar menggunakan *equipment* yang menggunakan tenaga angin bertekanan. Beberapa *equipment* harus dioperasikan menggunakan angin bertekanan seperti *control valve, actuator, pneumatic valve, air preasure indicator, silinder valve hydrolic, load valve*. Seluruh komponen ini selalu ada pada setiap *plan* / proses di PT Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau. Dan alat yang bekerja untuk menghasilkan udara bertekanan tersebut adalah *Air Compressor* [2].

Kompresor dimanfaatkan untuk keperluan proses dan menjalankan alat yang membutuhkan suplai udara bertekanan. Pabrik minyak kelapa sawit beroperasi selama 24 jam, dan tentunya kebutuhan udara bertekanan diperlukan selama proses produksi. Penggunaan kompresor yang dilakukan secara terus menerus dapat membuat keandalan pada komponen kompresor udara mengalami penurunan dan mengakibatkan terjadinya kegagalan fungsi, tentu saja proses produksi tidak dapat berjalan, ini dapat mengakibatkan kerugian pada perusahaan [2].

Dari hasil wawancara dan diskusi dengan teknisi PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau, bila kerusakan yang terjadi pada kompresor semakin parah, akan berdampak pada tidak optimalnya kinerja alat alat yang bergantung menggunakan udara bertekanan, ini dapat mengganggu aktivitas produksi minyak kelapa sawit. Salah satu hal yang cukup beresiko adalah terhentinya operasi pada *chiller* yang berfungsi sebagai pendingin suhu minyak yang bekerja pada unit *crystalizer tank*. Jika pendingin ini berhenti dikarenakan tidak adanya tekanan udara yang dibutuhkan, maka proses pendinginan minyak dapat terganggu. *Boiler* juga memerlukan udara bertekanan untuk menjalankan *equipment* yang menjaga keberlangsungan kerja dari *boiler*. Mesin pengolah limbah minyak kelapa sawit juga memerlukan suplai udara bertekanan. Jika mesin pengolah limbah terhenti, dapat mengakibatkan terganggunya sistem pengolahan limbah, ini dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan sekitar pabrik, maka perusahaan dapat dikenakan sanksi dan denda yang mengakibatkan kerugian [2].



Berdasarkan hasil pengamatan data kerusakan dari tahun 2016, 2017, 2018, dengan melakukan observasi dan wawancara pada petugas lapangan, di unit kompresor SSR sering terjadi kegagalan. Data kerusakan dapat dilihat pada lampiran A yang dilampirkan oleh penulis berupa tabel beserta grafiknya. Dari banyaknya kegagalan, banyak diantaranya hanya dengan mengganti dengan komponen baru. Karena lebih banyaknya permasalahan yang tidak diketahui apa penyebabnya, dan tidak ada tindakan perawatan yang sesuai dan tepat. Hal ini bisa disimpulkan bahwa kegiatan *maintanance* pada unit kompresor masih terdapat kekurangan dan hasil yang didapati tidak maksimal. Maka penulis menyarankan adanya analisis penyebab kegagalan, keandalan dan juga menyarankan tindakan perawatan yang tepat khususnya pada unit kompresor udara.

Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) merupakan metode yang dapat mengidentifikasi kegagalan yang terjadi, dengan menentukan tahapan tahapan kemungkinan hal hal yang tidak diinginkan akan terjadi, tentu saja juga dapat menentukan penyebab dan hubungan kejadian sebuah kegagalan apakah dari komponen maupun akibat *human error*. Hasil evaluasi dari penggunaan metode FTA dapat berupa analisa kualitatif namun juga bisa berupa kuantitatif. Metode FTA mengidentifikasi resiko kegagalan dari *Top Event* sampai dengan *Top Down*. Dengan menganalisa kegagalan utama (*Primary Failure*), kegagalan sekunder (*Secondary Failure*), dan kesalahan perintah (*Command Failure*) pada setiap *Top Event*. Metode FTA juga memiliki kekurangan dikarenakan hasil dari identifikasi yang didapati tidak ada tahapan solusi untuk kegiatan perawatan [3].

Penelitian yang sudah pernah dilakukan di pembangkit listrik tenaga panas bumi yang dilakukan pada tahun 2018, mengidentifikasi permasalahan pada kompresor udara yang sering mengalami trip, yang mengakibatkan kurangnya keandalan mesin kompresor, penelitian ini melakukan analisis *Safety Integrity Level* dimana komponen yang sering mengalami kerusakan akibat kompresor trip yaitu pada kompresor, *air receiver*, dan *air drying*, menggunakan metode FTA, menjadikan efek trip kompresor sebagai *Top Event*, dengan membuat bagan dan mencari *minimal cut set* untuk mengetahui akar permasalahan yang mengakibatkan kompresor trip. Dengan mencari nilai PFD menggunakan konfigurasi *Moon Average After Logic* melakukan penambahan *Final Control Element* meningkatkan tingkat keamanan yang diawal SIL 1 menjadi SIL 3, dengan begitu terdapat 5 komponen yang menyebabkan kompresor menjadi trip yaitu *first stage compressor*, *second stage compressor*, *after cooler*, *intercooler*, dan *danoil cooler*. [4]

Metode RCM *Reliability Centered Maintenance* merupakan metode yang menentukan pemilihan tindakan perawatan yang sesuai dan efektif. Karena metode RCM bertujuan mempertahankan fungsi aset dengan mengidentifikasi apa yang menjadi penyebab kegagalan serta dapat mengutamakan kepentingan fungsi aset. Keuntungan bila menggunakan metode RCM yaitu dapat mengurangi biaya perawatan dan menentukan waktu yang tepat untuk melakukan tindakan perawatan, agar aset dapat menjalankan fungsi dengan sesuai yang diinginkan. Metode RCM melakukan pemilihan tindakan perawatan dengan pendekatan yang sesuai dan tepat, mengatasi penyebab yang mendominasi dari sebuah kerusakan, agar kerusakan tidak terjadi lagi [5].

Sebelumnya juga terdapat penelitian yang melakukan analisis kegagalan pada sistem instrumentasi pada *boiler* di PTPN Sei Pagar, permasalahan yang terjadi pada *boiler* pada komponen *Blowdown Valve, Manometer, Main Steam Valve, Safety Valve, dearator pump, electric pump, turbin pump, water level gauge, dan forced draft fan* mengimplementasikan metode RCM pada sistem instrumentasi dengan menggunakan penyusunan *logic tree analysis* pada *boiler 1* dan *boiler 2* melakukan klasifikasi komponen berdasarkan kerusakan, menentukan tindakan perawatan dan penentuan jadwal *maintanance* yang tepat untuk instrumentasi pada *boiler 1* dan *boiler 2* dengan melakukan perawatan pada komponen yang kritis dengan pendekatan metode RCM, dan melakukan perhitungan tingkat keandalan komponen instrumentasi pada *boiler 1* dan *boiler 2* [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Prasetya dan Ika Widya Ardhyani di PT. S, melakukan perencanaan pemeliharaan mesin produksi, diantaranya mesin *mill, slitter, end-facing, galvanizing, threading, hydro test*, mesin ini yang paling tinggi nilai *downtime* nya. Penulis melakukan analisa kerusakan pada mesin dengan menggunakan metode FTA, contoh pada mesin *mill* diketahui bahwa *cut-off* dan *welding* bermasalah, penyebabnya karena *shaft* gergaji bengkok, gergaji aus, *limit switch* dan *bearing* gergaji macet. *Welding* bermasalah karena *fitting* jebol, *nepple* buntu dan selang bocor dengan menghitung fungsi keandalan yaitu perhitungan MTTR dan MTTF dan menggunakan metode RCM untuk mencari *interval* perawatan secara optimal, maka beberapa contoh hasil didapati *bearing drive roll accumulator* yaitu 504,65 jam (21 hari), *Interval* perawatan komponen selang yaitu 7911,3 jam (329 hari), *Interval* perawatan komponen *shaft* gergaji yaitu 956,68 jam (39 hari) [17].

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Berikut penelitian yang dilakukan oleh Trio Yonathan, Andira dan muzaeni di PT. Geo Nipa Energi (Persero) Unit I Dieng, melakukan analisis pemeliharaan KSB WKTB pada *Well Pad* 28, setelah melakukan analisis menggunakan metode FTA, diketahui salah satu masalah adalah pada *low pressure*, ini dikarenakan *bowl* yang tidak bekerja maksimal karena terjadi *scalling* (pengendapan silika), mengakibatkan *bowl* tidak berputar dengan mulus. Dengan melakukan pengambilan keputusan menggunakan metode RCM, diambil dari *decision worksheet*, penyebab kegagalan adalah SOP pengoperasian mesin kurang diperhatikan, nilai MTBF adalah 110 jam, keputusan pengambilan tindakan didapati rata-rata keadaan *downtime* adalah 240 menit dan pengambilan keputusan yaitu dengan pembersihan karat dan melakukan *balancing* ulang [18].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Divania dan Prayonne melakukan perancangan jadwal *Maintanance* untuk menurunkan *downtime* pada *line* mesin *pallet* 9 di PT. X salah satu mesin yang bermasalah adalah mesin *screw fader* dengan menggunakan metode FTA, contoh penyebab mesin bermasalah ialah terletak pada *spocket* (roda gigi) aus, dengan menghitung RPN maka dapat ditentukan jenis perbaikan dan konsekuensi. Contoh pada as yang terlalu sering bergesekan, maka perlu dilumasi secara berkala agar as dapat berjalan dengan lancar. Dengan *time directed task* dapat diketahui jadwal perawatan dari kegagalan yang pernah terjadi pada komponen. Selanjutnya membuat rekapitulasi data kegagalan dan simulasi pengecekan. Hasil estimasi *downtime* didapatkan agar dapat membuat jadwal perawatan [19].

Penelitian pada *Fuel Oil System* KM. Bukit Siguntang dengan tujuan analisa perawatan berbasis keandalan menggunakan metode RCM, penelitian untuk meningkatkan *availability* mesin kapal, pada kasus ini komponen paling kritis terdapat pada *fuel oil system* kegagalan terjadi pada sistem bahan bakar, dari hasil menggunakan metode FTA, terjadi kegagalan pada G1 yaitu *strorage tank*, *transfer pump* dan *settling pump*. Lalu menentukan minimal *cut set* dari *event* dan membuat RBD guna menganalisa keandalan secara kuantitatif dengan melakukan simulasi pengisian bahan bakar selama 5000 jam secara kontinyu, maka didapati hasil bahwa sistem bahan bakar akan berhenti jika *storage tank*, *settling tank*, *day tank*, *balance tank* atau dua komponen transfer *pump*, dua komponen *separator*, dua komponen *filter*, dua komponen *booster pump* gagal bersamaan. Dan *availability* sistem bahan bakar 91% dalam kondisi baik selama 5000 jam, hasil dari

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



penggunaan metode RCM yang didapat dari indeks MTBF diperkirakan gagal pada 4570 jam pengoperasian, perawatan preventive dilakukan sebelum mencapai nilai MTBF [20].

Berdasarkan hasil studi pendahuluan dan latar belakang diatas, maka dengan ini penulis melakukan penelitian tentang “ Analisis Keandalan Instrumentasi pada Kompresor Udara Unit (*Single Spek Rotary*) SSR Menggunakan Metode ( *Fault Tree Analysis* )FTA Dan ( *Reliability Centered Maintnace* ) RCM Di PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau. Dikarenakan komponen kompresor udara unit SSR di PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau sering terjadi kerusakan, dan dari banyaknya masalah di sistem instrumentasi di unit kompresor udara tidak diketahui apa penyebab kerusakannya, maka penulis ingin menerapkan metode FTA untuk mengetahui penyebab kegagalan, dari dampak kerusakan hingga mengetahui akar permasalahan. Dikarenakan metode FTA masih memiliki kekurangan yaitu tidak adanya tindakan perawatan yang tepat dari indentifikasi masalah yang ditemukan, maka penulis menambahkan metode RCM untuk mengklasifikasikan kerusakan pada komponen, Hasilnya akan ditentukan tindakan perawatan yang tepat dan menentukan jadwal maintanance untuk instrumentasi kompresor udara, dan menghitung keandalan dari instrumentasi kompresor udara unit SSR.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari permasalahan yang di jelaskan diatas, berikut rumusan masalah dari penelitian :

1. Bagaimana dapat mengetahui penyebab masalah pada kompresor udara unit SSR denga menggunakan Metode FTA
2. Setelah mengetahui penyebab masalah, bagaimana cara memberi solusi dan tindakan yang tepat dengan menggunakan metode RCM
3. Bagaimana cara komponen dapat dihitung kendalannya, supaya kinerja komponen dapat maksimal
4. Bagaimana menentukan jadwal perawatan komponen dengan tepat

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang sudah jelaskan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Melakukan analisis penyebab penyebab kegagalan yang terjadi pada instrumentasi kompresor udara unit SSR dengan menerapkan metode FTA.
2. Memberikan rekomendasi tindakan perawatan terhadap sistem instrumentasi kompresor udara unit SSR dengan menggunakan metode reliability centered maintenance (RCM).
3. Mengetahui tingkat keandalan dari sistem instrumentasi kompresor udara unit SSR.
4. Memberikan jadwal perawatan untuk sistem instrumentasi kompresor udara unit SSR.

#### 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah, dan mengingat luasnya masalah yang ada, maka dibutuhkan batasan-batasan masalah, supaya topik penelitian lebih terfokus, dimana batasan-batasan penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini tidak membahas aspek biaya
2. Penelitian ini tidak membahas desain sistem
3. Data yang digunakan berdasarkan hasil wawancara dan rekomendasi dari PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau tahun 2016, 2017, dan 2018

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu semua pihak yang terkait, maupun dalam segi ilmu pengetahuan. Adapun manfaat dari penelitian ini :

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi untuk acuan dan tindakan perawatan untuk proses *maintenance* dengan baik untuk perusahaan.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat menjaga kualitas dan kinerja dari komponen instrumentasi kompresor udara dan mengurangi biaya perawatan.
3. Dapat menambah pengalaman dan ilmu pengetahuan didalam bidang keandalan, industri, ilmu elektro, pengetahuan penerapan metode FTA dan RCM serta dapat menjadi bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Dalam penelitian tugas akhir ini, dilakukan studi literatur yang merupakan pencarian teori dan referensi-referensi yang berkaitan dengan pokok pembahasan dan judul penelitian, dengan melakukan peninjauan dari penelitian terdahulu, paper, buku, jurnal maupun dari sumber sumber yang lain.

Penelitian yang dilakukan di pembangkit listrik tenaga panas bumi yang dilakukan pada tahun 2018, mengidentifikasi permasalahan pada kompresor udara yang sering mengalami trip, yang mengakibatkan kurangnya keandalan mesin kompresor, penelitian ini melakukan analisis *Safety Integrity Level* dimana komponen yang sering mengalami kerusakan akibat kompresor trip yaitu pada kompresor, *air receiver*, dan *air drying*, menggunakan metode FTA, menjadikan efek trip kompresor sebagai *Top Event*, dengan membuat bagan dan mencari *minimal cut set* untuk mengetahui akar permasalahan yang mengakibatkan kompresor trip. Dengan mencari nilai PFD menggunakan konfigurasi *MooN Average After Logic* melakukan penambahan *Final Control Element* meningkatkan tingkat keamanan yang diawal SIL 1 menjadi SIL 3, dengan begitu terdapat 5 komponen yang menyebabkan kompresor menjadi trip yaitu *first stage compressor*, *second stage compressor*, *after cooler*, *intercooler*, dan *danoil cooler*. [4]

Pada penelitian yang melakukan analisis kegagalan pada sistem instrumentasi pada boiler di PTPN Sei Pagar, permasalahan yang terjadi pada boiler pada komponen *Blowdown Valve*, *Manometer*, *Main Steam Valve*, *Safety Valve*, *dearator pump*, *electric pump*, *turbin pump*, *water level gauge*, dan *forced draft fan* mengimplementasikan metode RCM pada sistem instrumentasi dengan menggunakan penyusunan *logic tree analisis* pada boiler 1 dan boiler 2 melakukan klasifikasi komponen berdasarkan kerusakan, menentukan tindakan perawatan dan penentuan jadwal maintenance yang tepat untuk instrumentasi pada boiler 1 dan boiler 2 dengan melakukan perawatan pada komponen yang kritis dengan pendekatan metode RCM, dan melakukan perhitungan tingkat keandalan komponen instrumentasi pada boiler 1 dan boiler 2 [6].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Agustinus dan Hery Azwir 2018, melakukan penelitian Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif. Penelitian yang dilakukan pada PT. Showa Indonesia *Manufacturing*



dengan menggunakan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) dalam penelitian ini Agustinius dan Hery Azwar melakukan pencarian hasil komponen kritis dalam kompresor dengan menggunakan analisis *Pareto* 80-20 atau 70-30 dan mendapatkan hasil dari data yang terkumpul. Terdapat 6 kompresor dengan kegagalan yang berbeda beda, dengan berdasarkan kriteria minimasi *downtime* untuk dapat menentukan waktu terbaik melakukan penggantian pencegahan, berfungsi menurunkan total *downtime* per satuan waktu dengan menggunakan metode *age replacement* guna mendapatkan hasil rekaptulasi perhitungan interval waktu pemeriksaan. Setelah melakukan tindakan *preventive maintenance* waktu *downtime* mesin mengalami penurunan, karena melakukan penggantian komponen dan melakukan pemeriksaan sebelum terjadinya kerusakan, sehingga nilai dari *availability* dan *reliability* mengalami peningkatan. Total dalam pertahun *downtime* pun mengalami penurunan hingga 44,59% dari sebelum adanya *preventive maintenance* dengan total 233,2 hingga setelah melakukan *preventive maintenance* dengan total 104,00 [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Sihombing, Susanto, dan Suliantoro menganalisis efektivitas mesin reng dan mengidentifikasi faktor penyebab *Sixs Big Losses* di CV. Ali Griya, Semarang, dikarenakan adanya *downtime*, kurangnya kecepatan produksi mesin, dan hasil dari produksi yang tidak sesuai, dengan melakukan perhitungan *Sixs Big Losses* pada mesin reng menggunakan metode pohon kegagalan dan mengeliminasi faktor penyebab-penyebab *setup and adjustment losses, idling and minor stoppage losses, process defect losses, reduced speed losses, breakdown losses, reduced yield losses*, dengan persentase sebesar 42,45% [8].

