

**ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN PADA MESIN BOILER  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND  
EFFECT ANALYSIS (FMEA)* DI PT SINERGI BREBES  
INOVATIF**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang



**Disusun Oleh :  
BAYU ALFAZERI  
31601700021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

**2024**

**FINAL PROJECT**  
***ANALYSIS OF THE CAUSE OF DAMAGE TO BOILER  
MACHINE USING FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS  
(FMEA) METHOD***

***(Case Study : PT. SINERGI BREBES INOVATIF)***

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (SI) at  
Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology,  
Universitas Islam Sultan Agung Semarang*



**Arranged By :**

**BAYU ALFAZERI**

**31601700021**

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING**

**FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY**

**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**SEMARANG**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN PADA MESIN BOILER DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*** (Studi Kasus : **PT. SINERGI BREBES INOVATIF**)" ini disusun oleh :

Nama : Bayu Alfazeri

NIM : 31601700021

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II



Muhammad Sagaf, ST., MT

NIDN. 0623037705



Nuzulia Khoiriyah, ST., MT

NIDN. 0624057901

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri



Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng

NIK. 210600021

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir Dengan Judul "ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN PADA MESIN BOILER DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* (Studi Kasus : PT. SINERGI BREBES INOVATIF)" ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada :

Hari :


Tanggal :

### TIM PENGUJI

Anggota I

Anggota II

  
Akhmad Syahroni, ST., M.Eng  
Digitally signed by Akhmad Syahroni  
DN: cn=Akhmad Syahroni, email=ayah@iainsid.ac.id, c=ID  
Date: 2024.09.06 23:19:13 +0700  
NIK. 0616037601

  
Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng  
NIK. 210600021

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Alfazeri  
Nim : 31601700021  
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN PADA MESIN BOILER DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* (Studi Kasus : PT. SINERGI BREBES INOVATIF)**

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik seluruh maupun sebagian, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis maupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 9 Agustus 2024



Bayu Alfazeri



## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Alfazeri

Nim : 31601700021

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Alamat Asli :

Dengan ini menyatakan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul :

**“ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN PADA MESIN BOILER DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* (Studi Kasus : PT. SINERGI BREBES INOVATIF)”**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non Eksklusif untuk disimpan, dialihkan media, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 9 Agustus 2024



Bayu Alfazeri

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdu'lillahi rabbil 'almin*

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA terhadap saya sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW semoga semua menapat syafa'at beliau di hari kiamat nanti aamiin.

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidup saya, Ayahanda dan Ibunda. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku. Aku selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua ku

Selesainya tugas akhir ini merupakan capaian awal yang bisa saya berikan untuk mengukir bahagia dan rasa bangga kepada Bapak Ibu saya. Saya bisa mencapai kesuksesan pada titik ini atas seluruh kerja keras Bapak dan Ibu serta segala do'a yang tak henti-hentinya dilantunkan untuk kesuksesan saya. Saya hanya bisa membalas segala kebaikan dan perjuangan orang tua saya dengan terima kasih yang tak terhingga, do'a yang tak putus untuk Bapak dan Ibu, semoga Allah memberikan kesehatan, rezeki dan umur panjang bagi kedua orang tua saya.

*Aamiin Aamiin Aamiin yar robbal alamin*

## HALAMAN MOTTO

“Jadilah dirimu sendiri, karena hanya dengan menjadi diri sendiri maka kamu akan dapat meraih kesuksesan yang sejati”





## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr Wb*

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN PADA MESIN BOILER DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* (Studi Kasus : PT. SINERGI BREBES INOVATIF)” sebaik-baiknya, sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa untuk meraih gelar sarjana (S1) di Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dari banyak pihak. Dengan hati yang tulus pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kesehatan yang sangat berharga bagi penulis sehingga laporan kerja praktek ini dapat diselesaikan.
2. Kedua orang tua tercinta serta keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan, sehingga penulis masih bisa belajar sampai sekarang.
3. Ibu Dr. Novi Marlyana, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UNISSULA beserta jajarannya.
4. Bapak Muhammad Sagaf, ST., MT dan Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST, MT selaku dosen pembimbing saya yang telah memberikan banyak masukan dan bimbingan serta saran dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Mohon maaf atas segala bentuk kesalahan dan kekurangan saya selama bimbingan.
5. Ibu Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Industri UNISSULA Semarang.
6. Teman – teman Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang angkatan 2017 yang telah memberikan motivasi dan semangat selama pelaksanaan dan penyusunan laporan.

Penulis menyadari bahwa didalam penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk mencapai hasil yang lebih baik. Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna untuk dijadikan referensi dalam penyusunan laporan-laporan lain yang lebih baik dan bermanfaat untuk menambah pengetahuan bagi pembaca.

*Aamiin.....*

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang,

2024



Bayu Alfazeri

## DAFTAR ISI

<b>LAPORAN TUGAS AKHIR</b> .....	i
<b>FINAL PROJECT</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>ABSTRAK</b> .....	xvii
<b>ABSTRACT</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	7
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.2 Landasan Teori .....	21
2.2.1 Pengertian Boiler (Ketel Uap).....	21
2.2.2 Klasifikasi Ketel Uap (Boiler) menurut Desain .....	21
2.2.3 Klasifikasi Ketel Uap menurut Material yang digunakan .....	22
2.2.4 Klasifikasi Ketel Uap menurut Kegunaan .....	22

2.2.5	Klasifikasi Ketel Uap menurut Tube Type (Tipe Pipa) .....	23
2.2.6	Klasifikasi Boiler berdasarkan letak dapur pembakaran ( <i>furnance position</i> ).....	24
2.2.7	Klasifikasi Boiler berdasarkan pada porosnya tutup drum (shell)....	24
2.2.8	Klasifikasi Boiler berdasarkan pada sumber panasnya (heat source) .....	24
2.2.9	Metode Failure Mode And Effect Analisis (FMEA).....	24
2.3	Hipotesa dan Kerangka Teoritis .....	30
2.3.1	Hipotesa.....	30
2.3.2	Kerangka Teoritis.....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>32</b>
3.1	Pengumpulan Data .....	32
3.2	Teknik Pengumpulan Data .....	32
3.3	Pengujian Hipotesa.....	33
3.4	Metode Analisis.....	34
3.5	Pembahasan .....	34
3.6	Penarikan Kesimpulan.....	34
3.7	Diagram Alir.....	35
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>39</b>
4.1	Pengumpulan Data .....	39
4.1.1	PT. Sinergi Brebes Inovatif .....	39
4.1.2	Proses Produksi PT. Sinergi Brebes Inovatif.....	40
4.1.3	Komponen-Komponen Mesin Boiler .....	49
4.1.4	Data kerusakan Mesin .....	54
4.2	Pengolahan Data.....	56
4.2.1	Identifikasi Komponen Mesin Yang Rusak.....	57
4.2.2	Menghitung Nilai RPN.....	58
4.2.3	Penyebab Kerusakan Mesin dengan Nilai RPN Tertinggi.....	62
4.3	Analisa.....	65
4.3.1	Analisa <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	65
4.3.2	Analisa penyebab kerusakan mesin .....	66

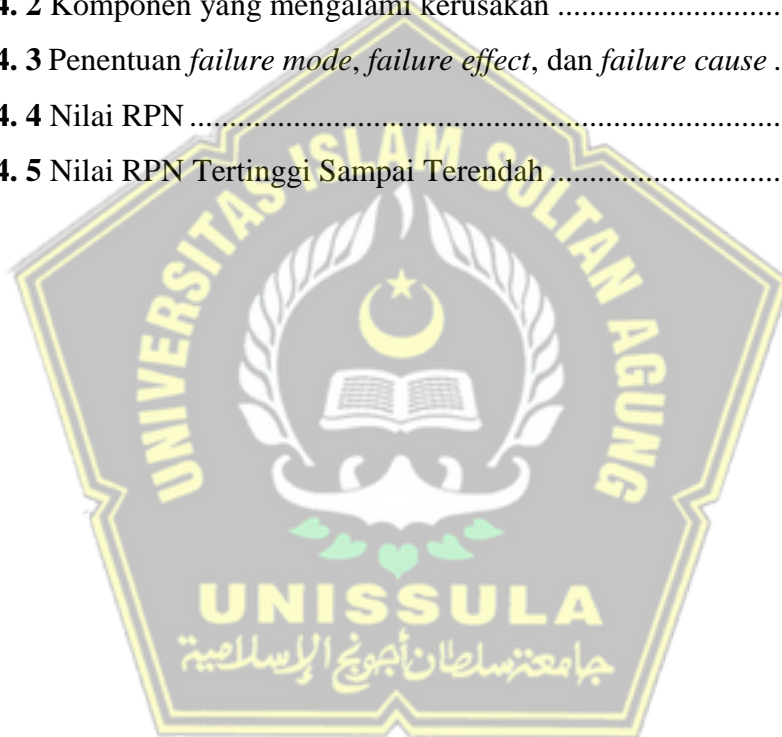
4.4	Pembuktian Hipotesa.....	67
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>68</b>
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>71</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>73</b>





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data frekuensi kerusakan mesin <i>Boiler</i> PT. Sinergi Brebes Inovatif.....	3
<b>Tabel 2. 1</b> Tinjauan Pustaka .....	11
<b>Tabel 2. 2</b> <i>Rating Severity</i> .....	27
<b>Tabel 2. 3</b> <i>Rating Occurrence</i> .....	28
<b>Tabel 2. 4</b> <i>Rating Detection</i> .....	29
<b>Tabel 4. 1</b> Data frekuensi kerusakan mesin <i>Boiler</i> PT. Sinergi Brebes Inovatif..	55
<b>Tabel 4. 2</b> Komponen yang mengalami kerusakan .....	57
<b>Tabel 4. 3</b> Penentuan <i>failure mode, failure effect, dan failure cause</i> .....	59
<b>Tabel 4. 4</b> Nilai RPN .....	60
<b>Tabel 4. 5</b> Nilai RPN Tertinggi Sampai Terendah .....	61



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Boiler Pipa Api .....	23
<b>Gambar 2.2</b> Boiler Pipa Air.....	24
<b>Gambar 2.3</b> Kerangka Teoritis .....	31
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....	36
<b>Gambar 4.1</b> Pemilihan Bahan Baku .....	41
<b>Gambar 4.2</b> Pengupasan .....	42
<b>Gambar 4.3</b> Penyortiran.....	43
<b>Gambar 4.4</b> Mesin Pengirisan .....	44
<b>Gambar 4.5</b> Alat Perendaman.....	45
<b>Gambar 4.6</b> Penggorengan menggunakan mesin vakum.....	47
<b>Gambar 4.7</b> Mesin Spinner .....	48
<b>Gambar 4.8</b> Mesin Pengemasan .....	48
<b>Gambar 4.9</b> Proses Produksi .....	49
<b>Gambar 4.10</b> <i>Burner</i> .....	50
<b>Gambar 4.11</b> <i>Steam Drum</i> .....	50
<b>Gambar 4.12</b> <i>Safety Valve</i> .....	51
<b>Gambar 4.13</b> Kontrol Panel .....	51
<b>Gambar 4.14</b> Cerobong Asap .....	52
<b>Gambar 4.15</b> <i>Economizer</i> .....	53
<b>Gambar 4.16</b> Mesin Boiler PT. Sinergi Brebes Inovatif .....	54
<b>Gambar 4.17</b> Diagram frekuensi kerusakan mesin.....	56
<b>Gambar 4.18</b> Diagram sebab akibat Burner tersumbat.....	62
<b>Gambar 4.19</b> Diagram sebab akibat Perpak rembes.....	65

**DAFTAR LAMPIRAN**



## ABSTRAK

PT Sinergi Brebes Inovatif adalah sebuah perusahaan yang dimiliki dan dikelola oleh kelompok tani dengan focus memproduksi olahan dari bawang merah berupa produk Pasta Bawang Merah, Bawang Goreng, dan Bawang Crispy. PT Sinergi Brebes Inovatif didirikan pada tahun 2018, atas dasar fluktuasi harga bawang merah ketika panen raya, harga selalu jatuh. Kemudian kami mulai memproduksi olahan bawang merah guna memberikan nilai tambah petani pada nilai jual bawang merah.

Penelitian kerusakan mesin ini diharapkan dapat membantu Perusahaan dalam penanganan permasalahan kerusakan mesin boiler yang terjadi. Kerusakan komponen mesin boiler yang terjadi selama ini menghambat jalannya proses produksi karena mesin boiler merupakan mesin utama dalam pengolahan bawang merah. Tercatat pada produksi periode tahun 2023, PT. Sinergi Brebes Inovatif hamper tiap bulan terjadi kendala pada kerusakan mesin *boiler*. Hal ini sangat menghambat proses produksi sehingga perusahaan mengalami kerugian. Adapun kerusakan pada mesin *boiler* tersebut mengakibatkan produksi tidak bisa dilakukan. Untuk mengetahui factor , maka penelitian yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi penyebab Kerusakan Boiler Terhadap Kegagalan Proses Produksi Di PT. Sinergi Brebes Inovatif Menggunakan metode (*FMEA*) dan untuk mengetahui faktor kunci penyebab kerusakan. *FMEA* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengetahui frekuensi kerusakan pada komponen boiler dan menganalisa permasalahan.

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai RPN tertinggi yaitu kerusakan pada komponen burner. Kerusakan yang terjadi adalah Burner Nilai RPN yang diperoleh dari burner yang tersumbat yaitu sebesar 294. tersumbat yang disebabkan oleh Adanya kotoran atau debu yg masuk ke dalam ruang pembakaran sehingga mengakibatkan Api yang dihasilkan burner tidak maksimal. Nilai RPN tertinggi kedua yaitu kerusakan pada perpak/paking. Nilai RPN yang diperoleh dari kerusakan komponen perpak rembes yaitu sebesar 280. Kerusakan yang terjadi yaitu perpak rembes yang disebabkan oleh perpak yang aus sehingga Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal. Dari dua komponen yang mengalami kerusakan dengan nilai RPN tertinggi harus dilakukan identifikasi penyebab kerusakan secara detail untuk mencegah kerusakan terjadi lagi. Berikut usulan/rekomendasi dari penulis untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan burner tersumbat yaitu Dibuatkan *exhaust fan* agar kotoran/debu dapat dibuang keluar sehingga area kerja bersih. Dilakukan sosialisasi kepada operator tentang kebersihan area kerja dan pengecekan bahan bakar secara teliti. Dilakukan perawatan mesin secara rutin dan berkala. Penggunaan mesin sesuai SOP mesin dan kapasitas mesin. Pengecekan bahan bakar secara teliti dan pengecekan kebersihan wadah bahan bakar. Berikut usulan/rekomendasi dari penulis untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan perpak rembes terjadi kembali yaitu Pengoperasian mesin harus sesuai prosedur agar tekanan sesuai dengan kapasitas mesin. Penggunaan pelumas mesin dengan kualitas yg baik. Sosialisasi kepada operator terkait penggunaan pelumas dan bahan bakar yg digunakan di mesin. Dilakukan perawatan mesin secara teratur dan penggunaan perpak dengan kualitas yg baik.

