



**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI PADA UNIT *STERILIZER*
MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)*
(STUDI KASUS: PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V
PKS SEI GALUH)**

TUGAS AKHIR

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



State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



oleh:

ARRAHIM
11750514968

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

2023

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik 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.



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

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI PADA UNIT
 STERILIZER MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY
 CENTERED MAINTENANCE* (RCM) (STUDI KASUS: PT
 PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)

TUGAS AKHIR

oleh:

ARRAHIM

11750514968

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
 di Pekanbaru, pada tanggal 12 Juli 2023

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
 NIP. 19721021 200604 2 001

Pembimbing

Jufrizel, S.T., M.T.
 NIP. 19740719 200604 1 001

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.

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI PADA UNIT
STERILIZER MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY*
CENTERED MAINTENANCE (RCM) (STUDI KASUS: PT
PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)


TUGAS AKHIR


oleh:

ARRAHIM
11750514968

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 12 Juli 2023

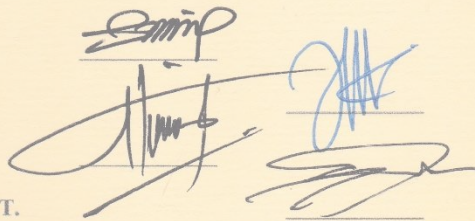
Pekanbaru, 12 Juli 2023
Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Sutoyo, S.T., M.T.
 Sekretaris : Jufrizel, S.T., M.T.
 Anggota 1 : Ahmad Faizal, S.T., M.T.
 Anggota 2 : Putut Son Maria, S.ST., M.T.





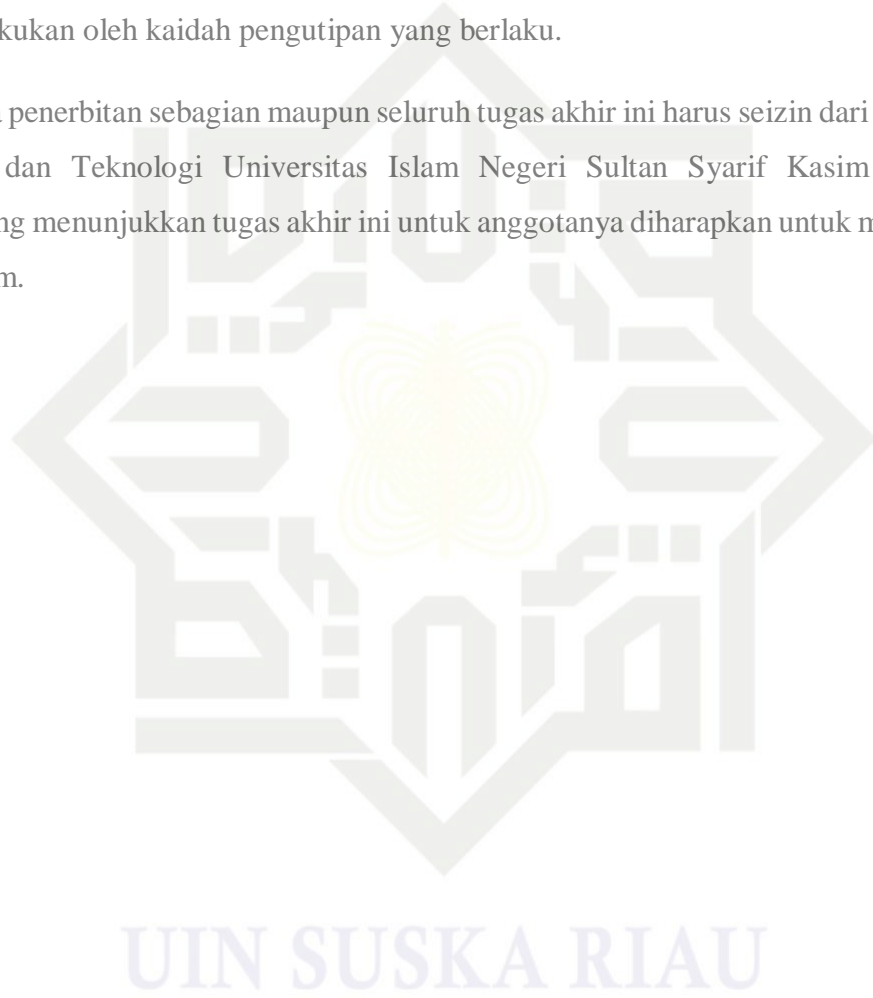
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdata di perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang terbuka untuk umum dengan catatan bahwa hak cipta terdapat pada penulis. Referensi keputusan disarankan ditulis, tetapi kutipan atau ringkasan lainnya dapat dilakukan oleh kaidah pengutipan yang berlaku.

Pengandaan atau penerbitan sebagian maupun seluruh tugas akhir ini harus seizin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang menunjukkan tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi biodata peminjam.

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 mengemukakan 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 satu 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 PERNYATAAN

LEMBAR PERNYATAAN

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

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 20 Juli 2023
Yang membuat pernyataan,



Arrahim
NIM.11750514968

UIN SUSKA RIAU

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillah, Alhamdulillahirabbil'alamin...

Sujud syukurku kusembahkan padaMu Tuhanku, Tuhan Yang Maha Agung nan Maha tinggi, Maha Adil dan Maha Penyang. Atas kasih sayang-Mu memberiku kekuatan, dan membekaliku dengan ilmu, atas karunia dan kemudahan yang telah Engkau limpahkan pula. Akhirnya Tugas Akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu terlimpahkan kehadiran Rasulullah Muhammad SAW, yang telah membimbing umatnya menjadi manusia-manusia yang beradab, berfikir dan berilmu pengetahuan.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kucintai dan kusayangi:

Ibunda Tercinta,

Terimakasih ibu atas segala perjuangan tak kenal lelahmu. Terimakasih untuk selalu mendoakanku, Terimakasih untuk motivasi dan semangat yang diberikan padaku. Terimakasih untuk semua pengorbananmu ibu.. Maafkan aku ibu sampai hari ini aku masih menjadi beban keluarga dan masih menyusahkanmu ibu.

Ayahanda tercinta,

Terimakasih ayah atas segala perjuangan dan pengorbanan yang tak kenal lelah. Terimakasih untuk motivasi dan semangat yang telah diberikan kepadaku. Terimakasih untuk segala do'a yang dipanjatkan terhadap segala usahaku dalam menggapai cita-citaku. Maafkan aku yang sampai hari ini masih menyusahkanmu ayah.

Kepada Saudara/i-ku,

Karya sederhana ini sebagai bukti aku serius akan keinginanku untuk melanjutkan pendidikanku, aku berhasil sampai di titik ini tidak lepas dari campur tangan kalian, keraguan, rasa khawatir kalian selama ini terjawab sudah. Aku berhasil menyelesaikan pendidikan ku, dan tidak berhenti ditengah jalan seperti yang kalian takutkan. Terimakasih untuk kepercayaan, segala dukungan dan do'a.

Kepada yg Tercinta&Temanku,

Hidup terlalu berat untuk kujalani sendiri tanpa campur tangan Tuhan dan orang lain. Terimakasih banyak kuucapkan kepada Naila (bocil) yang selalu ada dan selalu memberikan semangat serta motivasi, kepada teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Tiada kata yang dapat terucap selain terimakasih dan do'a terbaik yang dapat ku sampaikan.

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. 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 UNIT *STERILIZER* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* (STUDI KASUS: PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)

ARRAHIM
11750514968

Tanggal sidang: 12 Juli 2023

Program Studi Teknik
Elektro Fakultas Sains dan
Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh merupakan pabrik industri yang bergerak di bidang pengolahan kelapa sawit menjadi CPO yang berlokasi di Jalan Garuda Sakti Km.21 Desa Pantai Cermin, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Terdapat beberapa stasiun pengolahan yang bekerja saling berkaitan demi berjalannya hasil produksi yang optimal, salah satunya adalah *Sterilizer* yang berfungsi untuk memasak atau merebus tandan buah segar (TBS) dengan menggunakan uap (*steam*). *Sterilizer* merupakan pengolahan mekanis yang pertama untuk buah kelapa sawit. *Sterilizer* menggunakan uap basah sebagai media pemanas yang berasal dari sisa pembuangan turbin uap yang dimasukkan ke dalam tangki *supply* atau BPV (*Back Pressure Vessel*) dengan tekanan kerja 2,5-3,0 kg/cm² dan temperatur uap 135°C menggunakan sistem perebusan 3 puncak selama 80-90 menit. Proses perebusan merupakan faktor paling penting dalam pengolahan TBS, sebab sangat besar pengaruhnya terhadap *losses* dan hasil produksi CPO. Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keandalan dari setiap komponen instrumentasi pada *Sterilizer*. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* yang dapat membantu memilih perawatan dan pemilihan tindakan perawatan dengan *output* berupa jadwal perawatan dan pihak yang bertanggung jawab. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa komponen *inlet valve* memiliki nilai RPN tertinggi dengan nilai 280 dengan interval jadwal perawatan yang direkomendasikan setiap 211 hari dan nilai RPN terendah ada pada komponen *air compressor* dengan nilai 150 dengan interval jadwal perawatan yang direkomendasikan setiap 635 hari.

Kata Kunci: FMEA, Keandalan, *Preventive Maintenance*, RCM, *Sterilizer*

© **INSTRUMENTATION RELIABILITY ANALYSIS OF STERILIZER
UNIT USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)
METHOD (CASE STUDY: PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V
PKS SEI GALUH)**

**ARRAHIM
11750514968**

Trial Date : 12 July 2023

Electrical Engineering Study Program

Faculty of Science and Technology

Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University, Riau

Jl. HR. Soebrantas No. 155 Panam, Pekanbaru

ABSTRACT

PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh is an industrial factory engaged in the processing of palm oil into CPO, located at Jalan Garuda Sakti Km.21, Pantai Cermin Village, Tapung District, Kampar Regency, Riau Province. There are several processing stations that work interrelatedly for the sake of optimal production results, one of which is Sterilizer which serves to cook or boil fresh fruit bunches (TBS) by using steam (steam). Sterilizer This is the first mechanical processing of oil palm fruit. Sterilizer using wet steam as a heating medium that comes from the exhaust residue of the steam turbine that is put into the tank supply or BPV (Back Pressure Vessel) with a working pressure of 2.5-3.0 kg/cm² and a steam temperature of 135°C using a 3 peak boiling system for 80-90 minutes. The boiling process is the most important factor in the processing of FFB, because it greatly influences the losses and CPO production. The purpose of this study was to analyze the reliability of each instrumentation component on Sterilizer. The method used in this research is method Reliability Centered Maintenance (RCM) which can help choose treatment and choose treatment actions without output in the form of a maintenance schedule and the responsible party. The results of this study state that the component inlet valve has the highest RPN value with a value of 280 with recommended maintenance schedule intervals every 211 days and the lowest RPN value is in the component air compressor with a value of 150 with a recommended maintenance schedule interval of every 635 days.

Keywords: FMEA, Reliability, Preventive Maintenance, RCM, Sterilizer

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau

Sultan Syarif Kasim 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 mengumumkannya 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.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, Shalawat dan salam juga penulis haturkan kepada baginda Rasulullah SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Keandalan Instrumentasi Pada Unit *Sterilizer* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Studi Kasus: PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh)”.

Laporan Tugas Akhir ini di susun berguna untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulis menyadari bahwa pada penulisan Laporan Tugas Akhir ini mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang terkait dan pastinya sudah berpengalaman pada bidangnya sehingga pada kesempatan ini, penulis akan menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang terkait yang telah membantu, memotivasi dan memberikan semangat kepada penulis.

Oleh sebab itu, sudah sewajarnya penulis menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan, kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan laporan ini
2. Ibunda dan Ayahanda tercinta, yang telah memberikan semangat, dukungan moril maupun materil serta do'a yang tiada hentinya kepada penulis
3. Asmarani&Ermansyah, Nurul Illahi dan Ahmad Zihkri selaku saudara kandung yang telah memberikan semangat dan dorongan dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag selaku rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
5. Bapak Dr. Hartono, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

6. Ibu Dr. Zulfatri Aini, ST, MT selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
7. Bapak Sutoyo, S.T., M.T selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
8. Bapak Jufrizel, ST., MT. selaku pembimbing Tugas Akhir.
9. Dewan penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
10. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Bapak Mirwan Hasibuan selaku Asisten Teknik sekaligus menjadi Pembimbing Lapangan dan juga kepada Bapak Rahmadi beserta jajaran Unit Sterilizer yang telah memberikan pengetahuan dan informasi mengenai Unit tersebut.
12. Nyimas Naila Izani (Bocil) yang telah menjadi *support system* serta memberikan semangat dan dukungan dalam pengerjaan laporan Tugas Akhir.
13. Rekan-rekan Seperjuangan (Aziz Warman, Bima Muhitiawan, Dhorifah Adilah, Septa Adryan) yang telah memotivasi penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
14. Teman-teman prodi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Angkatan 2017. Semoga sukses di masa mendatang dan berguna bagi bangsa, negara dan agama

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini bisa berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri.

Pekanbaru, 23 Januari 2023

Penulis,

Arrahim

NIM : 11750514968



DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMBANG	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-6
1.3 Tujuan Penelitian	I-6
1.4 Batasan Masalah	I-6
1.5 Manfaat Penelitian	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 Proses Produksi <i>Crude Palm Oil (CPO)</i>	II-2
2.3 <i>Sterilizer</i>	II-3
2.4 Komponen Instrumentasi Unit <i>Sterilizer</i>	II-6
2.4.1 <i>Inlet Valve</i>	II-7
2.4.2 <i>Condensate Valve</i>	II-7
2.4.3 <i>Exhaust Valve</i>	II-8
2.4.4 <i>Pressure Valve</i>	II-8
2.4.5 <i>Rototherm</i>	II-9
2.4.6 <i>Program Logic Control (PLC)</i>	II-9

- Hak Cipta Dihilangkan
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 satu 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.