Selanjutnya penelitian yang dilakuka oleh Aritonang, Setiawan, Iskandar pada mesin produksi kain di PT. IS, dimana terjadi *downtime* pada mesin produksi kain, untuk meminimalisir terjadinya *downtime*, maka mereka menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* RCM guna membuat strategi perawatan., ditemukan mesin yang kritis yaitu mesin *Stenter Finish*, menentukan hubungan komponen komponen yang mengalami kegagalan dengan membuat *Functional Block Diagram* FBD terjadi pada komponen motor rantai mesin, sekring, penentuan usulan perawatan dan jadwal perawatan berdasarkan hasil dari pencarian nilai *severity, occurrence, dan detection* [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Prasetya dan Ika Widya Ardhyani di PT. S, melakukan perencanaan pemeliharaan mesin produksi, diantaranya mesin *mill, slitter, end-*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© *Halwa* *galvanizing, trhreading, hydro test*, mesin ini yang paling tinggi nilai *downtime* nya. Penulis melakukan analisa kerusakan pada mesin dengan menggunakan metode FTA, contoh pada mesin *mill* diketahui bahwa *cut-off* dan *welding* bermasalah, penyebabnya karena *shaft* gergaji bengkok, gergaji aus, *limit switch* dan *bearing* gergaji macet. *Welding* bermasalah karena *fitting* jebol, *nepple* buntu dan selang bocor dengan menghitung fungsi keandalan yaitu perhitungan MTTR dan MTTF dan menggunakan metode RCM untuk mencari *interval* perawatan secara optimal, maka beberapa contoh hasil didapati *bearing drive roll accumulator* yaitu 504,65 jam (21 hari), *Interval* perawatan komponen selang yaitu 7911,3 jam (329 hari), *Interval* perawatan komponen *shaft* gergaji yaitu 956,68 jam (39 hari) [17].

Berikut penelitian yang dilakukan oleh Trio Yonathan, Andira dan muzaeni di PT. Geo Nipa Energi (Persero) Unit I Dieng, melakukan analisis pemeliharaan KSB WKTB pada *Well Pad* 28, setelah melakukan analisis menggunakan metode FTA, diketahui salah satu masalah adalah pada *low pressure*, ini dikarenakan *bowl* yang tidak bekerja maksimal karena terjadi *scalling* (pengendapan silika), mengakibatkan *bowl* tidak berputar dengan mulus. Dengan melakukan pengambilan keputusan menggunakan metode RCM, diambil dari *decision worksheet*, penyebab kegagalan adalah SOP pengoperasian mesin kurang diperhatikan, nilai MTBF adalah 110 jam, keputusan pengambilan tindakan didapati rata-rata keadaan *downtime* adalah 240 menit dan pengambilan keputusan yaitu dengan pembersihan karat dan melakukan *balancing* ulang [18].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Divania dan Prayonne melakukan perancangan jadwal *Maintanance* untuk menurunkan *downtime* pada *line* mesin *pallet* 9 di PT. X salah satu mesin yang bermasalah adalah mesin *screw fader* dengan menggunakan metode FTA, contoh penyebab mesin bermasalah ialah terletak pada *spocket* (roda gigi) aus, dengan menghitung RPN maka dapat ditentukan jenis perbaikan dan konsekuensi. Contoh pada as yang terlalu sering bergesekan, maka perlu dilumasi secara berkala agar as dapat berjalan dengan lancar. Dengan *time directed task* dapat diketahui jadwal perawatan dari kegagalan yang pernah terjadi pada komponen. Selanjutnya membuat rekapitulasi data kegagalan dan simulasi pengecekan. Hasil estimasi *downtime* didapatkan agar dapat membuat jadwal perawatan [19].

Penelitian pada *Fuel Oil System* KM. Bukit Siguntang dengan tujuan analisa perawatan berbasis keandalan menggunakan metode RCM, penelitian untuk meningkatkan



© Ta cipta milik UIN Suska Riau  
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

availability mesin kapal, pada kasus ini komponen paling kritis terdapat pada *fuel oil system* kegagalan terjadi pada sistem bahan bakar, dari hasil menggunakan metode FTA, terjadi kegagalan pada G1 yaitu *storage tank*, *transfer pump* dan *settling pump*. Lalu menentukan minimal *cut set* dari *event* dan membuat RBD guna menganalisa keandalan secara kuantitatif dengan melakukan simulasi pengisian bahan bakar selama 5000 jam secara kontinyu, maka didapati hasil bahwa sistem bahan bakar akan berhenti jika *storage tank*, *settling tank*, *day tank*, *balance tank* atau dua komponen *transfer pump*, dua komponen *separator*, dua komponen *filter*, dua komponen *booster pump* gagal bersamaan. Dan *availability* sistem bahan bakar 91% dalam kondisi baik selama 5000 jam, hasil dari penggunaan metode RCM yang didapati dari indeks MTBF diperkirakan gagal pada 4570 jam pengoperasian, perawatan preventive dilakukan sebelum mencapai nilai MTBF [20].

## 2.2 Keandalan (*Reliability*)

Keandalan merupakan kemungkinan atau peluang sebuah sistem dapat berfungsi seperti yang diinginkan didalam kondisi dan waktu tertentu untuk periode yang telah ditentukan pada komponen ataupun sistem [10].

Keandalan pada komponen, sistem atau subsistem adalah salah satu aspek yang mempengaruhi berhasilnya sebuah proses. Dalam mengevaluasi keandalan, kegagalan dari komponen maupun sistem harus jelas dan dapat diamati, dan waktu kegagalan bisa dievaluasi pada saat kondisi normal, ini merupakan hal yang harus diperhatikan. Ada 2 metode yang dapat dilakukan untuk mengevaluasi keandalan [11] :

1. Evaluasi Kuantitatif, membedakan evaluasi menjadi analisis (statistik) dan evaluasi dengan metode simulasi.
2. Evaluasi Kualitatif merupakan metode evaluasi yang dilakukan untuk mengetahui dampak dari kegagalan, dengan metode FTA (*Fault Tree Analysis*), FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*), FMECA (*Failure Mode Effect Critically Analysis*) dan RCM (*Reliability Centered Maintenance*).

### 2.2.1 Pemodelan Keandalan Sistem

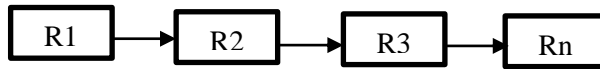
Ada 2 jenis pemodelan keandalan sistem yaitu [12]:

Pemodelan sistem seri, yaitu dimana sistem dapat berfungsi jika semua komponen dalam sistem tersebut beroperasi, jika salah satu komponen rusak, maka keseluruhan sistem mengalami kegagalan. Gambar sistem seri :



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

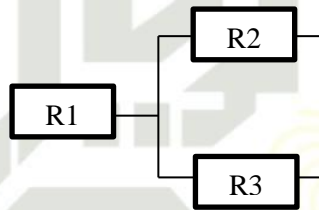


Gambar 2.1 Model Keandalan Sistem Seri [10]

Jika masing masing komponen adalah  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ , maka keandalan system seri adalah :

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n \quad [10] \quad (2.1)$$

Pemodelan sistem paralel, yaitu dimana sistem dapat berfungsi jika satu komponen dari penyusunnya beroperasi, sistem paralel akan gagal bila seluruh komponen penyusunnya mengalami kegagalan.



Gambar 2.2 Model Keandalan Sistem Paralel [10]

Jika masing-masing komponen adalah  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ , maka keandalan sistem paralel adalah :

$$R_p = 1 - [(1 - R_1) \times (1 - R_2) \times \dots \times (1 - R_n)] \quad [10] \quad (2.2)$$

Ada beberapa istilah yang berhubungan dengan keandalan sistem, yaitu [10]:

Komponen, merupakan bagian dari suatu sistem.

*Failure* (kegagalan), merupakan suatu kerusakan perangkat atau sistem sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

*Failure rate* (laju kerusakan), menunjukkan jumlah kegagalan atau kerusakan selama waktu pakai.

*Mean time between failure* (MTBF), adalah nilai rata-rata waktu diantara dua kejadian kegagalan untuk suatu komponen atau sistem, mempunyai satuan jam

atau tahun, Rumusnya :  $MTBF = \frac{\text{Total waktu operasi (Jam)}}{\text{Jumlah kegagalan (Jam)}} \quad (2.3)$

*Mean time to failure* (MTTF), adalah nilai rata-rata waktu sistem untuk menuju kegagalan, Rumusnya :

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}, \text{ dimana } = \frac{\text{Jumlah kegagalan}}{\text{Total waktu operasi (jam)}} \quad (2.4)$$

*Mean time to repair* (MTTR), adalah nilai rata-rata waktu untuk perbaikan suatu element dalam suatu sistem untuk kembali beroperasi, Rumusnya :

$$MTTR = \frac{\text{Lama perbaikan}}{\text{Jumlah kerusakan}} \quad \square \quad (2.5)$$

Keandalan adalah peluang bahwa perangkat dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan setelah waktu yang ditentukan.

*Availability* (ketersediaan), adalah kemampuan suatu sistem dapat beroperasi sebagai mana mestinya pada suatu saat atau waktu yang ditentukan.

*Unavailability* (ketidak tersediaan), adalah probabilitas sistem tidak dapat beroperasi. Mempunyai satuan menit per tahun.

10. *Down time system* (DTS), merupakan waktu rata-rata suatu sistem tidak melakukan fungsinya seperti yang diinginkan.

**2.3 Laju Kegagalan**

Laju kegagalan merupakan waktu dimana fase terjadinya kegagalan dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam menganalisis kegagalan alat atau komponen, ada beberapa faktor (*failure rate*) pada komponen selama masa operasi, antara lain [10] :

1. Cara Teknikal

Dengan menentukan penyebab terjadinya kegagalan pada alat berdasarkan aspek-aspek teknis dari alat.

- Cara Statistikal

Dengan cara menentukan hubungan antara laju kegagalan alat dengan waktu. Atau menggunakan histogram frekuensi relatif dengan mencatat *Time To Failure* sepanjang system beroperasi.

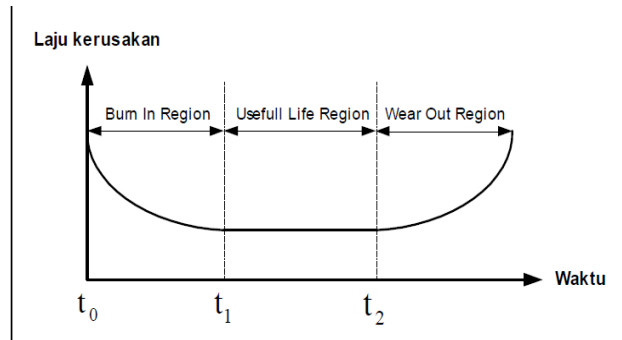
Pengamatan terhadap langkah-langkah pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya kegagalan, dapat disimpulkan dalam bentuk kalimat atau grafik yang nantinya dapat dianalisis lebih lanjut, pola kegagalan komponen dapat diketahui dengan kurva yang berbentuk seperti bak mandi, atau biasa disebut *Bathub hazard rate curve*. Ada 3 area yang terbagi didalam kurva, yaitu :

1. Area A, Disebut : *Burn In Region* (laju kegagalan menurun).
2. Area B, Disebut : *Usefull Life Region* (laju kegagalan konstan).
3. Area C, Disebut : *Wear Out Region* (laju kegagalan meningkat).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Fase A umumnya terjadi tingkat kegagalan, pada fase B laju kegagalan konstan dan pada fase C laju kegagalan meningkat sampai sistem tidak dapat berfungsi lagi.



Gambar 2.3 Siklus Hidup Sistem [10]

Keterangan *Bathub hazard rate curve* [10] :

1. Fase A : Kegagalan Awal (*Early failure* atau *infant mortality*).

Pada fase ini, laju kegagalan (*hazard rate*) suatu system akan menurun, dan biasanya hal ini merupakan ciri awal penggunaan mesin. Fase ini sering disebut *burn in region; debugging region* atau *break in region*. Fase ini dimulai dari  $t_{(0)}$  sampai  $t_{(1)}$ . Pada fase ini menunjukkan terjadinya kegagalan dini (*early failure*) yang menurun hingga  $t_{(1)}$ . Probabilitas kegagalan pada saat ini akan lebih besar dibanding pada saat yang akan datang.

Fase B : Kegagalan yang *random (failure random in time)*.

Fase ini dimulai dari  $t_{(1)}$  sampai  $t_{(2)}$ . pada fase ini memiliki laju kegagalan yang cenderung konstan dan laju kegagalan yang terjadi lebih rendah. Fase ini disebut *usefull life*. Kerusakan yang terjadi pada fase ini biasanya diakibatkan oleh kondisi ekstrim atau pembebanan yang tiba-tiba dan bebannya diluar batas kemampuan komponen.

Fase C : Pengoperasian melebihi umur komponen (*Wear out operation*).

Fase ini dimulai dari  $t_{(2)}$  sampai seterusnya. Fase ini memiliki laju kegagalan yang cenderung tinggi, ini dikarenakan kondisi alat atau komponen yang memburuk dan dan komponen sudah melebihi batas umurnya (*wear out*). Penggantian terjadi dari  $t_{(1)}$  dan  $t_{(2)}$ . Penentuan  $t_{(1)}$  dan  $t_{(2)}$  akan sulit untuk menentukan waktu yang tepat untuk melakukan penggantian peralatan.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.4 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial adalah salah satu model teori alternatif yang banyak digunakan dalam perhitungan keandalan. Distribusi eksponensial dapat digunakan berdasarkan perhitungan nilai  $\lambda$ , atau laju kegagalan. Berikut keterangan fungsi-fungsi dari distribusi eksponensial [11] :

### 1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

Fungsi ini akan menunjukkan pengukuran dengan menggunakan data variabel seperti tinggi, jarak dan jangka waktu kerusakan yang terjadi secara terus menerus (*continious*).

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (2.6)$$

### 2. Fungsi Distribusi Kumulatif

Fungsi ini menyatakan probabilitas kerusakan.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2.7)$$

### 3. Fungsi Keandalan

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.8)$$

Nilai  $e = 2,718 \dots$

### 4. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \lambda \quad (2.9)$$

dimana  $\lambda = \frac{\text{jumlah kegagalan}}{\text{total waktu operasi}}$

## 2.5 Perawatan

Perawatan adalah suatu kegiatan perawatan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala untuk melakukan pergantian kerusakan pada peralatan atau aset. Perawatan berfungsi sebagai bentuk tindakan untuk melindungi peralatan-peralatan agar dapat beroperasi secara normal dan juga upaya pencegahan kerusakan dini. Penjelasan perawatan terbagi menjadi dua kategori yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* [12].

### 2.5.1 Preventive Maintenance

*Preventive maintenance* adalah tindakan perawatan yang dilakukan pada kurun waktu yang ditentukan sesuai penjadwalan pemeliharaan yang sesuai. Tujuan *Preventive*

Maintenance dapat mengurangi peluang kerusakan atau penurunan performansi dari suatu sistem atau peralatan [12].

### 2.5.2 Corrective Maintenance

Corrective maintenance adalah tindakan perawatan yang dilakukan setelah sistem mengalami kerusakan, dan tindakan perawatan ini dimaksudkan untuk mengembalikan sistem kembali dalam keadaan sistem tersebut seperti semula guna dapat melakukan fungsinya [12].

### 2.5.3 Predictive Maintenance

Predictive maintenance adalah tindakan pengukuran yang bertujuan mendeteksi degradasi sistem atau peralatan, sehingga eliminasi atau pengendalian suatu peralatan dapat diketahui penyebabnya, dan hal ini tergantung pada kondisi fisik komponen sehingga hasilnya menjadi indikasi kapabilitas fungsi sekarang dan masa yang akan datang [12].

## 2.6 Kompresor

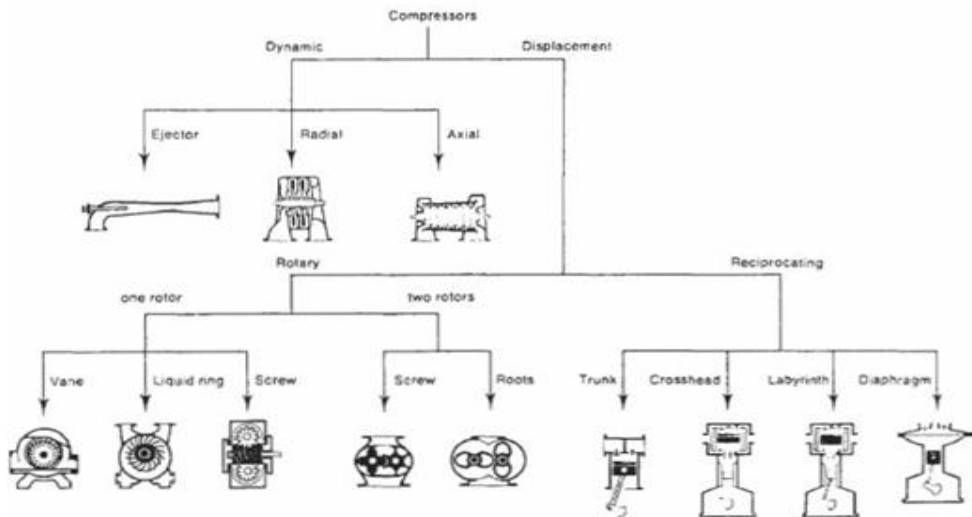
Kompresor adalah alat pemampat atau pengkompresi fluida (gas atau udara) dengan kata lain kompresor merupakan penghasil udara mampat. Karena proses pemampatan, udara mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara lingkungan (1atm). Kenaikan tekanan gas atau udara yang dihasilkan kompresor disebabkan adanya proses pemampatan yang dapat berlangsung secara kontiniu [13].

### 2.6.1 Jenis Kompresor

Kompresor terdapat dalam berbagai jenis dan model tergantung pada volume dan tekanannya, klasifikasi kompresor digolongkan atas dasar tekanannya. Atas dasar cara pemampatan udara, kompresor dibagi atas jenis turbo dan jenis perpindahan. Jenis turbo menaikkan tekanan dan kecepatan gas dengan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh *impeller*, atau dengan gaya angkat (*lift*), yang ditimbulkan oleh sudu. Sedangkan jenis perpindahan, menaikkan tekanan dengan memperkecil atau memampatkan volume gas yang dihisap ke dalam silinder atau stator oleh torak atau sudu [13].