**Kata Kunci :** *PT. Sinergi Brebes Inovatif, Mesin Boiler, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

## ABSTRACT

*PT Sinergi Brebes Inovatif is a company owned and managed by a farmer group with a focus on producing processed shallot products in the form of Red Onion Paste, Fried Onions and Crispy Onions. PT Sinergi Brebes Inovatif was founded in 2018, based on fluctuations in the price of shallots during the main harvest, the price always falls. Then we started producing processed shallots to provide added value to farmers in the selling value of shallots.*

*It is hoped that this research on machine damage will help the Company in handling the problem of boiler machine damage that occurs. Damage to boiler machine components that has occurred so far has hampered the production process because the boiler machine is the main machine for processing shallots. Recorded in production for the 2023 period, PT. Innovative Brebes Synergy Almost every month there are problems with boiler engine damage. This really hampers the production process so that the company suffers losses. The damage to the boiler machine meant that production could not be carried out. To find out the factors, the research that will be carried out is to identify the causes of Boiler Damage to Production Process Failure at PT. Innovative Brebes Synergy Using the (FMEA) method and to find out the key factors causing damage. FMEA is used to identify and determine the frequency of damage to boiler components and analyze problems.*

*Based on the research that has been carried out, the highest RPN value was obtained, namely damage to the burner components. The damage that occurred was to the burner. The RPN value obtained from a clogged burner was 294. The blockage was caused by dirt or dust entering the combustion chamber, resulting in the fire produced by the burner not being optimal. The second highest RPN value is damage to the gasket. The RPN value obtained from damage to the perpak perpak component is 280. The damage that occurs is the perpak seepage which is caused by the perpak being worn so that the channel is blocked and the flow is not optimal. Of the two components that were damaged with the highest RPN values, the cause of the damage must be identified in detail to prevent damage from occurring again. The following are suggestions/recommendations from the author to anticipate damage to a clogged burner, namely, create an exhaust fan so that dirt/dust can be thrown out so that the work area is clean. Socialization was carried out to operators about the cleanliness of the work area and thorough fuel checking. Machine maintenance is carried out regularly and periodically. Use of machines according to machine SOP and machine capacity. Check the fuel carefully and check the cleanliness of the fuel container. The following are suggestions/recommendations from the author to anticipate the occurrence of seepage damage occurring again, namely that the operation of the machine must be in accordance with procedures so that the pressure matches the capacity of the machine. Use good quality engine lubricant. Socialization to operators regarding the use of lubricants and fuel used in machines. Carry out regular machine maintenance and use good quality equipment.*

**Keyword :** *PT. Sinergi Brebes Inovatif, Boiler Machine, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

PT Sinergi Brebes Inovatif adalah sebuah perusahaan yang dimiliki dan dikelola oleh kelompok tani dengan focus memproduksi olahan dari bawang merah berupa produk Pasta Bawang Merah, Bawang Goreng, dan Bawang Crispy. PT Sinergi Brebes Inovatif didirikan pada tahun 2018, atas dasar fluktuasi harga bawang merah ketika panen raya, harga selalu jatuh. Kemudian kami mulai memproduksi olahan bawang merah guna memberikan nilai tambah petani pada nilai jual bawang merah. Di dalam dunia industri untuk menunjang kelancaran pelayanan dan pengoperasian dibutuhkan mesin-mesin yang memadai diantaranya adalah boiler yang berfungsi sebagai penghasil uap, dimana hasil dari uap tersebut akan digunakan untuk memanaskan atau sebagai sumber energi untuk mengoperasikan mesin-mesin produksi. Boiler dituntut untuk selalu dapat menghasilkan uap panas yang mencukupi sesuai kebutuhan di produksi. Tersedianya uap panas merupakan hal yang mutlak bagi kelancaran operasional mesin-mesin yang membutuhkan uap panas dan bertekanan. Boiler atau ketel uap merupakan mesin yang memiliki peranan penting bagi kelangsungan kinerja dari suatu proses pengolahan bawang merah dengan kata lain boiler berperan sebagai jantung (Buana, DL, 2022).

Boiler adalah alat yang berfungsi untuk menghasilkan uap yang digunakan untuk kebutuhan proses pabrik. Ketel uap mempunyai peranan yang sangat penting dalam kelangsungan kinerja dari sebuah perusahaan dengan kata lain bisa dikatakan sebagai jantung dari perusahaan PT Sinergi Brebes Inovatif. Fungsi dari ketel uap adalah menghasilkan uap yang digunakan untuk kebutuhan proses produksi suatu perusahaan.

Ketel uap disini mempunyai peranan penting dalam proses produksi uap, dimana uap ini nantinya akan digunakan untuk menggerakkan turbin uap sebagai penghasil energi listrik untuk kebutuhan pabrik dan uap keluaran turbin digunakan untuk proses perebusan (*sterilizer*). Pada sistem ketel uap sering terjadi kerusakan pada bagian pipa yang berguna untuk mengalirkan uap yang dihasilkan oleh

proses pembakaran bahan bakar. Pipa mengalami keretakan dan mengalami pecah dikarenakan pembentukan kerak di bagian dalam pipa. Kerak yang terbentuk di bagian dalam pipa bersifat isolasi terhadap panas dan mengakibatkan pipa terlalu banyak menerima panas (*overheating*) karena panas tidak terdistribusi secara total ke air umpan yang mengalir di dalamnya.

Mesin *boiler* yang digunakan di PT. Sinergi Brebes utama memiliki spesifikasi kapasitas 250kg/jam. Dengan model yang digunakan yaitu jenis vertikal. Memiliki batas maksimal temperature diangka 160°C. Mesin *boiler* ini sendiri menggunakan bahan bakar solar. Adapun spesifikasi lain dari mesin *boiler* tersebut yaitu :

1. Dimensi Cerobong : Ø 380 mm X 3 meter
2. Material Bahan : Plat Mild Sheet
3. Pompa High Press : 1 Unit
4. Kapasirtas Tabung Air : 100 Liter
5. *Working Pressure Range* : 0.49- 0.88 Mpa
6. Output Panas : 157 kW Boiler
7. Konsumsi Bahan Bakar Solar : 13,5 kg/jam
8. Konsumsi Bahan Bakar Gas Alam : 15,4 Nm<sup>3</sup>/Jam
9. *Power Supply* : 200 VAC
10. Penggunaan Listrik : 50 Hz/60 Hz

Perusahaan PT. Sinergi Brebes merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalm industri FNB. Dalam proses pengolahan bawang merah tersebut terdapat langkah produksi yang menggunakan mesin *boiler*. Fungsi dari mesin *boiler* tersebut digunakan untuk pengeringan bawang merah. Bawang merah akan dipanaskan atau diuapkan hingga suhu 100° celcius sampai pada kondisi kering yang diharapkan. Apabila terjadi kerusakan pada mesin *boiler* maka akan menghambat proses produksi karena tahapan ini merupakan proses penting dalam menghasilkan produk yang berkualitas. Jika mesin *boiler* mengalami kerusakan maka otomatis produksi tidak bisa dilakukan.

Berdasarkan pengamatan dan pengambilan data di PT. Sinergi Brebes Inovatif. Berikut adalah frekuensi kerusakan pada mesin *boiler* di PT. Sinergi Brebes Inovatif dalam periode januari sampai desember 2023.

**Tabel 1.1** Data frekuensi kerusakan mesin *Boiler* PT. Sinergi Brebes Inovatif

No.	Bulan	Frekuensi Kerusakan	Jenis Kerusakan	Komponen
1	Januari	1	Sensor Pengapian Kotor	Burner
2	Februari	3	Seal Pipa Rembes, Perpak Bocor, Pipa Berkarat	Safety Valve, Burner
3	Maret	1	Pembuangan solar mengendap	Inner Pipa
4	April	1	Pipa Cerobong Rusak	Cerobong Asap
5	Mei	2	Seal pipa Rembes dan Perpak Bocor	Safety Vakve
6	Juni	1	Sensor Pengapian Kotor	Burner
7	Juli	2	Pipa Cerobong Rusak dan Sensor Pengapian Kotor	Cerobong Asap & Burner
8	Agustus	0		
9	September	0		
10	Oktober	1	Seal pipa Rembes	Burner
11	November	1	Perpak Bocor	Safety Valve
12	Desember	2	Pipa Cerobong Rusak dan Pembuangan Solar Mengendap	Cerobong Asap, Inner pipa

Tercatat pada produksi periode tahun 2023, PT. Sinergi Brebes Inovatif hamper tiap bulan terjadi kendala pada kerusakan mesin *boiler*. Hal ini sangat menghambat proses produksi sehingga perusahaan mengalami kerugian. Adapun kerusakan pada mesin *boiler* tersebut mengakibatkan produksi tidak bisa dilakukan.

Untuk mengetahui factor , maka penelitian yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi penyebab Kerusakan Boiler Terhadap Kegagalan Proses Produksi Di PT. Sinergi Brebes Inovatif. Diperlukan suatu metode untuk melakukan identifikasi penyebab kerusakan komponen mesin boiler tersebut. Serta memberikan usulan untuk pencegahan dan antisipasi agar kerusakan komponen mesin tersebut dapat terminimalisir.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada pada PT Sinergi Brebes Inovatif sering terjadi stagnasi pabrik yang dipicu oleh kerusakan yang terjadi pada mesin boiler, Oleh karena itu didapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apa saja dampak yang ditimbulkan jika terjadi kerusakan pada penggunaan mesin *boiler*?
2. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan pada penggunaan mesin *boiler*?
3. Apa saja faktor terbesar penyebab kerusakan pada penggunaan mesin *boiler*?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat batasan – batasan masalah, yaitu :

1. Data yang digunakan adalah data hasil penelitian dari perusahaan berupa dokumentasi, observasi, dan wawancara
2. Objek penelitian adalah mesin *boiler* pada pengolahan bawang merah.
3. Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan pada mesin *boiler* dan stagnasi pengolahan bawang merah periode february sampai juli tahun 2023.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah di uraikan diatas, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi dampak yang ditimbulkan jika terjadi kerusakan pada penggunaan mesin *boiler*.

2. Mengidentifikasi faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan pada penggunaan mesin *boiler*.
3. Mengetahui factor terbesar yang menyebabkan kerusakan pada penggunaan mesin *boiler*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Manfaat bagi Mahasiswa

Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam mengaplikasikan teori yang diperoleh selama kuliah dan meningkatkan wawasan dalam menganalisis dan memecahkan masalah sebelum memasuki dunia kerja khususnya dalam merencanakan pemeliharaan mesin lebih sistematis dan teratur untuk periode berikutnya.

2. Manfaat bagi Perusahaan

Memberikan masukan bagi perusahaan untuk meminimalkan biaya pemeliharaan dan mengoptimalkan perencanaan pemeliharaan terhadap proses produksi olahan bawang merah.

3. Manfaat bagi Mahasiswa UNISSULA

Untuk menjalin kerja sama antara perusahaan dengan prodi teknik industri UNISSULA dan untuk menambah literatur perpustakaan.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan dibagi kedalam beberapa bab dimana tiap bab mempunyai keterkaitan yang berkesinambungan dengan bab selanjutnya. Hal ini untuk mempermudah pemahaman atas materi – materi yang dibahas dalam penelitian ini Adapun sistematika penulisannya sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang hal – hal yang melatar belakangi penulis dalam melakukan penelitiannya, selain itu terdapat rumusan masalah yang menjadi pokok masalah yang akan di teliti dan kemudian terdapat pembatasan masalah penelitian



supaya penelitian tidak melebar, terdapat tujuan penelitian sebagai acuan hasil penelitian dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan penelitian.

## **BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Bab berisi tentang teori – teori yang mendasari penelitian, dimana teori – teori tersebut dijadikan sebagai acuan dalam melaksanakan langkah – langkah penelitian dengan maksud agar tujuan awal penelitian ini dapat tercapai. Pada bab ini juga terdapat studi *literature* sebagai referensi penelitian ini, hipotesis dan kerangka berpikir untuk penelitian ini.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang objek penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisa data, pembuktian hipotesis serta *flowchart* penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan konsep yang nantinya dijadikan sebagai pedoman penelitian.

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan data berdasarkan penelitian dan pengolahan data serta pembahasan dari hasil pengolahan data yang dilakukan.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian ini, yang selanjutnya dapat diberikan suatu saran atau usulan kepada PT Sinergi Brebes Inovatif.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Berikut ini merupakan beberapa penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan Richma Yulinda Hanif, Hendang Setyo Rukmi, dan Susy Susanty berjudul “Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di Pt. X Dengan Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)* Dan *Fault Tree Analysis (FTA)*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat cacat produk Keraton Luxury cukup tinggi, lebih dari 5% yang harus di rework. Proses pembuatan Keraton Luxury terdiri dari beberapa tahap yaitu ada proses di bagian struktur, finishing, perakitan, dan packaging. Dari bagian Quality Control diketahui bahwa cacat dihasilkan di setiap proses, namun akan difokuskan kepada jenis cacat yang memiliki biaya rework terbesar. *FMEA* adalah sebuah teknik rekayasa yang digunakan untuk menetapkan, mengidentifikasi, dan untuk menghilangkan kegagalan yang diketahui, permasalahan, error, dan sejenisnya dari sebuah sistem, desain, proses, dan atau jasa sebelum mencapai konsumen (Stamatis, 1995). Dari definisi *FMEA* di atas, yang lebih mengacu pada kualitas, dapat disimpulkan bahwa *FMEA* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan dan akibatnya untuk menghindari kegagalan tersebut. Dalam konteks kesehatan dan keselamatan kerja (K3), kegagalan yang dimaksudkan dalam definisi di atas merupakan suatu bahaya yang muncul dari suatu proses. (Hanif et al., 2015)

Penelitian yang dilakukan Nia Budi Puspitasari dan Arif Martanto, yang berjudul “Penggunaan *Fmea* Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt. Asaputex Jaya Tegal)”. Permasalahan dalam penelitian ini Produk yang cacat adalah sumber utama pemborosan. Tidak sedikit perusahaan menghadapi masalah serius karena produk cacat yang menimbulkan klaim dari konsumen. Jika produk cacat lolos kepada konsumen dan kemudian menimbulkan kerugian, maka perusahaan harus mengganti kerugian yang dialami konsumen. Salah satu dampak negatif yang

diakibatkan adalah runtuhnya reputasi perusahaan di mata konsumen. Bila situasi demikian tidak diatasi dengan segera, perusahaan akan kehilangan konsumen potensial. Dengan adanya pengendalian kualitas secara baik dan benar, maka akan diperoleh produk yang dapat memenuhi keinginan konsumen. Salah satu tool yang digunakan untuk membantu pengendalian kualitas adalah menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*. Pada PT Asaputex Jaya Tegal, pengendalian kualitas yang dilakukan masih kurang maksimal. Hal ini dapat dilihat dari adanya sejumlah produk yang cacat dalam setiap kali produksi. Berdasarkan data historis yang didapatkan, bahwa prosentase cacat yang telah dilakukan pada bulan Agustus 2010 sampai dengan Juli 2011 masih sangat tinggi. (Puspitasari & Martanto, 2014)

Penelitian yang dilakukan Tri Aprianto, Indra Setiawan, dan Humiras Hardi Purba, yang berjudul “Implementasi Metode *Failure Mode And Effect Analysis* pada Industri di Asia”. Permasalahan dalam penelitian ini mengidentifikasi akibat atau konsekuensi dari kegagalan sistem atau proses, serta mengurangi atau mengeliminasi peluang terjadinya kegagalan. Dewasa ini sebuah perusahaan agar tetap kompetitif di pasar dan mendapatkan loyalitas pelanggan di produk, perusahaan harus memberikan banyak perhatian pada peningkatan kualitas yang berkelanjutan. Untuk menjaga kualitas produk dan layanan yang tinggi, perusahaan menerapkan sebuah metodologi khusus untuk mengatasinya. *FMEA* adalah pendekatan langkah demi langkah untuk mengevaluasi proses untuk mengidentifikasi semua kemungkinan kegagalan dan untuk menilai dampak relatif dari berbagai kegagalan untuk mengidentifikasi bagian-bagian dari proses yang memerlukan perubahan. Padahal, tujuan dari teknik ini yaitu, untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan efeknya, untuk menentukan tindakan korektif untuk menghilangkan atau mengurangi kemungkinan kegagalan, pengembangan sistem pemeliharaan yang efisien untuk mengurangi terjadinya skenario potensial. Beberapa penelitian lain telah menyelidiki dan mencoba mengeksplorasi berbagai manfaat dan kegunaannya. Menurut Stamatis [1], ada empat jenis *FMEA*, yaitu sistem, desain, proses, dan layanan. Sistem *FMEA* adalah analisis sistem tingkat tertinggi, yang terdiri dari berbagai subsistem. *Design FMEA*

yang berfokus pada desain sebuah produk. *Design FMEA* akan menguji fungsi dari komponen, sub sistem dan sistem. Modus potensialnya dapat berupa kesalahan pemilihan jenis material, ketidaktepatan spesifikasi dan yang lainnya. Seharusnya analisis ini dilakukan sejak desain produk awal. Proses *FMEA* menekankan pada manufaktur atau proses perakitan yang berfokus pada kualitas produk yang dihasilkan. Proses *FMEA* akan menguji kemampuan proses yang akan digunakan untuk membuat komponen, sub sistem dan sistem. (Aprianto et al., 2021)

Penelitian yang dilakukan Eko Yohanes Setyawan, Even Pranatan tarigan yang berjudul “Analisa Perawatan Ketel Uap Takuma N-600SA menggunakan Metode *FMEA*, *ANOVA* dan *RBD* di PT Perkebunan Nusantara III”. Permasalahan dalam penelitian ini mengidentifikasi pada sistem ketel uap sering terjadi kerusakan pada bagian pipa yang berguna untuk mengalirkan uap yang dihasilkan oleh proses pembakaran bahan bakar berupa cangkang dan serabut. Pipa mengalami keretakan dan mengalami pecah dikarenakan pembentukan kerak di bagian dalam pipa. Kerak yang terbentuk di bagian dalam pipa bersifat isolasi terhadap panas dan mengakibatkan pipa terlalu banyak menerima panas (*overheating*) karena panas tidak terdistribusi secara total ke air umpan yang mengalir di dalamnya. mencegah timbulnya kerusakan - kerusakan yang tak terduga dan menentukan keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas – fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan preventif akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap digunakan untuk setiap proses produksi setiap saat. Mengidentifikasi keparahan komponen ketel uap, mengidentifikasi frekuensi terjadinya kegagalan, mengidentifikasi kemampuan mendeteksi kegagalan, Melakukan indentifikasi aspek, penentuan tujuan, sasaran dan program. (Setyawan & Tarigan, 2018)