2.4.7	<i>Air Compressor</i>	II-10
2.4.8	<i>Safety Valve</i>	II-10
2.5	Keandalan (<i>Reliability</i>)	II-11
2.6	Perawatan (<i>Maintenance</i>)	II-12
2.7	<i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i>	II-13
2.8	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	II-18
2.9	<i>Decision Worksheet Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	II-20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Proses Alur Penelitian	III-1
3.2	Tahapan Penelitian	III-3
3.2.1	Studi Literatur	III-3
3.3	Identifikasi Masalah	III-3
3.4	Pengumpulan Data	III-3
3.5	Pengolahan Data	III-3
3.5.1	Proses Metode FMEA	III-3
3.5.2	Proses Metode RCM	III-4
3.6	Analisa Data	III-7

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Data Instrumentasi Unit <i>Sterilizer</i> di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh	IV-1
4.2	Analisa FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	IV-2
4.3	Analisa Pareto	IV-6
4.4	Analisa Ketersediaan (<i>Availability</i>)	IV-9
4.5	Penilaian Keandalan	IV-12
4.6	Penentuan Perawatan Komponen	IV-13
4.7	RCM <i>Decision Worksheet</i>	IV-14

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Alur Produksi CPO PKS Sei Galuh	II-2
Gambar 2.2 Hubungan Waktu Terhadap Tekanan Rebusan	II-4
Gambar 2.3 <i>Sterilizer</i> Vertikal.....	II-5
Gambar 2.4 <i>Sterilizer</i> Horizontal.....	II-6
Gambar 2.5 <i>Inlet Valve</i>	II-7
Gambar 2.6 <i>Condensate Valve</i>	II-7
Gambar 2.7 <i>Exhaust Valve</i>	II-8
Gambar 2.8 <i>Pressure Gauge</i>	II-8
Gambar 2.9 <i>Rotorthem</i>	II-9
Gambar 2.10 <i>PLC (Program Logic Control)</i>	II-9
Gambar 2.11 <i>Air Compressor</i>	II-10
Gambar 2.12 <i>Safety Valve</i>	II-10
Gambar 2.13 Skema Parameter FMEA	II-13
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-2
Gambar 4.1 Diagram Pareto Komponen <i>Sterilizer</i>	IV-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 TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 <i>Worksheet</i> FMEA	II-14
Tabel 2.2 Tingkat <i>Severity</i> (S)	II-15
Tabel 2.3 Penilaian <i>Occurance</i> (O)	II-15
Tabel 2.4 Penilaian <i>Detection</i> (D)	II-16
Tabel 2.5 <i>Information Worksheet</i> RCM	II-19
Tabel 2.6 Penentuan Kriteria Konsekuensi RCM	II-21
Tabel 2.7 Penentuan Kondisi <i>Proactive Task</i> RCM	II-21
Tabel 3.1 FMEA <i>Worksheet</i> pada Komponen <i>Inlet Valve</i>	III-4
Tabel 3.2 RCM <i>Decision Worksheet</i>	III-6
Tabel 4.1 Fungsi Komponen Instrumentasi	IV-2
Tabel 4.2 FMEA <i>Worksheet Sterilizer</i>	IV-3
Tabel 4.3 Nilai RPN Instrumentasi <i>Sterilizer</i>	IV-6
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Persentase Kumulatif Instrumentasi <i>Sterilizer</i>	IV-7
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan MTTF Komponen	IV-9
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan MTTR Komponen	IV-10
Tabel 4.7 Analisa Ketersediaan Komponen	IV-11
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Keandalan Instrumentasi <i>Sterilizer</i>	IV-12
Tabel 4.9 Jadwal Perawatan Komponen	IV-14
Tabel 4.10 RCM <i>Decision Worksheet</i> Komponen <i>Inlet Valve</i>	IV-16
Tabel 4.11 RCM <i>Decision Worksheet</i> Komponen <i>Exhaust Valve</i>	IV-17
Tabel 4.12 RCM <i>Decision Worksheet</i> Komponen <i>Condensate Valve</i>	IV-18
Tabel 4.13 RCM <i>Decision Worksheet</i> Komponen <i>Safety Valve</i>	IV-19
Tabel 4.14 RCM <i>Decision Worksheet</i> Komponen <i>Pressure Gauge</i>	IV-20
Tabel 4.15 RCM <i>Decision Worksheet</i> Komponen PLC	IV-21
Tabel 4.16 RCM <i>Decision Worksheet</i> Komponen <i>Rototherm</i>	IV-22
Tabel 4.17 RCM <i>Decision Worksheet</i> Komponen <i>Air Compressor</i>	IV-23

- 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
Rumus 2.1 Fungsi Keandalan.....	II-11
Rumus 2.2 <i>Risk Priority Number</i>	II-14
Rumus 2.3 Persentase Total Keseluruhan.....	II-17
Rumus 2.4 <i>Mean Time To Failure</i>	II-17
Rumus 2.5 <i>Mean Time To Repair</i>	II-17
Rumus 2.6 Ketersediaan.....	II-17

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

DAFTAR LAMBANG

- : Waktu Perbaikan Rata-rata
- : Eksponensial
- : Lamanya Waktu Operasi
- : Laju Kerusakan λ
- : *Reliability* R
- : Fungsi Distribusi Kumulatif $F(t)$
- : Keandalan Tiap Komponen A_n



1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
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.

DAFTAR SINGKATAN

BS	: Perusahaan Besar Swasta
BN	: Perusahaan Besar Negara
PR	: Perusahaan Rakyat
PTPN	: Perseroan Terbatas Perkebunan Nusantara
PKS	: Pabrik Kelapa Sawit
TBS	: Tandan Buah Segar
CPO	: <i>Crude Palm Oil</i>
BPV	: <i>Back Pressure Vessel</i>
EOQ	: <i>Economic Order Quantity</i>
FBD	: <i>Function Blok Diagram</i>
RCM	: <i>Reliability Centered Maintenance</i>
FFA	: <i>Free Fatty Acid</i>
PLC	: <i>Program Logic Control</i>
FMEA	: <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
MTBF	: <i>Mean Time Between Failure</i>
MTTF	: <i>Mean Time To Failure</i>
MTTR	: <i>Mean Time To Repair</i>
DTS	: <i>Downtime System</i>
SEV	: <i>Severity</i>
OCC	: <i>Occurent</i>
DET	: <i>Detection</i>
RPN	: <i>Risk Priority Number</i>



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian memegang peranan penting dalam perekonomian nasional karena selain menyediakan pangan bagi seluruh penduduk, sektor ini juga merupakan sumber devisa terbesar Indonesia, memberikan kesempatan kerja dan mendukung pembangunan sektor-sektor lain terutama pada suplai bahan baku. Sektor perkebunan merupakan industri pertanian yang paling digemari. Perusahaan swasta dapat membuat perkebunan yang cukup besar atau individu atau masyarakat dapat membuat perkebunan berbasis masyarakat. Pertumbuhan sektor ini tidak dapat dipisahkan dari berbagai kekuatan nasional dan internasional [1].

Salah satu negara yang memiliki luas perkebunan kelapa sawit terbesar didunia yaitu Indonesia. Ukuran perkebunan ini selalu bertambah dari tahun ke tahun. Berdasarkan statistik dari Direktorat Jenderal Perkebunan, perkebunan kelapa sawit Indonesia diperkirakan mencakup area seluas 11,20 juta Ha pada tahun 2016, 12,30 juta Ha pada tahun 2017, dan 14,03 juta Ha pada tahun 2018. Perusahaan Swasta Besar (PBS) menyumbang 54,94% dari perkebunan kelapa sawit Indonesia, seluas 7.942.335 Ha, sementara Perusahaan Negara Besar (PBN), menyumbang 4,27% dari perkebunan kelapa sawit nasional, mencakup 617.501 Ha. Sementara perkebunan rakyat (PR) seluas 5.896.755 Ha atau 40,79% dari total luas perkebunan kelapa sawit Indonesia berada di posisi kedua [2]. Perkembangan perkebunan ini juga diikuti dengan banyaknya pabrik-pabrik dan tempat perindustrian yang berdiri saat ini.

Salah satu perusahaan Indonesia yang bergerak dibidang pertanian dan perkebunan yaitu PT.Perkebunan Nusantara V. Berdiri pada tahun 1996 sampai pada saat sekarang, perusahaan ini berkembang menjadi 12 unit Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dengan total kapasitas olahan terpasang sebesar 570 ton TBS per jam dengan hasil olahan berupa minyak sawit dan inti sawit. PKS Sei Galuh merupakan salah satu pabrik pengolahan kelapa sawit milik PT. Perkebunan Nusantara V berfokus pada pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Plam Oil (CPO)* [3]. Sebab banyaknya TBS yang hendak diolah, prabik ini dituntut buat beroperasi penuh sepanjang 24 jam/hari supaya senantiasa mencermati mutu produk dari proses pengolahan tersebut. Salah satu unit produksi yang ikut beroperasi penuh dalam proses industri tersebut yaitu *Sterilizer*.

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu 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. Diarangi 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.

Sterilizer merupakan mesin yang berbentuk bejana uap bertekanan yang berfungsi merebus atau memasak tandan buah segar (TBS) dengan menggunakan uap (*steam*). Unit *sterilizer* adalah langkah mekanis pertama dalam pemrosesan mekanis buah kelapa sawit dalam produksi minyak sawit. Sisa pembuangan turbin uap yang disalurkan ke dalam tangki *supply* atau BPV (*Back Peasure Vessel*) berfungsi sebagai sumber sterilisasi uap basah, yang digunakan sebagai media pemanas. Hasil perebusan kelapa sawit sangat bergantung dari tekanan uap dan lamanya waktu perebusan. Perebusan TBS bertujuan untuk memudahkan pelepasan berondolan dari janjangan, mematikan aktivitas enzim penstimulir kenaikan asam lemak bebas, memudahkan pemisahan daging buah dari biji, mempermudah proses pemisahan molekul minyak dari daging buah, serta menurunkan kadar air dan merupakan proses pengeringan awal terhadap biji [4].

PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh memiliki 4 unit mesin rebusan yang dimana hanya 3 unit yang dioperasikan dan 1 unit lagi tidak dapat difungsikan. Di perusahaan ini unit yang terpasang adalah *sterilizer* tipe horizontal yang memuat 8- 10 lori dengan temperature uap 135°C dan tekanan kerja 2,5-3,0 kg/cm² selama 80-90 menit menggunakan sistem perebusan 3 *peak* [3]. Didalam proses perebusan TBS, waktu dan tekanan sangat berpengaruh terhadap efisiensi dan hasil produksi minyak yang dihasilkan. Jadi, proses perebusan merupakan faktor yang paling penting dalam pengolahan TBS, sebab sangat besar pengaruhnya terhadap *losses* dan hasil produksi minyak [4]

Kualitas dan mutu hasil olahan suatu pabrik kelapa sawit sangat berpengaruh terhadap kinerja *sterilizer* dalam proses perebusan. Standar operasional dalam mengoperasikan unit *sterilizer* merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan. *Steam* yang dimasukkan kedalam *sterilizer* mengikuti aturan dan ketentuan kerja mesin selama proses perebusan, supaya panas bisa menembus masuk ke dalam daging buah yang dapat menghasilkan minyak yang berkualitas [5] Mengingat *sterilizer* merupakan unit plant yang sangat vital dalam proses pengolahan kelapa sawit, tentunya unit ini tidak terlepas dari berbagai kerusakan dan kegagalan fungsi. Untuk menjaga *sterilizer* tetap berada dalam performa yang maksimal sudah seharusnya diberikan perhatian lebih agar dapat menghindari waktu *downtime* yang akan berdampak pada kerugian bagi unit tersebut dan juga untuk perusahaan.

Studi pendahuluan yang dilakukan bertujuan dalam mengumpulkan informasi maka dilakukan wawancara bersama bapak Mirwan Hasibuan selaku Assisten Teknik di Pabrik Kelapa Sawit Sei Galuh, mengatakan bahwa prabik pernah mengalami penurunan hasil produksi yang disebabkan oleh kegagalan dari efisiensi dan efektivitas mesin produksi.

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

Masalah yang terjadi berupa kerusakan pada instrumentasi mesin-mesin tersebut. Beliau menjelaskan bahwa dalam proses pengolahan kelapa sawit ini semua unit mesin bekerja saling berhubungan, apabila ada salah satu stasiun unit pengolahan yang mengalami kerusakan maka semua jalur proses produksi akan terganggu. Begitu juga dengan tingkat pemahaman masing-masing operator dalam meningkatkan sistem perawatan yang masih kurang memperhatikan kinerja dan performa mesin saat pengoperasiannya.

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan melalui wawancara dan observasi bersama Bapak Rahmadi selaku Operator *sterilizer* dan Bapak John Sipayung selaku Asisten Operator menyebutkan bahwa “di pabrik ini terdapat 4 unit *sterilizer* yang terpampang tetapi ada salah unit yang tidak di fungsikan dikarena unit tersebut sudah dimakan usia, pada tahun 2020 salah satu unit *sterilizer* yang sudah tua (dimakan usia) tersebut pernah mengalami ledakan yang disebabkan oleh kerusakan dan kebocoran pada pintu rebusan”. Asisten Operator tersebut menjelaskan bahwa insiden itu terjadi karena tidak terdeteksinya dampak error pada saat pengoperasian unit *sterilizer* sehingga dipaksa untuk beroperasi yang menyebabkan terjadinya ledakan tersebut. Beruntungnya saat insiden itu terjadi tidak ada korban jiwa akan tetapi menimbulkan *delay* proses produksi yang cukup lama dan membuat kerugian akibat terhambatnya laju proses produksi. Oleh sebab itu, saat pengoperasian unit harus memastikan pintu rebusan sudah terkunci dengan rapat dan kondisi *packing* pintu rebusan yang baik, karena bila tidak tertutup rapat dapat mengakibatkan kebocoran *steam* atau lepasnya *lock ring* (*over valve* minimal 75%) yang mengakibatkan pintu lepas dari *lock ring* serta membuat fatal dan bisa menimbulkan korban jiwa.

Selain itu, kasus kegagalan yang pernah terjadi pada mesin *sterilizer*. Contohnya, PT. Sinar Kencana Inti Perkasa – Sungai Kupang Mill pada tahun 2018 pecah atau rusaknya door *packing* pintu rebusan sebanyak 35 kali, kegagalan terjadi tidak merata tiap bulannya. Serta di tahun 2019 kerusakan yang sama terjadi sebanyak 9 kali kerusakan diawali dari bulan Januari– April, ada beberapa dampak dari kerusakan *door packing* pada tabung *sterilizer* sangat berdampak pada penurunan hasil produksi, alur proses terganggu, kecekakan kerja, dan biaya produksi bertambah. Pemicu dari rusaknya *door packing* ini berhasil diidentifikasi pada *sterilizer*, yaitu: tidak berfungsinya *safety valve* dengan baik, keadaan pintu tidak sejajar, serta alur *door packing* yang telah lebar. Adapun langkah dalam menanggulangi permasalahan tersebut dengan mengganti pintu yang mempunyai alur *door packing* yang lebar, serta melaksanakan pengecekan dan pengontrolan untuk perawatan *preventive maintenance* [6]

© Kekurangan pengetahuan dalam melakukan perawatan dan kegiatan yang diprioritaskan yang dapat menyebabkan *delay* proses produksi dan bahkan berdampak *downtime*. Kemudian pemahaman dan kepedulian operator tentang kinerja mesin dalam penilaian performa *sterilizer* untuk proses produksi masih rendah. Sangat dibutuhkan beberapa parameter untuk mengurangi kegagalan fungsi dalam proses produksi dalam mempertahankan kinerja sistem serta melakukan langkah perawatan (*maintenance*) yang tepat.

Adapun metode perawatan yang bisa digunakan untuk mempertahankan performa dan kinerja mesin dapat berfungsi dengan bagus ialah metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM merupakan teknik atau metode yang berfungsi dalam mengidentifikasi tindakan-tindakan minimum yang benar dan aman yang harus dilakukan untuk mempertahankan fungsi dari aset fisik, terutama pada situasi kritis dan berbahaya [7]. Beberapa keuntungan dari metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yaitu keselamatan pekerja dan kepedulian terhadap lingkungan kerja, peningkatan kinerja sistem, biaya operasional yang rendah, ketersediaan komponen yang meningkat. Fungsi dari perawatan komponen instrumentasi adalah untuk mengurangi frekuensi kegagalan dengan menganalisa penyebab kerusakan yang terjadi.