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

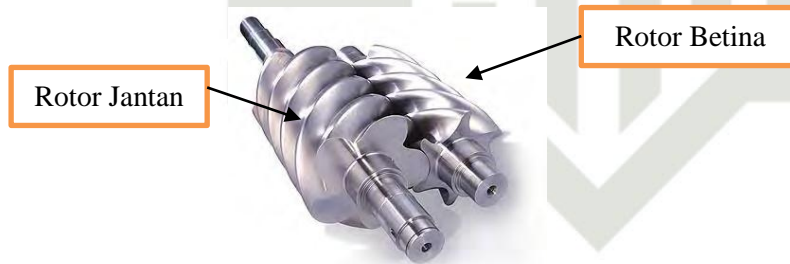
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.4 Klasifikasi Kompresor [13]

**2.6.2 Kompresor Udara Sekrup (Screw)**

Kompresor Udara Sekrup (*Screw*) termasuk jenis kompresor perpindahan positif yang tergolong dalam kompresor putar (*rotary*). Kompresor sekrup memiliki sepasang rotor berbentuk sekrup. Kompresor ini memampatkan fluida dengan putaran serempak, Rotor jantan (male rotor) memiliki alur permukaan cembung dan rotor betina (female rotor) memiliki alur permukaan cekung. Pasangan rotor ini berputar dalam arah saling berlawanan. Apabila rotor berputar maka ruang yang terbentuk antara bagian cekung dari rotor dan dinding rumah akan bergerak ke arah aksial sehingga udara akan dimampatkan.



Gambar 2.5 Rotor Jantan dan Rotor Betina [13].

**2.6.3 Bagian Kompresor Udara Screw**

Berikut keterangan bagian bagian penyusun dari sebuah kompresor udara [13]:

1. *Casing* adalah bagian paling luar kompresor berfungsi sebagai pelindung bagian-bagian didalamnya, juga sebagai kedudukan rotor.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

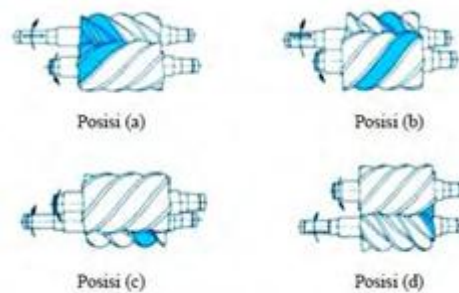
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Rotor merupakan elemen utama dari kompresor sekrup, berfungsi sebagai media pemampat udara.
4. Bantalan Poros (*Bearing*) berfungsi menahan gaya aksial karena perbedaan tekanan antara *discharge* dan *suction* kompresor, selain itu bantalan poros juga berfungsi sebagai peredam getaran karena putaran tinggi dan juga untuk mengurangi keausan poros akibat gesekan.
4. *Mechanical Seal* berfungsi mencegah kebocoran dimana celah-celah poros yang keluar dari casing (poros yang dihubungkan dengan penggerak).
5. Poros (*Shaft*) merupakan tempat kedudukan dari rotor sehingga dapat berputar. g. Katup Geser Berfungsi mengatur kapasitas kompresor dari 0% - 100% atau sebaliknya, katup ini digerakkan oleh *unloader valve*.

#### 2.6.4 Cara Kerja Kompresor Udara Screw

Cara Kerja Kompresor Sekrup (*Screw*) Fluida dipindahkan oleh sepasang rotor yang berbentuk sekrup, pasangan rotor ini berputar bersamaan dan arah putarannya berlawanan di dalam airen. Salah satu rotor tersebut sebagai *driver* yang dihubungkan langsung dengan motor penggerak *male* rotor dan yang satunya sebagai *driver* yang digerakkan oleh rotor *male* dan *female* rotor yang kedua ujungnya ditumpu oleh bantalan. Saat udara atau gas memasuki kompresor melalui sisi isap, udara atau gas isapan ini dengan segera akan ditutup/disekat oleh putaran sekrup. Setiap pemasukan udara atau gas ditangkap diantara celah rotor dan rumah (*casing*), kemudian udara atau gas dipindahkan sepanjang alur rotor dari sisi masuk ke sisi keluar. Dalam kompresor *screw*, volume udara atau gas berkurang pada saat udara atau gas didorong atau dipindahkan ke arah sisi keluar. Pengurangan volume ini menyebabkan tekanan udara atau gas naik [13].



Gambar 2.6 Cara Kerja Kompresor Sekrup [13].

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.7 Kompresor Udara Unit SSR PT.Wilmar Nabati Indonesia [2].

**2.7 Komponen Instrumentasi Kompresor Udara Screw**

**2.7.1 Blowdown Valve**

*Blowdown* merupakan alat yang berfungsi sebagai pembuang aliran udara yang akan di alirkan menuju tempat tabung utama dari udara yang dihasilkan oleh kompresor. *blowdown Valve* juga berfungsi untuk membuang endapan yang tidak terlarut yang berlebih, serta berfungsi membuang kelebihan air yang berada di dalam *water Drum* [2].



Gambar 2.8 Blowdown Valve [2].

**2.7.2 Airend Temperature**

*Airend temperature* yang dimaksudkan disini adalah sama dengan sensor suhu, tetapi perbedaan yang maksudkan ialah sensor digunakan untuk mendeteksi suhu dari *air end*. *Air end* adalah wadah tempat bekerjanya rotor dan stator atau yang disebut



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan *screw* dalam kompresor. *Airend temperature* memiliki prinsip kerja yang sama dengan sensor yang lain yaitu mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain. *Airend temperature* bisa dikatakan sebagai transducer output.[16] .

### 2.7.3 Drive Motor Fan / Airend

*Drive Motor Fan / Airend* merupakan perangkat kompresor yang berfungsi sebagai penggerak *airend* yang berfungsi sebagai penghisap udara menggunakan *screw* dan penggerak *Fan* yang berfungsi sebagai pendingin dari kompresor udara. motor yang digunakan pada *airend* dan *Fan* ini menggunakan motor 3 phasa. Dengan prinsip kerja yang sama dimana motor memiliki rotor dan stator, dengan induksi komponen kemagnetan yang menimbulkan gaya tolak menolak. Dengan tiap tiap kumparan yang diberi tegangan dengan titik letak  $120^\circ$  dan menimbulkan pengaruh kecepatan medan magnet [16].



Gambar 2.9 Motor 3 phasa [2].

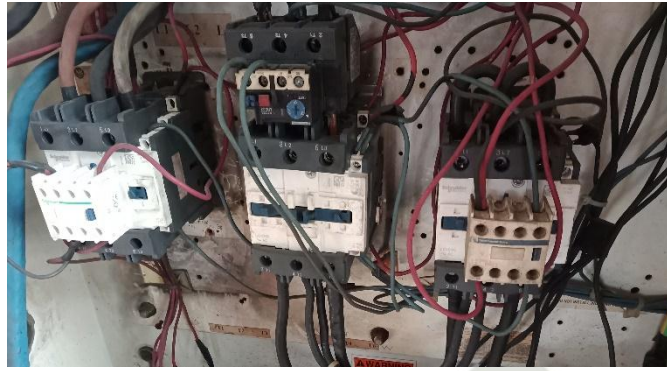
### 2.7.4 Starter Concactor

*Starter contactor* merupakan alat yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan daya listrik. Penggunaan kontaktor ini biasanya berhubungan dengan arus tinggi dan beban yang besar, di kompresor, starter kontaktor berfungsi memutus dan menghubungkan motor penggerak *airend* dan *fan* kipas pendingin kompresor. Pada dasarnya, prinsip kerja kontaktor adalah alat yang digerakkan secara magnetis yang dihasilkan oleh koil untuk menghubungkan rangkaian daya listrik. Dan prinsipnya berbeda dengan *relay*, kontaktor bisa bekerja tanpa merusak rangkaian daya listrik [9].



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

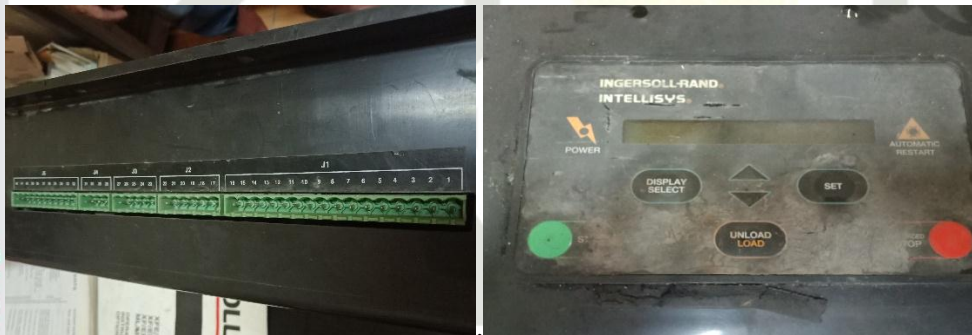
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.10 Starter Contactor [2]

**2.7.5 Control Transformer**

*Control Transformer* merupakan unit yang digunakan untuk mengatur kelistrikan pada kompresor udara. Ruang lingkup *Control Transformer* mencakup mulai dari *intellisys* hingga seluruh instrumentasi pada kompresor, kecuali motor *airend* dan motor *fan* [2].



Gambar 2.11 Control Transformer [2].

**2.8 (Fault Tree Analysis) FTA**

Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui penyebab kerusakan adalah *fault tree analysis* (FTA). Penggunaan metode FTA barawal dari sistem top level sampai dengan ke bawah dan FTA merupakan metode yang berdasarkan analisis sistem, untuk itu diperlukan penguraian terlebih dahulu tentang analisis sistem. Maka dibutuhkan analisis sistem yang digunakan untuk menganalisis adanya kerusakan dalam suatu sistem [10].

Penggunaan metode yang bertujuan mendapati kesimpulan dari penyebab dari kerusakan. Analisis kesalahan pada sistem banyak memunculkan dampak dampak

kerusakan, dan tentu membutuhkan langkah-langkah yang tepat guna mengetahui penyebab kerusakan. Beberapa metode yang digunakan untuk melakukan analisis sistem, sebagai berikut [10]:

1. *Accident analysis* digunakan untuk mengidentifikasi sebuah kesalahan yang terjadi dan melakukan evaluasi pada kejadian kejadian yang terjadi atau yang akan terjadi.
2. *Action error analysis* merupakan tindakan untuk menganalisis interaksi manusia dan mesin. Yang bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan yang dilakukan oleh manusia terhadap mesin yang bekerja secara otomatis.
3. *Barrier analysis* merupakan langkah identifikasi sebuah kesalahan yang tertuju pada sebuah kebocoran aliran energi yang terjadi pada sebuah sistem. Ini bertujuan menganalisis dampak pada kerusakan, sistem, dan keamanan atau keselamatan.
4. *Cable failure matrix analysis* merupakan identifikasi kerusakan kerusakan yang terdapat pada kalel yang mana juga mengidentifikasi dampak kerusakan yang terjadi jika terdapat ketidakcocokan pada kabel dan dampak terhadap alat dan sistem.
5. *Cause consequence analysis* merupakan kombinasi teknik analisis *bottom up* dan *top down* dari *even tree analysis* dan *fault tree analysis*. kesimpulan dari penggunaan metode ini bertujuan mengetahui kerusakan dan penyebab yang paling berpotensi memiliki konsekuensi yang besar.
6. *Common cause analysis* merupakan langkah untuk mengidentifikasi kerusakan atau kejadian yang berulang pada suatu sistem yang sama. Kegagalan yang terjadi terdiri atas perilaku manusia, aktivitas, desain sistem dan semua komponen yang menjadi penyebab kejadian terus berulang.
7. *Critically analysis* bertujuan dari *critically analysis* yang mana merupakan cara untuk mencari faktor terpenting penyebab kerusakan pada metode *failure modes and effect analysis*. cara ini juga dapat di aplikasikan untuk mendapati kesalahan secara keusuruhan.
8. *Even tree analysis* merupakan cara untuk memodelkan urutan kejadian mulai dari kejadian-kejadian awal. Metode ini digunakan untuk menyusun, memisahkan dan mengkualifikasi kejadian yang penting mulai dari kejadian-

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

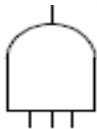





kejadian yang paling awal. Titik awal analisa FTA adalah pengidentifikasian mode kegagalan pada top level suatu sistem.

Metode *fault tree* mencontohkan keadaan komponen pada sistem (*basic event*) dan hubungan antara basic event dan top event. menyatakan hubungan tersebut dalam bentuk gerbang logika. Diagram fault tree dapat disusun cut set dan minimal cut set. Cut set yaitu serangkaian komponen sistem, apabila terjadi kegagalan dapat berakibat kegagalan pada sistem. Sedangkan minimal cut set yaitu minimal yang dapat menyebabkan kegagalan pada sistem [10].

Berikut merupakan Simbol-simbol *gate* yang digunakan untuk mengilustrasikan sebuah kejadian dalam bentuk simbol gerbang. Simbol *gate* digunakan untuk menunjukkan hubungan antar kejadian dalam sistem. Setiap kejadian dalam sistem dapat secara pribadi atau bersama-sama menyebabkan kejadian lain muncul.

Tabel 2.1 Simbol-simbol hubungan dalam FTA [10].

No.	Simbol Gate	Nama dan Keterangan
1.		<i>And gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi secara bersamaan.</i>
2.		<i>OR gate. Output event terjadi jika paling tidak satu input event terjadi.</i>
3.	 <i>n input</i>	<i>k out of n gate. Output event terjadi jika paling sedikit k output dari n input event terjadi.</i>
4.		<i>Exclusive OR gate. Output event terjadi jika satu input event, tetapi tidak keduanya terjadi.</i>

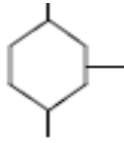
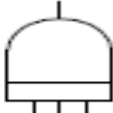
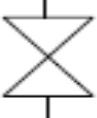
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang




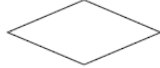
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


5.		<i>Inhibit gate. Input menghasilkan output jika conditional event ada.</i>
6.		<i>Priority AND gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi baik dari kanan maupun kiri.</i>
7.		<i>NOT gate. Output event terjadi jika input event tidak terjadi.</i>

1. Simbol-Symbol Kejadian (*event*)

Berikut merupakan simbol kejadian yang digunakan untuk menunjukkan sifat dari setiap kejadian dalam suatu sistem.

Tabel 2.2 Simbol-simbol hubungan dalam FTA [10].

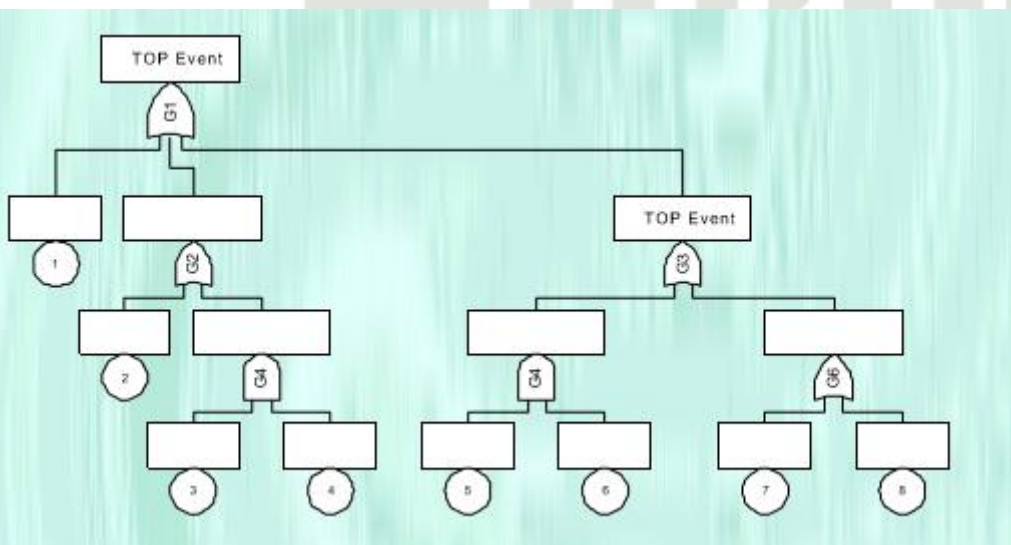
No.	Simbol	Keterangan
1.		<i>Ellipse. Gambar ellipse menunjukkan kejadian pada level paling atas (top level event) dalam pohon kesalahan.</i>
2.		<i>Rectangle. Gambar rectangle menunjukkan kejadian pada level menengah (intermediate fault event) dalam pohon kesalahan.</i>
3.		<i>Circle. Gambar circle menunjukkan kejadian pada level paling bawah (lowest level failure event) atau disebut kejadian paling dasar (basic event).</i>
4.		<i>Diamond. Gambar diamond menunjukkan kejadian yang tidak terduga (undeveloped event). Kejadian-kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan.</i>

5.		<p><i>House.</i> Gambar <i>house</i> menunjukkan kejadian <i>input</i> (<i>input event</i>) dan merupakan kegiatan terkendali (<i>signal</i>). Kegiatan ini dapat menyebabkan kerusakan.</p>
----	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2.9 Minimal Cut Set

Dalam sebuah pohon kegagalan terdapat informasi dari berbagai kombinasi dari *fault event* dan ini mengarah pada *critical fault system*. *Cut Set* adalah kombinasi dari berbagai *fault event*. Jika sebuah *basic event* terjadi secara simultan maka akan mengakibatkan terjadinya *Top Event* ini merupakan terminologi *fault tree* dari sebuah *cut set*. Dan minimal *cut set* adalah *cut set* yang tidak dapat direduksi tanpa menghilangkan statusnya sebagai *cut set* [10].