Penelitian berikutnya dilakukan Indra Gumelar dan Tubagus Hendri yang berjudul “Analisa Perbaikan Produk NG Pada Proses Mixing dengan Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure mode And Effect Analysis (FMEA)*”. Permasalahan dalam penelitian ini adalah produk NG (*Not Good*) /reject, hal ini terjadi terjadi apabila terdapat ketidaksesuaian antara produk yang dihasilkan dengan spesifikasi

yang telah ditetapkan berupa standar kualitas. Saat ini masih ditemukan masalah produk NG di *section mixing* saat pembuatan *rubber compounding* (salah satu bahan utama pembuatan ban) dimana produk NG yang dihasilkan rata-rata adalah sebesar 1.96% sedangkan batasan maksimal yang telah ditetapkan oleh perusahaan adalah sebesar 1.0%, sehingga terdapat selisih sebesar 0.96% rasio kegagalan proses di atas target yang telah ditetapkan. Di dalam ISO/TS 16949 menuntut adanya perbaikan secara detail untuk mengurangi *variasi, defect, waste* dan kegagalan proses produksi. Saat ini sudah ada upaya untuk melakukan perbaikan dan pengendalian kualitas dengan metode *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)* akan tetapi nampaknya belum tepat sasaran dikarenakan belum terfokus pada semua tahapan proses. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan penambahan metode lain yang dapat membantu proses analisis pada setiap proses dengan menggunakan metode *FTA (fault tree analysis)*. *FTA* sering digunakan untuk menganalisa kegagalan sistem. *Fault Tree Analysis (FTA)* adalah metode analisa, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan yang disebut *undesired event* yang terjadi pada sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi dan mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut (Vesely dkk, 1981). *FMEA* adalah suatu alat yang secara sistematis mengidentifikasi akibat atau konsekuensi dari kegagalan sistem atau proses serta mengurangi atau mengeliminasi peluang terjadinya kegagalan tersebut. *FMEA* merupakan *living document* sehingga perlu dilakukan review dan di up date secara teratur apabila ditemukan masalah baru yang mengakibatkan terjadinya kegagalan. (Gumelar & Tubagus Hendri, 2018)



Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Judul penelitian	Peneliti	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
1	Analisis Kerusakan Mesin Mandrel Tension Reel Dengan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i>	(Reza et al., 2017)	Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Industri Universitas Serang Raya, Edisi 25 November 2017	Mengidentifikasi resiko kegagalan yang terjadi selama proses produksi pada pembuatan sarung tenun dengan cara menganalisa moda kegagalan yang menyebabkan cacat produk dengan menggunakan metode <i>FMEA</i> , mendapatkan resiko kegagalan proses produksi terbesar dalam nilai <i>RPN (Risk Priority Number)</i> , (Reza et al., 2017)	<i>Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)</i>	Perhitungan Performance Maintenance Mesin dilakukan dengan menghitung nilai <i>MTBF</i> , <i>MTTR</i> , dan <i>AVAILABILITY</i> pada area HSPM dengan data Total Operation Time 5 tahun terakhir dari tahun 2012-2016. Nilai Loading diperoleh dari pengurangan Total <i>Availability</i> selama 5 tahun terakhir dengan nilai <i>Planned Downtime</i> selama 5 tahun terakhir. Nilai Total <i>Availability</i> diperoleh 43200 jam dan nilai <i>Planned Downtime</i> diperoleh 1920 jam dengan asumsi rencana perawatan 2 minggu 1 kali selama 2 shift atau sama dengan 16 jam selama 5 tahun terakhir. (Dicky et al., 2017).



Tabel 2.1 Lanjutan Tinjauan Pustaka

2	Analisis Identifikasi Masalah Dengan Menggunakan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)</i> Dan <i>Risk Priority Number (Rpn)</i> Pada Sub <i>Assembly Line</i>	(Budi Puspitasari et al., 2017)	Jurnal Penelitian Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Vol. 12, No. 2, Mei 2017	Munculnya defect pada test bench room tersebut dapat disebabkan oleh cacat material yang didapatkan dari supplier dan atau dikarenakan terjadi cacat pada saat proses machining dan assembly yang dilakukan di lantai produksi PT. TMMIN. (Budi Puspitasari et al., 2017)	<i>Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)</i> Dan <i>Risk Priority Number (Rpn)</i> Pada Sub <i>Assembly Line</i>	menunjukkan beberapa prioritas tindakan yang dilakukan yaitu untuk moda kegagalan berupa kesalahan part (tipe piston), adanya benda asing pada part dan kasus terbaliknya Assembly Piston Assy. Selain dilihat dari skor RPN, perbaikan terhadap ketiga kegagalan tersebut juga dilakukan dengan pertimbangan tindakan yang realistis dari segi waktu dan biaya.
3	Penentuan Komponen Kritis Mesin pada Stasiun Press Menggunakan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> di PT. Surya Panen Subur 2	(Muliana & Hartati, 2022)	Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Industri, fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar Serambi Engineering, Volume VII, No.3, Juli 2022	Risiko yang sering terjadi pada saat proses produksi berjalan yaitu pada mesin press, akibat timbulnya kerusakan pada mesin press dapat menimbulkan operasional press terhenti, kurangnya kapasitas dari mesin press, putusnya karet pada <i>packing door</i> yang mengakibatkan uap pada saat proses perebusan keluar banyak, sehingga menyebabkan buah tidak matang. (Muliana & Hartati, 2022)	<i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i>	Menentukan Komponen Kritis Data jenis kerusakan mesin diambil dalam penelitian selama 4 bulan yang dimulai pada 24 Januari 2022 sampai dengan 24 Juli 2022 yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan interval waktu perawatan. Data waktu pergantian komponen mesin adalah data yang menunjukkan komponen mesin tidak dioperasikan karena mesin sedang mengalami kerusakan

Tabel 2.1 Lanjutan Tinjauan Pustaka

4	Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di Pt. X Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta)	(Hanif et al., 2015)	Jurusan Teknik Industri Itenas   No.03   Vol.03 Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juli 2015	Diketahui bahwa tingkat cacat produk Keraton Luxury cukup tinggi, lebih dari 5% yang harus di <i>rework</i> . Proses pembuatan Keraton Luxury terdiri dari beberapa tahap yaitu ada proses di bagian struktur, finishing, perakitan, dan packaging. Dari bagian <i>Quality Control</i> diketahui bahwa cacat dihasilkan di setiap proses, namun akan difokuskan kepada jenis cacat yang memiliki biaya <i>rework</i> terbesar. (Hanif et al., 2015)	<i>Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)</i> Dan <i>Fault Tree Analysis (Fta)</i>	Hasil dari usulan memberikan perbaikan kualitas produk Keraton Luxury di PT. X dengan menggunakan metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> dan <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> . Biaya <i>rework</i> tertinggi berada pada proses pembelahan kayu dengan total biaya <i>rework</i> sebesar Rp 10.704.204 dan proses pemberian cat dasar dengan total biaya <i>rework</i> sebesar Rp 1.614.099
---	---	----------------------	---	---	---	--

Tabel 2.1 Lanjutan Tinjauan Pustaka

5	<p><i>Dyeing Machine Maintenance Planning Using The Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Method At Pt Boo Young Indonesia Cikande – Serang</i></p>	<p>(Yosep Muhammad syahid, Naufal affandi, 2021)</p>	<p>Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri Jurnal Taguchi Vol. 1, No. 2, Desember 2021 hal. 154-169</p>	<p>Berdasarkan permasalahan yang sering terjadi pada mesin <i>dyeing</i> yaitu sering terjadinya kerusakan pada mesin ketika sedang mengoprasikan mesin, baik dari kerusakan mesin, kondisi pemanasan air yang tidak stabil ataupun rusakan kecil yang lainnya oleh karena itu maka dari bagian divisi <i>dyeing</i> harus melakukan perawatan secara berkala.(Joko purnomo, Naufal affandi, 2021)</p>	<p><i>Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)</i></p>	<p>Hasil dari usulan metode <i>FMEA</i> mesin <i>dyeing</i> pada perusahaan tersebut digerakan nonstop selama 16 jam bekerja, dimana mesin tersebut dijalankan selama 2 shift, 1 shift memakan waktu 8 jam bekerja, dimana 1 proses pencelupan tali sepatu memakan waktu selama 2 sampai 3 jam. pada perusahaan tersebut mesin <i>dyeing</i> yang dimiliki sebanyak 6 mesin dengan kapasitas yang berbeda-beda, PT. Boo Young, seperti mesin 1 dan 2 dengan kapasitas mesin sebanyak 9 Kg, adapun hasil tali sepatu yang diperoleh sebanyak 4500 pcs dengan perhitungan 1 kg memperoleh 500 prc, adapun untuk mesin 2 dan 3 dengan kapasitas sebanyak 12 kg dengan hasil produksi 6000 prs dan untuk mesin 5 dan 6 berkapasitas 20 kg dengan perolehan hasil produksi sebanyak 10.000 prs.</p>
---	---	--	---	--	---	--

Tabel 2.1 Lanjutan Tinjauan Pustaka

6	Analisa Kinerja Mesin Wtp Menggunakan Metode <i>Fmea</i> Dan Penjadwalan Preventif Maintenance	(Ali M & Kusuma, 2019)	Jurnal Teknik UNIPA WAKTU Volume 17 Nomor 01 – Januari 2019, hal. 15-25	Mengolah air dari kualitas yang kurang bagus agar mendapat kualitas air yang aman untuk dikonsumsi (Pizzi, 2003). kecacatan retak pada permukaan produk, kecacatan pada pemberian warna dasar yang tidak rata. (Ali M & Kusuma, 2019)	<i>Fmea</i> Dan Penjadwalan Preventif Maintenance	Dalam Penelitian ini diperlukan beberapa data-data pendukung guna mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan. Data yang disajikan dalam penelitian ini berdasarkan kondisi yang sesuai dengan apa yang terjadi di perusahaan. Penyajian data dalam penelitian ini berdasarkan dari data yang diperoleh melalui kuisioner. Data tersebut nantinya akan dijadikan data pendukung dalam melakukan proses perhitungan dengan menggunakan tool Minitab. Sehingga dari perhitungan menggunakan <i>tool</i> tersebut dapat menjadwalkan <i>preventive maintenance</i> . Data dari kuisioner mengikuti seluruh komponen-komponen dari sistem WTP, untuk diketahui informasi mengenai komponen apa saja yang paling sering mengalami kerusakan. Setelah itu seluruh data yang didapat dihitung nilai RPN ( <i>Risk Priority Number</i> ) untuk dapat menentukan komponen mana yang memerlukan penjadwalan <i>preventive maintenance</i> .
---	--	------------------------	---	---	---	---

Tabel 2.1 Lanjutan Tinjauan Pustaka

7	Implementasi metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> pada Industri di Asia – Kajian Literatur	(Aprianto et al., 2021)	Jurnal Manajemen & Teknik Industri – Produksi Volume XXI, No.2, Maret 2021, hal.165	Modus potensialnya dapat berupa kesalahan pemilihan jenis material, ketidaktepatan spesifikasi dan yang lainnya. Seharusnya analisis ini dilakukan sejak desain produk awal, Modus pontensialnya dapat berupa kesalahan operator dalam merakit part, adanya variasi proses yang terlalu besar sehingga produk diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan serta faktor yang lainnya.	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	Makalah ini mendukung akademisi dan praktisi dalam mengimplementasikan alat <i>FMEA</i> baik secara efektif maupun secara proaktif untuk mengurangi risiko kegagalan dan memberikan wawasan lebih tentang mutakhirnya.
8	Analisa Perbaikan Produk NG Pada Proses <i>Mixing</i> dengan Metode <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> dan <i>Failure Mode dnd Effect Analysis (FMEA)</i>	(Indra et al., 2018)	Jurnal Rekayasa Teknologi dan Sains Terapan Vol.2, No.1 Februari 2018   Hal. 18	Salah satu masalah kualitas yang dihadapi oleh PT.Sumu Rubber Indonesia saat ini adalah produk <i>NG (Not Good) /reject</i> , hal ini terjadi apabila terdapat ketidaksesuaian antara produk yang dihasilkan dengan spesifikasi yang telah ditetapkan berupa standar kualitas. (Indra et al., 2018	<i>Metode Fault Tree Analysis (FTA)</i> dan <i>Failure Mode dnd Effect Analysis (FMEA)</i>	Hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses <i>mixing</i> , diperoleh data kegagalan proses berupa produk <i>compound NG</i> selama tahun 2013 rata-rata sebesar 1.96% dengan detail setiap bulan ditampilkan pada Tabel 1, sedangkan untuk penanganan produk <i>compound NG</i> , dilakukan treatment yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dari data yang diperoleh, dapat terlihat bahwa masalah utama yang dihadapi saat ini adalah banyaknya produk yang harus digiling ulang ( <i>rework</i> ). Hal ini disebabkan karena masalah kualitas.

Tabel 2.1 Lanjutan Tinjauan Pustaka

9	Penggunaan Fmea Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt. Asaputex Jaya Tegal)	(Puspitasari & Martanto, 2014)	Jurnal Penelitian Program Studi Teknik Industri, Undip, Vol IX, No 2, Mei 2014	Permasalahan yang terjadi pada perusahaan angka persentase yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 2%. perusahaan menghadapi masalah serius karena produk cacat yang menimbulkan klaim dari konsumen. Jika produk cacat lolos kepada konsumen dan kemudian menimbulkan kerugian, maka perusahaan harus mengganti kerugian yang dialami konsumen. Salah satu dampak negatif yang diakibatkan adalah runtuhnya reputasi perusahaan di mata konsumen.(Puspitasari & Martanto, 2014)	<i>Failure Mode          And Effect          Analysis (Fmea)</i>	Analisa Faktor – faktor Penyebab Kegagalan Produk <i>Woven Bag</i> dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effects Analysis ( <i>FMEA</i> ). Menentukan komponen dari sistem / alat yang akan dianalisa, Mengidentifikasi moda kegagalan dari proses yang diamati, Mengidentifikasi akibat / ( <i>potential effect</i> ) yang ditimbulkan potential failure, Mengidentifikasi penyebab ( <i>potential cause</i> ) dari moda kegagalan yang terjadi pada proses yang berlangsung, Menetapkan nilai – nilai ( dengan cara observasi lapangan dan brainstorming ).
---	--	---	---	--	--	--



Tabel 2.1 Lanjutan Tinjauan Pustaka

10	<p>Analisis <i>Risk Management</i> untuk memberikan usulan perbaikan kualitas celana <i>chinos</i> menggunakan metode <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> (Studi kasus UD. Lucky Jeans)</p>	<p>(Nanda Prasetya Pambudi, andre Sugiyono, 2020)</p>	<p>Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA (KIMU)</p>	<p>Terdapat kegagalan produk yang melebihi toleransi yang ditentukan yaitu 5 dari 100% dari hasil produksi dengan tingkat kegagalan produk yang dialami yaitu 17,%</p>	<p><i>Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)</i></p>	<p>Setelah dilakukan uji perbaikan, tingkat cacat pada periode desember 2019 sampai januari 2020 yaitu 200 lusin. Dengan presentasi kecacatan hanya 4,5%. Sehingga perbaikan berhasil dilakukan</p>
----	--	---	--	--	---	---



Berdasarkan tinjauan Pustaka diatas, Adapun metode lain yang dapat digunakan untuk melakukan analisis penyebab kerusakan mesin yaitu :

1. *Fault Tree Analisis (FTA)*

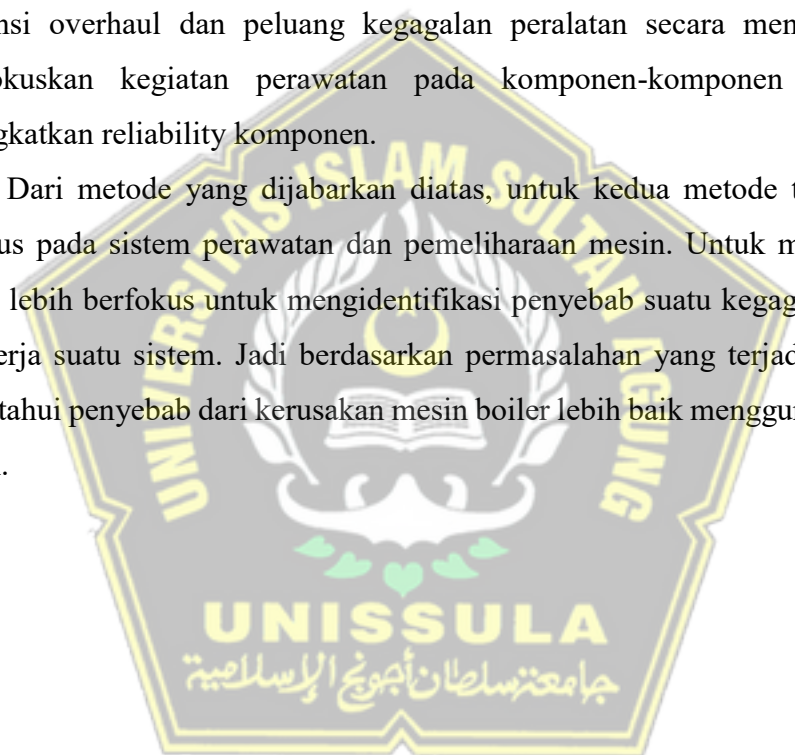
Pemeriksaan ini ialah pemeriksaan yang gunanya adalah untuk identifikasi risiko yang perannya untuk menghadapi kegagalan pemeriksaan ini dilakukan 19 dengan top Down dimulakan dengan asumsi yang terjadi dari yang paling atas lalu yang paling bawah hingga menjadi paham dan mengetahui tentang asal mula kerusakan. Pemeriksaan ini menghubungkan kerusakan dengan sebab kerusakan dalam bentuk suatu rangkaian seperti pohon yang mana metode yang dipergunakan agar dapat analisa hubungan sifatnya timbal balik dan logis. Pemeriksaan ini cara mendapatkan datanya ialah dengan diberlakukannya obrolan atau wawancara terhadap pegawai terkait yang biasanya terjadi pada manajemen atau pimpinan di lantai produksi jam paham akan isi atau alur dari produktivitas dari awal hingga akhir mereka juga yang mengamati langsung proses yang terjadi di mesin maka dari itu pimpinan atau manajer pada produksi merupakan sumber yang paling tepat untuk dilakukan wawancara atau pendataan (Kabir, Aslansefat, Sorokos, Papadopoulos, & Konur, 2020).

2. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

RCM merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang spesifik pada sebuah lingkungan pengoperasian yang khusus. Penekanan terbesar pada RCM adalah menyadari bahwa konsekuensi atau resiko dari kegagalan adalah jauh lebih penting dari pada karakteristik teknik itu sendiri. Berdasarkan prinsipnya RCM memelihara fungsional sistem memelihara agar fungsi sistem/alat tersebut sesuai dengan harapan dengan fokus kepada fungsi sistem daripada suatu komponen tunggal, mendefinisikan kegagalan sebagai kondisi yang tidak memuaskan atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sesuai standard performance yang ditetapkan serta memberikan hasil-hasil yang nyata/jelas, tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan. Tujuan dari RCM untuk

membangun suatu prioritas desain untuk memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif, merencanakan preventive maintenance yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem, mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan. Untuk mencapai tujuan tersebut dengan biaya yang minimum, RCM sangat menitikberatkan pada penggunaan preventive maintenance dengan keuntungan dapat menjadi program perawatan yang paling efisien, biaya yang lebih rendah dengan mengeliminasi kegiatan perawatan yang tidak diperlukan, meminimisasi frekuensi overhaul dan peluang kegagalan peralatan secara mendadak, dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen-komponen kritis, serta meningkatkan reliability komponen.

Dari metode yang dijabarkan diatas, untuk kedua metode tersebut lebih berfokus pada sistem perawatan dan pemeliharaan mesin. Untuk metode FMEA sendiri lebih berfokus untuk mengidentifikasi penyebab suatu kegagalan terhadap cara kerja suatu sistem. Jadi berdasarkan permasalahan yang terjadi yaitu untuk mengetahui penyebab dari kerusakan mesin boiler lebih baik menggunakan metode FMEA.



## 2.2 Landasan Teori

Adapun landasan teori tugas akhir sebagai berikut :

### 2.2.1 Pengertian Boiler (Ketel Uap)

Boiler atau ketel uap adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau uap. Komponen penting pada boiler adalah burner, ruang bakar, penukar panas dan sistem kontrol. Komposisi yang tepat untuk memutar turbin uap yang akan menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. (Suardi et al., 2017)

Boiler atau ketel uap adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk memproduksi steam/uap. Steam diperoleh dengan memanaskan air yang berada didalam bejana dengan bahan bakar. Boiler mengubah energi energi kimia menjadi bentuk energi yang lain untuk menghasilkan kerja. Pengoperasian Boiler harus sesuai dengan standar operasi yang telah ditentukan oleh pengguna boiler maupun standar pabrik pembuat boiler itu sendiri. Standar yang dibuat akan menjamin keamanan dalam pengoperasian, sehingga akan meningkatkan efisiensi ketel uap sekaligus menekan biaya operasional. (Suardi et al., 2017)

Boiler berfungsi sebagai pesawat konversi energi yang mengkonversi energi kimia (potensial) dalam hal ini adalah bahan bakar menjadi energi panas. Boiler/ketel uap terdiri dari 2 komponen utama, yaitu :

- 1) Dapur sebagai alat untuk mengubah energi kimia (bahan bakar) menjadi energi panas.
- 2) Alat penguap (*evaporator*) yang mengubah energi pembakaran (energi panas) menjadi energi potensial uap (energi panas).

Boiler pada dasarnya terdiri dari tabung/bejana (drum) yang tertutup pada ujung pangkalnya, dan dalam perkembangannya dilengkapi didalamnya pipa api maupun pipa air. Banyak orang mengklasifikasikan ketel uap tergantung kepada sudut pandang masing-masing.

### 2.2.2 Klasifikasi Ketel Uap (Boiler) menurut Desain

Menurut standart ASME boiler di golongan menjadi dua, yaitu power boilers dan heating boilers.

- 1) *Power Boilers* (Ketel Uap Daya) adalah ketel uap yang uap hasilnya digunakan diluar ketel dan memiliki tekanan uap lebih dari 15 Psi. Ketel uap ini di desain menggunakan standart ASME Sec I
- 2) *Heating Boilers* (Ketel Uap Pemanas). Boiler/ketel uap jenis ini memiliki tekanan uap berbanding terbalik dari *Power Boiler* yakni kurang dari 15 Psi. Boiler pemanas dirancang dengan aturan ASME Sec IV-*Heating Boilers*.

### 2.2.3 Klasifikasi Ketel Uap menurut Material yang digunakan

Ketel uap juga diklasifikasikan berdasarkan banyaknya bahan material yang digunakan dalam proses pembuatannya. Steel (baja) ketel uap ini, pada bagian utama dan bagian silinder terbuat dari baja. *Cast Iron* (Besi Tuang) ketel uap yang pada bagian utama serta silinder tekannya terbuat dari besi tuang (*cast iron*). Jenis *Cast Iron Boiler* (ketel uap besi tuang) dibedakan lagi menjadi dua, yaitu *Horizontal-Section Cast Iron Boiler* dan *One Piece Cast Iron boiler*. Pada jenis *Horizontal-Section Cast Iron Boiler*, ketel uap dibuat menjadi beberapa bagian dan selanjutnya dilakukan perakitan. Jenis *One Piece Cast Iron boiler*, pada jenis ini bagian bejana tekan ketel uap dibuat pada satu cetakan/tidak dipisah.

### 2.2.4 Klasifikasi Ketel Uap menurut Kegunaan

- 1) *Power Boiler* (daya) adalah ketel uap yang digunakan sebagai pembangkit daya. Misalnya PLTU, PLTB, PLTG dan pembangkit listrik lainnya.
- 2) *Process Boiler* (proses), ketel uap ini digunakan pada industri pada suatu proses fabrikasi atau produksi.
- 3) *Steam Heating* (pemanas uap) jenis ketel uap ini dirancang pada tekanan kurang dari 15 Psi. Uap hasil pemanasan kemudian digunakan industri sebagai pemanas atau pengering pada suatu proses yang dibutuhkan.
- 4) *Hot Water Heating* (Pemanas Air Panas), ketel uap jenis ini digunakan untuk menjaga kondisi suhu air agar tetap sesuai dengan suhu yang dibutuhkan oleh suatu proses industri.
- 5) *Hot Water Supply* (Persediaan Air Panas) uap yang dihasilkan oleh ketel jenis ini hampir mirip dengan jenis ketel pemanas air panas diatas. Disini ketel digunakan untuk memanaskan air dan menjadi storage pada persediaan air panas.

- 6) *Hot Water Heater* (Pemanas Air). Ketel uap jenis ini memiliki tujuan yang sama dengan *hot water heating boiler* dan *hot water supply boiler*, namun memiliki perbedaan pada pengoperasian temperaturnya yakni kurang dari 210 F.

### 2.2.5 Klasifikasi Ketel Uap menurut Tube Type (Tipe Pipa)

- 1) Ketel Uap Pipa Api (*fire tube boiler*)

Gas panas hasil dari pembakaran atau bisa kita sebut *flue gas* akan mengalir dalam pipa-pipa yang diselimuti oleh air sehingga terjadi proses perpindahan panas dari *flue gas* ke air. Air yang menyerap panas tersebut kemudian berubah menjadi uap sebagai hasil dari proses yang terjadi di boiler..

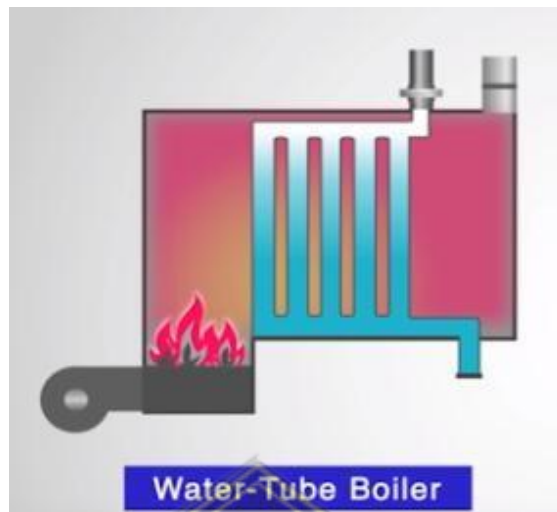


Gambar 2.1 Boiler Pipa Api

- 2) Ketel Uap Pipa Air (*water tube boiler*)

Pada boiler pipa air, air yang mengalir berada dalam pipa yang diselimuti gas panas hasil pembakaran yang berada di luar pipa. Air yang mengalir tersebut menerima transfer kalor dari pembakaran yang mampu mengubah fasanya menjadi uap.





Gambar 2.2 Boiler Pipa Air

### 2.2.6 Klasifikasi Boiler berdasarkan letak dapur pembakaran (*furnance position*)

Ada dua jenis letak dapur sebagai tempat terjadinya pembakaran pada boiler, yaitu di dalam dan di luar. Ketel uap yang pembakarannya terjadi di dalam disebut (*internally fired steam boiler*) sedangkan ketel uap yang dapur pembakarannya terjadi di luar disebut (*outernally fired steam boiler*).

### 2.2.7 Klasifikasi Boiler berdasarkan pada porosnya tutup drum (shell)

Ini adalah klasifikasi yang saya bilang paling mudah untuk dibedakan. Kita hanya tinggal melihat posisi dari boiler. Ada dua jenis boiler pada klasifikasi berdasarkan pada porosnya tutup dram, yaitu boiler tegak dan boiler mendatar. Boiler tegak juga disebut (*vertikal steam boiler*) sedangkan boiler mendatar disebut (*horizontal steam boiler*).

### 2.2.8 Klasifikasi Boiler berdasarkan pada sumber panasnya (heat source)

- a) Ketel uap dengan bahan bakar alami
- b) Ketel uap dengan bahan bakar buatan
- c) Ketel uap dengan dapur listrik
- d) Ketel uap dengan energi nuklir

### 2.2.9 Metode Failure Mode And Effect Analisis (FMEA)

FMEA adalah suatu cara dimana suatu bagian atau suatu proses yang mungkin gagal memenuhi suatu spesifikasi, menciptakan cacat atau

ketidaksesuaian dan dampaknya pada pelanggan bila mode kegagalan itu tidak dicegah atau dikoreksi (Brue, 2002).

Menurut (Gaspersz, 2002), Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) merupakan teknik analisa risiko secara sirkulatif yang digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan, fasilitas/sistem dapat gagal serta akibat yang dapat ditimbulkannya. Hasil FMEA berupa rekomendasi untuk meningkatkan kehandalan tingkat keselamatan fasilitas, peralatan/sistem. Dalam konteks Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), kegagalan yang dimaksudkan dalam definisi ini merupakan suatu bahaya yang muncul dari suatu proses. Pencegahan terjadinya kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan cara mengontrol terjadinya kecelakaan kerja yang mempunyai risiko tinggi baik dalam hal akibatnya, kemungkinan terjadinya dan kemudahan pendeteksiannya. Berdasarkan hal itu FMEA merupakan metode yang tepat untuk dilakukan karena metode FMEA mengukur tingkat risiko kecelakaan kerja secara konvensional berdasarkan tiga parameter yaitu keparahan/*Severity* (S), kejadian/*Occurance* (O) dan deteksi/*Detection* (D).

Dikutip dari (Saragih, 2016), Arti FMEA secara harafiah adalah:

- a. *Failure* yaitu prediksi kemungkinan kegagalan atau cacat
- b. *Mode* yaitu penentuan mode kegagalan
- c. *Effect* yaitu identifikasi pengaruh tiap komponen terhadap kegagalan
- d. *Analysis* yaitu tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi terhadap penyebab kegagalan

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk menganalisa dan menemukan:

1. Semua kegagalan-kegagalan yang potensial terjadi pada suatu sistem.
2. Efek-efek dari kegagalan yang terjadi pada sistem
3. Bagaimana cara untuk memperbaiki atau meminimalis kegagalan-kegagalan atau efek-efek nya pada sistem.

FMEA terdiri dari beberapa jenis, antara lain sebagai berikut:

- a. *Process*: berfokus pada analisa proses manufaktur dan *assembly*
- b. *Design*: berfokus pada analisa produk sebelum proses produksi

- c. *Concept*: berfokus pada analisa sistem atau subsistem dalam tahap awal desain konsep.
- d. *Equipment*: berfokus pada analisa desain mesin dan perlengkapan sebelum melakukan pembelian.
- e. *Service*: berfokus pada analisa jasa dari proses industri jasa sebelum diluncurkan ke pelanggan.
- f. *System*: berfokus pada analisa fungsi sistem secara global.
- g. *Software*: berfokus pada analisa fungsi *software*.

FMEA biasanya dilakukan selama tahap konseptual dan tahap awal *design* dari sistem dengan tujuan untuk meyakinkan bahwa semua kemungkinan kegagalan telah dipertimbangkan dan usaha yang tepat untuk mengatasinya telah dibuat untuk meminimisasi semua kegagalan-kegagalan yang potensial.

Tahapan Pembuatan FMEA secara umum adalah sebagai berikut :

1. Penentuan mode kegagalan yang potensial pada setiap proses
2. Penentuan dampak/efek kegagalan potensial  
Dampak kegagalan potensial adalah dampak yang ditimbulkan dari suatu kegagalan terhadap konsumen.
3. Penentuan Nilai *Severity* (S)  
*Severity* adalah peringkat yang menunjukkan tingkat keseriusan efek dari suatu mode kegagalan. *Severity* berupa angka 1 hingga 10, di mana 1 menunjukkan keseriusan terendah (resiko kecil) dan 10 menunjukkan tingkat keseriusan tertinggi (sangat beresiko). Kriteria *Severity* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 1 Rating Severity

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	<b>Kriteria</b>
Tidak ada	1	Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh
Sangat Minor	2	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Pelanggan yang jeli menyadari defect tersebut
Minor	3	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Sebagian pelanggan menyadari defect tersebut
Sangat Rendah	4	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Pelanggan secara umum menyadari defect tersebut
Rendah	5	- Gangguan minor pada lini produksi - Defect tidak memengaruhi proses berikutnya - Produk dapat beroperasi tetapi tidak sesuai dengan spesifikasi
Sedang	6	- Gangguan minor pada lini produksi - Defect memengaruhi terjadinya defect atau 1 – 2 proses berikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Tinggi	7	- Gangguan minor pada lini produksi - Defect memengaruhi terjadinya defect atau 3 – 4 proses berikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Sangat Tinggi	8	- Gangguan mayor pada lini produksi - Defect memengaruhi terjadinya defect atau 5 – 6 proses berikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Berbahaya Dengan Peringatan	9	- Kegagalan tidak membahayakan operator - Kegagalan langsung menjadi waste - Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan
Berbahaya Tanpa Adanya Peringatan	10	- Dapat membahayakan operator - Kegagalan langsung menjadi waste - Kegagalan akan terjadi tanpa adanya didahului peringatan

Sumber : (Gaspersz, 2002)

4. Identifikasi Penyebab Potensial dari Kegagalan

Penyebab kegagalan yang potensial adalah penyebab potensial yang dapat mengakibatkan terjadinya kegagalan.