Penelitian terkait yang membahas metode RCM dan menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk meningkatkan jumlah produksi dan pesanan. Dalam penerapan RCM ini, *Function Block Diagram* (FBD) memaparkan fungsi sistem boiler, selanjutnya menganalisanya menggunakan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi kesalahan pada boiler dengan memberikan nilai risiko kesalahan berdasarkan angka prioritas risiko (RPN). Hasil dari penelitian yang dilakukan adalah terdapat 14 error dan 3 komponen lainnya memiliki nilai RPN yang relatif tinggi [8].

Referensi terkait yang berjudul “Perencanaan Interval Perawatan Mesin secara *Preventive Maintenance* dengan Metode *Reability Centered Maintenance* (RCM) II”, metode ini digunakan untuk menentukan kegiatan dan interval perawatan berdasarkan pada RCM Decision Worksheet sesuai dengan fungsi dan sistem dari mesin dan FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan serta efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut. Perhitungan interval perawatan diperoleh dengan mempertimbangkan waktu kegagalan, yang menunjukkan hasil perhitungan interval perawatan komponen *flexible coupling* selama 262 jam, *liner cylinder* selama 316 jam, dan *streer arm* selama 246 jam [9].

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.



Berdasarkan informasi dari permasalahan yang telah diceritakan oleh narasumber dan juga mengutip dari jurnal terkait, kegagalan sistem (*failure*) merupakan suatu permasalahan yang harus diperhatikan dalam mengoperasikan suatu unit mesin. Apabila kegagalan sistem (*failure*) ini terjadi maka akan berdampak pada proses laju alur produksi dan juga kerugian pada bidang ekonomi, lingkungan, dan manusia. Dalam hal ini, penerapan metode RCM diharapkan dapat mengatasi *delay* proses produksi yang terjadi di pabrik dan menjaga performa serta kinerja mesin saat beroperasi.

Maka dari itu penulis tertarik untuk menganalisa keandalan pada PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan judul Tugas Akhir “ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI PADA UNIT *STERILIZER* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) (STUDI KASUS: PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)”. Hal ini bertujuan agar dapat membantu pihak perusahaan dalam meminimalisir terjadinya kegagalan terhadap instrumentasi *sterilizer* dan juga untuk menjadwalkan waktu terbaik dalam melakukan perawatan (*maintenance*) baik secara menyeluruh ataupun per komponen.

Hak Cipta Milik 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.



1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang tersebut, parameter yang akan dipecahkan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara mengetahui kegagalan fungsi instrumentasi pada unit *sterilizer*?
2. Bagaimana cara menentukan jadwal perawatan komponen instrumentasi pada unit *sterilizer*?
3. Tindakan dan solusi seperti apa yang dapat diberikan terhadap unit *sterilizer*?

1.3 Tujuan Penelitian

Rumusan masalah yang telah dijabarkan, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Melakukan analisa kerusakan yang terjadi pada komponen instrumentasi pada unit *sterilizer* menggunakan metode FMEA.
2. Menghitung nilai dari *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) dari komponen instrumentasi unit *sterilizer*.
3. Memberikan rekomendasi jadwal serta perawatan terhadap komponen instrumentasi pada unit *sterilizer* untuk mencegah terjadinya kegagalan.

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang bisa mencegah pembahasan yang lebih meluas pada penelitian ini seperti berikut :

1. Data kerusakan yang digunakan untuk pengamatan dan analisa dari tahun 2017 hingga tahun 2021 dan narasumber dari pekerja PKS Sei Galuh.
2. Penelitian yang dilakukan hanya berfokus pada *sterilizer* dan tidak membahas biaya.
3. Penyebab kegagalan *sterilizer* hanya dapat dilihat dari aspek sisi pandang manusia, umur komponen, mesin dan metode yang akan digunakan dalam proses operasi *sterilizer*.
4. Objek penelitian adalah *sterilizer* yang beroperasi di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan dan pada akhirnya mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan perusahaan untuk mengambil kebijakan dalam menjadwalkan pemeliharaan komponen instrumentasi *sterilizer*.

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

2. Penelitian diharapkan dapat dijadikan bahan untuk mengevaluasi kinerja dari unit *sterilizer* dalam peningkatan kelancaran hasil produksi.
3. Hasil penelitian ini akan sangat berguna untuk menambah pengetahuan dan wawasan dalam bidang perawatan komponen instrumentasi khususnya pada komponen instrumentasi unit *sterilizer* di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh.

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 Penelitian Terkait

Dalam penulisan Tugas Akhir ini dilakukan studi literatur yang merupakan suatu pencarian teori serta referensi yang sesuai dengan kasus dan permasalahan yang akan diselesaikan. Teori dan referensi tersebut didapat dari jurnal terdahulu, buku, *paper* serta sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

Penelitian [10] membahas metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada mesin *Press* 500 Ton, yang memiliki tujuan untuk mengetahui nilai *reliability*, mengetahui faktor kegagalan, menentukan komponen kritis, menentukan langkah perawatan yang tepat, serta usulan interval waktu perawatan. Hasil yang diperoleh yaitu 6 komponen kritis pada mesin, perawatan yang diusulkan dengan interval waktu aktivitas komponen *hydraulic* 1.055 jam dan *fanbelt* 2.927 jam dengan *schedule on-condition*. Sedangkan *coupling* 593 jam dan *panel control* 902 jam dengan *schedule restoration task*, serta *grease* 283 jam dan motor 649 jam *finding failure task*.

Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) digunakan oleh peneliti [11] untuk mengetahui penjadwalan *maintenance* dan menentukan kegiatan pemeliharaan yang tepat. Hasil analisis menunjukkan terdapat 5 dengan kegiatan perawatan *scheduled on condition*, 2 komponen dengan kegiatan perawatan *scheduled restoration task*, 2 komponen menggunakan perawatan *scheduled on discard task* dan 1 komponen dengan kegiatan *no scheduled maintenance*. Estimasi peningkatan nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin *filling R-24 A* adalah sebesar 7,44% dan efisiensi biaya sebesar 16,63% atau setara dengan Rp. 33.308.442

Peneliti [12] membahas metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan hasil pengolahan data menunjukkan bahwa komponen kritis pada mesin *Blowing OM* berdasarkan frekuensi kerusakan mesin dan total *downtime* adalah komponen *flat belt* dan *spike lattice*. Hasil analisis interval perawatan menunjukkan bahwa jenis kerusakan permukaan karet *flat belt* tidak rata memiliki interval perawatan yang optimal sebesar 510 jam, karet *flat belt* longgar 260 jam, *flat belt* putus 580 jam, kayu *spike lattice* patah 620 jam, dan paku *strike* patah 500 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Data yang berhasil diolah peneliti [13] menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) mempunyai tujuan yaitu dapat menentukan jadwal interval waktu perawatan dan mengetahui tindakan atau kegiatan perawatan yang harus dilakukan. Diperoleh hasil perhitungan pada komponen *side shaft* (stang metal) dengan interval perawatan selama 63 jam, untuk komponen *crank shaft* (metal jalan) dengan interval perawatan selama 81 jam, dan untuk komponen elektrik motor dengan interval perawatan selama 374 jam

Dari beberapa referensi penelitian yang telah dikumpulkan, penulis tertarik dalam melanjutkan penelitian tentang penggunaan RCM dalam analisa keandalan, namun yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah *sterilizer* yang bertempat di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh dengan tujuan untuk mencari jadwal perawatan yang tepat pada instrumentasi *sterilizer* yang dilihat dari kegagalan yang sudah terjadi.

2.2 Proses Produksi Crude Palm Oil (CPO)

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Sei Galuh merupakan salah satu pabrik milik PT. Perkebunan Nusantara V yang bergerak dibidang pengolahan kelapa sawit. PKS Sei Galuh berdiri pada tahun 1998 yang berlokasi di Desa Pantai Cermin, Kec. Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. PKS ini mempunyai kapasitas produksi terpasang 45 ton TBS/jam yang mengolah bahan baku kelapa sawit menjadi *crude palm oil* (CPO). Proses pengolahan kelapa sawit di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh dibagi menjadi beberapa tahapan dan stasiun olahan yang dapat dilihat melalui alur proses [3]. Adapun alur proses ditunjukkan pada gambar 2.1:



Gambar 2.1 Alur Proses PKS Sei Galuh

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.

Berdasarkan gambar 2.1, mutu dari produk pengolahan kelapa sawit sangat ditentukan oleh perlakuan yang diberikan terhadap TBS melalui dari pengiriman/transportasi, lapangan, hingga proses pengolahan di pabrik. Proses pengolahan TBS menjadi CPO di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh terdiri dari beberapa stasiun diantaranya sebagai berikut:

1. Stasiun Penerimaan Buah (*Fruit Reception Station*)
2. Stasiun Penimbunan Sementara (*Loading Ramp Station*)
3. Stasiun Perebusan (*Sterilizer Station*)
4. Stasiun Pemipilan (*Threshing Station*)
5. Stasiun Pengempaan (*Pressing Station*)
6. Stasiun Pemurnian (*Clarification Station*)
7. Stasiun Pengolahan Inti (*Kernel Plant Station*)

Adapun stasiun utilitas di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh adalah:

1. *Power Plant Station* (Stasiun Pembangkit)
2. *Boiler Station* (Stasiun Ketel Uap)
3. *Water Treatment Station* (Stasiun Pengolahan Air)
4. *Waste Plant Station* (Stasiun Pengolahan Limbah)

2.3 Sterilizer

Sterilizer merupakan mesin yang berbentuk bejana uap bertekanan yang berfungsi merebus atau memasak tandan buah segar (TBS) dengan menggunakan uap (*steam*). Unit *sterilizer* adalah langkah mekanis pertama dalam pemrosesan mekanis buah kelapa sawit dalam produksi minyak sawit. Sisa pembuangan turbin uap yang disalurkan ke dalam tangki *supply* atau BPV (*Back Peasure Vessel*) berfungsi sebagai sumber sterilisasi uap basah, yang digunakan sebagai media pemanas [14]. Tekanan uap dan lamanya waktu perebusan sangat menentukan hasil perebusan buah kelapa sawit.

PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh mempunyai 4 unit mesin rebusan yang dimana hanya 3 unit yang bisa dioperasikan dan 1 unit lagi tidak dapat difungsikan. Di perusahaan ini unit yang terpasang adalah *sterilizer* tipe horizontal yang memuat 8- 10 lori dengan temperature uap 135°C dan tekanan kerja 2,5-3,0 kg/cm² selama 80-90 menit menggunakan sistem perebusan 3 *peak* [3]. Dalam proses perebusan TBS, waktu dan tekanan sangat berpengaruh terhadap efisiensi dan hasil produksi minyak yang dihasilkan.

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.

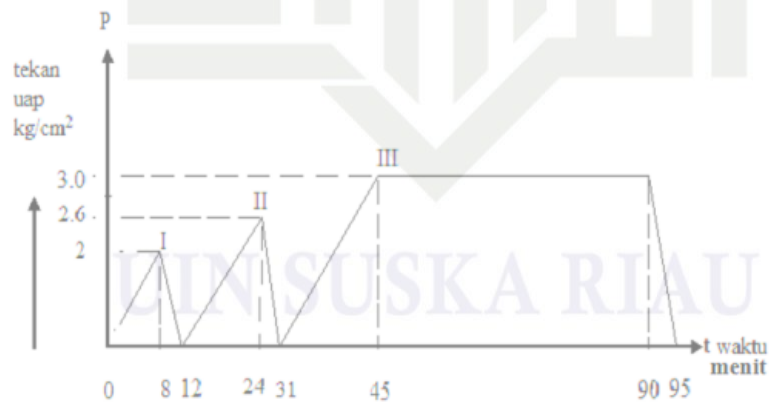
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hadinya, proses perebusan merupakan faktor yang paling penting dalam pengolahan TBS, sebab sangat besar pengaruhnya terhadap *losses* dan hasil produksi minyak [5]

Uap (*steam*) dari boiler dialirkan melalui sistem pemipaan, oleh karena itu untuk mencapai ke *sterilizer* dibutuhkan tekanan. Tekanan uap diatur menggunakan kran dan di bantu dengan alat pemantau tekanan. Sehingga uap dapat sampai ke *sterilizer* untuk digunakan pada saat perebusan. Yang menjadi tujuan dari perebusan pada TBS adalah [15]:

- Menonaktifkan enzim *lipase* yang dapat menyebabkan kenaikan FFA (*Free Fatty Acid*).
- Melunakkan berondolan untuk memudahkan pelepasan/pemisahan daging buah dari *nut* di digester.
- Memudahkan proses pemisahan molekul-molekul minyak dari daging buah dan mempercepat proses pemurnian minyak.
- Mengurangi kadar air biji sawit (*Nut*) sampai $< 20\%$, sehingga meningkatkan efisiensi pemecahan biji sawit (*Nut*).

Untuk siklus perebusan menggunakan sistem 3 puncak dengan waktu yang dibutuhkan selama ± 90 menit, yang mana uap kondensat dibuang sebanyak 3 kali, hubungan waktu terhadap tekanan rebusan ditunjukkan pada gambar 2.2 [15]:



Gambar 2.2 Hubungan Waktu Terhadap Tekanan Rebusan

Berdasarkan gambar 2.2 hubungan waktu terhadap tekanan rebusan dibagi menjadi:

- Sistem perebusan satu puncak (*single peak*), di mana tindakan pembuangan udara melalui *condensate valve* $\pm 2-3$ menit dan pemasukan uap melalui *inlet valve* dengan tekanan uap 1,6 - 2,0 kg/cm^2 dan suhu 120 - 130°C selama ± 15 menit.
- Sistem perebusan dua puncak (*double peak*), dimana selama proses terbentuk dua puncak akibat adanya tindakan pembuangan dan pemasukan uap selama $\pm 2-3$ menit,

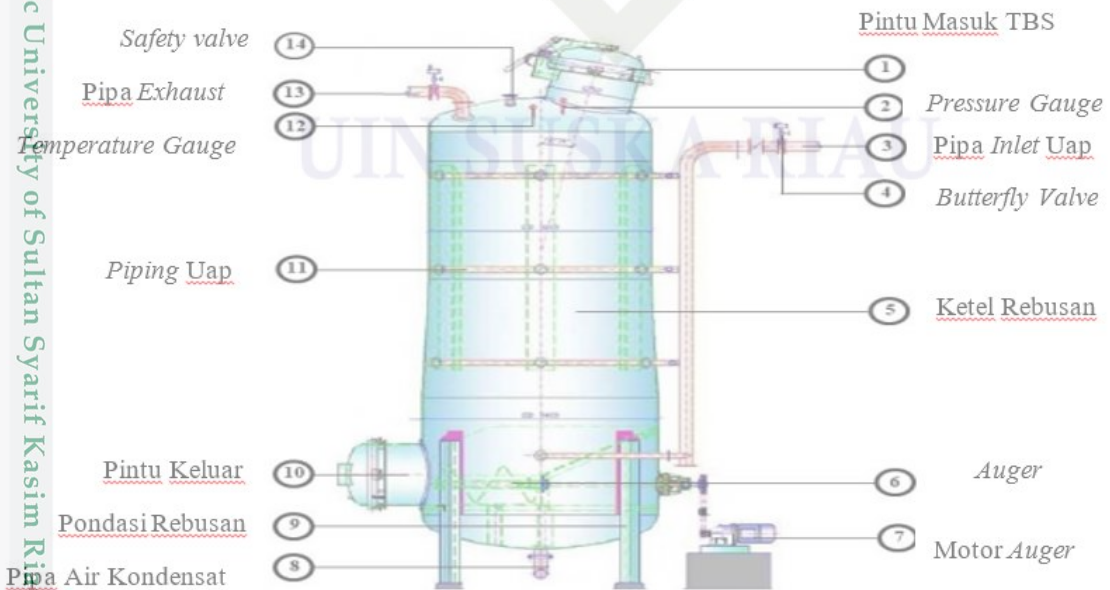
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

kemudian dilanjutkan dengan pemasukan, penahanan dan pembuangan uap selama satu siklus. Dengan tekanan uap 2,0 - 2,6 kg/cm² dan suhu 125 - 130°C selama ± 20 menit.