Jika jumlah *basic event* ada yang beda disebuah minimal *cut set* maka disebut dengan *orde cut set*. Jika *fault tree* yang sederhana, untuk mendapatkan minimal *cut set* nya bisa tanpa menggunakan prosedur formal / algoritma. Tapi jika *fault tree* yang lebih besar, maka diperlukan sebuah algoritma untuk mendapatkan minimal *cut set* pada *fault tree*. Algoritma yang dapat dipakai untuk mendapatkan minimal *cut set* dalam sebuah *fault tree* yang lebih besar ialah MOCUS (*method for obtaining cut sets*). Berikut contoh menggunakan algoritma MOCUS [10]:



Gambar 2.12 Contoh *Fault Tree Analysis* [10]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.3 Algoritma MOCUS pada contoh gambar 2.11 [10]

STEP		
1	2	3
1	1	1
G2	2	2
	G4	3,4
G3	G5	5,6
	G6	7 8

Pada Tabel 2.3 menunjukkan algoritma MOCUS untuk mendapatkan minimal cut set dari *fault tree* pada gambar 2.11. berikut penjelasan dari tabel 2.3

1. Step 1 List semua basic event yang menjadi input dari G1. Karena G1 merupakan OR gate maka semua input disusun secara vertikal.
2. Step 2 Event 1 merupakan basic event, sehingga event ini tidak dikembangkan, sedangkan G2 dan G4 masing – masing merupakan OR Gate, sehingga kita harus me-list semua input yang memasuki gate ini. Gate 2 merupakan OR gate, sehingga semua event yang memasuki gate ini – yaitu event 2 dan G4 - di-list secara vertikal. Demikian juga dengan gate 3 yang merupakan OR gate, maka semua event yang memasuki gate – yaitu G5 dan G6 - ini juga di-list secara vertikal.
3. Step 3 Gate 4 merupakan AND gate, sehingga semua event yang memasuki gate ini – basic event 3 dan basic event 4 - harus ditulis secara horisontal. Gate 5 juga merupakan AND gate, sehingga merupakan AND gate, sehingga semua event yang memasuki gate ini harus ditulis secara horisontal. horisontal. Gate 6 merupakan OR gate, sehingga semua event yang memasuki gate ini – basic event 7 dan basic event 8 - harus ditulis secara vertikal. Semua event yang diperoleh dengan algoritma MOCUS pada step 3 semuanya merupakan basic event, sehingga kita mendapatkan cut set dari *fault tree* ini adalah {1}, {2}, {3,4},{5,6}, {7}, dan {8} yang semuanya merupakan minimal cut set [10].



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

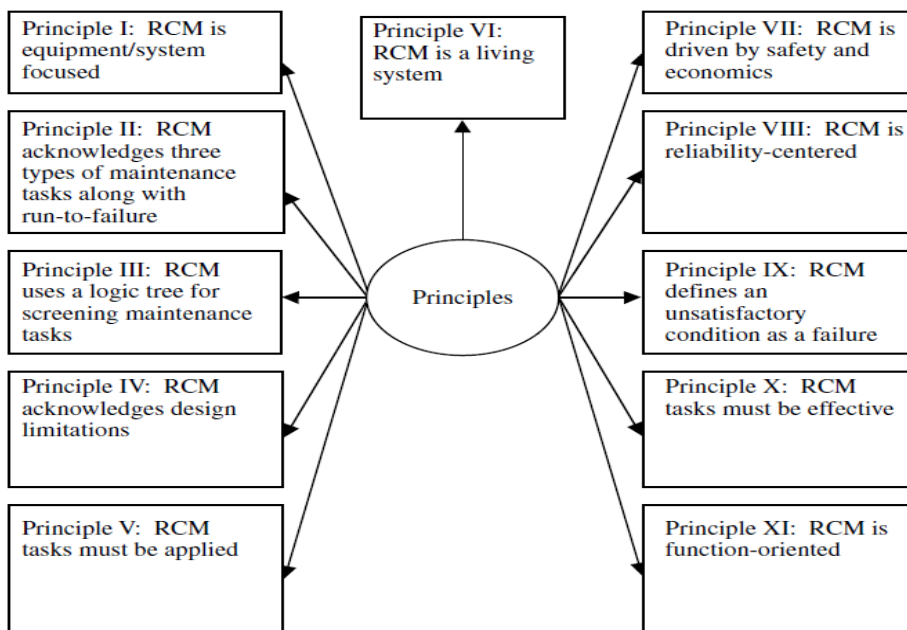
2.10 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance merupakan sebuah metode yang dapat menentukan langkah-langkah kebutuhan perawatan terhadap aset yang dapat berupa fisik yang dapat menjamin sebuah perancangan sistem keandalan. Metode RCM juga dapat melakukan evaluasi kegagalan fungsi yang kemudian akan dicari mode kerusakannya yang lebih dominan dari kegagalan yang terjadi, dan dapat mengambil keputusan *maintenance* yang berfokus pada pencegahan terjadinya kegagalan terulang kembali [5].

Metode RCM memiliki tujuh pertanyaan dasar untuk sistem yang akan dianalisa yaitu [5]:

1. Apakah fungsi dari sistem atau komponen sudah beroperasi dengan sesuai?
2. Bagaimana sistem tersebut bisa gagal dalam menjalankan fungsinya?
3. Apa saja yang menyebabkan kegagalan fungsi?
4. Apa yang terjadi pada setiap kegagalan yang terjadi?
5. Apa saja pengaruh dari kegagalan tersebut?
6. Apa yang dapat dilakukan untuk mencegah setiap kegagalan?
7. Apa yang sebaiknya dilakukan bila tidak ditemukan tindakan pencegahan yang sesuai?

Metode RCM memiliki beberapa cara atau sebuah prinsip kerja. Berikut diagram prinsip-prinsip RCM yaitu:



Gambar 2.13 Prinsip-prinsip Dasar RCM [14].

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### Tujuan dari *Reliability Centered Maintenance*

Adapun tujuan dalam menggunakan metodologi RCM yaitu [14]:

1. Untuk membangun suatu prioritas disain untuk memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif.
2. Untuk merencanakan *preventive maintenance* yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem.
3. Untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan.
4. Untuk mencapai ketiga tujuan diatas dengan biaya yang minimum.

### 2.10.2 Karakteristik *Reliability Centered Maintenance*

Karakteristik *Reliability Centered Maintenance* ada empat yaitu[14]:

1. Tujuan utama dari RCM adalah untuk menjaga fungsi sistem dan peralatan, dan menjaga kinerja dari suatu sistem atau alat. Untuk dapat mengetahui fungsi sistem dan mengetahui tujuan sistem dan dan output dari sistem dengan demikian dapat direncanakan tindakan perawatan untuk menjaga sistem sesuai dengan kinerja sistem atau alat.
2. Mengidentifikasi mode kerusakan yang spesifik pada bagian-bagian peralatan yang berpotensi menghasilkan kerusakan pada fungsi sistem.
3. Memprioritaskan perawatan dari kerusakan yang terjadi. Cara ini berdasarkan besarnya dampak kerusakan yang ditimbulkan terhadap sistem. serta memprioritaskan pada kejadian yang paling penting. Sistematis prioritas ini berdasarkan *Logic Tree Analysis*.
4. Tindakan yang telah diberi prioritas diberi tindakan pencegahan yang dapat diaplikasikan dalam sebuah sistem.

### 2.11 Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA)

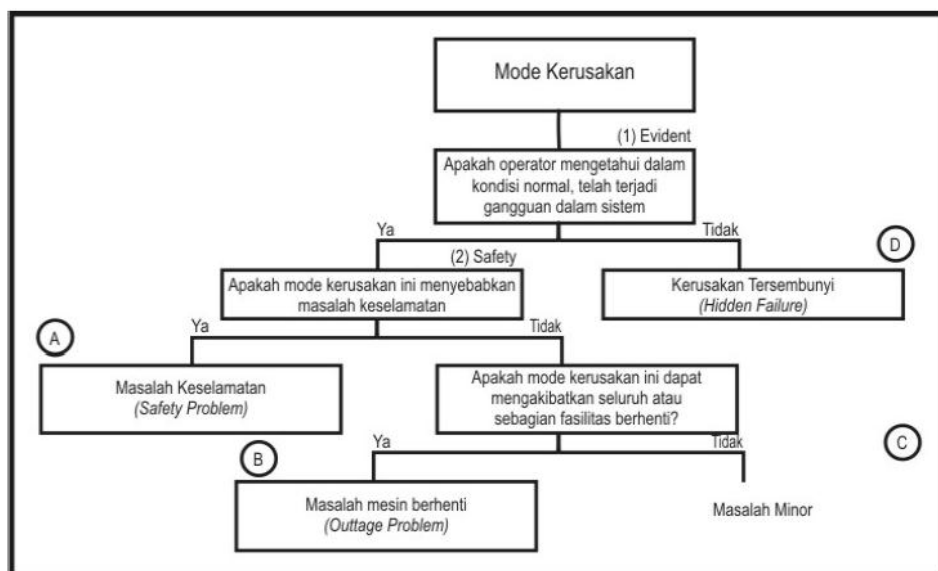
LTA merupakan proses pengidentifikasian fungsi perawatan yang *applicable* dan *effective* dilakukan dengan menggunakan *Decision Logic Tree* yang terdiri dari beberapa pertanyaan yang menghasilkan jawaban “ya” atau “tidak” dengan tujuan untuk mengklasifikasikan sebuah kesalahan. Dihasil ini bisa berupa fakta atau kejadian, jawaban dari pertanyaan-pertanyaan ini akan menghasilkan gambaran dari kekritisan suatu

kegagalan, pada langkah ini mungkin berbeda dengan masing-masing metode kegagalan dan apakah ada tugas yang digunakan pada perawatan yang *applicable* dan *effective* [5].

Penyusunan LTA bertujuan memberikan prioritas pada sebuah kerusakan dan melakukan pengamatan dari fungsi sistem atau aset, pada sebuah kegagalan pada fungsi alat dapat berpengaruh pada status kegagalan. Untuk langkah – langkah menggunakan LTA memiliki tiga pertanyaan logika yang yang berfokus atau berstruktur untuk mengambil keputusan yang bertujuan menyederhanakan analisa secara akurat dan menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam satu dari empat kategori dari tiap tiap pertanyaan akan dijawab dengan “ya” atau “tidak”. Berikut tiga pertanyaan yang digunakan adalah:

1. Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi ganggguan dalam sistem?
2. Apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
3. Apakah mode kerusakan ini menyebabkan seluruh atau sebagian mesin berhenti (*outage*)?

Berikut ini merupakan gambar struktur *logic tree analysis* [5]:



Gambar 2.14 Struktur *Logic Tree Analysis* [5]

Disetiap struktur LTA, prioritas dari hasil akan dikelompokkan menjadi empat kategori yaitu :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Kategori A masalah keselamatan yang merupakan prioritas tertinggi.
2. Kategori B masalah mesin berhenti yang merupakan prioritas kedua.
3. Kategori C masalah minor yang diklasifikasikan menjadi RTF.
4. Kategori D masalah kerusakan tersembunyi akan ditinjau kembali dan kemudian digolongkan dalam D/A atau D/B atau D/C.

Selanjutnya langkah-langkah yang telah diterangkan akan dimasukkan kedalam tabel *worksheet* LTA untuk mengetahui resiko dari kegagalan berdasarkan *evident, safety, outage*, dan *category* seperti pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.4 *Worksheet* LTA [5]

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Analisis Kekritisian LTA			
					<i>Evident</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<i>Category</i>

Keterangan:

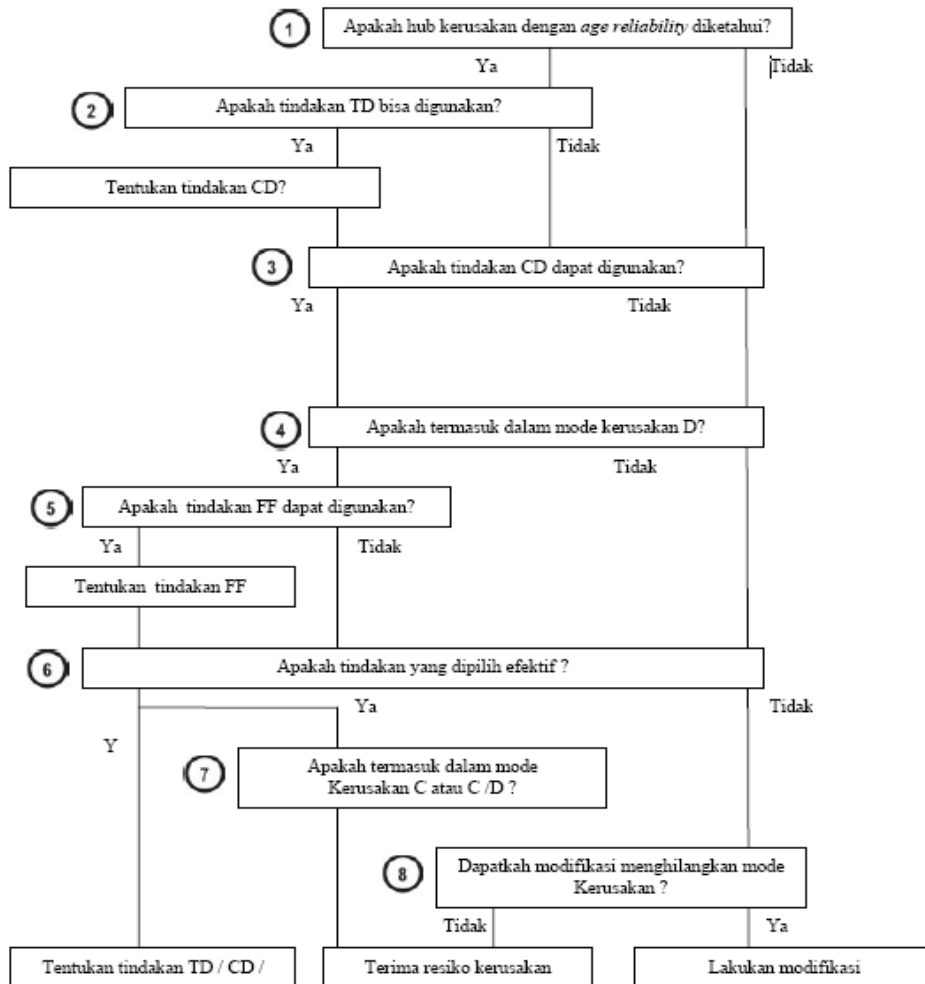
- a. *Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem?
- b. *Safety*, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
- c. *Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti?
- d. *Category*, merupakan pengkategorian yang didapat setelah menjawab pertanyaan pertanyaan yang diajukan. Setelah ini ini komponen terbagi dalam 4 kategori, yaitu kategori A (*Safety problem*), merupakan permasalahan yang terjadi berdampak pada keselamatan, kategori B (*Outage problem*) merupakan permasalahan yang terjadi berdampak terhadap sistem, kategori C (*Economic problem*) merupakan permasalahan yang terjadi berdampak terhadap pendapatan perusahaan, kategori D (*Hidden failure*) merupakan permasalahan yang terjadi tidak dapat terdeteksi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selanjutnya melakukan pengambilan tindakan, ini merupakan tahap terakhir dari proses analisa RCM. Dari tiap mode kerusakan memiliki daftar tindakan yang dilakukan untuk memilih tindakan yang paling efektif. Proses analisa ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Jika tidak ada tindakan yang bisa dilakukan, maka hanya bisa dimasukkan dalam RTF [5].

Pengembangan daftar pemilihan tindakan merupakan suatu langkah yang penting dan sering kali memerlukan bantuan dari beberapa sumber. Ini melibatkan petugas lapangan yang bertanggung jawab pada alat dikarenakan mereka memiliki informasi yang lebih terperinci pada alat. Berikut ini merupakan gambar struktur yang digunakan dalam proses analisa untuk pemilihan tindakan yaitu:



Gambar 2.15 Penyeleksian Tindakan PM [14]

Keterangan urutan pertanyaan untuk mendapatkan hasil dari jawaban, pengambilan tindakan bisa dilakukan hanya dengan menentukan *Condition Directed* (CD) atau bahkan melakukan modifikasi [5].

Dalam pelaksanaannya pemilihan tindakan dapat dilakukan dengan cepat yaitu:

1. *Time Directed* (TD)

Yaitu suatu tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.

2. *Condition Directed* (CD)

Yaitu suatu tindakan yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat. Apabila dalam pemeriksaan ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.

3. *Failure Finding* (FF)

Yaitu suatu tindakan yang bertujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

4. *Run to Failure* (RTF)

Yaitu suatu tindakan yang menggunakan peralatan sampai rusak, karena tidak ada tindakan yang ekonomis dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan.

Beberapa petunjuk yang dapat diberikan berdasarkan gambar diatas (cara seleksi pemilihan tindakan ) yaitu:

1. Pemilihan jenis TD (*Time Directed*) akan sangat bahaya dilakukan bila fungsi densitas kerusakan tidak diketahui secara pasti.
2. Pemilihan jenis TD (*Time Directed*) tidak bisa dipakai bila fungsi densitas kerusakan diketahui namun pada kenyataanya kerusakan terjadi secara acak.
3. Peninjauan kembali kemungkinan penggunaan CD (*Condition Directed*) perlu diketahui, walaupun TD (*Time Directed*) telah ditentukan.
4. Mode kerusakan yang merupakan kerusakan tersembunyi dapat ditentukan dengan melihat kembali informasi yang terdapat pada LTA.
5. Penggunaan jenis FF (*Failure Finding*) dapat dilakukan dengan melakukan penentuan frekuensi yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan.
6. Penelusuran biaya relatif terhadap setiap tindakan yang mungkin dilakukan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

7. Semua kotak C (masalah minor) dan D/C (masalah minor dengan kerusakan tersembunyi) mode kerusakan perlu dipertimbangkan sebelum dimasukkan ke dalam RTF.
8. Modifikasi perlu dipertimbangkan.

Selanjutnya melakukan langkah-langkah yang telah dijabarkan kemudian dimasukkan kedalam tabel *worksheet* pemilihan tindakan, ini berfungsi untuk memberikan solusi terhadap kegagalan yang terjadi. Solusi yang diambil nantinya berdasarkan dari jawaban yang telah diberikan dari 7 pertanyaan kemudian akan diberikan tindakan permasalahan tersebut kemudian dimasukkan kedalam *worksheet* pemilihan tindakan pada tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.5 *Worksheet* Pemilihan Tindakan [5].