5. Penentuan Nilai *Occurrence* (O)

*Occurrence* adalah ukuran seberapa sering penyebab potensial terjadi. Nilai *occurrence* berupa angka 1 sampai 10, di mana 1 menunjukkan tingkat kejadian rendah atau tidak sering dan 10 menunjukkan tingkat kejadian sering. Nilai *occurrence* dapat ditentukan berdasarkan jumlah kegagalan atau angka Ppk (*performance index*) yaitu angka yang diperoleh dari perhitungan statistik yang menunjukkan *performance* atau *capability* suatu proses dalam menghasilkan produk sesuai spesifikasi. Penentuan nilai *occurrence* juga dapat berdasarkan sejarah kualitas dari produk/proses sejenis. Kriteria *occurrence* sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Rating *Occurrence*

Ranking	Kriteria Verbal	Probabilitas Kegagalan
1	Kegagalan mustahil, tak pernah ada kegagalan yang terjadi dalam proses identik	1 dalam 1500000
2	Hanya kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	1 dalam 150000
3	Kegagalan terisolasi berkaitan proses serupa	1 dalam 15000
4	Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu	1 dalam 2000
5	yang kadang mengalami kegagalan tetapi	1 dalam 400
6	tidak dalam jumlah besar	1 dalam 80
7	Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan	1 dalam 20
8	dalam jumlah besar	1 dalam 8
9	Kegagalan hampir tidak bisa dihindari	1 dalam 3
10	Kegagalan sangat tinggi	1 dalam 2

Sumber : (Gaspersz, 2002)



6. Identifikasi Metode Pengendalian yang Ada

Pengendali proses adalah metode kontrol yang dapat mencegah terjadinya kegagalan atau mendeteksi terjadinya kegagalan. Pengendali proses dapat berupa *error/mistake proofing*, SPC atau evaluasi (tes/inspeksi).

7. Nilai *Detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan/mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. *Detection* berupa angka dari 1 hingga 10, di mana 1 berarti sistem deteksi dengan kemampuan tinggi atau hampir dipastikan suatu mode kegagalan dapat terdeteksi, dan nilai 10 berarti sistem deteksi dengan kemampuan rendah yaitu sistem deteksi tidak efektif. Kriteria penilaian *detection* sebagai berikut:

**Tabel 2. 3** *Rating Detection*

<b>Ranking</b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b>Effect</b>
1	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	Hampi Pasti
2	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	Sangat Tinggi
3	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	Tinggi
4	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	Agak Tinggi
5	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	Sedang
6	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	Rendah
7	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	Sangat Rendah
8	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	Jarang
9	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	Sangat Jarang
10	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi kegagalan	Hampir Tidak Mungkin

Sumber : (Gaspersz, 2002)



8. *Risk Priority Number (RPN)* merupakan hasil perkalian antara *rating severity*, *detectibility*, dan *rating occurrence*

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

Keuntungan FMEA antara lain adalah sebagai berikut :

1. FMEA membantu untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi atau mengendalikan cara kegagalan yang berbahaya, meminimasi kerusakan terhadap sistem dan penggunaannya.
2. Meningkatnya keakuratan dari perkiraan terhadap peluang dari kegagalan yang akan dikembangkan, khususnya juga data dari peluang realibilitas didapat dengan menggunakan FMEA
3. Realibilitas dari produk akan meningkat. Waktu untuk melakukan desain akan dikurangi berkaitan dengan melakukan identifikasi dan perbaikan dari masalah-masalah

### 2.3 Hipotesa dan Kerangka Teoritis

Adapun Hipotesa dan Kerangka Teoritis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

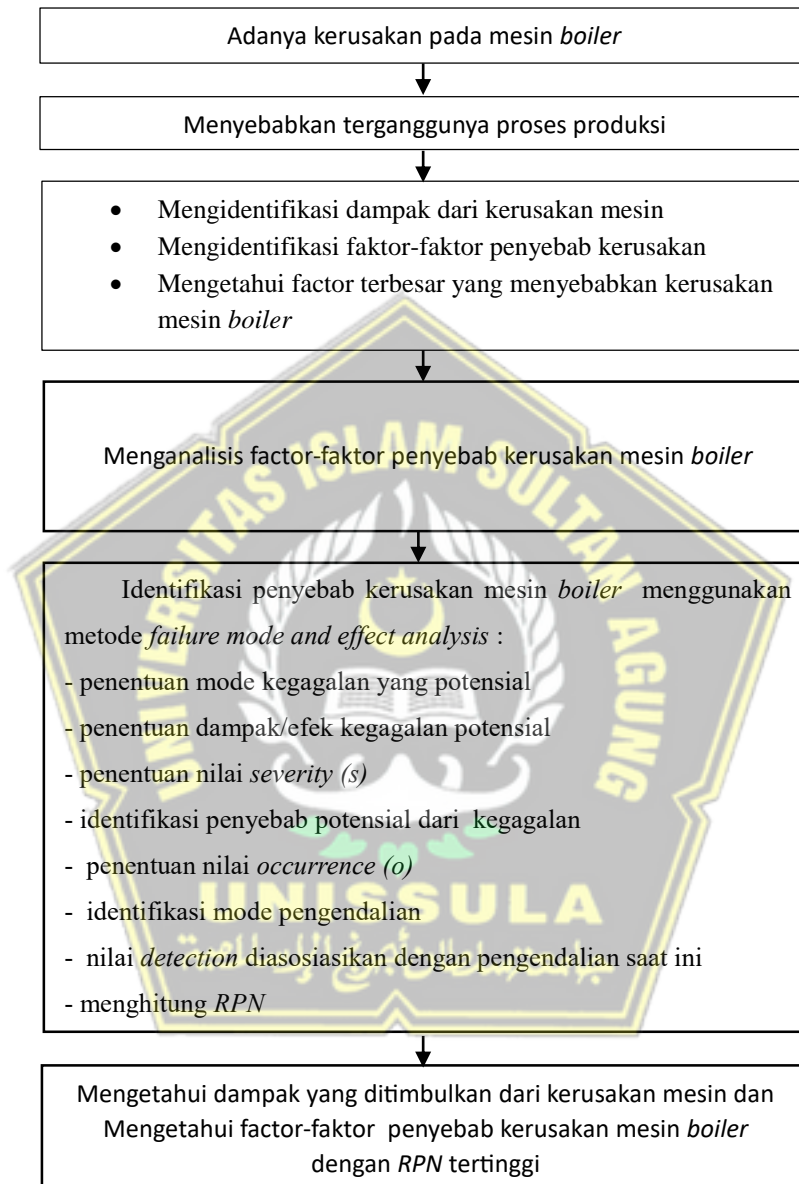
#### 2.3.1 Hipotesa

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan sesuai dengan penjelasan diatas, dalam penelitian tugas akhir yang akan dilakukan, penulis mngambil hipotesa bahwa masalah kerusakan dalam penggunaan mesin *boiler* pada produksi bawang merah di perusahaan PT. Sinergi Brebes Inovatif dapat ditemukan solusinya menggunakan suatu analisa untuk mengidentifikasi jenis keruskaan apa saja yang sering terjadi pada mesin *boiler* dan mengetahui faktor penyebab kerusakan pada mesin untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan pada mesin *boiler* menggunakan metode *Failur Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

#### 2.3.2 Kerangka Teoritis

Dalam pemecahan masalah yang terjadi pada PT. Sinergi Brebes Inovatif yaitu adanya kerusakan pada penggunaan mesin *boiler*, peneliti akan mengidentifikasi penyebab dari kerusakan yang terjadi pada mesin *boiler*. Kemudian metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* akan digunakan

untuk mengidentifikasi kerusakan potensial pada mesin *boiler* atau proses sebelum terjadi, mempertimbangkan resiko yang berkaitan dengan kerusakan tersebut. Maka adapun kerangka teoritis dalam penelitian ini sebagai berikut :



**Gambar 2.3** Kerangka Teoritis

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian ini merupakan suatu tahap yang dilakukan sebelum melakukan penelitian dalam suatu observasi atau mencari solusi dari masalah/gejala yang timbul sehingga dapat menyelesaikan suatu masalah dan dapat berjalan dengan terstruktur, sistematis dan mempermudah dalam pengambilan kesimpulan dari hasil penelitian.

#### **3.1 Pengumpulan Data**

Tahap ini untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan untuk penelitian. Adapun data-data yang diperoleh dari penelitian adalah :

- a. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dengan melakukan pengamatan dari beberapa sumber yang terkait. Data-data ini didapat dari metode wawancara dengan cara membagikan kuesioner kepada pihak-pihak yang bersangkutan di PT. Sinergi Brebes Inovatif.
- b. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung. Data ini biasanya berupa dokumen, file, atau catatan-catatan dari perusahaan. Data yang diperoleh melalui dokumentasi perusahaan dan sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

#### **3.2 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dengan cara mengumpulka suatu informasi yang didapatkan dari menguraikan, memperkirakan dan menduga masalah yang terjadi di perusahaan dengan turun langsung mengamati ke lapangan, studi pustaka, dan identifikasi masalah. Identifikasi masalah meliputi :

- a. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan bertujuan untuk mengetahui kondisi nyata di PT. Sinergi Brebes Inovatif untuk menentukan dasar masalah dan area penelitian yang akan diteliti. Setelah mendapatkan permasalahan yang terjadi, penulis melakukan analisa kerusakan mesin boiler menggunakan metode *Failure*

*Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan memberikan usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerusakan mesin boiler.

b. Studi Pustaka

Studi pustaka diperlukan untuk memecahkan masalah yang ada. Berisi tentang tinjauan pustaka yang digunakan untuk acuan dalam memecahkan masalah yang ada. Studi pustaka didapatkan dari jurnal, textbook, makalah, dan lain sebagainya. Adapun pokok masalah yang dikaji lebih dalam pada penelitian ini yaitu analisa kerusakan mesin boiler menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) memberikan usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerusakan mesin boiler.

c. Rumusan Masalah

Pada perumusan masalah dibangun fokus permasalahan dan untuk selanjutnya akan menjadi acuan dalam menetapkan tujuan penelitian. Rumusan masalah ini berisi analisa kerusakan mesin boiler dan usulan perbaikan untuk mengurangi hal tersebut.

d. Tujuan Penelitian

Dengan adanya penetapan tujuan penelitian, maka target penelitian akan lebih terarah dan jelas. Tujuan penelitian ini merupakan solusi dari rumusan masalah yaitu analisa kerusakan mesin boiler sehingga didapatkan sehingga didapatkan usulan perbaikan untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan pada mesin boiler.

### 3.3 Pengujian Hipotesa

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan sesuai dengan penjelasan diatas, dalam penelitian tugas akhir yang akan dilakukan, penulis mngambil hipotesa bahwa masalah kerusakan dalam penggunaan mesin *boiler* pada produksi bawang merah di perusahaan PT. Sinergi Brebes Inovatif dapat ditemukan solusinya menggunakan suatu analisa untuk mengidentifikasi jenis keruskaan apa saja yang sering terjadi pada mesin *boiler* dan mengetahui faktor penyebab kerusakan pada mesin untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan pada mesin *boiler* menggunakan metode *Failur Mode and Effect Analysis* (FMEA).

### 3.4 Metode Analisis

Dalam mengatasi permasalahan yang terjadi yaitu menganalisa kerusakan dalam penggunaan mesin *boiler* pada produksi bawang merah di perusahaan PT. Sinergi Brebes Inovatif menggunakan metode *Failur Mode and Effect Analysis (FMEA)* sehingga mengetahui akar permasalahan dalam kerusakan yang terjadi, sehingga dapat mempertimbangkan resiko yang berkaitan dengan kerusakan tersebut dan melakukan tindakan perbaikan.

### 3.5 Pembahasan

Dalam tahap pembahasan penelitian ini, peneliti akan berfokus pada kerusakan mesin *boiler* pada produksi bawang merah di perusahaan PT. Sinergi Brebes Inovatif menggunakan metode *Failur Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Hasil yang didapatkan nantinya akan diusulkan kepada perusahaan agar dapat dipertimbangkan untuk mengurangi kerusakan pada mesin *boiler*.

### 3.6 Penarikan Kesimpulan

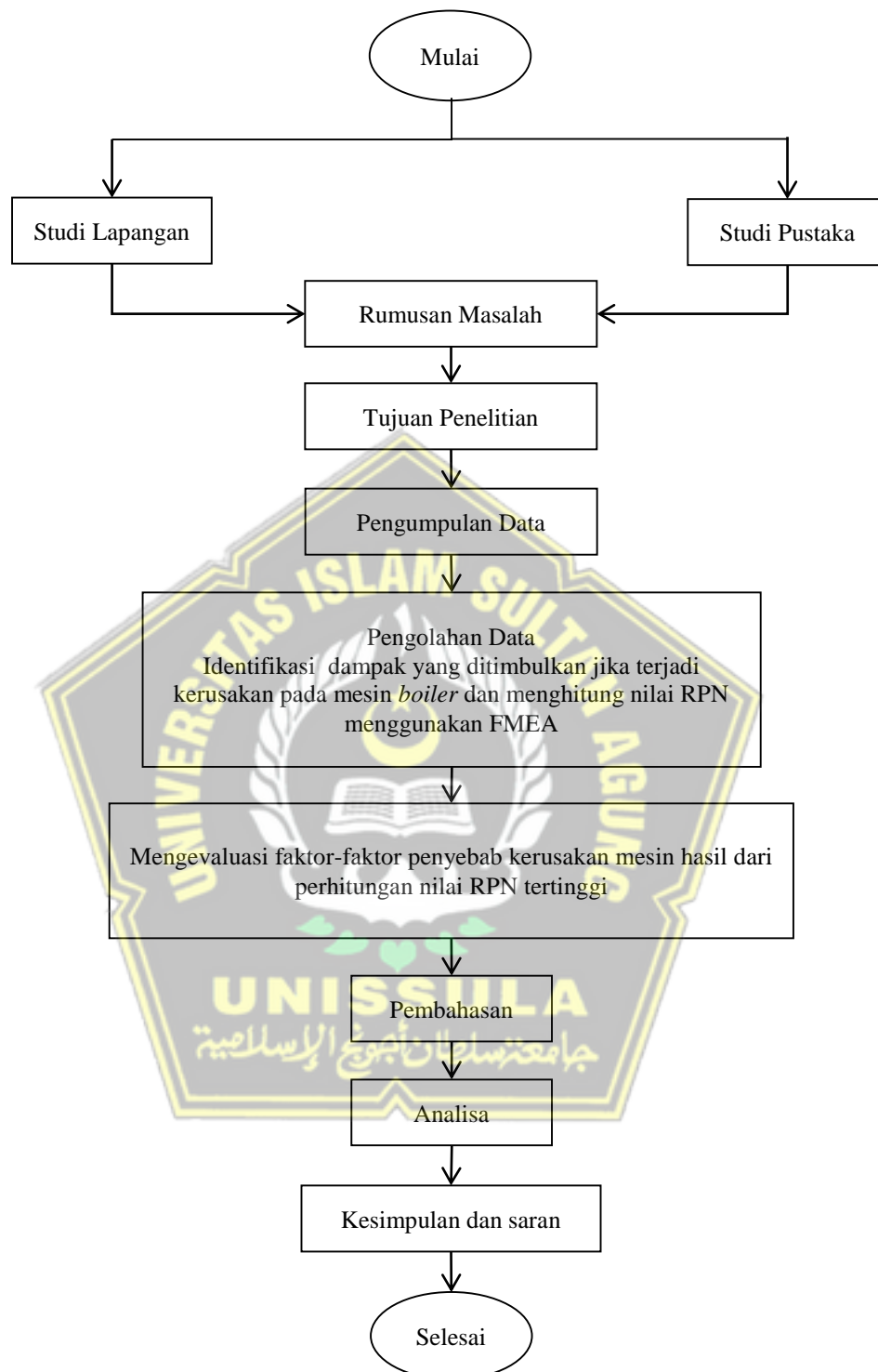
Pada penarikan kesimpulan, peneliti dapat menyimpulkan bahwa berdasarkan dari hasil pengolahan data, serta pembahasan analisa yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan hasil akhir dengan memberikan usulan/rekomendasi kerusakan mesin *boiler*. Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam penelitian dengan menghasilkan kesimpulan untuk memberikan gambaran hasil penelitian secara keseluruhan dan memberikan rekomendasi atau saran ditujukan baik bagi perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya.