3. Sistem perebusan tiga puncak (*triple peak*), dimana adanya tindakan pemasukan uap dan pembuangan uap, dilanjutkan dengan pemasukan uap kembali selama ± 5-8 menit, kemudian penahanan uap selama ± 45 menit dengan tekanan uap 2,6 - 3,0 kg/cm² dan temperatur 130 - 135°C dan pembuangan uap melalui *exhaust* dan *condensate valve*.

2.3.1 Sterilizer Vertikal

Bejana rebus jenis *Vertical Sterilizer* ini berkapasitas 25 ton TBS untuk sekali perebusan. Bagian atas terdapat pintu *charge* dan bagian bawah terdapat pintu *discharge* dan dilengkapi dengan *clutch door system* buka tutup dan *lock ring* menggunakan *hydraulic power pack*. Memasukkan buah ke dalam ketel tersebut di lengkapi *telescopic chute* serta *sliding door* yang terpasang pada *conveyor* pembagi yang digerakkan oleh *hydraulic cylinder*. Pada pintu *discharge* dipasang “*Auger*” *screw conveyor* berfungsi mengeluarkan buah yang telah masak dan kecepatannya diatur melalui *inverter (variable speed control)*. Pada posisi tengah tabung rebusan dilengkapi dengan “*Arch Breaker*” jenis *screw conveyor* untuk membantu menurunkan TBS masak dengan *cover plate* untuk melindungi hantaman TBS saat pengisian rebusan [5]. Adapun komponen dari sterilizer vertikal ditunjukkan pada gambar 2.3:



Gambar 2.3 Sterilizer Vertikal

2.3.2 Sterilizer Horizontal

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



Gambar 2.4 Sterilizer Horizontal

Gambar 2.4 menjelaskan bahwa *sterilizer* horizontal berbentuk silinder yang di pasang mendatar. *Sterilizer* horizontal memiliki dua pintu yang mana pintu-pintunya berada disetiap ujung unit mesin, fungsinya untuk mempermudah lori agar bisa ditarik masuk dan keluar saat proses perebusan. Tandan buah segar (TBS) yang dimasukan kedalam lori yang berkapasitas 2,5 - 3 Ton kemudian dimasukan ke dalam *sterilizer*.

Sterilizer horizontal dapat memuat 8-10 lori dengan satu kali perebusan. Prinsip kerja dari *sterilizer* horizontal di stasiun perebusan adalah merebus dengan sistem *triple peak* (tiga puncak). Dengan waktu perebusan berkisar 90-95 menit. Target yang harus dicapai di stasiun ini adalah tekanan 2.8-3.0 kg/cm dengan suhu 130-140° C. Dengan normal *losses* minyak di air *condensate* sebesar 0.8% [14].

2.4 Komponen Instrumentasi Unit Sterilizer

Suatu instrumentasi tidak dapat melaksanakan pengoperasian sendiri akan tetapi harus memiliki *equipment* pendukung, pengontrolan suatu sistem tertentu sangat erat hubungan dengan sebuah instrumentasi. Sistem instrumentasi mempunyai 4 fungsi utama yaitu, sebagai alat pengukuran, analisa, kendali (*control*), dan pengaman.

Dalam melakukan penghitungan analisa kendali untuk instrumentasi dilakukan dengan cara analog dan manual yang mana hasil pembacaannya langsung dengan cara otomatis melalui layar komputer. Perhitungan dalam instrumentasi bisa digunakan pengukuran

- besaran fisis dalam instrumentasi dapat digunakan untuk suhu, kelembapan, aliran, radiasi, tekanan, level, cahaya, kecepatan, torque, listrik, tekanan dan viskositas.
- Berdasarkan dari fungsi instrumentasi, untuk unit *sterilizer* juga terdapat komponen-komponen instrumentasi yang berfungsi melakukan proses produksi disuatu pabrik. Adapun beberapa komponen instrumentasi yang terpasang disebuah unit *sterilizer* adalah sebagai berikut:
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.

2.4.1 Inlet Valve

Inlet valve yang berfungsi untuk menyuplai uap (*steam*) dari tangki BPV (*Back Pressure Vessel*) dengan bantuan kompresor untuk membuka *valve* (katup) jika program PLC tidak berjalan dengan lancar. *Inlet valve* ditampilkan pada gambar 2.5:



Gambar 2.5 Inlet Valve

2.4.2 Condensate Valve

Berdasarkan gambar 2.6, *condensate valve* memiliki fungsi untuk pembuangan air kondensasi hasil proses perebusan karena perebusan memakai sistem 3 *peak*, kemudian air kondensat disalurkan ke bagian filtrasi guna memisahkan kandungan minyak yang masih terdapat pada air kondensat. *Condensate valve* ditampilkan pada gambar 2.6:



Gambar 2.6 Condensate Valve

2.4.3 Exhaust Valve

Berdasarkan gambar 2.7, *exhaust valve* memiliki fungsi untuk pembuangan *steam* hasil perebusan yang di lewatkan melalui *blowdown silencer*. *Exhaust valve* ditampilkan pada gambar 2.7:



Gambar 2.7 Exhaust Valve

2.4.4 Pressure Gauge

Berdasarkan gambar 2.8, instrumentasi ini berfungsi sebagai penunjuk atau pembaca tekanan (*steam*) yang ada dalam *sterilizer*. *Pressure gauge* ditunjukkan pada gambar 2.8:



Gambar 2.8 Pressure Gauge

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

2.4.5 Rototherm

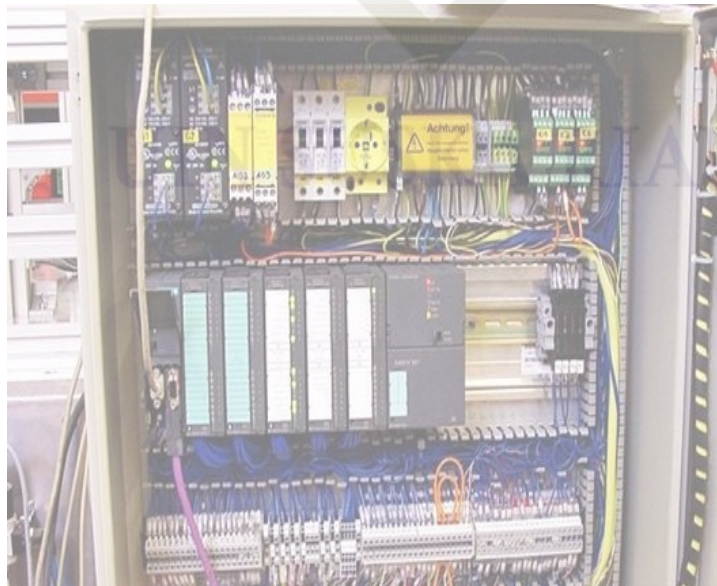
Berdasarkan gambar 2.9, *rototherm* memiliki fungsi sebagai grafik alat ukur untuk mengukur kenaikan suhu dan tekanan *steam* pada saat perebusan. *Rototherm* ditampilkan pada gambar 2.9:



Gambar 2.9 Rototherm

2.4.6 PLC (Program Logic Control)

Berdasarkan gambar 2.10, PLC berfungsi untuk otomatis sistem pada *sterilizer* sebagai kontrol *steam* yang masuk dari tangki BPV (*Back Pressure Vessel*), pengaturan *valve steam*, dan mengatur durasi perebusan. PLC (*Program Logic Control*) digambarkan pada gambar 2.10:



Gambar 2.10 PLC (Program Logic Control)

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.

2.4.7 Air Compressor

Berdasarkan gambar 2.11, dibantu motor listrik AC, *Air compressor* difungsikan untuk membuka otomatis *valve steam* dari tangki BPV yang disalurkan kedalam *sterilizer*. Instrumentasi ini masih bisa digunakan jika PLC tidak aktif. *Air compressor* ditampilkan pada gambar 2.11:



Gambar 2.11 Air Compressor

2.4.8 Safety Valve

Berdasarkan gambar 2.12, *Safety Valve* berguna untuk katup pengaman ketika sterilizer berada dalam keadaan tekanan berlebih (diatas tekanan kerja). *Safety valve* ditunjukkan pada gambar 2.12:



Gambar 2.12 Safety Valve

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

Sultan Syarif Kasim II Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Sultan Syarif Kasim II Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



5.5 Keandalan (*Reliability*)

Keandalan (*Reliability*) adalah probabilitas dari suatu komponen ataupun sistem yang beroperasi sesuai fungsinya tanpa mengalami kegagalan pada rentang waktu tertentu saat dioperasikan [16]. Perbaikan ataupun perawatan dari suatu komponen yang rusak menjadi salah satu alasan perusahaan mencari solusi yang tepat untuk mengatasi kegagalan dari komponen atau sistem mengingat biaya yang dibutuhkan sangat mahal.

Adapun fungsi distribusi statistik yang dipakai oleh penulis untuk menjelaskan permasalahan keandalan pada Tugas Akhir ini adalah fungsi distribusi eksponensial, berguna dalam menghitung nilai keandalan dari laju kerusakan suatu sistem bernilai konstan. Fungsi distribusi ini tetap pada waktunya yang artinya tidak tergantung pada umur alat. Distribusi eksponensial bisa dipakai berdasarkan perhitungan nilai λ , atau laju kegagalan [17]

Fungsi pola yang digunakan ialah sebagai berikut:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \tag{2.1}$$

Keterangan:

- $R(t)$ = Fungsi Keandalan
- Nilai e = 2,718
- λ = Laju Kerusakan
- t = Lama waktu menuju perbaikan

Terdapat beberapa parameter utama pada keandalan, yaitu:

1. Komponen, adalah bagian suatu sistem.
2. *Failure* (Kegagalan), adalah kerusakan suatu komponen atau penyebab suatu sistem tidak bisa beroperasi.
3. *Failure Rate* (Laju Kerusakan), adalah nilai rata-rata kegagalan komponen pada interval waktu tertentu.
4. *Mean time between failure* (MTBF), adalah nilai rata-rata untuk interval waktu sebelum terjadi kegagalan.
5. *Mean time to failure* (MTTF), adalah nilai rata-rata dari sistem menuju kegagalan.
6. *Mean time to repair* (MTTR), adalah rata-rata interval waktu untuk melakukan perbaikan supaya bisa beroperasi lagi.
7. *Reliability* (Keandalan), adalah peluang dari suatu sistem agar dapat berfungsi sesuai operasional terhadap penetapan waktu.

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.

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.

② **Availability (Ketersediaan)**, adalah kesanggupan suatu sistem untuk melakukan operasi pada waktu tertentu.

③ **Unavailability (Ketidak tersediaan)**, adalah probabilitas suatu sistem yang tidak bisa melakukan fungsinya.

④ **Down time system (DTS)**, adalah waktu rata-rata suatu sistem yang tidak berfungsi.

2.6 Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan mempunyai arti yang cukup banyak. Perawatan merupakan suatu aktivitas yang berguna untuk menjaga atau memelihara fasilitas pabrik dan melaksanakan perbaikan yang di perlukan guna mencapai keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan [18]. Perawatan merupakan seluruh aktivitas yang mencakup kegiatan yang berhubungan dengan menjaga semua komponen sistem supaya terus berjalan [19].

Dari beberapa pengertian perawatan (*maintenance*) diatas, ditarik kesimpulan bahwa perawatan (*maintenance*) adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga komponen sistem supaya bisa beroperasi sesuai kondisi waktu tertentu dan selalu dalam keadaan siap pakai. Perawatan (*maintenance*) dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu [19]:

2.6.1 Preventive Maintenance (Perawatan Pencegahan)

Preventive maintenance merupakan suatu tindakan perawatan yang dilakukan saat terjadi kerusakan pada suatu komponen selama operasi berlangsung. Terbagi menjadi 2 jenis yaitu perawatan secara terbatas waktu (*Time Based Maintenance*) dan perawatan secara diduga (*Predictive Maintenance*) [20].

1. Perawatan dengan batas waktu (*Time Based Maintenance*), dilakukan secara berkala dan terjadwal, biasanya metode ini berdasarkan dengan waktu.
2. Perawatan dengan diduga (*Predictive Maintenance*), dilakukan guna mencegah kegagalan sebelum terjadinya kerusakan total pada komponen ataupun mesin. Perbedaan metode ini dengan metode sebelumnya ialah metode ini lebih berfokus pada kondisi mesin dengan melakukan analisa dari mesin atau komponen yang sedang bekerja.

2.6.2 Corrective Maintenance (Perawatan Korektif)

Perawatan korektif dilakukan dengan menganalisa serta mengidentifikasi penyebab kerusakan komponen dan kemudian melakukan perbaikan supaya sistem bisa berjalan normal kembali. Umumnya perawatan ini dipakai untuk sistem yang masih dapat beroperasi tetapi tidak optimal.

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.

2.6.3 Breakdown Maintenance (Saat Terjadi Kerusakan)

Perawatan ini dilaksanakan jika sistem mengalami kerusakan sehingga tidak bisa berjalan secara normal atau berhenti total secara mendadak. Perawatan jenis ini dilakukan dengan mengganti komponen suatu sistem apabila sudah terjadi kerusakan yang terlalu besar dan relatif dilakukan pada mesin besar yang tidak memiliki suku cadang.

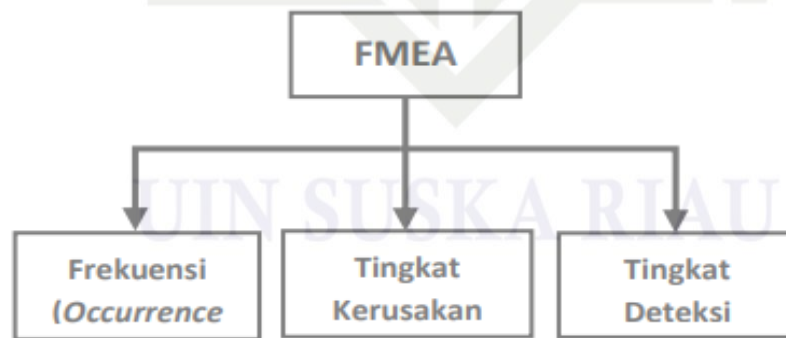
2.6.4 Emergency Maintenance (Perawatan Sementara)

Perawatan ini dilaksanakan dengan melakukan perencanaan jika terdapat indikasi gejala kerusakan sistem. *Emergency maintenance* hanya bersifat sementara dan hasil perencanaan akan disempurnakan apabila hasilnya memuaskan.