No.	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Pemilihan Tindakan											
					Pertanyaan						Tindakan					
					1	2	3	4	5	6	7					

Keterangan [5]:

1. Pertanyaan merupakan tujuh pertanyaan dalam pemilihan tindakan, yaitu:
  - a. Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?
  - b. Apakah tindakan TD bisa digunakan?
  - c. Apakah tindakan CD bisa digunakan?
  - d. Apakah mode kegagalan termasuk kedalam kategori D?
  - e. Apakah tindakan FF dapat digunakan?
  - f. Perlukah tindakan RF digunakan?
  - g. Apakah tindakan yang dipilih efektif?
2. Tindakan merupakan hal yang dilakukan untuk menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan yang terjadi, yaitu:

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- a. *Condition Directed Task* (CD), tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat, serta memonitoring sejumlah data yang ada.
- b. *Time Directed* (TD), tindakan yang diambil yang lebih berfokus pada aktivitas penggantian dan pembersihan yang dilakukan secara berkala.
- c. *Failure Finding* (FF), tindakan yang diambil untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dari operator dengan pemeriksaan berkala dan mengevaluasi keadaan dari peralatan atau komponen.
- d. *Run to Failure* (RF), suatu tindakan yang diambil dengan menggunakan peralatan sampai rusak, karena tidak ada tindakan yang ekonomis dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan.

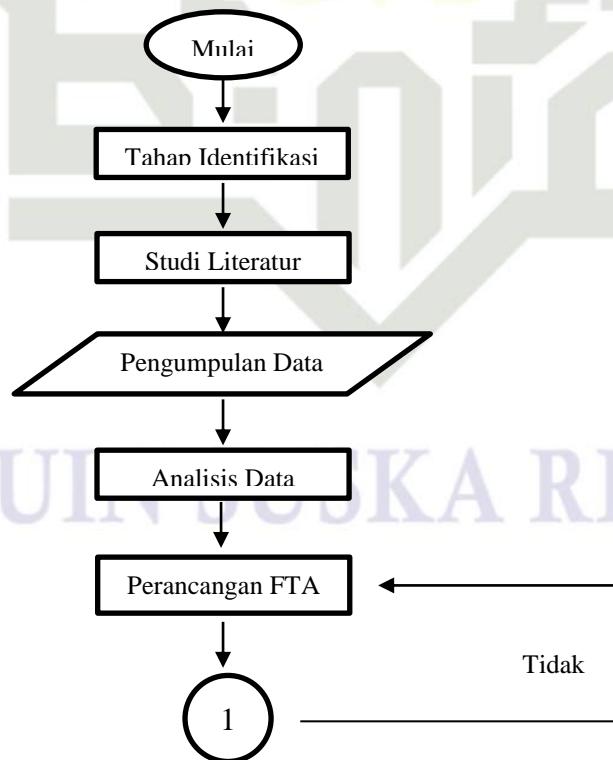
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini, metodologi penelitian merupakan penjelasan alur yang akan dilakukan didalam penelitian. Dan pada bagian ini akan menjelaskan langkah- langkah yang dilakukam dari awal hingga akhir sampai dengan hasil dan kesimpulan dari penelitian.

#### 3.1. Alur Penelitian

Pada penelitian ini, penulis melakukan tahapan tahapan untuk mencapai tujuan dari kegiatan penelitian, dengan fokus penelitian yaitu menganalisis keandalan pada sistem instrumentasi kompresor udara tipe SSR, menggunakan dua metode yaitu FTA *Fault Tree Analysis* dan RCM *Reliability Centered Maintenance*, di PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau. Untuk dapat melakukan kegiatan penelitian ini, diperlukan sebuah alur dari seluruh rangkaian tahapan penelitian, yang mana alur tersebut tergambar pada *Flow Chart* dibawah ini:



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

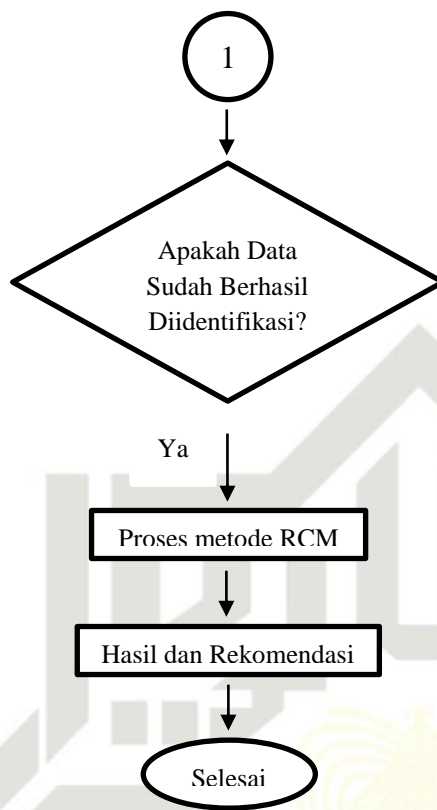
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

### 3.2 Tahap Identifikasi

Pada tahap ini merupakan bagian pengamatan yang dilakukan pada komponen instrumentasi kompresor udara. Dengan melakukan pendataan kegagalan yang terjadi pada seluruh unit komponen instrumentasi kompresor udara. Setelah didapati data kerusakan pada komponen instrumentasi kompresor udara, selanjutnya dengan menentukan metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan. Maka setelah menentukan metode yang tepat selanjutnya topik penelitian dapat ditentukan. Adapun penelitian yang dilakukan berjudul “ Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi pada Kompresor Udara Unit SSR Menggunakan Metode FTA ( *Fault Tree Analysis* ) Dan RCM ( *Reliability Centered Maintenance* ) Di PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau “.

#### 3.2.1 Objek Penelitian

Pada penelitian ini objek yang tertuju ada komponen instrumentasi kompresor udara unit SSR yaitu perangkat perangkatnya adalah *Inlet Valve, Blowdown Valve, Airend Temperature, Intelisys, Drive Motor Airend, Drive Motor Fan, Starter Contactor, Pressure Transducer, Thermal Over Load, dan Control Tranformer*. Seluruh perangkat

Instrumentasi ini bekerja pada kompresor udara unit SSR dengan fungsi mulai dari pengendali atau kontroller, acuan kondisi dari kompresor, penunjang penting berkerjanya kompresor.

### 3.2.2 Perencanaan Penelitian

Selanjutnya pada tahap ini, penelitian harus memiliki perencanaan agar langkah-langkah penelitian dapat tersusun dan terencana dengan baik. Sebelum melaksanakan penelitian, maka perlu melakukan studi literatur, studi pendahuluan, observasi, dan wawancara pada petugas, agar hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat untuk mengendalikan udara bertekanan yang sesuai dengan *set point* dan mengurangi kemungkinan dan peningkatan kegagalan komponen instrumentasi kompresor udara. Berikut langkah yang dilakukan pada tahap ini :

#### 1. Pengamatan Masalah

Langkah ini merupakan bagian awal dari penelitian, dimana pengamatan ini dilakukan pendataan kerusakan yang terjadi pada seluruh komponen instrumentasi kompresor udara unit SSR, meliputi apa saja komponen yang sangat berpengaruh bila terjadi kerusakan dan dampak yang ditimbulkan jika komponen terjadi kegagalan.

#### 2. Perumusan Masalah

Setelah melakukan pengamatan masalah pada komponen kompresor, maka dapat ditentukan apa yang harus dilakukan yaitu mencari keandalan instrumentasi kompresor udara. dengan tujuan dapat mengevaluasi alat, agar tingkat kegagalan dapat menurun dan menentukan tingkat keandalan dari komponen instrumentasi kompresor udara unit SSR.

### 3.3 Studi Literatur

Studi literatur merupakan bagian yang dilakukan dengan meninjau dan mengumpulkan referensi-referensi berupa dari jurnal, makalah, dan buku yang terkait dengan keandalan, teori kompresor udara tipe *Screw*, meliputi seluruh komponen instrumentasi kompresor, metode terkait yang digunakan pada penelitian yaitu *FTA Fault Tree Analysis* dan *RCM Reliability Centered Maintenance*. Pada studi literatur, penulis berupaya menemukan referensi untuk menemukan solusi dari permasalahan penelitian.

Hasil dari pencarian referensi-referensi yang di dapat dari makalah, buku, dan jurnal yang terkait dengan penelitian akan digunakan untuk menguatkan teori yang digunakan pada penelitian.

### 3.4 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, pengumpulan data terdapat beberapa cara yang dilakukan, yang pertama dengan melakukan studi literatur, dengan adanya studi literatur, penulis melakukan pengumpulan teori-teori terkait dengan topik penelitian. Studi literatur mengumpulkan data pendukung seperti buku-buku, jurnal, dan penelitian lain yang terkait dengan topik yang dibahas. Dan juga mencari teori-teori mengenai komponen-komponen kompresor udara beserta teori dari metode yang digunakan pada penelitian ini. Semua ini dilakukan untuk memperkuat penelitian. Untuk melakukan penelitian ini, menggunakan data-data kerusakan dari objek penelitian yaitu kompresor udara unit SSR, dengan ini dapat membantu dalam mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan, maka dibutuhkan 3 tahapan untuk dapat mengumpulkan data terkait penelitian, berikut tahapan yang dilakukan untuk mengumpulkan data:

#### 1. Studi Pustaka

Tujuan melakukan studi pustaka adalah untuk dapat menentukan konsep dari penelitian. Ini juga bermanfaat untuk mendapatkan panduan dalam penelitian, agar penentuan metode yang digunakan dalam penelitian benar dan tepat, agar tercapainya tujuan dari penelitian. Studi pustaka ini dilakukan untuk memperkuat referensi penelitian yang didapati dari buku buku, jurnal dan penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian.

#### 2. Studi Lapangan / Observasi

Tahapan selanjutnya ialah melakukan tinjauan kelapangan, tempat keberadaan unit kompresor udara SSR di PT. Wilmar Nabati Indonesia dumai, Riau, bertujuan untuk mendapatkan data – data yang diperlukan untuk kepentingan penelitian. Penting diketahui bahwasannya kelengkapan data yang diperlukan pada penelitian ini meliputi hal hal mulai dari perangkat - perangkat kompresor, hingga informasi cara kerja dari kompresor udara, baik itu dari instrumentasi yang bekerja pada kompresor maupun sistem mekanis dari kompresor. Tentu data yang



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

diperlukan didapat dari jurnal atau catatan dari kompresor unit SSR ini. Data ini didapatkan dari teknisi yang mencatat seluruh kejadian yang terjadi pada kompresor unit SSR. Data tersebut meliputi:

- a. Data Perangkat kompresor udara SSR
- b. Data kerusakan dan perbaikan kompresor udara SSR
- c. Analisis kerusakan dan dampak kerusakan pada kompresor udara SSR

#### 3. Wawancara

Pada tahapan wawancara ialah melakukan tanya jawab dengan teknisi dan supervisor yang menangani kompresor udara di PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau. Wawancara ini membahas mengenai kerusakan apa saja yang terjadi pada kompresor, apa kerusakan yang sering terjadi di kompresor, dan pertanyaan kerusakan apa saja yang terjadi untuk tiap tiap komponen kompresor. Ini disesuaikan untuk kelengkapan data – data untuk metode FTA (*Fault Tree Analysis*) dan RCM (*Reliability Centered Maintenance*). (Draf pertanyaan Terlampir)

#### 3.5 Analisis Data

Tahapan analisis data dapat dilakukan setelah data yang dibutuhkan sudah terkumpul, dari hasil pengumpulan data, selanjutnya data tersebut dilakukan analisis untuk melengkapi kebutuhan metode yang digunakan, analisis dilakukan mengikuti acuan pada petunjuk dan berdasarkan teori yang digunakan pada penelitian. Data yang dikumpulkan dari PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau merupakan data observasi kelengkapan, data wawancara pada supervisor dan teknisi, serta mengumpulkan catatan kerusakan pada kompresor udara. Data yang dikumpulkan merupakan catatan kerusakan yang terjadi dalam kurun waktu 3 tahun terakhir, ini diperlukan untuk akurasi analisis keandalan kompresor udara di PT. Wilmar Nabati Indonesia.

Setelah data kegagalan pada kompresor yang terjadi dalam 3 tahun terakhir didapatkan maka, selanjutnya dapat ditentukan data yang dibutuhkan untuk kebutuhan metode yang digunakan pada penelitian.

### 3.6 Perancangan (*Fault Tree Analysis*) FTA

Setelah melakukan analisis data, selanjutnya melakukan evaluasi pada kompresor udara SSR, tahapan evaluasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode FTA. Ini dikarenakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) dapat menganalisis dan menentukan komponen – komponen yang menjadi prioritas dalam kegagalan dan perawatan. Hal ini berdasarkan dari tingkat keandalan dari sistem kompresor udara. Metode FTA dapat menganalisis masalah, dan menentukan kejadian terpenting dalam sistem yaitu *Top Level Event*. FTA juga menganalisis kejadian atau kombinasi kejadian yang dapat memunculkan adanya *Top Level Event*. Berikut langkah – langkah *Fault Tree Analysis*:

#### 1. Mengidentifikasi *Top Level Event*

Cara untuk mengidentifikasi *Top Level Event* pada kompresor udara, pertama ialah (*What*) apa. Apa masalah yang terjadi pada kompresor udara. identifikasi *Top Level Event* yaitu memilih *Top Level Event* yang akan dianalisis. Ini dilakukan agar mengetahui permasalahan yang terjadi didalam sistem. Selajutnya *input* dari tahap ini adalah kejadian-kejadian yang tidak diinginkan dalam kompresor udara. selanjutnya adalah (*Where*) dimana kejadian permasalahan tersebut terjadi, di PT. Wilmar Nabati Indonesia. dan selanjutnya (*When*) kapan kejadian permasalahan tersebut terjadi. Maka nanti akan dipilih satu *Undesired Event* sebagai *Top Level Event*.

#### 2. Membuat diagram pohon kegagalan (*Fault Tree*)

Untuk membuat pohon kegagalan dibutuhkan *cause effect* dan digambarkan secara keseluruhan sampai dengan kejadian-kejadian yang tersembunyi. Pembuatan pohon kegagalan menggunakan simbol-simbol gerbang logika pada kegagalan. Pada pohon kegagalan akan mengurut sebab dan akibat pada gangguan yang terjadi pada sebuah kejadian. Berikut langkah-langkah membuat pohon kegagalan:

##### a. Karakterisasi gangguan kerusakan

Tahap ini adalah cara menentukan letak gangguan pada kerusakan pada sebuah sistem dengan tujuan mengetahui penyebab dari kerusakan.

##### b. Penyusunan *Cause Effect*

Tahap penyusunan *Cause Effect* merupakan pembentukan diagram kejadian kejadian dan gangguan.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penyusunan diagram pohon kegagalan

Diagram pohon kegagalan merupakan hasil dari penyusunan pohon kegagalan secara menyeluruh dengan tujuan mengetahui kegagalan dan penyebab dari kegagalan.

#### 3. Menentukan *Minimal Cut Set*

Pada tahapan penyusunan *minimal cut set* merupakan cara mengetahui awal mula kegagalan atau akar dari masalah yang terjadi, dengan tujuan mengetahui apa penyebab kegagalan yaitu *Top Level Event*. Dimana *Top Level Event* merupakan kumpulan dari *Basic Event* atau bisa diartikan sebagai kejadian dasar dari kegagalan. Untuk menentukan *Minimal Cut Set* adalah dengan memulai dari kejadian yang paling akhir sampai dengan kejadian paling bawah atau bisa disebut dengan *Top Down Analysis*. Pada tahapan ini diperlukan sebuah prosedur algoritma yang digunakan untuk menganalisis sebuah kegagalan guna mendapatkan *minimal cut set*, untuk itu diperlukan metode algoritma MOCUS (*method for obtaining cut sets*).

### 3.7 Proses Penggunaan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Tahapan penggunaan metode RCM merupakan lanjutan dari metode FTA dimana hasil dari metode FTA tidak memiliki proses penentuan tindakan perawatan, maka diperlukan tindakan perawatan yang tepat. Metode RCM merupakan metode yang memiliki proses penentuan tindakan perawatan, pada permasalahan kerusakan kompresor udara unit SSR di PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau, meninjau dan melakukan wawancara pada teknisi dan supervisor yang menangani kompresor udara, maka dari itu penulis merekomendasikan metode RCM guna menentukan tindakan perawatan yang tepat pada permasalahan yang terjadi pada kompresor udara unit SSR di PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau.

Proses metode RCM menggunakan hasil dari *Cut Set* yang didapati dari metode FTA, data tersebut akan dianalisis dan diolah menggunakan cara penyelesaian dan *Worksheet* pada metode RCM. Pengumpulan dan proses analisis data pada *Worksheet* pada RCM menggunakan tujuh pertanyaan dasar dari metode RCM. Pertanyaan tersebut menggunakan 4 pertanyaan dahulu guna mendapat informasi mengenai karakteristik aset, setelah jawaban dari pertanyaan sudah didapati, maka selanjutnya akan dimasukkan



kedalam tabel *Information Worksheet* dari metode RCM, berikut tabel *Information Worksheet* :

Tahapan selanjutnya adalah melakukan penambahan tiga pertanyaan selanjutnya guna mendapatkan informasi yang lebih mendalam dan dapat menentukan pengambilan tindakan perawatan yang tepat pada kompresor udara unit SSR di PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau. Maka dibutuhkan pengidentifikasian tugas tugas perawatan dan memberikan informasi seberapa kritisnya kegagalan pada aset. maka tahap selanjutnya adalah melakukan penyusunan LTA (*Logic Tree Analisis*) pembuatan LTA digunakan untuk menentukan kosekuensi dan prioritas dari sebuah kegagalan, proses ini juga bertujuan guna mengetahui resiko kerusakan pada aset dengan berlandaskan *evident, safety, outage, dan category*.