### 3.7 Diagram Alir

Pada diagram alir ini menggambarkan proses penelitian yang akan dilakukan agar berjalan secara terstruktur. Tahap awal penelitian dimulai dari studi lapangan yang dilakukan di bagian produksi PT. Sinergi brebes inovatif. Kemudian dilanjutkan studi literatur dengan mengkaji literatur-literatur terdahulu yang terkait dengan penelitian ini seperti pada jurnal, artikel ilmiah dan buku-buku. Tahap selanjutnya merumuskan masalah dan tujuan masalah dari penelitian yang akan dilakukan. Setelah itu mengumpulkan data-data yang diperlukan dan mengolah serta mengidentifikasi data yang diperoleh serta melakukan pembahasan terkait permasalahan di penelitian ini. Tahap akhir adalah kesimpulan dan saran. Berikut adalah diagram alir pada penelitian ini :







**Gambar 3.1** Diagram alir

Berdasarkan diagram alir diatas, langkah pertama yaitu melakukan studi lapangan. Studi lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi nyata di PT. Sinergi Brebes Inovatif untuk menentukan dasar masalah dan area penelitian yang akan

diteliti. Setelah mendapatkan permasalahan yang terjadi, penulis melakukan analisa kerusakan mesin boiler menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Kemudian dilakukan Studi pustaka diperlukan untuk memecahkan masalah yang ada. Berisi tentang tinjauan pustaka yang digunakan untuk acuan dalam memecahkan masalah yang ada. Studi pustaka didapatkan dari jurnal, textbook, makalah, dan lain sebagainya. Adapun pokok masalah yang dikaji lebih dalam pada penelitian ini yaitu analisa kerusakan mesin boiler menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Kemudian dilakukan perumusan masalah dan tujuan penelitian sesuai yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Setelah itu dilakukan pengumpulan data. Tahap ini untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan untuk penelitian. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dengan melakukan pengamatan dari beberapa sumber yang terkait. Data-data ini didapat dari metode wawancara dengan cara membagikan kuesioner kepada pihak-pihak yang bersangkutan di PT. Sinergi Brebes Inovatif. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung. Data ini biasanya berupa dokumen, file, atau catatan-catatan dari perusahaan. Data yang diperoleh melalui dokumentasi perusahaan dan sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Langkah selanjutnya adalah pengolahan data yaitu identifikasi dampak yang ditimbulkan jika terjadi kerusakan pada mesin *boiler* dan menghitung nilai RPN menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Mengevaluasi faktor-faktor penyebab kerusakan mesin hasil dari perhitungan nilai RPN tertinggi. Kemudian tahap pembahasan penelitian ini, peneliti akan berfokus pada kerusakan mesin *boiler* pada produksi bawang merah di perusahaan PT. Sinergi Brebes Inovatif menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil yang didapatkan nantinya akan diusulkan kepada perusahaan agar dapat dipertimbangkan untuk mengurangi kerusakan pada mesin *boiler*. Dalam mengatasi permasalahan yang terjadi yaitu menganalisa kerusakan dalam penggunaan mesin *boiler* pada produksi bawang merah di perusahaan PT. Sinergi Brebes Inovatif menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sehingga mengetahui akar permasalahan dalam kerusakan yang terjadi, sehingga dapat mempertimbangkan resiko yang berkaitan dengan kerusakan tersebut dan

melakukan tindakan perbaikan. Pada penarikan kesimpulan, peneliti dapat menyimpulkan bahwa berdasarkan dari hasil pengolahan data, serta pembahasan analisa yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan hasil akhir dengan memberikan usulan/rekomendasi kerusakan mesin *boiler*. Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam penelitian dengan menghasilkan kesimpulan untuk memberikan gambaran hasil penelitian secara keseluruhan dan memberikan rekomendasi atau saran ditujukan baik bagi perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya.



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada studi kasus penelitian di PT. Sinergi Brebes Inovatif adalah sebagai berikut :

##### **4.1.1 PT. Sinergi Brebes Inovatif**

PT Sinergi Brebes Inovatif adalah sebuah perusahaan yang dimiliki dan dikelola oleh kelompok tani dengan fokus memproduksi olahan dari bawang merah. Didirikan pada tahun 2018, atas dasar fluktuasi harga bawang merah ketika panen raya, harga selalu jatuh. Kemudian kami mulai memproduksi olahan bawang merah guna memberikan nilai tambah petani pada nilai jual bawang merah. Produk yang kami produksi dari olahan bawang merah yaitu pasta bawang merah, bawang crispy, dan bawang goreng dengan merek Dapur Rasa. Visi dari perusahaan kami yaitu terbentuknya kegiatan berbasis industri yang akan menciptakan nilai tambah ekonomi bagi para petani. antara lain dalam hal peningkatan pendapatan petani, menciptakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan daerah, dan menambah umur simpan produk. Kami juga memberdayakan masyarakat lokal sekitar untuk ikut dalam kegiatan perusahaan.

PT. Sinergi Brebes Inovatif adalah sebuah perusahaan yang dimiliki dan dikelola oleh kelompok tani dengan fokus memproduksi olahan dari bawang merah berupa produk pasta bawang merah, bawang goreng dan bawang crispy. Awal mula berdirinya PT. Sinergi Brebes Inovatif karena kegelisahan bawang merah anjlog, sehingga kami berinisiatif untuk mendirikan perusahaan yang dapat memberikan nilai tambah. Perusahaan berupaya untuk terus menjadi usaha yang menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan melalui komitmen dalam setiap proses bisnis yang meliputi Jual Beli Bawang Merah dan Industri Olahan Pasta Bawang Merah. Pada tahun 2018, PT Sinergi Brebes Inovatif memberdayakan kurang lebih 100 masyarakat lokal, sekaligus telah berhasil memproduksi rata-rata 120 Ton per tahun .

#### 4.1.2 Proses Produksi PT. Sinergi Brebes Inovatif

Berikut adalah proses produksi yang dilakukan di PT. Sinergi Brebes Inovatif untuk menghasilkan berbagai varian olahan bawang merah:

##### 1. Pemilihan Bahan Baku

Bawang merah yang akan diolah harus mempunyai bentuk yang seragam, bebas dari kerusakan karena penyakit maupun kerusakan mekanis. Untuk mendapatkan umbi yang bermutu, bawang merah harus dipanen pada tingkat ketuaan yang optimum. Tanaman bawang merah biasanya dipanen setelah terlihat tanda-tanda seperti :

- Pangkal daun bila dipegang sudah lemah
- 70-80% daun berwarna kuning
- Umbi lapis kelihatan penuh berisi
- Sebagian umbi tersembul di atas permukaan tanah,
- Sudah terjadi pembentukan pigmen merah dan
- Timbulnya bau bawang yang khas yang ditandai dengan timbulnya warna merah tua atau merah kekuningan pada umbi dan daun bagian atas mulai rebah.

Keadaan seperti ini biasanya diperoleh setelah tanaman berumur 55-65 hari (maksimal 65 hari) di dataran rendah dan 65-70 hari di dataran tinggi. Jika tanaman bawang merah sudah memiliki ciri seperti diatas berarti bawang merah siap dipanen dan dijadikan olahan produk ataupun menjadi bumbu masak secara langsung.

Pemilihan bahan dilakukan secara manual dengan memisahkan umbi yang sehat, umbi yang utuh dan menarik. Dan membuang umbi yang telah mengalami kerusakan sekaligus mengelupas kulit umbi bagian luar yang kering dan membuang tanah yang menempel pada umbi.





Gambar 4.1 Pemilihan Bahan Baku

## 2. Pengupasan

Pengupasan awal setelah panen bertujuan untuk menghilangkan bagian kulit, akar dan bagian atas umbi, lalu dilakukan pencucian dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran. Pengupasan dilakukan dengan menggunakan pisau yang tajam untuk mencegah kerusakan jaringan bawang merah sehingga perubahan enzim dan penurunan rasa pedas dapat dikurangi.

Pencucian pada bawang biasanya disatukan dengan pengupasan bila menggunakan "*Fame Peeling*", sebelumnya bawang dipanaskan pada suhu 90 °F (32°C) sampai 100°F (38°C) kemudian dicuci dengan menggunakan "*Brush Spray Washer*" untuk menghilangkan akar, kulit dan bagian atas bawang. Pengupasan kulit luar bawang merah dengan menggunakan pisau. Proses pengupasan ini melibatkan ratusan tenaga kerja tidak langsung yang terdiri dari para ibu rumah tangga di sekitar lokasi industri. Setelah bersih dari kulit luar, kemudian bawang merah dicuci dengan air bersih.





Gambar 4.2 Pengupasan

### 3. Penyortiran

Penyortiran bawang merah setelah panen dilakukan dengan membuang umbi yang busuk dan mengelompokkan bawang merah sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Penyortiran dan grading harus dilakukan secara profesional karena menentukan harga setiap kelas mutu. Sortasi dilakukan dengan memilih umbi yang bersih kemudian pisahkan berdasarkan:

- a) ada tidaknya cacat pada umbi
- b) normal tidaknya bentuk dan ukuran umbi
- c) ada tidaknya tanda-tanda penyakit yang melekat pada umbi

Bawang merah dapat dibagi menjadi tiga kelas mutu berdasarkan ukuran umbi:

- Kelas mutu I: Umbi berdiameter 3-4 cm
- Kelas mutu II: Umbi berdiameter 2-3 cm
- Kelas mutu III: Umbi berdiameter 2 cm

Bawang merah juga dapat dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan ukuran umbi dan berat:

- Bawang merah umbi besar: Diameter lebih dari 1.8 cm dan berat lebih dari 10 g

- Umbi sedang: Diameter 1.5 sampai 1.8 cm dan berat antara 5 sampai 10 g
- Umbi kecil: Diameter kurang dari 1.5 cm dan berat kurang dari 10 g



Gambar 4.3 Penyortiran

#### 4. Pencucian

Dalam proses ini bawang merah dicuci bersih agar kotoran pada bawang merah dapat hilang semua. Sebagian besar kotoran dari hasil proses panen yang menempel pada bawang merah. Pencucian dilakukan 2 X agar bawang merah benar benar bersih.

#### 5. Penirisan

Penirisan Bawang merah setelah dicuci, ditiriskan, agar air terpisah dari bawang merah. Hal ini agar bawang merah cepat kering saat akan dilakukan proses selanjutnya dan bawang merah juga semakin awet.

#### 6. Pengirisan

Pengirisan Untuk mengiris bawang merah digunakan pisau stainless yang tajam dengan irisan membujur. Untuk menghasilkan partikel yang relatif berukuran lebih kecil dari produk dehidrasi dalam bentuk bubuk yang sensitif terhadap panas maka sangat praktis memperkecil bentuk dalam irisan-irisan tipis. Pada pembuatan tepung bawang merah dari varietas Sumenep dan Bima menunjukkan bahwa nilai

VRS (zat volatile), rendemen tepung, nilai kelarutan dan wama tepung bawang merah terbaik diperoleh pada perlakuan varietas Sumenep dengan tebal pengirisan 1-3 mm dengan suhu pemanasan  $60^{\circ}\text{C}$ , sedangkan aroma tepung bawang merah yang disukai panelis pada perlakuan varietas Bima dengan tebal pengirisan 1-3 mm dan suhu pengeringan  $70^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 4.4** Mesin Pengirisan

#### 7. Perendaman

Perendaman Setelah bawang merah diiris, direndam dalam larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  (natrium Metabisulfit) dengan konsentrasi 500 ppm - 1.500 ppm selama 5-10 menit. Peranan senyawa sulfit dalam bahan pangan adalah sebagai antioksidan, mencegah kerusakan vitamin C, juga dapat memucatkan warna alami pangan, menghambat reaksi pencoklatan enzimatis dan nonenzimatis. Disamping itu penambahan senyawa sulfit dapat meningkatkan daya perlindungan terhadap reaksi pencoklatan yang sering terjadi pada bahan yang dikeringkan. Warna merupakan salah satu atribut kualitas yang paling penting untuk semua produk segar maupun olahan. Warna sangat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumsi, walaupun warna kurang berhubungan dengan nilai gizi, bau ataupun fungsi lainnya. Perlakuan perendaman bawang merah dalam larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  tidak memberikan pengaruh

yang nyata terhadap nilai warna tepung, akan tetapi panelis cenderung menyukai warna tepung bawang merah yang diberi perlakuan perendaman 500 ppm selama 5 menit.



Gambar 4.5 Alat Perendaman

#### 8. Pengeringan

Pengeringan Irisan bawang merah ditaburkan dalam loyang, dikeringkan dalam oven dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Faktor yang mempengaruhi kandungan air tepung bawang merah antara lain adalah suhu pengeringan, tebal irisan bawang dan lama pengeringan. Bila dilihat dari komposisi kimia yang terkandung dalam bawang merah ternyata kandungan air merupakan komposisi terbesar yaitu 81,02% dan setelah dikeringkan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam dengan ketebalan irisan 1 mm menghasilkan tepung dengan kadar air 6,96%.

Kadar air tepung bawang merah juga dipengaruhi oleh perlakuan perendaman irisan bawang merah dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  sebelum dikeringkan. Irisan bawang merah yang direndam dalam larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  menghasilkan tepung dengan kadar air terkecil (4,7%) apabila digunakan konsentrasi 1.500 ppm dengan lama perendaman 15 menit (Hartuti dan Histifarina, 1997). Selanjutnya dikatakan bahwa pembuatan tepung bawang merah dengan konsentrasi Natrium metabisulfit 500



ppm dengan lama perendaman 10 menit merupakan perlakuan terbaik dilihat dari segi kadar volatile reducing substance (VRS) tinggi (3 1,15 mikrogrek/g), kadar air rerldall (4,8 %), kadar abu cukup rendah (2,03 %) dengan penilaian aroma cnpuk disukai. Kornposisi kimia bawang rnerah segar, tepung bawang merah tanpa perlaki~an perendaman Natrium metabisulfit dan dengan perlakuan perendaman Natrium metabisullfit konsentrasi 500 ppm selama 10 menit.

#### 9. Pengolahan Bahan

Pengolahan bahan, dilakukan setelah mencampur irisan-irisan bawang goreng dengan tepung terigu dan tapioka. Komposisi terigu dan tapioka sebagai bahan pencampur tetgantug pada kualitas bawang goreng yang akan diproduksi. Kualitas hasil produksi bawang goreng dikelompokan menjadi tiga bagian, yaitu kualitas I. II dan III dengan komposisi bahan pencampur berturut-turut sekitar 8 - 10 ; 12,5 - 15,0 dan 20 - 22 persen dari jumlah bahan baku bawang merah yang digunakan. Beberapa produsen belum seragam mengenai jumlah bahan campuran karena produk bahan bawang goreng yang akan dihasilkannya juga tergantung pada permintaan pasar. Semakin sedikit bahan campurannya, maka akan semakin baik kualitas bawang gorengnya. dan pada gilirannya akan meningkatkan harga jual bawang goreng itu sendiri. Hal ini dilakukan terutama untuk memenuhi pesanan pasar swalayan dan pesanan insidensil. Setelah pengadukan selesai, adonan bahan baku tersebut lalu ditampung dalam wadah bersih dekat penggorengan untuk siap digoreng.

#### 10. Penggorengan

Penggorengan dalam kancan besar berkapasitas 10 kilogram. Minyak goreng yang biasa digunakan adlah minyak sayur. Hasil penggorengan disimpan sementara dalam tempat penyaringan untuk menampung minyak berlebih. Untuk meningkatkan kerenyahan pada bawang merah goreng diberi Natrium klilorida. Pada pembuatan bawang goreng dari beberapa varietas, menunjukkan bahwa perlakuan perendaman dalam larutan 5% NaCl dan 0,3% CaCl<sub>2</sub> selama I jam menghasilkan kadar air berturut-turut 3,2% dan 4%, lama penggorengan 10 menit pada suhu 210°C dengan minyak goreng yang digunakan adalah minyak goreng Delfia. Tanpa perlakuan kadar air mencapai 4,7%, Penyimpanan dalam botol-botol

plastik selama 21 hari mengalami kenaikan kadar air berturut-turut menjadi 1,4% dan 2%. Sedangkan tanpa perlakuan kadar air menjadi 2,7% (sub Balittan Yogyakarta dalam Harturi dan Sinaga, 1995).



**Gambar 4.6** Penggorengan menggunakan mesin vakum

#### 11. Penirisan produk jadi

Meniriskan bawang merah goreng juga menjadi kunci kerenyahan dari produk yang dihasilkan. Pasalnya bawang merah yang tidak ditiriskan dengan baik akan jadi lembek dan berminyak. Setelah berubah kecoklatan segera angkat bawang merah goreng menggunakan serok. Penurunan kadar minyak, terdiri dari dua cara, yaitu :

- Cara tradisional, yaitu dengan menyimpan bawang goreng di dalam sebuah drum (kapasitas 50 kilogram) setelah di dalamnya terlebih dulu ditempatkan kertas merang secara berselingan sampai drum terisi penuh. Fungsi kertas merah adalah untuk menyaring minyak yang masih terkandung dalam bawang goreng.
- Cara mekanis, yaitu menggunakan mesin yang digerakan oleh listrik dengan sistem putar (sentrifuse) dalam kecepatan tertentu, sehingga minyak yang terkandung dalam bawang goreng dapat turun. Di PT. Sinergi Brebes Inovatif menggunakan mesin sepiner untuk melakukan penirisan.