2.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode Effect Analysis mempunyai tujuan yang berguna untuk mengidentifikasi dan evaluasi resiko penyebab terjadinya kegagalan pada suatu sistem [21]. Metode ini memperoleh hasil ialah point *Risk Priority Number* (RPN) yang akan difungsikan untuk informasi mengenai kondisi komponen yang kritis dan langkah ini adalah metode awal untuk menganalisa dari metode RCM [22].

Dalam melakukan analisa FMEA, kegagalan suatu sistem dianalisa dan dihitung untuk dirating penanganannya. Ada 3 kriteria yang diperhatikan dalam menentukan kegagalan, yang ditampilkan dalam skema 2.15 [22]:



Gambar 2.15 Skema Parameter *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

2.7.1 Worksheet Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Aturan-aturan prosesnya diilustrasikan melalui *Worksheet Failure Mode and Effect Analysis* sebagai berikut [23]:



Tabel 2.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

NO	Component And Function	Potential Failure Mode	Potensial Effect of Failure	Potential Cause of Failure	SEV	OCC	DET	RPN
1								

Keterangan :

1. *Component and Function* yaitu komponen serta fungsi pada suatu sistem.
2. *Potential Failure Mode*, yaitu potensi kegagalan sistem pada operasinya.
3. *Potential effect of failure*, yaitu akibat yang akan muncul apabila sistem mengalami kegagalan.
4. *Severity (SEV)*, yaitu nilai keparahan pada efek yang muncul akibat kegagalan.
5. *Potential Cause Of Failure*, kolom yang berisi tentang penyebab terjadinya kegagalan.
6. *Occurent (OCC)*, kolom yang berisi nilai frekuensi peristiwa yang seberapa sering akibat kegagalan timbul dikarenakan penyebab kegagalan.
7. *Current Control*, yaitu metode kendali apa yang telah dilakukan penerapan guna mencegah kejadian kegagalan maupun kendali apa untuk melakukan deteksi apabila kegagalan terjadi.
8. *Detection (DET)*, ialah nilai sejumlah besar kemungkinan *current control* bisa melakukan deteksi kegagalan.
9. *Resiko Priority Number (RPN)*, ialah hasil dari perkalian pada *Severity*, *Occurity*, serta *Detection*.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (2.2)$$

2.7.2 Severity, Occurrence dan Detection

Metode ini membutuhkan penilaian resiko yang bisa mengukur skala nilai kualitatif dengan menentukan sejumlah kriteria yang telah ditetapkan. Fungsi dari penilaian tersebut adalah sebagai menetapkan rancangan perawatan sistem. Beberapa penilaian resiko tersebut sebagai berikut [23]:

- a) *Severity (S)*

Severity (S) merupakan nilai keparahan pada efek yang muncul karena kegagalan pada saat sistem berjalan. Berikut adalah tabel yang menunjukkan penilaian dari *severity (S)*.



Tabel 2.2 Tingkat Severity (S)

Penilaian	Severity	Makna
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan yang berdampak sangat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan yang menimbulkan efek berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak menjalankan operasi
7	Tinggi	Sistem menjalankan operasi namun tidak bisa dilakukan secara keseluruhan
6	Sedang	Sistem menjalankan operasi dan aman namun tidak bisa dilakukan secara keseluruhan
5	Rendah	Menurunkan kinerja secara bertahap
4	Sangat Rendah	Kecilnya efek bagi performa sistem
3	Kecil	Kurang memberikan pengaruh untuk kinerja sistem
2	Sangat Kecil	Efek dapat diabaikan dalam kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Tidak berpengaruh

b) Occurrence (O)

Occurrence adalah suatu penilaian dimana frekuensi peristiwa yang seberapa sering akibat kegagalan timbul dikarenakan penyebab kegagalan. Berikut tabel yang menunjukkan penilaian occurrence (O):

Tabel 2.3 Tingkat Occurrence

Penilaian	Occurrence	Makna
10	Sangat Tinggi	Seringnya kejadian kegagalan
9		
8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
7		
6	Sedang	Jarang kejadian kegagalan
5		
4		

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.



© Hak cipta milik UIN Suska Riau	3	Rendah	Sangat kecil kejadian kegagalan
	2		
	1	Tidak ada efek	Hampir tidak terdapat kegagalan

c) *Detection* (D)

Detection berguna sebagai nilai dari tingkat deteksi masalah atau bagaimana cara mengidentifikasi sebelum atau tepat sebelum terjadi kegagalan. Berikut tabel *detection* (D) :

Tabel 2.4 Tingkat *Detection* (D)

Penilaian	<i>Detection</i>	Makna
10	Tidak pasti	<i>Preventive maintenance</i> selalu tidak dapat mendeteksi penyebab potensi serta mode kegagalan.
9	Sangat kecil	<i>Preventive maintenance</i> memiliki kemungkinan “sangat tipis” untuk melakukan deteksi penyebab potensi serta mode kegagalan.
8	Kecil	<i>Preventive maintenance</i> mempunyai kemungkinan “tipis” untuk melakukan deteksi penyebab potensi serta mode kegagalan.
7	Sangat rendah	<i>Preventive maintenance</i> memiliki kemungkinan sangat rendah supaya bisa melakukan deteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
6	Rendah	<i>Preventive maintenance</i> memiliki kemungkinan rendah supaya bisa melakukan deteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
5	Sedang	<i>Preventive maintenance</i> memiliki kemungkinan “sedang” supaya bisa melakukan deteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
4	Menengah Keatas	<i>Preventive maintenance</i> mempunyai kemungkinan “menengah keatas”supaya bisa melakukan deteksi faktor potensial kegagalan serta mode kegagalan
3	Tinggi	<i>Preventive maintenance</i> mempunyai ketinggian peluang guna bisa melakukan deteksi faktor potensi kegagalan serta mode kegagalan
2	Sangat tinggi	<i>Preventive maintenance</i> mempunyai kemungkinan amat tinggi supaya bisa melakukan deteksi faktor potensi kegagalan serta mode kegagalan
1	Hampir pasti	<i>Preventive maintenance</i> mampu melakukan deteksi faktor potensi kegagalan serta mode kegagalan

- Hak Cipta Diindungi 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.

2.7.3 Analisa Pareto

Analisa pareto digunakan untuk menentukan elemen yang berkontribusi pada kegagalan. Point akhir pada analisa ini dapat menginformasikan elemen apa saja yang menjadi penyebab terjadinya kegagalan suatu sistem. Tujuan dari analisa ini yaitu melakukan penyusunan sesuai nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang sudah diperoleh. Dalam penyusunan analisa ini, terdapat beberapa tata cara yaitu [24]:

- a) Pengurutan dari yang tertinggi hingga terendah untuk nilai RPN.
- b) Perhitungan nilai kumulatif RPN.
- c) Persentase perhitungan nilai.
- d) Menghitung persentase kumulatif.
- e) Membuat blok diagram pada tiap nilai RPN.

Dari keterangan terhadap strategi pemilihan perawatan yang cocok untuk setiap komponen dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Batas untuk melaksanakan kegiatan atau perawatan terhadap komponen merupakan nilai rata-rata. Untuk memperoleh nilai persentase total keseluruhan suatu komponen instrumentasi bisa dilakukan perhitungan menggunakan persamaan yaitu :

$$\text{Persentasi Total Keseluruhan} = \frac{\text{Nilai RPN}}{\text{RPN Total}} \times 100 \% \quad (2.3)$$

2.7.4 Analisa Ketersediaan (*Availability*)

Kemampuan sistem untuk menjalankan fungsinya terhadap waktu yang sudah ditentukan merupakan analisa ketersediaan. Metode ini yang dapat membantu untuk melaksanakan perbaikan kinerja sistem. Melalui 2 unsur untuk memperoleh ketersediaan, yaitu MTTR (*Mean Time to Repair*) ialah masa perbaikan dan MTTF (*Mean to Failure*) yaitu masa sebelum kegagalan. Dalam menentukan nilai MTTR dan MTTF, bisa dipakai dengan persamaan sebagai berikut [25]:

$$\text{MTTF (Mean Time To Failure)} = \frac{1}{\lambda} \quad (2.4)$$

$$\text{MTTR (Mean Time To Repair)} = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Lama Perbaikan}}{\text{Jumlah Kegagalan}} \quad (2.5)$$

Yang mana :

λ = Laju kegagalan pertahun

μ = Waktu perbaikan rata-rata

1. Diarangi 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.

Maka untuk menentukan ketersediaan didapatkan melalui persamaan.

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} \quad (2.6)$$

2.8 Reliability Centered Maintenance (RCM)

John Moubray [7] mulai bekerja dengan aplikasi RCM pada sektor pertambangan dan manufaktur di awal tahun 1980-an. Mereka menggunakan versi yang sedikit dimodifikasi dari diagram yang digunakan Nowlan dan Heap antara tahun 1983 dan 1990. Selama periode ini, lingkungan menjadi isu yang semakin lama semakin besar. Dimana sebelumnya, fasilitator disarankan untuk memperlakukan bahaya lingkungan dengan cara yang sama terhadap bahaya keselamatan. Namun, pada prakteknya ini berarti bahwa banyak masalah lingkungan yang tidak mengandung ancaman secara langsung terhadap keselamatan menjadi terabaikan.

Akhirnya pada tahun 1988, John Moubray mulai bekerja sama dengan sejumlah organisasi multinasional untuk membangun pendekatan yang lebih akurat terhadap kegagalan yang mengancam lingkungan. Hal ini mencapai puncaknya dengan penambahan pertanyaan “E” (*Environment*) pada diagram keputusan pada tahun 1990. Penggunaan standar dan aturan sebagai dasar dari keputusan ini menghilangkan unsur subjektivitas. Sama halnya dengan faktor lingkungan, masalah keselamatan juga mendapatkan prioritas tinggi dan terus naik di kalangan umum [7].

RCM tidak ada bandingannya dengan teknik lain yang ada untuk mengidentifikasi tindakan-tindakan minimum yang benar dan aman yang harus dilakukan untuk mempertahankan fungsi dari aset fisik, terutama pada situasi kritis dan berbahaya. Meningkatnya pengakuan dunia terhadap peran yang dimainkan RCM dalam memformulasi strategi-strategi manajemen aset fisik dan pentingnya melakukan RCM dengan benar-benar mendorong *American Society Of Automotive Engineers* untuk mempublikasikan SAE standar JA1011 yaitu kriteria dalam mengevaluasi proses *Reliability Centered Maintenance* (RCM) [7]

Analisa menggunakan metode RCM yaitu dengan mengajukan 7 pertanyaan untuk tiap-tiap komponen yang kritis (dalam konteks operasi), diantaranya 7 pertanyaan tersebut, ialah [23]:

1. Apa fungsi yang menjadi standar kinerja sistem saat beroperasi (*Function*)?
2. Dalam kondisi bagaimana suatu sistem menjalankan fungsinya (*Functional Failure*)?
3. Kegagalan yang seperti apa terjadi (*Failure Mode*)?

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.



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. Apa dampak dari kegagalan (*Failure effect*)?
5. Permasalahan apa yang akan muncul terhadap kegagalan tersebut (*Failure Consequence*)?
6. Bagaimana menjalankan perkiraan sistem (*Proactive task*)?
7. Apa yang wajib dijalankan apabila *proactive task* tak bisa lakukan (*Default action*)

Langkah utama sebagai dasar untuk memperoleh informasi dari asset dengan mengajukan 4 pertanyaan dasar. Adapun pertanyaan tersebut yaitu fungsi sistem (*function*), kegagalan fungsi (*functional failure*), sebab kegagalan (*failure mode*), dampak kegagalan (*failure effect*). 4 pertanyaan dasar RCM tersebut ditampilkan pada tabel *Information Worksheet RCM* seperti tabel 2.5:

Table 2.5 *Information Worksheet RCM* [7]:

Information Worksheet RCM		Sistem :			Date :	Sheet No :
		Sub Sistem :				Of :
NO	<i>Component and Function</i>	<i>Functional Failure</i>	<i>Failure Model (Cause of Failure)</i>	<i>Failure Effect (What happens when it fails)</i>		
1						

Langkah analisa selanjutnya dengan pengajuan 3 point dasar setelahnya serta pakai untuk penarikan keputusan terhadap tindakan perawatan. Adapun point pengajuan tersebut adalah [22]:

1. Fungsi (*Function*)

Point ini adalah tindakan pertama untuk melakukan kegiatan perawatan pada metode RCM. Yang bertujuan sebagai penentuan fungsi sistem yang beroperasi dalam melakukan analisa. Dalam penelitiannya ada 2 hal yang menjadi peran penting, yaitu:

- a) Fungsi penting suatu sistem. Fungsi ini merupakan keluaran, kapasitas, kualitas produk, dan layanan bagi konsumen.
- b) Tambahan fungsi yang digunakan atas keinginan peneliti.

2. Kegagalan Fungsi (*Functional Failure*)

Suatu sistem yang terus berjalan sesuai fungsinya akan mengalami kegagalan. Maka, diperlukan suatu penjadwalan perawatan dengan cara memperhatikan penyebab kegagalannya. 3 langkah dalam mendeteksi kegagalan pada metode ini, adalah [22]:

- a) Melaksanakan indentifikasi yang mengacu pada kegagalan (*failed state*).



1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 - a. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - b. Mengidentifikasi penyebab suatu kegagalan yang terjadi (*failure modes*).

Penyebab Kegagalan (*Failure Mode*)

Dalam metode RCM, langkah ini merupakan kegiatan yang harus dilakukan guna mengidentifikasi penyebab kegagalan dari suatu sistem. Kemudian menganalisa apakah sama penyebab kegagalan pada saat beroperasi. Penyebab kegagalan bukan hanya disebabkan dari kerusakan sistem, tetapi mencakup pada *human error*, usia komponen serta kelemahan desain.

2.8.1 Keuntungan dari *Reliability Centered Maintenance*

Beberapa keuntungan dalam menggunakan metode RCM ialah:

- a) Dapat menjadi program perawatan yang paling efisien.
- b) Minim biaya karena tidak memakai perawatan yang berlebihan.
- c) Mengurangi *overhaul*.
- d) Mengurangi peluang kegagalan peralatan secara mendadak.
- e) Dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen-komponen kritis.
- f) Meningkatkan *reliability* komponen.
- g) Menggabungkan *root cause analysis*.

2.9 *Decision Worksheet Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Worksheet ini penentuan hasil dari metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dalam bentuk lembar kerja kedua. Adapun tujuan dari *worksheet* ini, adalah [26]:

- a) Apa langkah yang harus dilakukan untuk perawatan, masa perawatan dan siapa yang berhak melaksanakan perawatan.
- b) Apa saja kegagalan yang sering terjadi supaya komponen dapat di desain ulang.
- c) Untuk mengatasi kegagalan dapat dilakukan dengan menentukan keputusan perawatan.