Tabel 3.1 *Worksheet* LTA [5]

No.	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Analisis Kekritisian LTA			
					Evident	Safety	Outage	Category
1								

Keterangan tabel:

1. *Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem?
2. *Safety*, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
3. *Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti?
4. *Category* merupakan tahapan pengkategorian yang didapat setelah terjawabnya tiga pertanyaan sebelumnya. Dimana hasilnya akan membagi komponen menjadi 4 kategori yaitu:
  - a. *Safety Problem* adalah kategori masalah yang berdampak pada keselamatan
  - b. *Outage Problem* adalah kategori masalah yang berdampak pada sistem
  - c. *Economic Problem* adalah masalah yang berdampak pada pendapatan perusahaan
  - d. *Hidden Failure* adalah masalah yang tidak dapat dideteksi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah melakukan penyusunan LTA, maka selanjutnya adalah melakukan analisa akhir untuk memecahkan sebuah masalah dengan memilih tindakan yang tepat. Pada tahap ini akan mengacu pada enam pertanyaan yaitu *condition direct task, time directed, life renewal task, failure finding task*, dan *run to failure*. Tahap ini bertujuan untuk pengambilan pemilihan tindakan perawatan yang tepat pada aset, hasil ini berlandaskan dari jawaban dari ketujuh pertanyaan.

Tabel 3.2 *Worksheet* Pemilihan Tindakan [5]

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Pemilihan Tindakan							
					Pertanyaan							Tindakan
					1	2	3	4	5	6	7	
1												

Pengambilan tindakan berdasarkan tujuh pernyaan yang diajukan dengan masing-masig keterangan disetiap pertanyaan didalam tabel sebagai berikut:

- h. Apakah hubungan kegagalan dengan umur kehandalan diketahui?
- i. Apakah tindakan TD bisa digunakan?
- j. Apakah tindakan CD bisa digunakan?
- k. Apakah mode kegagalan termasuk kedalam kaetgori D?
- l. Apakah tindakan FF dapat digunakan?
- m. Perlukah tindakan RF digunakan?
- n. Apakah tindakan yang dipilih efektif?

Ditahap ini merupakan akhir proses penggunaan metode RCM, pemilihan tindakan ditentukan dari jawaban yang didapati dari pertanyaan yang diajukan pada lembar pemilihan tindakan. Setiap komponen akan dibuatkan daftar tindakan yang akan dilakukan baik itu penentuan waktu maupun evaluasi pada kerusakan yang terjadi. Ada 4 cara yang dapat dilakukan yaitu :

- 1) *Condition Direct Task* (CD) adalah tindakan yang bertujuan medeteksi kerusakan, dan melakukan pemeriksaan secara berkala. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran *noise level, visual inspection, monitoring* pada alat.

### 3.8 *Initial Result*

Selanjutnya berdasarkan data yang telah didapati dan setelah beberapa kali melakukan observasi dan wawancara secara langsung oleh pihak perusahaan dan petugas yang bertanggung jawab. Setelah itu dilakukan pendataan pada perangkat dan situasi yang terjadi pada kompresor udara unit SSR dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* untuk mendapatkan mengetahui penyebab kegagalan pada kompresor udara unit SSR. Pada kesempatan ini penulis menyajikan data yang telah didapati pada lampiran. Untuk itu dibutuhkan langkah langkah untuk mengetahui penyebab kegagalan pada kompresor udara dengan membuat pohon kegagalan FTA. Dan hasilnya akan diberi rekomendasi perawatan menggunakan metode RCM. Berikut alur yang akan dilakukan

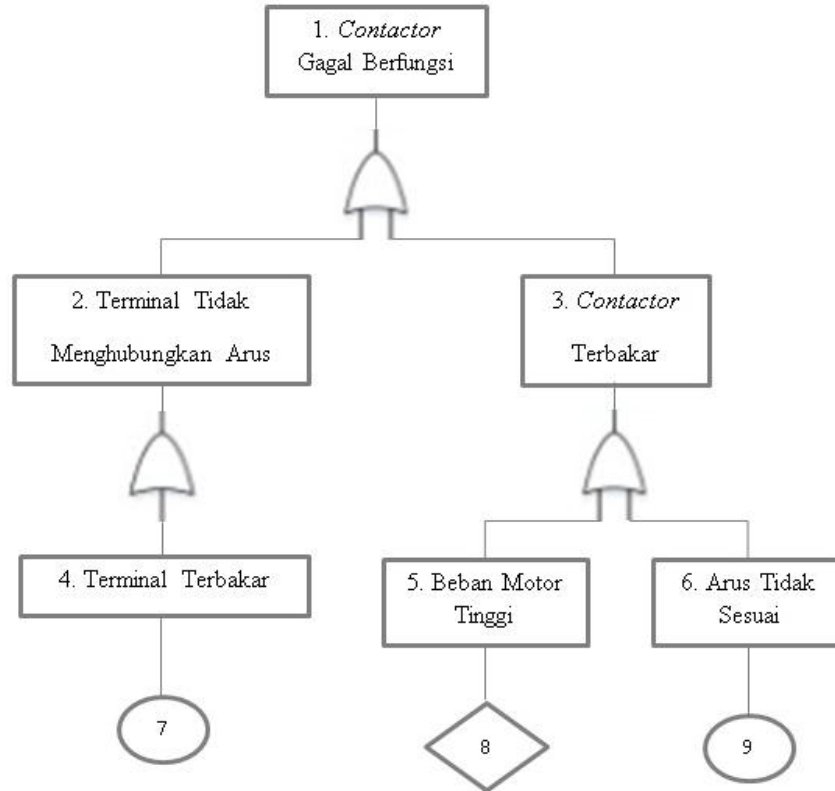
#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

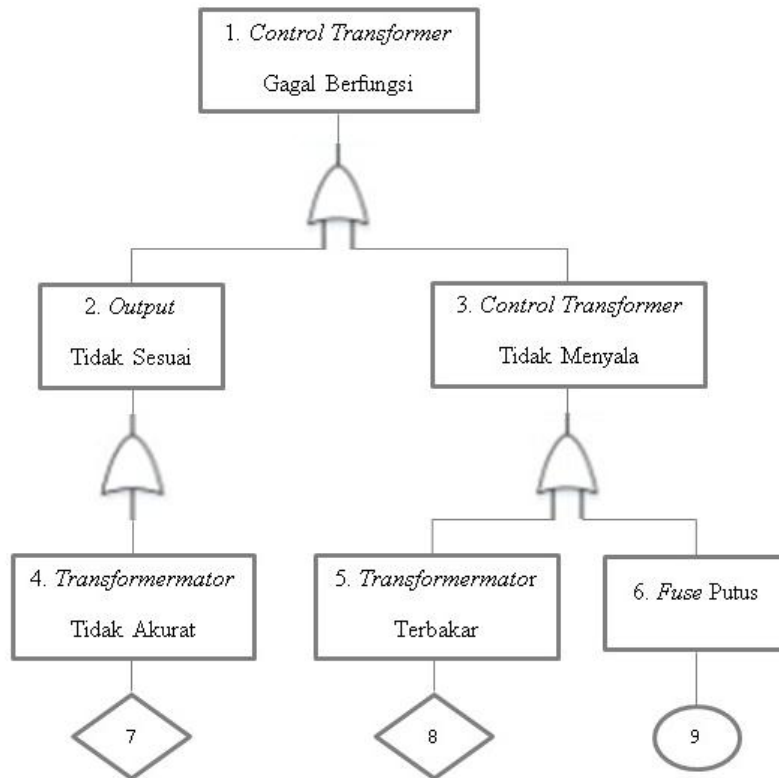


**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



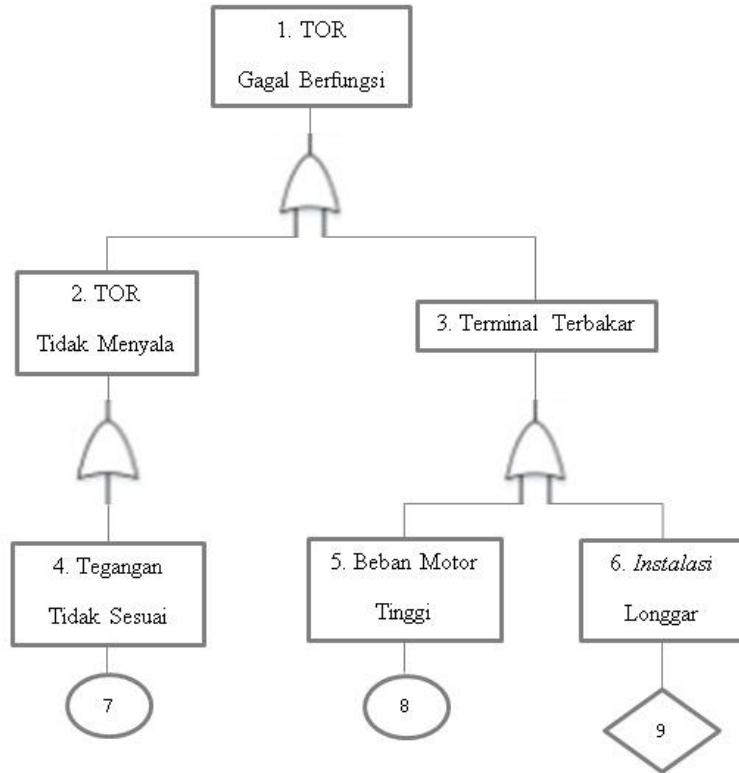
Gambar 3.2 Perancang FTA *Contactor*



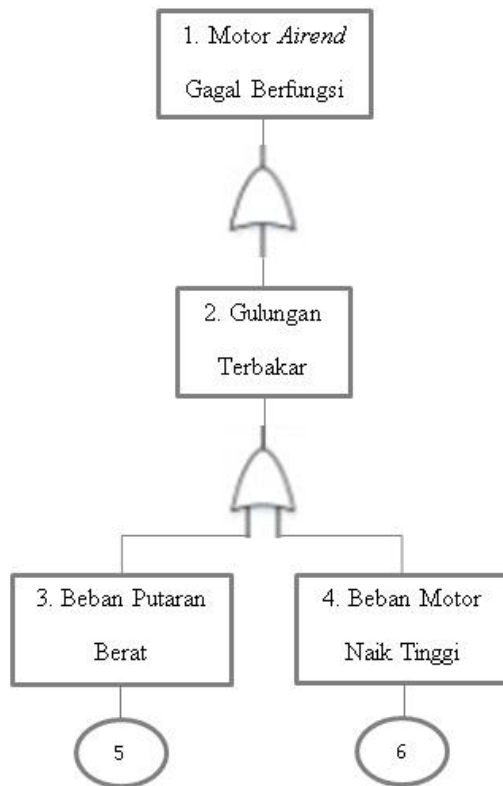
Gambar 3.3 Perancangan FTA *Control Transformer*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



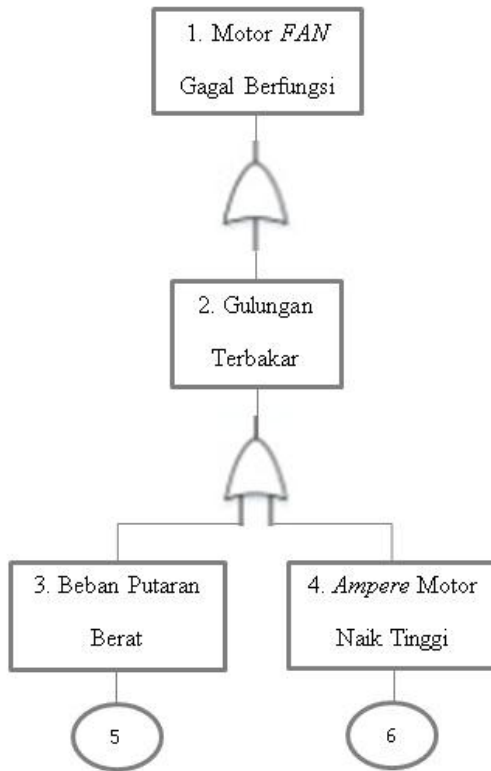
Gambar 3.4 Perancangan FTA *Thermal Overload Relay*



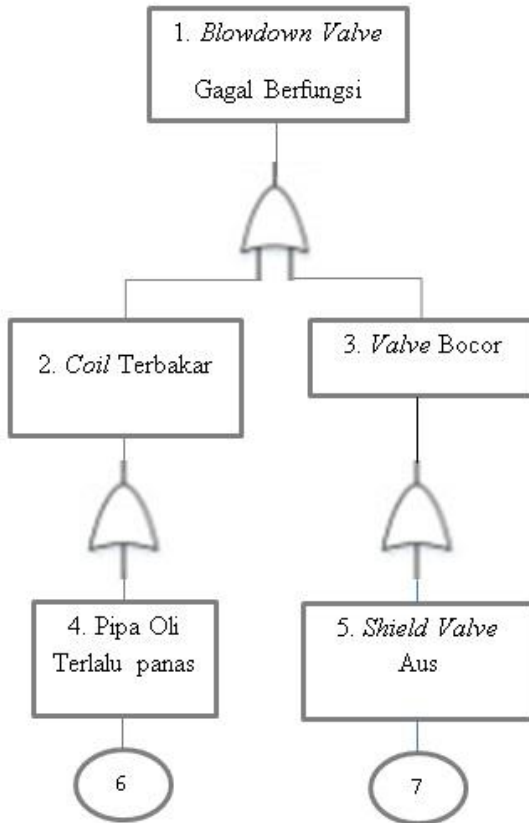
Gambar 3.5 Perancangan FTA *Motor Airend*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.6 Perancangan FTA Motor Fan

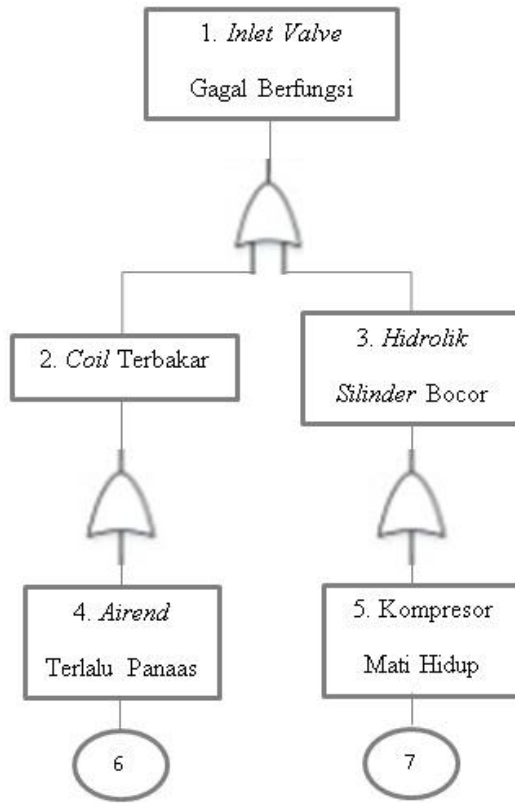


Gambar 3.7 Perancangan FTA Blowdown Valve

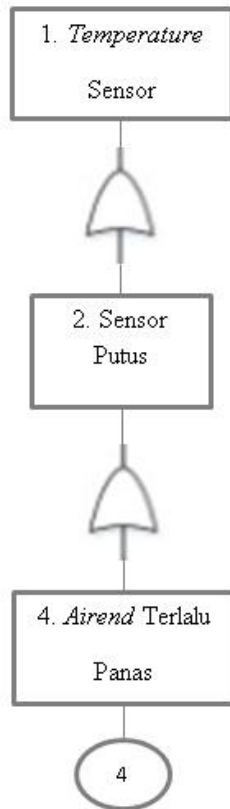


**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.8 Perancangan FTA *Inlet Valve*



Gambar 3.9 Perancangan FTA *Temperature Sensor*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dari daft perancangan yang sudah di lakukan pada kompresor unit SSR berikut urutan identifikasi terhadap setiap kerusakan pada alat :

1. Menentukan kejadian utama yaitu *Top Event*.
2. Menentukan batasan *Fault Tree Analysis*.
3. Melakukan pengecekan dan analisa pada sistem dan komponen untuk mengetahui bagaimana sistem dan komponen bekerja.
4. Membuat pohon kegagalan, mulai dari (*Top Event*) hingga (*Down Event*).
5. Melakukan Analisa pohon kegagalan untuk mengidentifikasi menghilangkan kejadian.
6. Mempersiapkan tindakan perbaikan untuk pencegahan kegagalan.
7. Membuat rekomendasi perawatan untuk setiap bentuk kegagalan.
8. Kembali ke langkah 1 untuk desain baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, *Indonesian Oil Palm Statistics* Laporan Badan Pusat Statistik Indonesia, Tahun 2017
- PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau Tahun 2019
- Vesely, Goldberg, Roberts, Haasl, 1981,” *Fault Tree Handbook* “ Washington, D.C: *System And Reliability Research U.S Nuclear Regulatory Commision, University of Washington, Institute of System Sciences, Inc.*
- Andriana, Julianto, Khairansyah, 2018 “ Analisis Safety Integrity Level Dengan Metode FMEA Dan FTA Pada Kompresor Di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi “ Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- Moubray, John, 1992, *Reliability Centered Maintanance. (Second Edition)* New York: *Industrial Press inc.*
- Hakim, 2018, “ Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi Pada *Boiler* Menggunakan Metode RCM ( *Reliability Centered Maintanance* ) Di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS Sei PAGAR“ Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru
- Agustinuis, Hery, 2018, “ Usulan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM Di Industri Otomotif “ *President University*, Bekasi
- Sihombing, Susanto, Suliantoro, 2016, “ Analisis Efektivitas Mesing Reng Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Dan *Fault Tree Analysis (FTA)* Di CV. ALI GRIYA , Semarang
- Aritonang, Setiawan, Iskandar, 2017, “ Penerapan Metode *Reliability Centered Maintanance (RCM)* Untuk Menentukan Strategi Perawatan Fasilitas Produksi Kain “ Universitas Khatolik Parahyangan, Institut Teknologi Harapan Bangsa, Bandung
- Priyanta, Dwi, 2000, *Keandalan Dan Perawatan*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ebeling, C.E. 1997, *An Introduction To Reliability And Maintainability Engineering*, McGraw-Hill Companies, Inc.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- © Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
Hak Cipta milik UIN Suska Riau  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
- 2] Imron, Mustajib, dkk, 2013, *Sistem Perawatan Terpadu*. Graha Ilmu. Yogyakarta
  - 3] Hanlon, Paul C, 2001, *Compressor Handbook, Manual* , McGraw-Hill Companies, Inc.
  - 4] Smith, Anthony M, 1993, *Reliability Centered Maintenance, The McGraw-Hill Companies, Inc.*
  - 5] Gaspersz, Vincent, 1998, *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
  - 6] Petruzella, Frank D., 2001, *Elektronik Industri Edisi Bahasa Indonesia*. Yogyakarta: Andi
  - [17] Prasetya Dwi, Widya Ardhyani Ika, 2018, “Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Studi Kasus : PT. S)”. Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo.
  - [18] Teja Kusuma Trio Yonathan, Santoso Andira Farizki, Muzaeni Ahmad, 2019, “Analisis Pemeliharaan KSB WKTB *Pump* Pada *Well Pad* 28 di PT. Geo Nipa Energi (Persero) Unit I Dieng Dengan Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dan *Reliability Centered Maintenance* (RCM)”. Universitas Islam Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
  - [19] Maria Christy Divania, Adi Prayonne, 2019, “Perancangan Jadwal *Maintenance* Untuk Menurunkan *Downtime* Pada *Line* Mesin *Pallet* 9 Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)”. Universitas Kristen Petra, Surabaya
  - [20] Waroy Martinus Arfendo, Budiarto Untung, Kiryanto, 2016, ”Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Pada *Fuel Oil System* KM. Bukit Siguntang Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)” Universitas Diponegoro, Semarang.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## HASIL WAWANCARA

Nama Instansi : PT. Wilmar Nabati Indonesia  
Parasumber : Zulfialdi  
Jabatan : Foreman Electric  
Tempat Tanggal Wawancara : Dumai, 16 Juni 2019  
Dewawancara : Nizam Muhdin Ahmad  
Isi Wawancara :

1. Komponen instrument apa saja yang sering terjadi kegagalan pada *screw air compressor*?

Jawab: *Inlet Valve, Blowdown Valve, Temperature Sensor Airend Discharge, Intellisys (Controller), Drive Motor Fan, Drive Motor Airend, Starter Contactor, Preasure Sensor, Thermal Overload Relay, Control Transformer.*

2. Kondisi seperti apa yang menyebabkan komponen kompresor mengalami kegagalan fungsi?

Jawab: Dalam kondisi tegangan listrik tidak normal ( *Over Voltage / Low Voltage* )

3. Salah satu kondisi yang tidak diketahui penyebab kegagalan pada komponen kompresor?

Jawab: kondisi dimana *Intellisys ( Controller )* mengalami kegagalan pada *display* yang tidak jelas dan penunjukan angka yang tidak sesuai dengan bacaan *display*.