**Gambar 4.7** Mesin Spinner

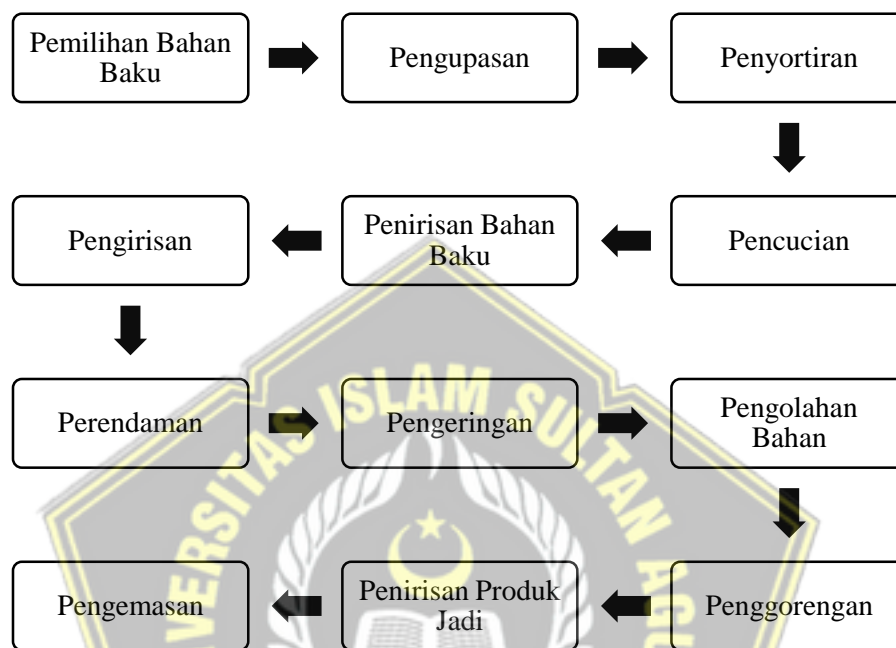
## 12. Pengemasan

Pengemasan Labeling (pemberian label cap). Pengemasan dilakukan dengan cara menyimpan produk akhir bawang goreng dalam plastik-plastik besar berukuran sekitar 20 kilogram per bungkus kemudian dipak dalam kardus. Adapun untuk pasar umum, pengemasan dilakukan dalam plastik berukuran lebih kecil, yaitu sekitar 1 - 10 ons. Label cap yang ditempelkan pada pengemas sesuai dengan nama perusahaan bersangkutan, ditambahkan beberapa keterangan lain terutama mengenai komposisi produk. Produk akhir bawang goreng yang siap dipasarkan disimpan dalam gudang produk.



**Gambar 4.8** Mesin Pengemasan

Dari proses produksi pengolahan bawang merah diatas di PT. Sinergi Brebes Inovatif, berikut flow proses produksi secara keseluruhan dari bahan baku hingga menjadi produk jadi :



Gambar 4.9 Proses Produksi

#### 4.1.3 Komponen-Komponen Mesin Boiler

Boiler atau ketel uap terdiri dari berbagai komponen yang membentuk satu kesatuan sehingga dapat menjalankan operasinya, diantaranya:

##### 1. *Burner*

Komponen ini adalah alat yang digunakan untuk memasukkan bahan bakar dan udara kedalam boiler pada kecepatan yang diinginkan, turbulensi dan konsentrasi untuk membangun dan memelihara pengapian dan pembakaran yang tepat. Burner diklasifikasikan berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan seperti minyak, gas atau kombinasi minyak dan gas. Sebuah pertimbangan sekunder dalam mengklasifikasikan burner adalah cara udara pembakaran dicampur bahan bakar.



Gambar 4.10 Burner

## 2. Steam Drum

Komponen ini merupakan tempat penampungan air panas dan pembangkitan steam. Steam masih bersifat jenuh (saturated steam). Tangki atau drum sering disebut juga badan ketel uap yaitu tempat beroperasinya ketel uap di dalamnya terdapat instrument-instrumen yang menjalankan proses pemindah panas seperti lorong api dan pipa api, dalam badan ketel inilah sejumlah air ditampung untuk dipanaskan.



Gambar 4.11 Steam Drum

### 3. *Safety Valve*

Komponen ini merupakan pengaman terakhir untuk menurunkan tekanan uap setelah beberapa upaya sebelumnya menurunkan pembakaran dan juga membuka *Electric Motor Valve* pada *Superheater* yang masih belum berhasil menurunkan tekanan uap pada *boiler*.



Gambar 4.12 *Safety Valve*

### 4. **Kontrol Panel**

Komponen ini digunakan untuk mengatur suhu air, campuran pasokan bahan bakar, tekanan internal dan pengapian. Control mengatur seberapa sering burner menyala, kualitas campuran bahan bakar dan oksigen, tingkat penggunaan bahan bakar, dan seberapa panas airnya.



Gambar 4.13 Kontrol Panel



### 5. Cerobong Asap

Cerobong Asap Yaitu perangkat dari ketel uap yang berfungsi meneruskan atau membuang asap sisa reaksi pembakaran yang terjadi di dalam *boiler* dengan tujuan menyalurkan gas asap bekas supaya tidak mengotori atau mengganggu lingkungan sekitar. Di dalam cerobong asap ini terdapat *water spray* yang fungsinya untuk menyemprotkan air di dalam cerobong supaya abu dari sisa pembakaran jatuh ke bawah dan mengalir ke bak sedimen.



Gambar 4.14 Cerobong Asap

### 6. Economizer

Komponen ini merupakan ruangan pemanas yang digunakan untuk memanaskan air dari air yang terkondensasi dari sistem sebelumnya maupun air umpan baru sebelum masuk ke dalam ketel. *Economizer* terdiri dari pipa-pipa air yang ditempatkan pada lintasan gas asap sebelum meninggalkan ketel. Gas asap yang akan melewati cerobong temperaturnya masih cukup tinggi sehingga merupakan kerugian panas yang besar bila gas asap tersebut langsung dibuang lewat cerobong. Gas asap yang masih panas ini yang akan dimanfaatkan untuk memanaskan air isian ketel.

Adapun keuntungan menggunakan economizer antara lain:

- Menghemat bahan bakar sehingga biaya operasional lebih murah, karena air isian masuk ke dalam ketel sudah dalam keadaan panas.
- Memperbesar efisiensi ketel karena memperkecil kerugian panas yang dialami ketel uap.



Gambar 4.15 *Economizer*

Dari deskripsi mengenai mesin Boiler yg digunakan di PT. Sinergi Brebes Inovatif, mesin boiler digunakan pada saat proses produksi pada saat pengeringan bawang merah kemudian pada proses pengolahan bahan baku. Mesin boiler pun digunakan pada saat penggorengan bahan baku hingga penirisan bawang merang hingga siap untuk dikemas. Sehingga jika terjadi kerusakan pada mesin boiler akan berpengaruh pada hasil yang diperoleh pada proses diatas tersebut





Gambar 4.16 Mesin Boiler PT. Sinergi Brebes Inovatif

#### 4.1.4 Data kerusakan Mesin

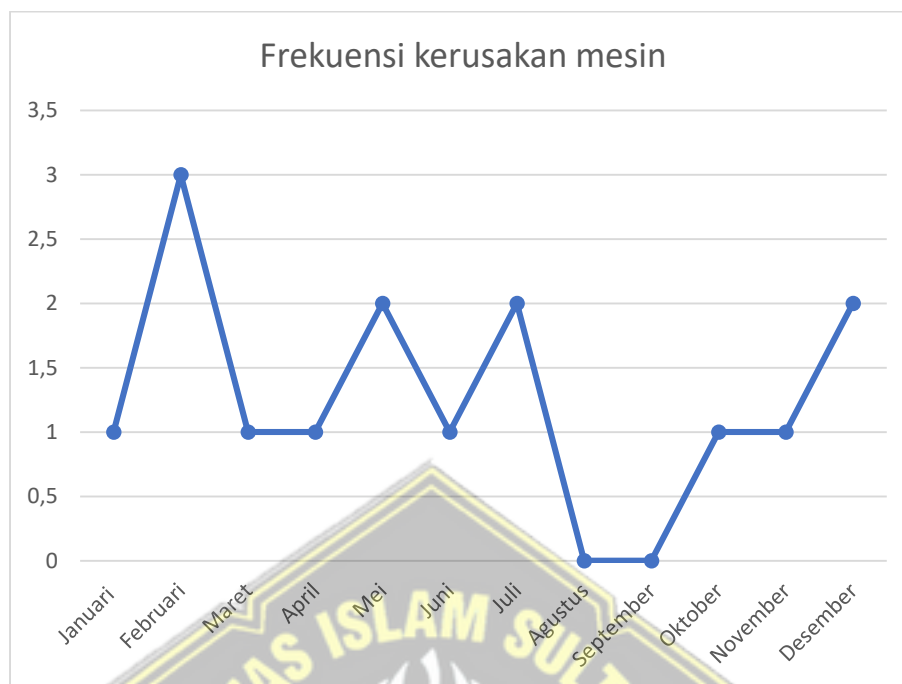
Perusahaan PT. Sinergi Brebes merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri FNB. Dalam proses pengolahan bawang merah tersebut terdapat langkah produksi yang menggunakan mesin *boiler*. Fungsi dari mesin *boiler* tersebut digunakan untuk pengeringan bawang merah. Bawang merah akan dipanaskan atau diuapkan hingga suhu  $100^{\circ}$  celcius sampai pada kondisi kering yang diharapkan. Apabila terjadi kerusakan pada mesin *boiler* maka akan menghambat proses produksi karena tahapan ini merupakan proses penting dalam menghasilkan produk yang berkualitas. Jika mesin *boiler* mengalami kerusakan maka otomatis produksi tidak bisa dilakukan.

Berdasarkan pengamatan dan pengambilan data di PT. Sinergi Brebes Inovatif. Berikut adalah frekuensi kerusakan pada mesin *boiler* di PT. Sinergi Brebes Inovatif dalam periode januari sampai desember 2023.

**Tabel 4.1** Data frekuensi kerusakan mesin *Boiler* PT. Sinergi Brebes Inovatif

No.	Bulan	Frekuensi Kerusakan	Jenis Kerusakan	Komponen
1	Januari	1	Sensor Pengapian Kotor	Burner
2	Februari	3	Seal Pipa Rembes, Perpak Bocor, Pipa Berkarat	Safety Valve, Burner
3	Maret	1	Pembuangan solar mengendap	Inner Pipa
4	April	1	Pipa Cerobong Rusak	Cerobong Asap
5	Mei	2	Seal pipa Rembes dan Perpak Bocor	Safety Valve
6	Juni	1	Sensor Pengapian Kotor	Burner
7	Juli	2	Pipa Cerobong Rusak dan Sensor Pengapian Kotor	Cerobong Asap & Burner
8	Agustus	0		
9	September	0		
10	Oktober	1	Seal pipa Rembes	Burner
11	November	1	Perpak Bocor	Safety Valve
12	Desember	2	Pipa Cerobong Rusak dan Pembuangan Solar Mengendap	Cerobong Asap, Inner pipa

Dari table diatas, dibuat diagram frekuensi seberapa sering munculnya kerusakan mesin di PT. Sinergi Brebes Inovatif sebagai berikut :



**Gambar 4.17** Diagram frekuensi kerusakan mesin

Tercatat pada produksi periode tahun 2023, PT. Sinergi Brebes Inovatif hampir tiap bulan terjadi kendala pada kerusakan mesin *boiler*. Hal ini sangat menghambat proses produksi sehingga perusahaan mengalami kerugian. Adapun kerusakan pada mesin *boiler* tersebut mengakibatkan produksi tidak bisa dilakukan. Komponen yang rusak pada mesin *boiler* yaitu pada bagian RBL. Komponen ini digunakan sebagai pengatur jalannya sistem mesin *boiler*. Untuk mengetahui factor , maka penelitian yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi penyebab Kerusakan Boiler Terhadap Kegagalan Proses Produksi Di PT. Sinergi Brebes Inovatif Menggunakan metode (*FMEA*) dan untuk mengetahui faktor kunci penyebab kerusakan. *FMEA* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengetahui frekuensi kerusakan pada komponen boiler dan menganalisa permasalahan.

## 4.2 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh dan dikumpulkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan di PT. Sinergi Brebes Inovatif selanjutnya akan diolah dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

#### 4.2.1 Identifikasi Komponen Mesin Yang Rusak

Dari data kerusakan mesin di PT. Sinergi Brebes Inovatif hamper tiap bulan terjadi kendala pada kerusakan mesin *boiler* pada periode tahun 2023. Hal ini sangat menghambat proses produksi sehingga perusahaan mengalami kerugian. Adapun kerusakan pada mesin *boiler* tersebut mengakibatkan produksi tidak bisa dilakukan. Untuk mengetahui factor , maka penelitian yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi penyebab Kerusakan Boiler Terhadap Kegagalan Proses Produksi Di PT. Sinergi Brebes Inovatif Menggunakan metode (*FMEA*) dan untuk mengetahui faktor kunci penyebab kerusakan. *FMEA* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengetahui frekuensi kerusakan pada komponen boiler dan menganalisa permasalahan.

Dari penelitian yang telah dilakukan di PT. Sinergi Brebes Inovatif, dapat diidentifikasi komponen yang sering mengalami kerusakan pada periode tahun 2023 adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.2** Komponen yang mengalami kerusakan

No.	Komponen	Fungsi	Failure mode
1	Burner	Untuk melakukan mixng antara udara dan bahan bakar	Proses aliran bahan bakar pada burner tersumbat
2	Safety valve	Untuk membuang tekanan uap yang berlebihan	Komponen di dalam Safety valve terdapa karat
3	Inner Pipa	Penghubung fluida	Banyaknya kotoran pada inner pipa sehingga pipa tersumbat
4	Pipa Cerobong	Membuang/menyalurkan gas dan udara panas hasil dari pembakaran di mesin boiler	Terdapat karat pada cerobong asab dibagian dalam
5	Perpak (Paking)	Untuk mencegah kebocoran	Perpak pada bagian savety valve mengalami rembes
6	Steam Drum	menyediakan uap yang bersih dan kering menuju ke superheater dan turbin uap	Kegagalan proses pada kinerja steam drum yang tidak normal

Dari table diatas, diketahui ada beberapa komponen yang sering mengalami kerusakan. Komponen tersebut sangat penting dalam menunjang kondisi mesin

guna untuk memperlancar proses produksi. Maka perlu dilakukan identifikasi penyebab-penyebab kerusakan mesin tersebut untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan mesin yang terus menerus. Diperlukan metode *Failure Mode Effect and Analysis* untuk mengetahui seberapa besar nilai RPN dari tiap tiap kerusakan yang ditemukan.

#### 4.2.2 Menghitung Nilai RPN

Dari data kerusakan komponen pada pembahasan sebelumnya, kemudian dilakukan penelitian untuk menentukan *failure mode*, *failure effect*, dan *failure cause* dari tiap tiap kerusakan komponen mesin boiler.

*Failure Mode* adalah parameter yang digunakan dimana sesuatu mungkin terjadi sebuah kegagalan. Kegagalan bisa berupa kesalahan atau cacat apa pun, terutama yang memengaruhi suatu proses /sistem yang sedang berlangsung. Dalam penelitian ini, *failure mode* yaitu kegagalan. kerusakan yang dialami oleh mesin boiler.

*Failure Effect* adalah dampak yang disebabkan oleh suatu sistem yang membuat kegagalan sebuah proses. Pada penelitian ini, *failure effect* yang digunakan yaitu mengenai tentang dampak dari kerusakan mesin boiler apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang panjang.

*Failure Cause* adalah penyebab terjadinya suatu kegagalan. Penyebab kegagalan ini dapat diidentifikasi secara detail dengan menggunakan diagram sebab akibat. Pada penelitian ini, *failure Cause* adalah penyebab dari kerusakan mesin boiler.