Pada *decision worksheet* terdapat beberapa kolom penjelasan, adapun penjelesan tersebut, yaitu [7]:

1. *Information Reference*

Information Worksheet, berpedoman pada data yang didapat dari FMEA dan RCM yaitu menginput kode *Function (F)*, *Function Failure (FF)*, serta *Failure Mode (FM)* dari tiap-tiap komponen.



© *Consequence Evaluation*

Kolom berisi tentang sebab akibat yang terjadi saat kegagalan sistem. Konsekuensi kegagalan dalam metode ini dibagi menjadi 4, yaitu: *Hidden failure*, *Safety Effect*, *Environmental Effect* dan *Operational Effect*. Penilaian yang dilakukan terhadap *consequence evaluation* ditampilkan pada tabel 2.6:

Tabel 2.6 Penentuan Kriteria Konsekuensi RCM

<i>Failure Consequence</i>	Memiliki Konsekuensi	Tidak Memiliki Konsekuensi
Kolom H (<i>Hidden Function</i>)	Operator tidak dapat mengetahui secara langsung <i>failure modes</i> dalam kondisi normal	Operator dapat mengetahui secara langsung <i>failure modes</i> dalam kondisi normal
Kolom S (<i>Safety</i>)	Mode kegagalan berdampak pada keselamatan kerja operator	Mode kegagalan tidak berdampak pada Keselamatan Kerja Operator
Kolom E (<i>Environment</i>)	Mode kegagalan berdampak pada lingkungan sekitar	Mode kegagalan tidak berdampak pada Lingkungan sekitar
Kolom O (<i>Operational</i>)	Mode kegagalan berdampak pada <i>output</i> produksi	Mode kegagalan tidak berdampak pada <i>output</i> produksi yang dihasilkan

3. *Proactive Task & Default Action*

Kegiatan ini adalah kegiatan yang dilakukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan. Pada penentuan kegiatan ini dibantu dengan *Decision Diagram* dengan memenuhi *technically feasible* serta *worth doing* yang menjadi ketentuan dalam RCM, yaitu seperti penjelasan pada tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7 Penentuan Kondisi *Proactive Task* dalam RCM

<i>Proactive Task</i>	Persyaratan Kondisi <i>Proactive Task</i>
Kolom H/S1/O1/N1 <i>Scheduled on condition task</i>	<ul style="list-style-type: none"> Memungkinkan untuk dilakukan pendeteksian terhadap gejala awal terjadinya kerusakan. Apakah dalam interval waktu tersebut cukup untuk dilakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi functional failures.

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



<p>© Hak Cipta dimiliki UIN Suska Riau</p> <p>Kolom H2/S2/O2/N2 Scheduled Restoration task</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasikan umur dimana aitem menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan. • Mayoritas aitem dapat bertahan pada umur tersebut (untuk kegagalan yang memiliki dampak/konsekuensi terhadap <i>safety/environment</i>). • Memulihkan daya tahan item terhadap kegagalan yang terjadi.
<p>Kolom H3/S3/O3/N3 Scheduled Discard Task</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasikan umur dimana aitem menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan. • Mayoritas aitem dapat bertahan pada umur tersebut (untuk kegagalan yang memiliki dampak/konsekuensi terhadap <i>safety/environment</i>).
<p>Kolom H4 Scheduled failure finding task</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pendeteksian untuk menemukan <i>hidden failure</i> memungkinkan untuk dapat dilakukan. • <i>Task</i> yang diberikan mampu menurunkan terjadinya <i>multiple failure</i>. • <i>Task</i> yang diberikan dilakukan sesuai dengan interval yang dikehendaki.
<p>Kolom H5 Redesign</p>	<p><i>Hidden failure</i> dapat dicegah hanya dengan jalan melaksanakan perubahan desain pada mesin.</p>
<p>Kolom S4 Combination Task</p>	<p><i>Safety effect</i> dapat dicegah apabila kombinasi aktifitas antar <i>proactive task</i> bisa dilakukan.</p>

Jika pertanyaan yang diajukan dalam *decision worksheet* RCM sesuai persyaratan/Yes, maka ditulis dengan “Y” namun jika tidak sesuai/No ditulis “N” dalam kolom *Decision worksheet* RCM.

1. *Proposed Task* dari hasil keputusan yang didapatkan dilanjutkan pada tindakan perawatan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi yang mungkin terjadi. Dalam *proposed task* dijelaskan tindakan perencanaan yang digunakan sebagai tindakan nyata untuk mengartikan hasil dari *proactive task* maupun *default action* yang diberikan.
2. *Initial interval* dipakai untuk mencatat jarak perawatan optimal dari masing-masing tugas yang diberikan untuk *scheduled restoration/discard task*.
3. *Can be done by* digunakan untuk mencatat data siapa yang diberikan wewenang dalam melaksanakan aktifitas perawatan tersebut.

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 mengemukakan 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.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Proses Alur Penelitian

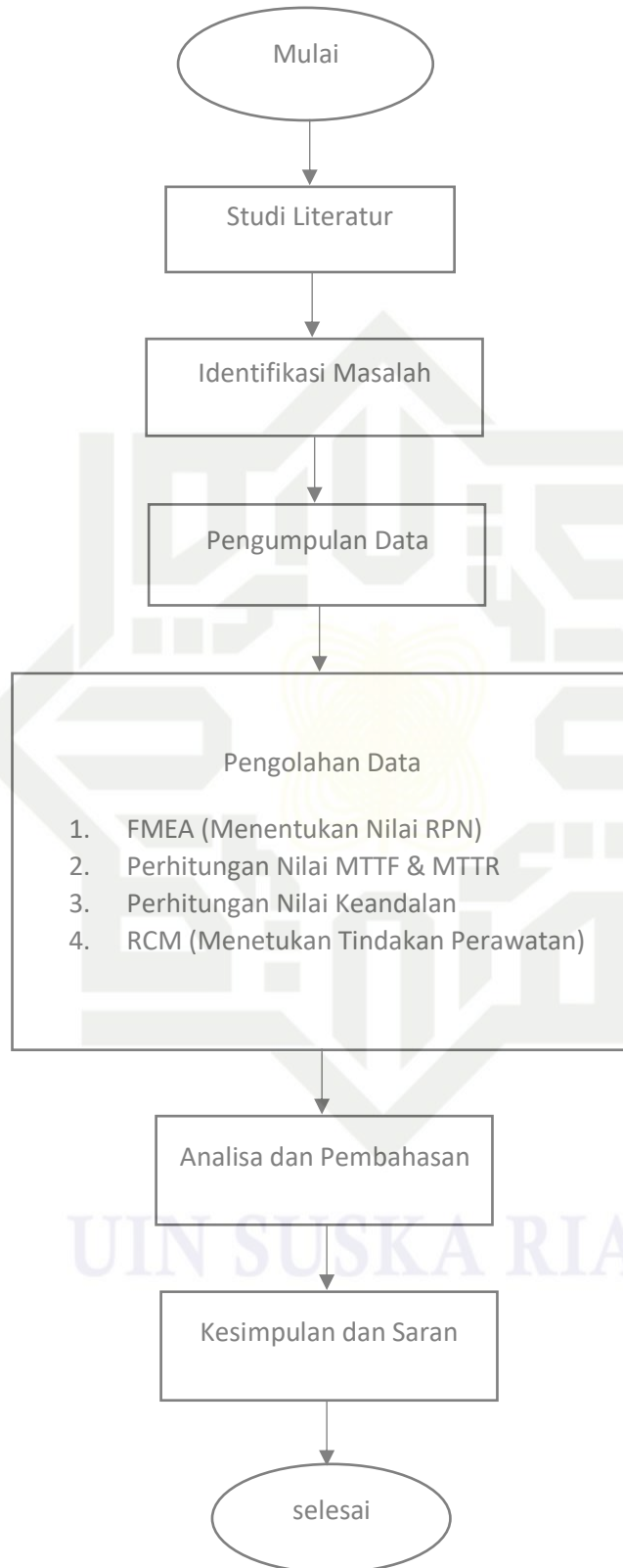
Penelitian ini berfokus untuk melakukan analisa keandalan pada sistem instrumentasi unit *sterilizer* menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh. Langkah awal yang dilakukan, penulis mencari dan menentukan komponen instrumentasi yang berkaitan dengan unit *sterilizer*, kemudian mengumpulkan data tentang kegagalan yang terjadi pada tiap-tiap komponen yang meliputi kegagalan fungsi (*Functional Failure*), penyebab kegagalan (*Failure Mode*) dan efek dari kegagalan (*Failure Effect*). Setelah mengumpulkan data tersebut, langkah berikutnya adalah melaksanakan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) serta menentukan komponen yang paling kritis dari unit tersebut.

Setelah melaksanakan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) selanjutnya perhitungan nilai MTTF dan MTTR dan perhitungan nilai keandalan serta mengolah data tersebut dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang berguna sebagai penentu jenis perawatan yang cocok terhadap instrumentasi yang sudah diteliti. Kemudian penelitian ini di ilustrasikan dalam bentuk diagram alir yang bertujuan agar dapat menjelaskan alur proses dalam melakukan penelitian. Diagram penelitian ditampilkan pada gambar 3.1:

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

2.2 Tahapan Penelitian

Untuk mencapai tujuan pada penelitian langkah yang dilakukan dalam riset ini adalah:

2.2.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan landasan teori dalam melakukan penelitian. Ada beberapa teori pendukung dalam penelitian ini yaitu tentang sterilizer, teori dari keandalan, metode FMEA dan RCM untuk memperkuat landasan hasil penelitian. Selanjutnya mengumpulkan landasan teori yang diperoleh dari sumber jurnal serta artikel dan buku yang berhubungan dengan parameter penelitian.

3.3 Identifikasi Masalah

Penyusunan Tugas Akhir ini, langkah pertama yang peneliti lakukan adalah melaksanakan pengamatan awal dan mengidentifikasi permasalahan kegagalan yang terjadi. Membuat latar belakang dari sumber kasus yang terjadi dan menentukan tujuan dari riset untuk hasil yang akan dicapai.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dengan studi pendahuluan dari sumber-sumber terkait teori dari metode yang dijadikan parameter dalam penelitian. Kemudian melakukan wawancara terhadap salah satu karyawan sekaligus Operator unit. Adapun data yang berhasil dikumpulkan ialah sebagai berikut:

1. Data komponen-komponen instrumentasi dari unit *Sterilizer*
2. Data penyebab dan efek dari kegagalan unit *sterilizer*
3. Data dari waktu kegagalan dan perbaikan unit *sterilizer*
4. Data dari pengoperasian berjalannya unit *sterilizer*

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 Proses Metode FMEA

Tujuan dari metode ini untuk memastikan komponen-komponen kritis yang ditetapkan berdasar pada nilai *Risk Priority Number* (RPN). Perolehan nilai RPN berdasar pada rumus (2.5) yakni $RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$, point dari *Severity*, *Occurrence*, *Detection* telah ditetapkan pada tabel 2.2, tabel 2.3, tabel 2.4 rating dari nilai masing-masing ditetapkan sesuai dengan kondisi lapangan. Langkah-langkah untuk mencari nilai RPN dengan tabel FMEA adalah sebagai berikut :

1. Menentukan komponen serta fungsi komponen (*componen and function*)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2. Menentukan mode kegagalan (*potential failure*)
3. Menentukan dampak kegagalan (*potential effect of failure*)
4. Menentukan penyebab kegagalan (*potential cause of failure*)
5. Mencari nilai *severity* (SEV)
6. Mencari nilai *occurrence* (OCC)
7. Mencari nilai *detection* (DET)
8. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN).

Tabel 3.1 FMEA Worksheet Pada Komponen Inlet Valve

No	Component	Function	Potensial Failure Mode	Potensial Effect of Failure	Potensial Cause of Failure	S	O	D	RPN
						E	C	E	
						V	C	T	
1	Inlet Valve	Menyuplai tekanan uap dari BPV (Back Pressure Vessel)	Terjadinya kemacetan pada selenoid	Tekanan uap yang masuk tidak stabil	Penyumbatan kotoran pada valve inlet	7	8	5	280

3.5.2 Proses Metode RCM

Tahapan berikutnya mengolah data yang sesuai dengan aturan pada *worksheet* untuk menyelesaikan metode RCM. Metode ini dilaksanakan dengan narasumber sekaligus karyawan PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh. Cara ini dilakukan karena pengetahuan dan wawasan narasumber sangat mendalam terhadap komponen sterilizer yang akan dianalisa.

Dalam pengumpulan data dan proses analisa terhadap metode ini, dibutuhkan 4 pertanyaan dasar yakni *function*, *function failure*, *failure mode* dan *failure effect*. Setelah mendapatkan data dari 4 pertanyaan dasar tersebut, kemudian pengolahan data dengan analisa pareto, analisa keandalan serta menentukan jadwal perawatan yang tepat.

Berdasarkan informasi dari 4 pertanyaan dasar tersebut, selanjutnya dilakukan penambahan informasi dengan pengajuan 3 pertanyaan dasar yang nantinya diperoleh data yang mendalam untuk menganalisa keputusan dalam menentukan perawatan. Lembar

Decision worksheet RCM terbentuk berdasarkan 3 pertanyaan, seperti yang ditunjukkan pada table 3.2:



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 Sulth

Table 3.2 RCM Decision Worksheet

RCM Decision Worksheet			Sistem : Inlet Valve										Date :	Sheet No : 1	
Information Reference			Consequence Evaluation				Proactive Task			Default Action			Proposed Task	Time to Maintenance	Can Be Done By
Function	Failure Function	Failure Mode	H	S	E	O	H1	H2	H3	H4	H5	S4			
							S1	S2	S3						
							O1	O2	O3						
Untuk menyuplai tekanan uap dari tabung BPV (Back Pressure Vessel)	Steam yang masuk tidak stabil	Kebocoran pada pipa inlet dan drat kran pada inlet valve haus	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	Schedule Discard Task	211 hari	Mechanical Section

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
 - 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.

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.

Penjelasan dari tabel 3.2 RCM *Decision Worksheet*, komponen *Inlet Valve* tidak dapat menyuplai *steam* yang masuk dengan normal akibat dari kebocoran pipa inlet dan lepasan drat pada kran *valve*. Operator tidak dapat mengetahui kegagalan yang terjadi secara normal (H) No. Berdampak pada keselamatan operator (S) No. Berdampak pada lingkungan sekitar (E) Yes. Kegagalan berdampak terhadap hasil produksi (O) Yes. Tindakan yang akan diberikan terhadap komponen ini dengan interval perawatan menggunakan *schedule discard task* setiap 211 hari kemudian tindakan dapat dilakukan oleh bagian *Mechanical section*.

Penjelasan simbol:

1. *Information Reference*, F (fungsi komponen), FF (kegagalan fungsi) dan FM (penyebab kegagalan fungsi).
2. *Consequences evaluation*, H (*Hidden Failure*), S (*safety*), E (*Environmemental*) dan O (*Operational*).
3. *Proaktive Task*, H1/S1/O1/N1 untuk mencatat apakah *on condition task* dapat digunakan untuk meminimalisir terjadinya penyebab kegagalan, H2/S2/O2/N2 untuk mencatat *scheduled restoration task* dapat digunakan untuk mencegah kegagalan dan H3/S3/O3/N3 untuk mencatat apakah *scheduled discard task* dapat mencegah kegagalan.
4. *Default Aaction* meliputi H4/H5/S4 untuk mencatat jawaban yang diperlukan terhadap pertanyaan dasar.
5. *Initial Interval* digunakan untuk mencatat jarak waktu perawatan yang optimal dari tiap-tiap komponen.
6. *Propossed Task*, untuk mencatat tindakan sebelum terjadinya kegagalan *Scheduled restoration*, *scheduled discard task* dan *scheduled on condition task*.
7. *Can be done by* digunakan untuk mencatat siapakah yang berwenang dalam melakukan jadwal perbaikan.