4. Apa yang terjadi jika komponen yang sedang beroperasi mengalami kegagalan?

Jawab: Akan terjadi kerusakan pada *screw* pada *airend, bearing airend, bearing drive motor* akan terjadi *over preasure*, maka terjadi kerusakan pada *sevety valve* yang jika terus menerus terbuka akan mengakibatkan angin terbang.

5. Apa akibat yang ditimbulkan jika komponen pada komoresor yang sedang beroperasi mengalami kegagalan?

Jawab: Bisa mengakibatkan ledakan atau terjadi kerusakan berat pada kompresor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

6. Apa yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi komponen pada kompresor?

Jawab: Melakukan *preventive maintenance* dan *monitoring* setiap hari.

7. Apa yang dilakukan jika kerusakan yang terjadi terulang kembali dan tidak sesuai dengan yang diinginkan?

Jawab: Melakukan pengecekan kembali, membuat catatan *history* dan melakukan pencarian ulang kegagalan pada komponen.

8. Komponen apa saja yang jika mengalami kegagalan akan berpengaruh pada sistem sehingga mengakibatkan sistem tidak dapat bekerja?

Jawab: *Pressure Sensor*, karna jika terjadi kerusakan maka *contactor* tidak dapat bekerja, maka seluruh aliran tenaga listrik tidak dapat didistribusikan keseluruh komponen kompresor. Dan juga pada *Temperature Sensor Airend Discharge* jika mengalami kegagalan juga mengakibatkan aliran tenaga listrik tidak dapat didistribusikan keseluruh komponen kompresor.

UIN SUSKA RIAU

Diketahui Oleh Foremen Electric

Zulfialdi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## HASIL WAWANCARA

Nama Instansi : PT. Wilmar Nabati Indonesia  
Parasumber : Fernando  
Jabatan : Supervisor Electric  
Tempat Tanggal Wawancara : Dumai, 16 Juni 2019  
Dewawancara : Nizam Muhdin Ahmad  
Isi Wawancara :

### 1. Berapa lama waktu pengoperasian kompresor udara?

Jawab: Pengoperasian kompresor udara yaitu non stop ( *Continuue*) sesuai dengan kebutuhan angin bertekanan yang diinginkan, dengan ketentuan *set point* yaitu pada *preasure* 7 Bar dan kompresor akan kembali dalam posisi *stand by* dan bekerja kembali bila tekanan angin sudah mencapai *low set point* di 5 Bar.

### 2. Dari komponen yang sering terjadi kerusakan, komponen apa saja yang resiko kegagalannya berpengaruh pada sistem kompresor?

Jawab:

- *Contacto,r* jika tidak kontak atau hilang satu fasa dan di reset berulang kali, maka akan menimbulkan terbukanya *winding* pada motor drive.
- *Preasure Transducer*, jika mengalami kegagalan maka kompresor tidak dapat bekerja (*Running*) dan *Alarm* aktif
- *Temperature Sensor Airend Discharge*, jika mengalami kegagalan maka kompresor tidak dapat bekerja (*Running*) dan *Alarm* aktif
- *Drive Motor Airend* dan *Fan* , jika motor mengalami kegagalan maka kipas pendingin dan *screw* sebagai komponen yang menarik udara tidak dapat bekerja.
- *Thermal Overload Relay*, jika mengalami kerusakan, maka aliran tenaga listrik terputus.
- *Control Transformator*, jika terjadi kerusakan, maka tidak dapat membagi arus untuk menjalankan komponen instrument, dan *controller* pada kompresor.

- *Intellisys ( Controller )*, jika terjadi kerusakan, maka dampaknya tidak dapat mengoperasikan sistem kompresor.

3. Kondisi seperti apa yang dapat mengakibatkan kompresor tidak dapat bekerja dengan baik?

Jawab: Bila tegangan listrik tidak stabil atau *blackout*, dan penempatan unit kompresor yang tidak benar, dikarenakan penempatan kompresor harus tepat seperti temperatur ruangan yang terlalu tinggi akan merusak komponen *intellisys* dan *sensor*. Contoh kompresor berdekatan dengan *boiler*, atau ruang generator.

Juga berpengaruh pada temperatur yang lembab, seperti penempatan kompresor berdekatan dengan *cooling tower*. Penempatan harus pada tempat yang tidak tertutup dan ada sirkulasi udara.

4. Berapa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *maintanance* jika terjadi kerusakan pada kompresor?

Jawab: Tergantung jenis kerusakan:

- Kerusakan Ringan, jika penggantian atau pengecekan seperti 2 kontaktor yang mengalami kerusakan pada *Auxiliary* dibutuhkan waktu kurang lebih 2 jam.
- Kerusakan Sedang, seperti kerusakannya adalah kompresor tidak bekerja atau *stop running*, untuk melakukan pengecekan maka dibutuhkan waktu sekitar setengah sampai dengan satu hari.
- Kerusakan berat, seperti kerusakan pada *bearing drive motor*, maka waktu yang dibutuhkan bisa sampai 3 hari.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

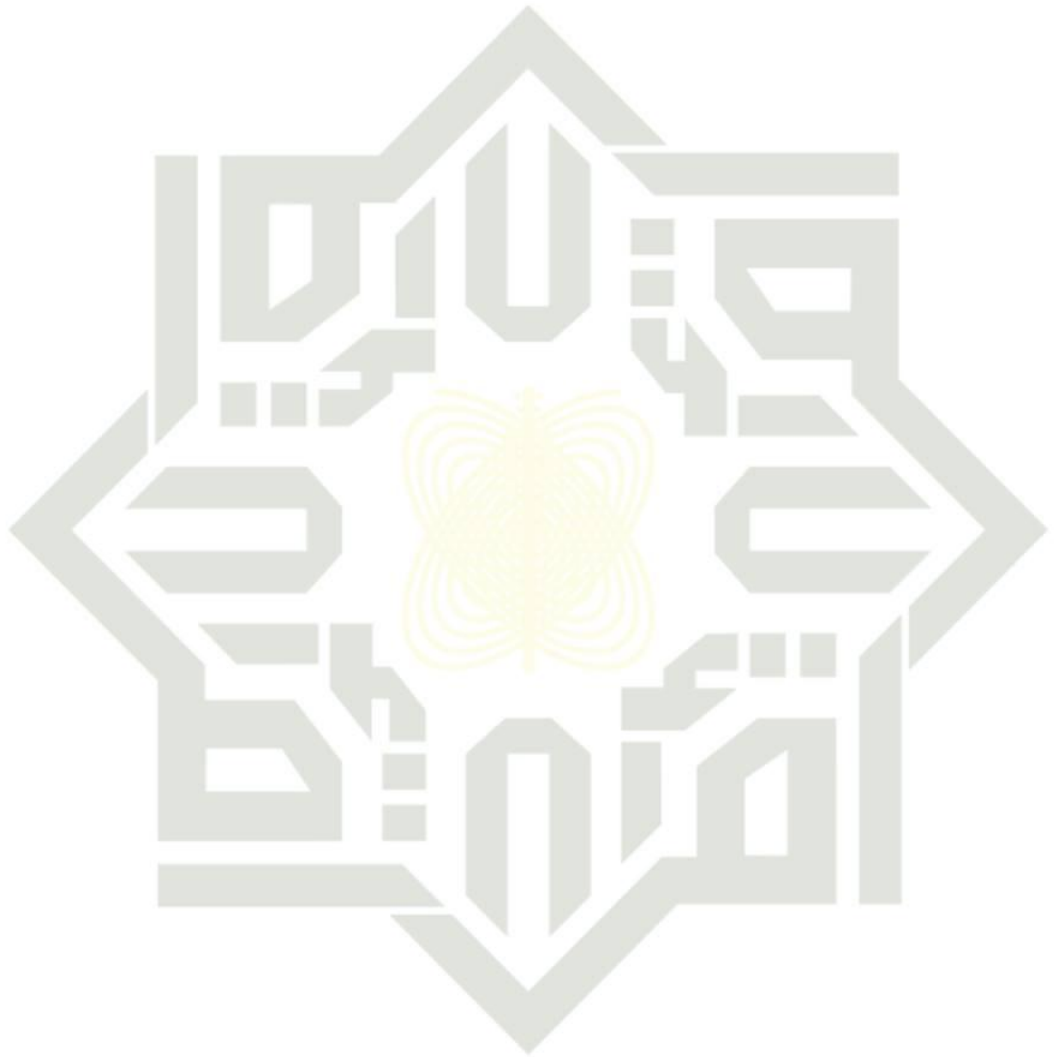
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Apa yang terjadi jika pengoperasian tidak sesuai dengan standar pengoperasian?

Jawab: Unit kompresor dapat mengalami kerusakan, dan juga unit tidak dapat bekerja, bila tombol *load* pada *intellisys* salah, dan yang dipilih *unload* maka kompresor tidak akan bekerja, hanya membuang waktu, dan *plant* akan kekurangan angin bertekanan, dalam kondisi ini *motor drive airend* dan *fan* sudah berfungsi tetapi angin belum di *load*, maka hanya menyia-nyiaakan tenaga listrik.



UIN SUSKA RIAU

Diketahui Oleh Supervisor Electric

Fernando

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## HASIL WAWANCARA

Nama Instansi : PT. Wilmar Nabati Indonesia  
Parasumber : Fernando  
Jabatan : Supervisor Electric  
Tempat Tanggal Wawancara : Dumai, 16 Juni 2019  
Dewawancara : Nizam Muhdin Ahmad  
Isi Wawancara : LTA ( *Logic Tree Analisis* )

1. Apakah petugas mengetahui *Inlet Valve* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?

Jawab: Ya

2. Apakah mode kerusakan pada *Inlet Valve* ini menyebabkan masalah keselamatan?

Jawab: Tidak

3. Apakah mode kerusakan pada *Inlet Valve* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

Jawab: Ya

4. Apakah petugas mengetahui *Blowdown Valve* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?

Jawab: Ya

5. Apakah mode kerusakan pada *Blowdown Valve* ini menyebabkan masalah keselamatan?

Jawab: Tidak

6. Apakah mode kerusakan pada *Blowdown Valve* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

Jawab: Ya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

7. Apakah petugas mengetahui *Temperature Sensor Airend Discharge* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?  
Jawab: Ya
8. Apakah mode kerusakan pada *Temperature Sensor Airend Discharge* ini menyebabkan masalah keselamatan?  
Jawab: Tidak
9. Apakah mode kerusakan pada *Temperature Sensor Airend Discharge* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?  
Jawab: Ya
10. Apakah petugas mengetahui *Intellisys* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?  
Jawab: Ya
11. Apakah mode kerusakan pada *Intellisys* ini menyebabkan masalah keselamatan?  
Jawab: Tidak
12. Apakah mode kerusakan pada *Intellisys* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?  
Jawab: Ya
13. Apakah petugas mengetahui *Drive Motor Fan* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?  
Jawab: Ya
14. Apakah mode kerusakan pada *Drive Motor Fan* ini menyebabkan masalah keselamatan?  
Jawab: Tidak
15. Apakah mode kerusakan pada *Drive Motor Fan* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?  
Jawab: Ya

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

16. Apakah petugas mengetahui *Drive Motor Airend* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?  
Jawab: Ya
17. Apakah mode kerusakan pada *Drive Motor Airend* ini menyebabkan masalah keselamatan?  
Jawab: Tidak
18. Apakah mode kerusakan pada *Drive Motor Airend* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?  
Jawab: Ya
19. Apakah petugas mengetahui *Starter Contactor* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?  
Jawab: Ya
20. Apakah mode kerusakan pada *Starter Contactor* ini menyebabkan masalah keselamatan?  
Jawab: Tidak
21. Apakah mode kerusakan pada *Starter Contactor* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?  
Jawab: Ya
22. Apakah petugas mengetahui *Thermal Overload Relay* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?  
Jawab: Ya
23. Apakah mode kerusakan pada *Thermal Overload Relay* ini menyebabkan masalah keselamatan?  
Jawab: Tidak
24. Apakah mode kerusakan pada *Thermal Overload Relay* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jawab: Ya