3.6 Analisa Data

Dalam melakukan analisa metode RCM, langkah pertama yang dilakukan adalah melaksanakan pemilihan sistem yang didasarkan pada:

1. Komponen yang mempunyai kontribusi terbanyak atas terbentuknya kegagalan, dalam perihal ini dicoba dengan metode FMEA.

2. Komponen yang mendapat perhatian paling penting menurut fungsinya karena berkaitan dengan masalah keselamatan dan lingkungan, dalam hal ini dilakukan dengan proses menggunakan metode RCM.
3. Mendapatkan data berbentuk jumlah kegagalan yang terjadi selama Sterilizer beroperasi.

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 V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan terhadap komponen instrumentasi *sterilizer* di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perhitungan ini menunjukkan nilai RPN untuk komponen ialah *inlet valve* sebesar 280, *exhaust valve* sebesar 245, *condensate valve* sebesar 240, *safety valve* sebesar 224, *pressure gauge* sebesar 210, *rototherm* sebesar 210, *Program Logic Control (PLC)* sebesar 192, dan *air compressor* sebesar 150. Dari hasil RPN yang di dapat, terdapat 6 komponen instrumentasi melewati batas standar RPN ialah 200 dan 2 komponen instrumentasi lainnya kurang dari standar RPN. Oleh karena itu, dibutuhkan tindakan perawatan untuk komponen instrumentasi yang melebihi nilai RPN 200.
2. Perhitungan nilai keandalan dari tiap-tiap komponen *Inlet Valve* (0,278), *Exhaust Valve* (0,280), *Condensate Valve* (0,316), *Safety Valve* (0,315), *Pressure Gauge* (0,278), *Rototherm* (0,236), *Program Logic Control (PLC)* (0,737), dan *Air Compressor* (0,704). Dari hasil keandalan yang diperoleh, terdapat 6 komponen instrumentasi yang memerlukan tindakan perawatan sebab nilai keandalannya tidak memenuhi syarat Standar Industri Indonesia (SII) yakni dengan point $>0,7$ atau bisa dikatakan tidak handal.
3. Rekomendasi jenis perawatan yang digunakan ialah *Preventive Maintenance* yang aman serta handal untuk dilakukan pemeliharaan. Terdapat 5 komponen dengan interval waktu aktivitas *Inlet Valve* 211 hari, *Exhaust Valve* 317 hari, *Condensate Valve* 254 hari, *Safety Valve* 211 hari, *Pressure Gauge* 317 hari dengan kegiatan perawatan *Schedule Discard Task*. Dan 3 komponen dengan interval waktu aktivitas *Rototherm* 423 hari, *Program Logic Control (PLC)* 1.271 hari dan *Air Compressor* 635 hari dengan kegiatan perawatan *Schedule on Condition Task*.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian dan analisa pada instrumentasi unit *sterilizer* di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh, dalam laporan tugas akhir ini penulis menyadari



Penelitian ini masih terdapat kekurangan yakni tidak adanya perhitungan terkait biaya perawatan secara detail sehingga pihak perusahaan kesulitan dalam penentuan estimasi biaya yang akan dipakai.

Dalam penelitian ini, peneliti menyarankan kepada pihak perusahaan agar dapat melakukan catatan penjadwalan yang berkala untuk seluruh kegiatan perawatan yang dilengkapi dengan pihak yang bertanggung jawab agar mempermudah perusahaan untuk monitoring kerusakan yang terjadi pada komponen. Langkah ini penting dilakukan guna mengurangi laju kerusakan yang terjadi secara berulang pada saat melakukan perawatan. Perawatan ini dilaksanakan dengan memprioritaskan kinerja komponen yang harus diberikan perhatian terhadap perbaikan maupun pergantian komponen.



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 PUSTAKA

- 1] Media Indonesia, 20 Oktober 2020. [Online]. Available: <https://mediaindonesia.com/politik-dan-hukum/354147/sector-pertanian-andalan-ekonomi-bangsa..> [Accessed 27 November 2021].
- 2] D. J. Perkebunan, "Statistik Perkebunan Unggulan Nasional," Jakarta, 2020.
- 3] ptpn5, [Online]. Available: <http://www.google.co.id/amp/s/ptpn5.com/profil-visi-dan-misi/%3famp>. [Accessed 29 Desember 2021].
- 4] Saparudin, "Analisi Energi Sterilizer Dalam Proses Perebusan Kelapa Sawit Di PT. Perkebunan Nusantara 1 PKS Tanjung Seumantoh," *Hadron*, vol. 1, 2019.
- 5] Dennie Pohan, Herri Susanto, "Evaluasi Bejana Rebusan Horizontal dan Vertikal Berdasarkan Kehilangan Potensi Rendamen di Pabrik Kelapa Sawit," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, Yogyakarta, 2018.
- 6] I. S. Haq, "Kajian Penyebab Kerusakan Door Packing pada Tabung Sterilizer Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA) di Sungai Kupang Mill," *JVTI*, vol. 2, 2020.
- 7] J. Moubray, "Reliability Centered Maintenance," Melbourne, British Library, 1997.
- 8] A. Sinar, "Perencanaan Kegiatan Perawatan dengan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) dan Penentuan Persediaan Suku Cadang pada Boiler Perusahaan Rokok," in *Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application*, Surabaya, 2018.
- 9] R. Simbolon, "Perancangan Interval Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II)," *Indonesia Sosial Teknologi*, 2020.

© 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.



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.
- [10] M. Ulfah, "Usulan Preventive Maintenance Mesin Press 500 Ton Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance do PT. DHI," *Journal Industrial Servicess*, vol. 6, 2021.
 - [11] P. Y. Indriyani Rachmayanti, "Perancangan Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM Untuk Meningkatkan Nilai Overall Equipment Effectiveness Mesin Filling R-24 A (Studi Kasus PT X)," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 9, 2020.
 - [12] Irawan Harnadi Bangun, Arif Rahman, Zefry Darmawan, "Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada Mesin Blowing OM," Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya, Malang, 2015.
 - [13] M. A. Z. Ramadhan, "Penentuan Interval Waktu Preventive Maintenance Pada Nail Making Machine Dengan Menggunakan Reliability Centered Maintenance," *Prozima*, vol. 2, 2018.
 - [14] Tarmizi, "Analisa Keandalan Sterilizer Horizontal Menggunakan Reliability Block Diagram Berdasarkan Identifikasi Kegagalan Melalui Failure Mode And Effect Analysis Dan Fault Tree Analysis," in *Skripsi*, Medan, Universitas Sumatera Utara - Departemen Teknik Mesin , 2018.
 - [15] Sulaiman, "Pengaruh Temperatur Terhadap Efisiensi Sterilizer Dan Kualitas Minyak Yang Dihasilkan," *Menara Ilmu*, vol. XII, 2018.
 - [16] N. Mufarikhah, "Studi Implementasi RCM Untuk Peningkatan Produktivitas Dok Apung (Studi Kasus: PT. Dok dan Perkapalan Surabaya)," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 5, 2016.
 - [17] Harsanto, "Dasar Ilmu Manajemen Operasi," in *Skripsi*, Universitas Padjajaran, 2013.
 - [18] Syahrudin, "Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode RCM Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 1, p. 43, 2013.

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.
- [19] H. Husnaldi, "Teknik Perawatan Dan Perbaikan Peralatan Pendukung Pada Industri," *Jurnal Mekanik Teknik Mesin FTUP*, vol. II, p. 30, 2006.
- [20] Alfiyan Adinata, Ahmad Rizal A, Berlian Febria N, "Perawatan Preventive Mesin Bubut," *NCIET (National Conference of Industrial, Engineering, and Technology)*, vol. 2, p. 179, 2021.
- [21] Destina Surya Dhamayanti, Judi Alhilman, Nurdinintya Athari, "Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Komori LS440 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) Dan Risk Based Maintenance (RBM) Di PT ABC," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, vol. 3, 2016.
- [22] Sri Hartini, Sriyanto, Adityo R, "Analisis Mode Kegagalan Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus: Baking Section Mesin Imfori PT Nissin Biskuit Indonesia)," *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, vol. 1, 2012.
- [23] Sulistyono, Junaini dan Setyana, "Implementation of RCM II (Reliability Centered Maintenance) and RPN (Risk Priority Number) in Risk Assessment and Scheduling Maintenance Task at HPB (High Pressure Boiler) Base On JSA (Job Safety Analysis) (Case Study at PT. SMART Tbk. Surabaya)," vol. 7, pp. 46-59, 2008.
- [24] Rizqi Ilmal Yakin, Zamri, Juniawan Preston Siahaan, Yuniar Endri Priharanto, "Pendekatan FMEA Dalam Analisa Resiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 9, pp. 189-200, 2020.
- [25] Zulham Effendi, Ika Ucha Pradifta Rangkuti, "Analisa Reliability, Maintenance dan Availability untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Sterilizer di Pabrik Kelapa Sawit," *Jurnal Agro Estate*, vol. I, 2017.
- [26] M. W. Dono, "Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) II pada Boiler B-1102 di Pabrik I PT. Petrokimia Gresik," in *Tugas Akhir*, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November, 2017.



LAMPIRAN

© 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.



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 كلية العلوم و التكنولوجيا
 FACULTY OF SCIENCES AND TECHNOLOGY

Jl. HR. Soebrantas KM. 15 No. 155 Tuahmadani Tampan - Pekanbaru 28129 Po. Box. 1004 Teip. (0761) 589026 - 589027
 Fax. (0761) 589 025 Web. www.uinsuska.ac.id E-mail : faste@uin-suska.ac.id

Nomor : B. 10404 /F.V/PP.00.9/ 11 /2021 Pekanbaru, 22 November 2021
 Sifat : Penting
 Hal : Mohon Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir/Skripsi

Kepada Yth.
 Pimpinan PT. Perkebunan Nusantara
 V PKS Sei Galuh
 JL. Garuda Sakti Km.21 Pantai Cermin
 Kec.Tapung, Kabupaten Kampar, Riau 28464

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, sehubungan telah dimulainya mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau, Kami bermaksud mengirimkan mahasiswa :

Nama : Arrahim
 NIM : 11750514968
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Program Studi / Smt : Teknik Elektro / IX (Sembilan)
 No. HP / E-mail : 087715943070/ 11750514968@students.uin-suska.ac.id

Untuk penelitian dan pengambilan data yang sangat dibutuhkan dalam Tugas Akhir mahasiswa tersebut yang berjudul " ANALISA KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI PADA STERILIZER MENGGUNAKAN METODE RCM II DI PT.PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH"

Kami mohon kiranya Saudara berkenan memberikan izin dan fasilitas demi kelancaran Tugas Akhir mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian surat ini Kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasama Saudara Kami ucapkan terima kasih.

Wassalam
 Dekan,

 Dr. Hartono., M.Pd.
 NIP. 19640301 199203 1 003

Tembusan :
 Yth. Rektor UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



SURAT KETERANGAN

No : 5.PSGH/SKT/02/I/2023

Manager PKS Sei Galuh PT. Perkebunan Nusantara V dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Arrahim
NIM : 11750514968
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi

Adalah benar Mahasiswa tersebut di atas telah melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir/Skripsi di PKS Sei Galuh PT. Perkebunan Nusantara V dari tanggal 30 November 2021.

Demikian surat keterangan ini kami perbuat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan seperlunya.

Sei Galuh, 18 Januari 2023

Manager



Melki Harnine Harahap



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.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A - 1

DATA KOMPONEN INSTRUMENTASI *STERILIZER* DI PT.PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH

Berdasarkan tema penelitian yang berjudul “Analisis Keandalan Instrumentasi Pada Unit *Sterilizer* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Studi Kasus: PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh)” yang dilakukan oleh:

Nama : Arrahim
 Nim : 11750514968
 Universitas : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

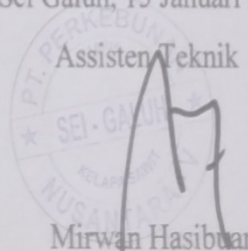
Menyatakan bahwa data gambar komponen dan instrumentasi *Sterilizer* yang digunakan adalah benar data yang diambil dari PTPN V PKS Sei Galuh. Data tersebut diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan serta hasil wawancara terhadap *Assistant* teknik yang berwenang dalam segala aspek proses pengolahan di PKS Sei Galuh dan juga dengan Operator unit *Sterilizer*. Data yang diperoleh akan digunakan dan dimanfaatkan dengan semestinya dan dengan sebaik-baiknya.

UIN SUSKA RIAU

Sei Galuh, 15 Januari 2023

Assisten Teknik

Mirwan Hasibuan



LAMPIRAN A - 2

DATA KOMPONEN INSTRUMENTASI *STERILIZER* DI PT.PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH

Inlet Valve



Condensate Valve



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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.

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. Exhaust Valve

Hak cipta milik UIN Suska Riau



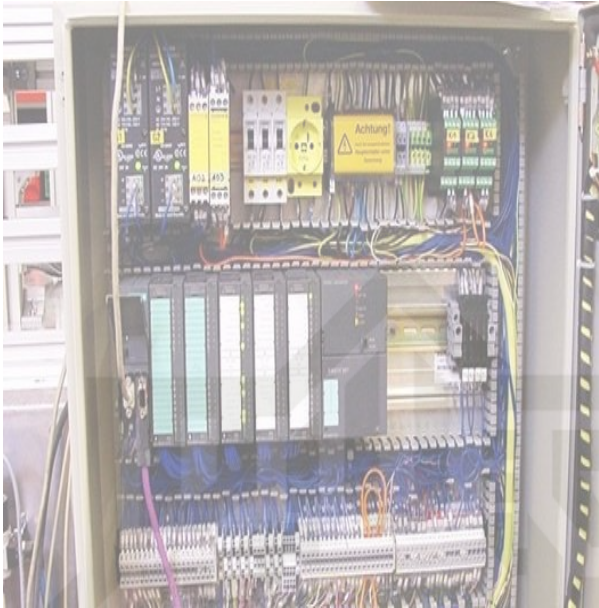
4. Rotorthem

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



5. PLC (Program Logic Control)

Hak cipta milik 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.

6. Safety Valve

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.

7. Pressure Gauge

Hak cipta milik UIN Suska Riau



8. Air Compressor

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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.

LAMPIRAN A - 3 TRANSKIP WAWANCARA

Topik pembahasan : “Analisis Keandalan Instrumentasi Pada Unit *Serilizer* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Studi Kasus: di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh)”.