25. Apakah petugas mengetahui *Control Transformator* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?

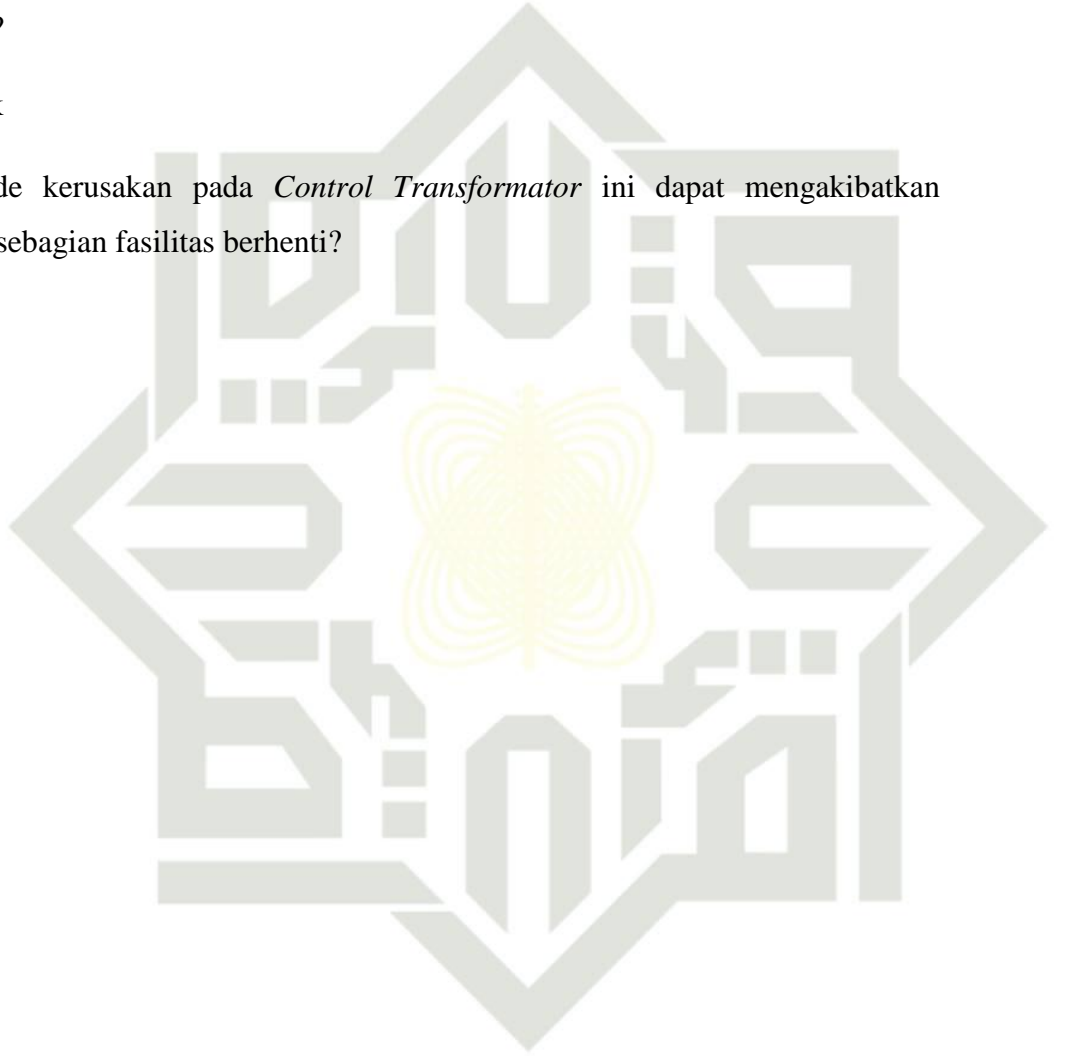
Jawab: Ya

26. Apakah mode kerusakan pada *Control Transformator* ini menyebabkan masalah keselamatan?

Jawab: Tidak

27. Apakah mode kerusakan pada *Control Transformator* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

Jawab: Ya



UIN SUSKA RIAU

Diketahui Oleh Supervisor Electric

Fernando

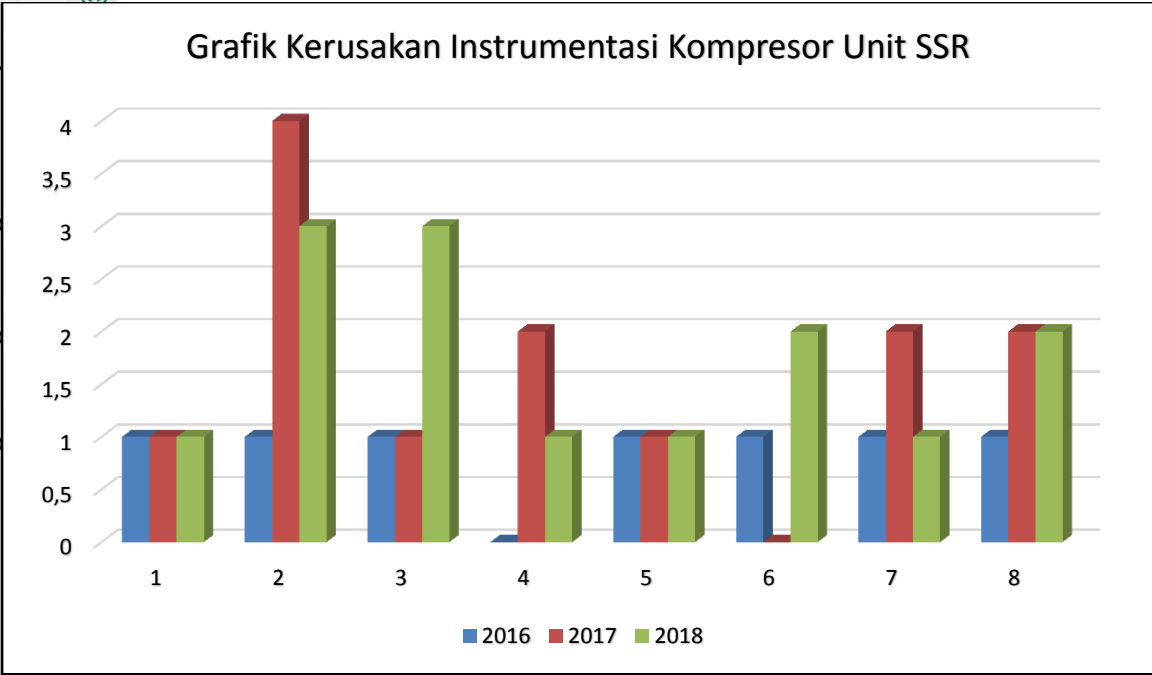
## LAMPIRAN B

No	Komponen	Jumlah Kegagalan		
		Tahun 2016	Tahun 2017	Tahun 2018
1	<i>Control Transformer</i>	1	1	1
2	<i>Contactora</i>	1	4	3
3	<i>Thermal Over Load Relay</i>	1	1	3
4	<i>Motor Airend</i>	0	2	1
5	<i>Motor Fan</i>	1	1	1
6	<i>Blowdown Valve</i>	1	0	2
7	<i>Inlet Valve</i>	1	2	1
8	<i>Temperature Sensor</i>	1	2	0

Data Perbandingan kerusakan Komponen Instrumentasi Pada Kompresor Udara Unit SSR PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau Pada Tahun 2016, 2017, 2018.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Grafik Perbandingan kerusakan Komponen Instrumentasi Pada Kompresor Udara Unit SSR PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau Pada Tahun 2016, 2017, 2018.



## LAMPIRAN C

Perhitungan laju kegagalan dan MTTF menentukan jadwal perawatan komponen instrumentasi kompresor udara unit SSR PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Riau

Total waktu operasi :

Diketahui :  $Total\ waktu\ operasi\ (3\ tahun) = 24\ jam * 30\ hari = 720\ jam * 12\ bulan = 8640\ jam * 3\ tahun = 25920\ jam$

$$\lambda = \frac{Jumlah\ Kegagalan}{Total\ Waktu\ Operasi\ (Jam)}$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

Hasil dari MTTF akan dibagi 24 jam guna menentukan waktu jadwal perawatan komponen.

### 1. Control Transformer

$$\lambda = \frac{3}{25920} = 0.0001157$$

$$MTTF = \frac{1}{0.0001157} = 8643$$

### 2. Contactor

$$\lambda = \frac{8}{25920} = 0.0003086$$

$$MTTF = \frac{1}{0.0003086} = 3240$$

### 3. Therma Overload Relay

$$\lambda = \frac{5}{25920} = 0.0001929$$

$$MTTF = \frac{1}{0.0001929} = 5184$$

### 4. Motor Airend

$$\lambda = \frac{3}{25920} = 0.0001157$$

$$MTTF = \frac{1}{0.0001157} = 8643$$

### 5. Motor Fan

$$\lambda = \frac{3}{25920} = 0.0001157$$

$$MTTF = \frac{1}{0.0001157} = 8643$$

### 6. Blowdown Valve

$$\lambda = \frac{3}{25920} = 0.0001157$$

$$MTTF = \frac{1}{0.0001157} = 8643$$

### 7. Inlet Valve

$$\lambda = \frac{4}{25920} = 0.0001543$$

$$MTTF = \frac{1}{0.0001543} = 6480$$

### 8. Temperature Sensor

$$\lambda = \frac{5}{25920} = 0.0001929$$

$$MTTF = \frac{1}{0.0001929} = 5184$$

## LAMPIRAN D

Perhitungan nilai t komponen kompresor.

Jarak nilai yang terhitung dari awal kerusakan hingga kerusakan pada tn.

$$rata-rata = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}}$$

Dimana setelah hasil nilai didapatkan maka selanjutnya dikonversi ke jam

### Control Transformer

$$t1 = 2016/08/17$$

$$t0 - t1 = 229 \text{ hari}$$

$$t2 = 2017/08/14$$

$$t1 - t2 = 362 \text{ hari}$$

$$t3 = 2018/05/15$$

$$t2 - t3 = 274 \text{ hari}$$

$$T \text{ rata-rata} = \frac{865}{3} = 288,3 \text{ hari}$$

$$= 288,3 \times 24 = 6920 \text{ jam}$$

### 2. Contactor

$$t1 = 2016/04/19$$

$$t0 - t1 = 109 \text{ hari}$$

$$t2 = 2017/02/10$$

$$t1 - t2 = 297 \text{ hari}$$

$$t3 = 2017/03/09$$

$$t2 - t3 = 27 \text{ hari}$$

$$t4 = 2017/04/14$$

$$t3 - t4 = 36 \text{ hari}$$

$$t5 = 2017/05/14$$

$$t4 - t5 = 30 \text{ hari}$$

$$t6 = 2018/01/11$$

$$t5 - t6 = 242 \text{ hari}$$

$$t7 = 2018/08/02$$

$$t6 - t7 = 203 \text{ hari}$$

$$t8 = 2018/12/03$$

$$t7 - t8 = 123 \text{ hari}$$

$$T \text{ rata-rata} = \frac{1067}{8} = 133,375 \text{ hari}$$

$$= 133,375 \times 24 = 3201 \text{ jam}$$

### 3. Thermal Overload Relay

$$t1 = 2016/04/02$$

$$t0 - t1 = 92 \text{ hari}$$

$$t2 = 2017/12/08$$

$$t1 - t2 = 615 \text{ hari}$$

$$t3 = 2018/01/26$$

$$t2 - t3 = 49 \text{ hari}$$

$$t4 = 2018/09/10$$

$$t3 - t4 = 227 \text{ hari}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

Staff Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

4. Motor Airend

$t5 = 2018/12/12$   $t4 - t5 = 93 \text{ hari}$

$$T_{rata2} = \frac{1076}{5} = 215,2 \text{ hari}$$

$$= 215,2 \times 24 = 5164,8 \text{ jam}$$

5. Motor Fan

$t1 = 2017/04/08$   $t0 - t1 = 107 \text{ hari}$

$t2 = 2017/05/20$   $t1 - t2 = 32 \text{ hari}$

$t3 = 2018/09/28$   $t2 - t3 = 496 \text{ hari}$

$$T_{rata2} = \frac{635}{3} = 211,67 \text{ hari}$$

$$= 211,67 \times 24 = 5080 \text{ jam}$$

6. Blowdown Valve

$t1 = 2016/08/08$   $t0 - t1 = 220 \text{ hari}$

$t2 = 2017/08/05$   $t1 - t2 = 362 \text{ hari}$

$t3 = 2018/07/16$   $t2 - t3 = 345 \text{ hari}$

$$T_{rata2} = \frac{927}{3} = 309 \text{ hari}$$

$$= 309 \times 24 = 7416 \text{ jam}$$

7. Infet Valve

$t1 = 2016/11/27$   $t0 - t1 = 331 \text{ hari}$

$t2 = 2018/01/02$   $t1 - t2 = 401 \text{ hari}$

$t3 = 2018/03/27$   $t2 - t3 = 84 \text{ hari}$

$$T_{rata2} = \frac{816}{3} = 272 \text{ hari}$$

$$= 272 \times 24 = 6528 \text{ jam}$$

8. Infet Valve

$t1 = 2016/07/20$   $t0 - t1 = 201 \text{ hari}$

$t2 = 2017/02/19$   $t1 - t2 = 214 \text{ hari}$

$t3 = 2017/12/12$   $t2 - t3 = 296 \text{ hari}$

$t4 = 2018/04/03$   $t3 - t4 = 112 \text{ hari}$

$$T_{rata2} = \frac{823}{4} = 205,75 \text{ hari}$$

$$= 205,75 \times 24 = 4938 \text{ jam}$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



*Temperature Sensor*

$t_1 = 2016/11/09$

$t_0 - t_1 = 313 \text{ hari}$

$t_2 = 2017/07/13$

$t_1 - t_2 = 247 \text{ hari}$

$t_3 = 2017/12/08$

$t_2 - t_3 = 148 \text{ hari}$

$$T_{rata2} = \frac{708}{5} = 141,6 \text{ hari}$$

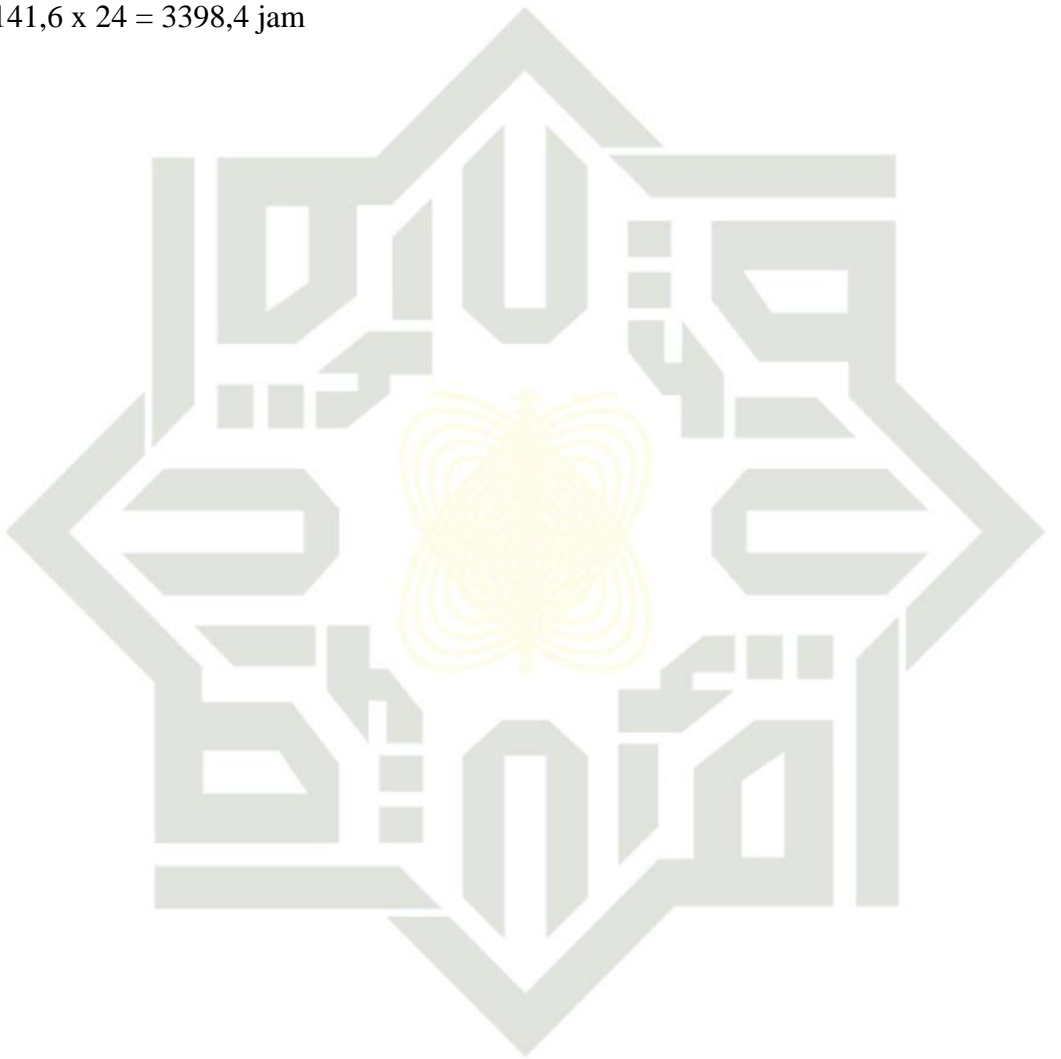
$$= 141,6 \times 24 = 3398,4 \text{ jam}$$

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

## LAMPIRAN E

Perhitungan nilai keandalan instrumentasi kompresor udara :

### 1. Control Transformer

$$T_{rata2} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{865}{3} = 288.3 \text{ hari, } t = 288.3 \times 24 = 6920$$

$$e^{-\lambda.t}$$

$$2,718^{-0,0001157 \times 6920}$$

$$\frac{1}{2,718^{0.8}}$$

$$\frac{1}{2.225} = 0.44$$

### 2. Contactor

$$T_{rata2} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{1067}{8} = 133.375 \text{ hari, } t = 133.375 \times 24 = 3201$$

$$= e^{-\lambda.t}$$

$$= 2,718^{-0,0003086 \times 3201}$$

$$= \frac{1}{2,718^{0.987}}$$

$$\frac{1}{2.682} = 0,372$$

### 3. Thermal Overload Relay

$$T_{rata2} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{1076}{5} = 215,2 \text{ hari, } t = 215,2 \times 24 = 5164,8$$

$$e^{-\lambda.t}$$

$$2,718^{-0,0001929 \times 5164,8}$$

$$\frac{1}{2,718^{0.996}}$$

$$\frac{1}{2,707} = 0,369$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Motor Airend

$$T_{rata2} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{635}{3} = 211.67 \text{ hari, } t = 211.67 \times 24 = 5080$$

$$e^{-\lambda.t}$$

$$2,718^{-0,0001157 \times 5080}$$

$$\frac{1}{2,718^{0,587}}$$

$$\frac{1}{1,798} = 0,55$$

5. Motor Fan

$$T_{rata2} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{927}{3} = 309 \text{ hari, } t = 309 \times 24 = 7416$$

$$= e^{-\lambda.t}$$

$$= 2,718^{-0,0001157 \times 7416}$$

$$= \frac{1}{2,718^{0,858}}$$

$$= \frac{1}{2,358} = 0,42$$

6. Blowdown Valve

$$T_{rata2} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{816}{3} = 272 \text{ hari, } t = 272 \times 24 = 6528$$

$$e^{-\lambda.t}$$

$$2,718^{-0,0001157 \times 6528}$$

$$\frac{1}{2,718^{0,755}}$$

$$\frac{1}{2,127} = 0,47$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

7. *Inlet Valve*

$$T_{rata2} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{823}{4} = 205,75 \text{ hari, } t = 205,75 \times 24 = 4938$$

$$e^{-\lambda.t}$$

$$2,718^{-0,0001543 \times 4938}$$

$$\frac{1}{2,718^{0,761}}$$

$$\frac{1}{2,140} = 0,467$$

8. *Temperature Sensor*

$$T_{rata2} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} = \frac{708}{5} = 141,6 \text{ hari, } t = 141,6 \times 24 = 3398,4$$

$$= e^{-\lambda.t}$$

$$= 2,718^{-0,0001929 \times 3398,4}$$

$$= \frac{1}{2,718^{0,655}}$$

$$= \frac{1}{1,925} = 0,519$$



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

**Nizam Muhdin Ahmad**, kelahiran Dumai, 08 Agustus 1996 putra dari Muhammad Yatim dan Lilis Sumarni yang beralamat di Jl. Jend Sudirman Jl.Tarikat, Kelurahan Teluk Binjai Kecamatan Dumai Timur Kota Dumai ,Provinsi Riau. Penulis merupakan anak keempat dari lima bersaudara yang memiliki Tiga orang kakak Bernama Syafrina, Dede Handayani, Vivi Lestari dan seorang adik yang bernama Muhammad Muhdzi Firdaus. Penulis menyelesaikan pendidikan SD di SDN 007 Teluk Binjai Kota Dumai lulus pada tahun 2008, MTsN Binaan Khusus Dumai lulus pada tahun 2011, SMK 2 Negeri Dumai Jurusan Teknik Audio Video lulus pada tahun 2014, dan melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Elektronika Instrumentasi lulus pada bulan januari 2021.

Selama masa perkuliahan penulis melakukan kegiatan lain diluar kampus seperti mengikuti dan bergabung di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro dan bergabung di Study Club Sanggar Teknik Elektro dan bekerja di industri kreatif., megikuti komunitas dan pelatihan-pelatihan, Alhamdulillah dengan kerja keras dan dan Doa Kedua Orang tua, penulis telah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini, semoga penulisan tugas akhir ini mampu memberikan manfaat serta kontribusi untuk siapa saja yang membutuhkannya.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir ini yang berjudul “**Analisis Keandalan Instrumentasi Pada Kompresor Udara Unit (Single Spek Rotary) SSR Menggunakan Metode (Fault Tree Analysis) FTA dan (Reliability Centered Maintanance) RCM Di PT. Wilmar Nabati Indonesia DumaiRiau**”

Nomor Hp : 0821 7205 1787

Email : [nizam0896@gmail.com](mailto:nizam0896@gmail.com)