Maksud dan tujuan : Mengetahui Data Kerusakan dan Informasi tentang Instrumentasi Sterilizer

Peneliti : Arrahim

NIM : 11750514968

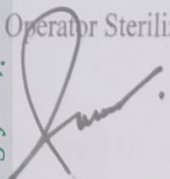
Responden : Rahmadi

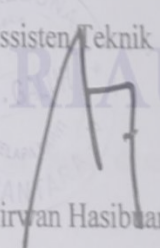
Jabatan : Operator Sterilizer

Lokasi : PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh

Dengan ini dinyatakan bahwa transkrip wawancara terlampir benar adanya dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sei Galuh, 15 Januari 2023

Operator Sterilizer

Rahmadi

Mengetahui
Assisten Teknik

Mirwan Hasibuan

UIN SUSKA RIAU



Keterangan:

: Peneliti

: Responden

P: Berapa lama waktu pengoperasian sterilizer?

R: Sistem beroperasi selama 24 jam, akan tetapi disesuaikan dengan kondisi unit mesin yang baik dan juga kesedian TBS yang ada.

P: Apa saja instrumentasi dan fungsi yang terdapat pada unit sterilizer?

R: PLC (Program Logic Control) berfungsi sebagai otomasi sistem pada sterilizer, untuk mengatur memasukkan steam uap dari tabung penyimpanan sementara BPV (Back Pressure Vessel), dan pengaturan lama waktu pada rebusan. Rotorthem berfungsi sebagai alat ukur grafik untuk waktu perebusan kenaikan suhu dan tekanan steam. Inlet Valve berfungsi untuk menyuplai tekanan uap dari tabung BPV (Back Pressure Vessel). Condensate Valve berfungsi sebagai tempat pengeluaran air kondensat dari hasil proses perebusan. Exhaust Valve berfungsi sebagai pembuangan steam hasil perebusan yang di lewatkan melalui blowdown silencer. Air Compressor berfungsi untuk membuka otomatis Valve Steam uap dari tabung BPV untuk disalurkan kedalam sterilizer. Ini masih bisa digunakan jika PLC tidak aktif. Pressure gauge berfungsi untuk penunjuk atau pembaca tekanan steam yang ada dalam sterilizer. Savety Valve berfungsi sebagai katup pengaman saat tekanan dalam sterilizer berlebihan (diatas tekanan kerja).

P: Apa saja penyebab kerusakan yang sering terjadi dan juga dampak pada instrumentasi sterilizer?

R: Program Logic Control (PLC), penyebab utama kerusakan pada instrumentasi ini adalah power supply terbakar efek dari tidak stabilnya arus yang masuk. Resiko jika PLC ini mengalami kerusakan sangat besar dampak yang terjadi dapat menghentikan proses rebusan secara total. Rotorthem, penyebab utama kerusakannya adalah jarum tidak berfungsi efek dari tidak stabilnya tekanan steam yang masuk, dampak dari kerusakan ini adalah penunjuk grafik perebusan tidak dapat dilihat. Inlet Valve, penyebab kerusakan pada pipa inlet yang bocor, dan drat kran pada inlet valve haus, dampak yang terjadi dari kerusakan ini adalah steam yang masuk tidak stabil. Condensate Valve, penyebab utama kerusakannya adalah penyumbatan pada katup dan drat kran pada condensate valve yang

1. Diarangi 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. Diarangi 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.

LAMPIRAN A - 4

DATA WAKTU JAM OPERASI *STERILIZER*

Unit *Sterilizer* no.2

<i>STERILIZER</i>	Jam jalan operasi					Total
	2017	2018	2019	2020	2021	
Horizontal	6.048 jam	6.336 jam	6.048 jam	5.760 jam	6.336 jam	30.528 jam

Sei Galuh, 15 Januari 2023

Asisten Teknik

Mirwan Hasibuan



© 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.



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.

LAMPIRAN A - 5

DATA KEGAGALAN ISNTRUMENTASI *STERILIZER*

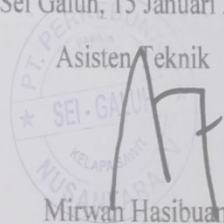
Unit Sterilizer no.2

No	Komponen	Jumlah kegagalan					Jumlah
		2017	2018	2019	2020	2021	
1	Air Compresor	-	-	1	1	-	2
2	PLC (Program Logic Control)	1	-	-	-	-	1
3	Rotorthem	1	-	1	-	1	3
4	<i>Inlet valve</i>	2	1	1	1	1	6
5	Condensate Valve	1	1	1	1	1	5
6	Exhaust Valve	1	1	1	-	1	4
7	Pressure Gauge	1	-	1	1	1	4
8	Safety Valve	1	1	2	1	1	6

UIN SUSKA RIAU

Sei Galuh, 15 Januari 2023

Asisten Teknik



Mirwan Hasibuan



LAMPIRAN B

PERHITUNGAN NILAI MTTF

Formula untuk mencari nilai MTTF instrumentasi *Sterilizer* ialah :

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

Dimana : $\lambda = \frac{\text{Jumlah kegagalan}}{\text{Total waktu operasi (jam)}}$

Dik : Total waktu operasi (5 tahun) = 30528 jam

1. Inlet Valve

$$\lambda = \frac{6}{30526} = 0,0001965537574$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0001965537574} = 5087,66$$

2. Exhaust Valve

$$\lambda = \frac{4}{30526} = 0,0001310358383$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0001310358383} = 7631,50$$

3. Condensate Valve

$$\lambda = \frac{5}{30525} = 0,0001638001638$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0001638001638} = 6105,00$$

4. Safety Valve

$$\lambda = \frac{6}{30525,5} = 0,0001965569769$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0001965569769} = 5087,58$$

5. Pressure Gauge

$$\lambda = \frac{4}{30525} = 0,0001310401310$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0001310401310} = 7631,25$$

6. Program Logic Control (PLC)

$$\lambda = \frac{1}{30520} = 0,0000327653997$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0000327653997} = 30520,00$$

7. Rototherm

$$\lambda = \frac{3}{30526,5} = 0,0000982752690$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0000982752690} = 10175,50$$

8. Air Compressor

$$\lambda = \frac{2}{30525,5} = 0,0000655189923$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0000655189923} = 15262,75$$

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

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN NILAI MTTR

Perhitungan nilai MTTR instrumentasi *Sterilizer*

$$MTTR = \frac{1}{\mu}$$

Dimana : $\frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$

1. **Inlet Valve**

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

$$MTTR = \frac{2 \text{ jam}}{6} = 0,33 \text{ jam}$$

2. **Exhaust Valve**

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

$$MTTR = \frac{2 \text{ jam}}{4} = 0,5 \text{ jam}$$

3. **Condensate Valve**

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

$$MTTR = \frac{3 \text{ jam}}{5} = 0,6 \text{ jam}$$

4. **Safety Valve**

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

$$MTTR = \frac{2,5 \text{ jam}}{6} = 0,41 \text{ jam}$$

5. **Pressure Gauge**

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

$$MTTR = \frac{3 \text{ jam}}{4} = 0,75 \text{ jam}$$

6. **Program Logic Control (PLC)**

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

$$MTTR = \frac{8 \text{ jam}}{1} = 8 \text{ jam}$$

7. **Rototherm**

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

$$MTTR = \frac{1,5 \text{ jam}}{3} = 0,5 \text{ jam}$$

8. **Air Compressor**

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

$$MTTR = \frac{2,5 \text{ jam}}{2} = 1,25 \text{ jam}$$

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.



LAMPIRAN B

PERHITUNGAN NILAI KETERSEDIAAN (AVAILABILITY)

Perhitungan Nilai Ketersediaan pada Komponen *Sterilizer* :

Dimana :

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR}$$

1. **Inlet Valve**

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{5087,66}{5087,66+0,33} = 0,9999351 \times 100 = 99,99\%$$

2. **Exhaust Valve**

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{7631,50}{7631,50+0,5} = 0,9999344 \times 100 = 99,99\%$$

3. **Condensate Valve**

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{6105,00}{6105,00+0,6} = 0,9999017 \times 100 = 99,99\%$$

4. **Safety Valve**

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{5087,58}{5087,58+0,41} = 0,9999194 \times 100 = 99,99\%$$

5. **Pressure Gauge**

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{7631,25}{7631,25+0,75} = 0,9999017 \times 100 = 99,99\%$$

6. **Program Logic Control (PLC)**

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{30520,00}{30520,00+8} = 0,9997379 \times 100 = 99,97\%$$

7. **Rototherm**

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{10175,50}{10175,50+1,5} = 0,9998526 \times 100 = 99,98\%$$

8. **Air Compressor**

$$A = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{15262,75}{15262,75+1,25} = 0,9999181 \times 100 = 99,99\%$$

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 - a. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - b. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - c. 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.



LAMPIRAN D

PERHITUNGAN NILAI t , KOMPONEN INSTRUMENTASI *STERILIZER*

t_0 merupakan interval waktu yang dihitung dari data awal kerusakan ke t_n kerusakan berikutnya. Adapun persamaan untuk mencari T rata² yaitu:

$$T \text{ rata}^2 = \frac{T \text{ total antara } t \text{ (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}}$$

Dimana:

T rata² : Nilai Rata-Rata total Waktu

Nilai rata-rata yang telah diperoleh kemudian dikonversikan kedalam jam

1. *Inlet valve*

Dimana:

t_1 : 12/04/2017	$t_0 - t_1 = 226$ hari
t_2 : 11/12/2017	$t_1 - t_2 = 243$ hari
t_3 : 23/06/2018	$t_2 - t_3 = 224$ hari
t_4 : 16/02/2019	$t_3 - t_4 = 238$ hari
t_5 : 23/01/2020	$t_4 - t_5 = 341$ hari
t_6 : 12/01/2021	$t_5 - t_6 = 355$ hari

$$\begin{aligned} T \text{ rata}^2 &= \frac{1627}{6} = 271 \text{ hari} \\ &= 271 \times 24 \\ &= 6.504 \text{ Jam} \end{aligned}$$

2. *Exhaust valve*

Dimana:

t_1 : 24/07/2017	$t_0 - t_1 = 312$ hari
t_2 : 04/06/2018	$t_1 - t_2 = 315$ hari
t_3 : 20/04/2019	$t_2 - t_3 = 320$ hari
t_4 : 21/02/2021	$t_3 - t_4 = 673$ hari

$$\begin{aligned} T \text{ rata}^2 &= \frac{1620}{4} = 405 \text{ hari} \\ &= 405 \times 24 \\ &= 9.720 \text{ Jam} \end{aligned}$$

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 satu 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.



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.

© *Condensate valve*

Dimana:

t1: 08/09/2017	t0 – t1 = 253 hari
t2: 16/05/2018	t1 – t2 = 250 hari
t3: 31/01/2019	t2 – t3 = 260 hari
t4: 11/01/2020	t3 – t4 = 345 hari
t5: 05/01/2021	t4 – t5 = 300 hari

$$\begin{aligned} \bar{t} &= \frac{1468}{5} = 293 \text{ hari} \\ &= 293 \times 24 \\ &= 7.032 \text{ Jam} \end{aligned}$$

4. Safety valve

Dimana:

t1: 18/07/2017	t0 – t1 = 206 hari
t2: 07/03/2018	t1 – t2 = 232 hari
t3: 03/01/2019	t2 – t3 = 302 hari
t4: 26/09/2019	t3 – t4 = 266 hari
t5: 01/06/2020	t4 – t5 = 249 hari
t6: 05/01/2021	t5 – t6 = 218 hari

$$\begin{aligned} \bar{t} &= \frac{1474}{6} = 245 \text{ hari} \\ &= 245 \times 24 \\ &= 5.880 \text{ Jam} \end{aligned}$$

5. Pressure gauge

Dimana:

t1: 15/08/2017	t0 – t1 = 309 hari
t2: 08/02/2019	t1 – t2 = 542 hari
t3: 22/01/2020	t2 – t3 = 348 hari
t4: 28/03/2021	t3 – t4 = 431 hari



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.

$$T_{rata^2} = \frac{1630}{4} = 407 \text{ hari}$$

$$= 407 \times 24$$

$$= 9.768 \text{ Jam}$$

Rototherm

Dimana:

- t1: 26/04/2017
 t2: 06/01/2019
 t3: 09/03/2021

- t0 – t1 = 425 hari
 t1 – t2 = 620 hari
 t2 – t3 = 793 hari

$$T_{rata^2} = \frac{1838}{3} = 612 \text{ hari}$$

$$= 612 \times 24$$

$$= 14.688 \text{ Jam}$$

7. Program Logic Control (PLC)

Dimana:

- t1: 19/10/2017

t0 – t1 = 388 hari

$$T_{rata^2} = \frac{388}{1} = 388 \text{ hari}$$

$$= 388 \times 24$$

$$= 9.312 \text{ Jam}$$

8. Air compressor

Dimana:

- t1: 25/05/2019
 t2: 13/01/2020

- t0 – t1 = 213 hari
 t1 – t2 = 233 hari

$$T_{rata^2} = \frac{446}{2} = 223 \text{ hari}$$

$$= 223 \times 24$$

$$= 5.352 \text{ Jam}$$

LAMPIRAN E

PENILAIAN KEANDALAN KOMPONEN INSTRUMENTASI *STERILIZER*

No	Komponen <i>Sterilizer</i>	Nilai Keandalan
1	<i>Inlet Valve</i>	0,278
2	<i>Exhaust Valve</i>	0,280
3	<i>Condensate Valve</i>	0,316
4	<i>Safety Valve</i>	0,315
5	<i>Pressure Gauge</i>	0,278
6	<i>Rototherm</i>	0,236
7	<i>Program Logic Control (PLC)</i>	0,737
8	<i>Air Compressor</i>	0,704

1.

Inlet Valve

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0001965537574 \times 6504} \\
 &= \frac{1}{2,718^{1,278}} \\
 &= \frac{1}{3,588} = 0,278
 \end{aligned}$$

2.

Exhaust Valve

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0001310358383 \times 9720} \\
 &= \frac{1}{2,718^{1,273}} \\
 &= \frac{1}{3,571} \\
 &= 0,280
 \end{aligned}$$

- 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

4.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

5.

6.

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.

Condensate Valve

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0001638001638 \times 7032} \\
 &= \frac{1}{2,718^{1,151}} \\
 &= \frac{1}{3,160} \\
 &= 0,316
 \end{aligned}$$

Safety Valve

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0001965569769 \times 5880} \\
 &= \frac{1}{2,718^{1,155}} \\
 &= \frac{1}{3,175} \\
 &= 0,315
 \end{aligned}$$

Pressure Gauge

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0001310401310 \times 9768} \\
 &= \frac{1}{2,718^{1,279}} \\
 &= \frac{1}{3,593} \\
 &= 0,278
 \end{aligned}$$

Rototherm

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0000982752690 \times 14.688} \\
 &= \frac{1}{2,718^{1,443}} \\
 &= \frac{1}{4,232} \\
 &= 0,236
 \end{aligned}$$

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.

© Program Logic Control (PLC)

$$\begin{aligned}R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,0000327653997 \times 9312} \\ &= \frac{1}{2,718^{0,305}} \\ &= \frac{1}{1,356} \\ &= 0,737\end{aligned}$$

Air Compressor

$$\begin{aligned}R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,0000655189923 \times 5352} \\ &= \frac{1}{2,718^{0,350}} \\ &= \frac{1}{1,419} \\ &= 0,704\end{aligned}$$