Dari data kerusakan komponen yang terjadi di PT. Sinergi Brebes Inovatif dan telah dilakukan penelitian terkait permasalahan tersebut dan diidentifikasi berdasarkan penentuan *failure mode*, *failure effect*, dan *failure cause* dari tiap tiap kerusakan komponen mesin boiler sebagai berikut :



**Tabel 4.3** Penentuan *failure mode*, *failure effect*, dan *failure cause*

No	Komponen	Failure mode	Failure effect	Failure cause
1	Burner	Proses aliran bahan bakar pada burner tersumbat	Api yang dihasilkan burner tidak maksimal	Adanya kotoran atau debu yg masuk ke dalam ruang pembakaran
2	Safety valve	Komponen di dalam Safety valve terdapa karat	Safety valve menjadi kotor dan susah digunakan	Uap panas yang dibiarkan sehingga menjadi air
3	Inner Pipa	Banyaknya kotoran pada inner pipa sehingga pipa tersumbat	Aliran fluida tidak maksimal	pengendapan kotoran di inner pipa
4	Pipa Cerobong	Terdapat karat pada cerobong asab dibagian dalam	Korosi yang dibiarkan dapan membuat pipa patah dan kebocoran gas	gas buang mengandung air karena suhu yang lembap
5	Perpak (Paking)	Perpak pada bagian savety valve mengalami rembes	Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal	Perpak yang aus
6	Steam Drum	Kegagalan proses pada kinerja steam drum yang tidak normal	Kebutuhan uap yang menuju superheater menjadi tinggi	Adanya komponen steam drum yg aus

Setelah diketahui beberapa indicator dari tiap *Failure Mode*, *Failure Effect*, dan *Failure Cause*, maka dari penelitian dari hasil pengamatan kerusakan mesin pada periode 2023 di PT. Sinergi Brebes Inovatif dapat dihasilkan *Failure Mode*, *Failure Effect*, dan *Failure Cause* dari kerusakan komponen yang telah

diidentifikasi. Berikut adalah penentuan nilai *Severity* (S), *Detection* (D), dan *Occurance* (O) berdasarkan penelitian yang telah dilakukan :

**Tabel 4.4** Nilai RPN

No.	Komponen	Failure mode	Failure effect	Failure cause	S	O	D	RPN
1.	Burner	Banyaknya kotoran pada inner pipa sehingga pipa tersumbat	Api yang dihasilkan burner tidak maksimal	Adanya kotoran atau debu yg masuk ke dalam ruang pembakaran	6	7	7	294
2.	Perpak (Paking)	Kegagalan proses pada kinerja steam drum yang tidak normal	Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal	Perpak yang aus	5	8	7	280
3.	Inner Pipa	Terdapat karat pada cerobong asab dibagian dalam	Aliran fluida tidak maksimal	pengendapan kotoran di inner pipa	7	4	5	140
4.	Safety valve	Komponen di dalam Safety valve terdapa karat	Safety valve menjadi kotor dan susah digunakan	Uap panas yang dibiarkan sehingga menjadi air	5	5	4	100
5	Steam Drum	Perpak pada bagian savety valve mengalami rembes	Kebutuhan uap yang menuju superheater menjadi tinggi	Adanya komponen steam drum yg aus	6	3	5	90
6.	Pipa Cerobong	Proses aliran bahan bakar pada burner tersumbat	Korosi yang dibiarkan dapan membuat pipa patah dan kebocoran gas	gas buang mengandung air karena suhu yang lembap	3	4	4	48

Dari hasil wawancara dengan pihak terkait yang ahli dalam penanganan meesin di PT. Sinergi Brebes Inovatif, dihasilkan nilai *Severity* (S), *Detection* (D), dan *Occurance* (O) seperti tabel diatas. Diperoleh nilai RPN guna untuk mengetahui potensi penyebab kerusakan tertinggi. Penyebab kerusakan komponen mesin boiler kemudian diurutkan berdasarkan nilai RPN tertinggi hingga terendah untuk mengetahui penyebab kerusakan tertinggi sebagai berikut :

**Tabel 4.5** Nilai RPN Tertinggi Sampai Terendah

No.	Komponen	Failure mode	Failure effect	Failure cause	RPN
1	Burner	Proses aliran bahan bakar pada burner tersumbat	Api yang dihasilkan burner tidak maksimal	Adanya kotoran atau debu yg masuk ke dalam ruang pembakaran	294
2	Perpak (Paking)	Komponen di dalam Safety valve terdapa karat	Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal	Perpak yang aus	280
3	Inner Pipa	Banyaknya kotoran pada inner pipa sehingga pipa tersumbat	Aliran fluida tidak maksimal	pengendapan kotoran di inner pipa	140
4	Safety valve	Terdapat karat pada cerobong asab dibagian dalam	Safety valve menjadi kotor dan susah digunakan	Uap panas yang dibiarkan sehingga menjadi air	100
5	Steam Drum	Perpak pada bagian savety valve mengalami rembes	Kebutuhan uap yang menuju superheater menjadi tinggi	Adanya komponen steam drum yg aus	90
6	Pipa Cerobong	Kegagalan proses pada kinerja steam drum yang tidak normal	Korosi yang dibiarkan dapan membuat pipa patah dan kebocoran gas	gas buang mengandung air karena suhu yang lembap	48

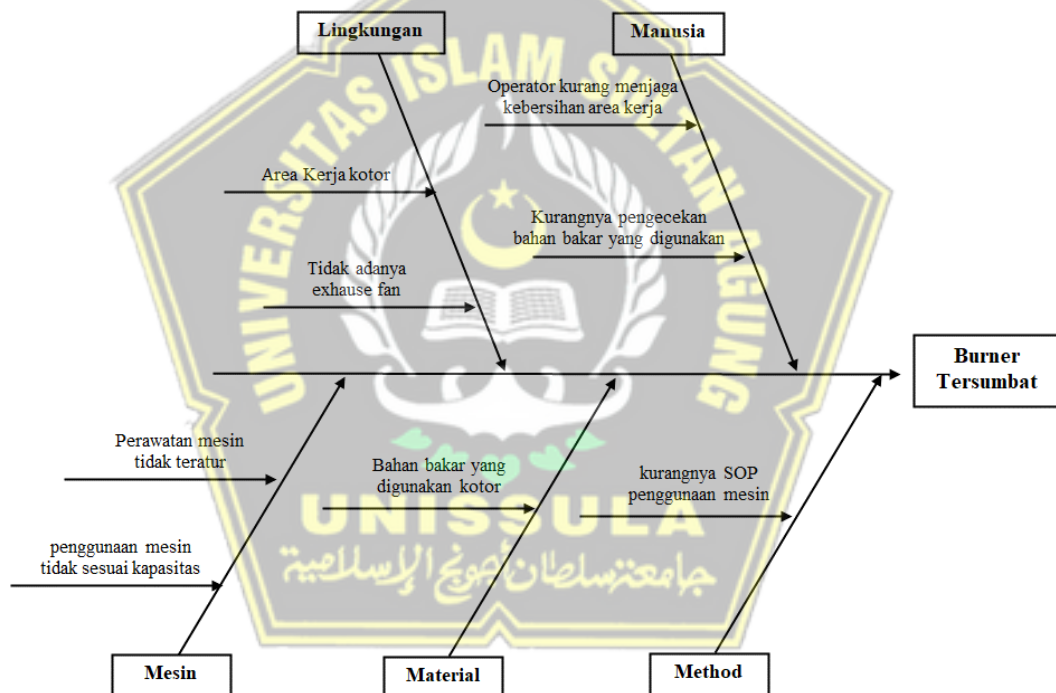
Dari tabel diatas, diperoleh nilai RPN tertinggi yaitu kerusakan pada komponen burner. Kerusakan yang terjadi adalah Burner Nilai RPN yang diperoleh dari burner yang tersumbat yaitu sebesar 294. tersumbat yang disebabkan oleh Adanya kotoran atau debu yg masuk ke dalam ruang pembakaran sehingga mengakibatkan Api yang dihasilkan burner tidak maksimal. Nilai RPN tertinggi kedua yaitu kerusakan pada perpak/paking. Nilai RPN yang diperoleh dari kerusakan komponen perpak rembes yaitu sebesar 280. Kerusakan yang terjadi yaitu perpak rembes yang disebabkan oleh perpak yang aus sehingga Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal. Dari dua komponen yang mengalami kerusakan dengan nilai RPN tertinggi harus dilakukan identifikasi penyebab kerusakan secara detail untuk mencegah kerusakan terjadi lagi.

### 4.2.3 Penyebab Kerusakan Mesin dengan Nilai RPN Tertinggi

Dari hasil nilai RPN diatas, Nilai RPN tertinggi berasal dari kerusakan komponen Burner dan Perpak (Paking). Berikut adalah identifikasi penyebab kerusakan kedua komponen tersebut menggunakan diagram sebab akibat :

#### 1. Burner Tersumbat

Kerusakan yang terjadi pada Burner tersumbat yang disebabkan oleh Adanya kotoran atau debu yg masuk ke dalam ruang pembakaran sehingga mengakibatkan Api yang dihasilkan burner tidak maksimal. Dilakukan identifikasi lebih lanjut dengan pihak terkait tentang penyebab burner tersumbat menggunakan diagram sebab akibat diperoleh hasil sebagai berikut :



**Gambar 4.18** Diagram sebab akibat Burner tersumbat

Dari diagram sebab akibat diatas, ada beberapa indicator penyebab dari kerusakan komponen mesin boiler antara lain :

#### a. Manusia

Manusia merupakan salah satu penentu berhasil tidaknya suatu proses produksi. Manusia yang menjalankan dan mengontrol segala kegiatan yang berlangsung dalam proses produksi mulai dari bahan baku hingga ke produk

jadi. Sebagus apapun bahan baku yang digunakan jika tidak ditangani oleh manusia yang ahli dalam bidangnya pasti akan menghasilkan output yang tidak baik pula.

b. Lingkungan

Lingkungan merupakan keadaan sekitar perusahaan yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi perusahaan secara umum dan mempengaruhi produksi bawang merah di PT. Sinergi Brebes Inovatif.

c. Mesin

Mesin adalah mesin-mesin dan berbagai peralatan yang digunakan dalam proses produksi bawang merah di PT. Sinergi Brebes Inovatif

d. Material

Bahan Baku merupakan segala sesuatu yang digunakan oleh perusahaan sebagai bahan yang akan digunakan dalam proses bawang merah di PT. Sinergi Brebes Inovatif.

e. Metode

Metode merupakan instruksi kerja atau perintah kerja yang harus diikuti dalam proses produksi bawang merah di PT. Sinergi Brebes Inovatif.

Dari tabel diatas, diperoleh hasil penyebab terjadinya kerusakan pada komponen burner yang mengakibatkan burner tersumbat yaitu dari faktor lingkungan, faktor manusia, faktor mesin, faktor material dan faktor metode. Dari faktor lingkungan disebabkan oleh adanya area kerja yang kotor yang dibiarkan saja dan tidak segera dibersihkan, Penyebab kedua yaitu tidak adanya exhaust fan yang membuang debu dan udara kotor secara langsung. Dari faktor manusia disebabkan oleh kurangnya kesadaran operator mesin dalam menjaga area kebersihan kerja dan kurangnya pengecekan kebersihan bahan bakar yang akan digunakan. Dari faktor mesin disebabkan oleh perawatan mesin yang tidak teratur dan penggunaan mesin tidak sesuai kapasitas. Dari faktor material disebabkan oleh bahan bakar yang digunakan teridentifikasi kotor. Kemudian dari segi metode disebabkan oleh kurangnya penerapan SOP penggunaan mesin yang baik dan benar.

Dari uraian penyebab terjadinya kerusakan komponen yg mengalami kerusakan yaitu burner tersumbat, diperoleh beberapa usulan untuk penanganan

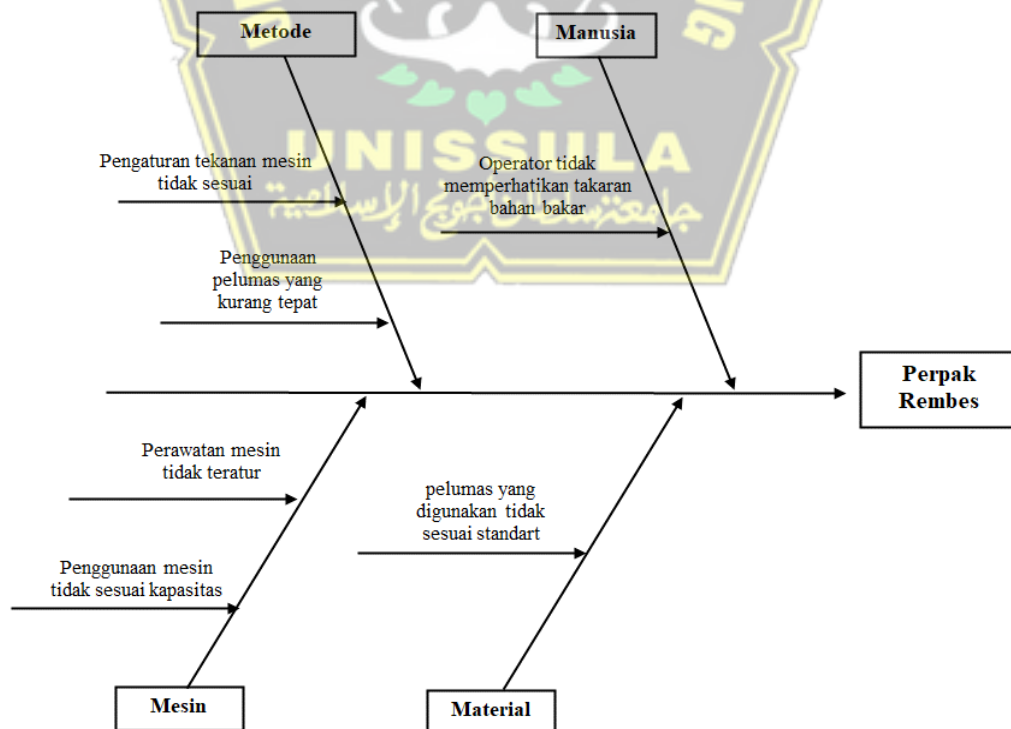


permasalahan tersebut untuk mengantisipasi kerusakan pada komponen tersebut terjadi kembali. Berikut usulan/rekomendasi dari penulis untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan burner tersumbat :

- Dibuatkan exhaust fan agar kotoran/debu dapat dibuang keluar sehingga area kerja bersih.
- Dilakukan sosialisasi kepada operator tentang kebersihan area kerja dan pengecekan bahan bakar secara teliti.
- Dilakukan perawatan mesin secara rutin dan berkala.
- Penggunaan mesin sesuai SOP mesin dan kapasitas mesin.
- Pengecekan bahan bakar secara teliti dan pengecekan kebersihan wadah bahan bakar.

## 2. Perpak (Paking) rembes

Kerusakan yang terjadi yaitu perpak rembes yang disebabkan oleh perpak yang aus sehingga Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal. Dilakukan identifikasi lebih lanjut dengan pihak terkait tentang penyebab perpak rembes menggunakan diagram sebab akibat diperoleh hasil sebagai berikut :



**Gambar 4.19** Diagram sebab akibat Perpak rembes

Dari gambar diatas, diperoleh hasil penyebab terjadinya kerusakan pada komponen perpak/paking yang mengakibatkan perpak rembes yaitu dari faktor manusia, faktor mesin, faktor material dan faktor metode. Dari faktor metode disebabkan oleh pengaturan tekanan mesin yang tidak sesuai dengan aturan penggunaan mesin dan penggunaan pelumas mesin yang kurang tepat. Dari faktor manusia disebabkan oleh operator yang tidak memperhatikan takaran bahan bakar dalam pengaturan konsumsi bahan bakar. Dari faktor mesin disebabkan oleh perawatan mesin yang tidak teratur dan penggunaan mesin yang melebihi kapasitas. Kemudian dari faktor material disebabkan oleh penggunaan pelumas yang tidak sesuai standart.

Dari uraian penyebab terjadinya kerusakan komponen yg mengalami kerusakan yaitu perpak rembes, diperoleh beberapa usulan untuk penanganan permasalahan tersebut untuk mengantisipasi kerusakan pada komponen tersebut terjadi kembali. Berikut usulan/rekomendasi dari penulis untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan perpak rembes terjadi kembali :

- Pengoperasian mesin harus sesuai prosedur agar tekanan sesuai dengan kapasitas mesin
- Penggunaan pelumas mesin dengan kualitas yg baik
- Sosialisasi kepada operator terkait penggunaan pelumas dan bahan bakar yg digunakan di mesin
- Dilakukan perawatan mesin secara teratur dan penggunaan perpak dengan kualitas yg baik

### **4.3 Analisa**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan terhadap permasalahan yang terjadi yaitu adanya kerusakan pada komponen mesin boiler. Berikut adalah analisa dari penyelesaian penyebab kerusakan mesin boiler menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

#### **4.3.1 Analisa *Failure Mode and Effect Analysis***

Berdasarkan hasil *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu kerusakan pada komponen burner.

Kerusakan yang terjadi adalah Burner Nilai RPN yang diperoleh dari burner yang tersumbat yaitu sebesar 294. tersumbat yang disebabkan oleh Adanya kotoran atau debu yg masuk ke dalam ruang pembakaran sehingga mengakibatkan Api yang dihasilkan burner tidak maksimal. Nilai RPN tertinggi kedua yaitu kerusakan pada perpak/paking. Nilai RPN yang diperoleh dari kerusakan komponen perpak rembes yaitu sebesar 280. Kerusakan yang terjadi yaitu perpak rembes yang disebabkan oleh perpak yang aus sehingga Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal. Dari dua komponen yang mengalami kerusakan dengan nilai RPN tertinggi harus dilakukan identifikasi penyebab kerusakan secara detail untuk mencegah kerusakan terjadi lagi.

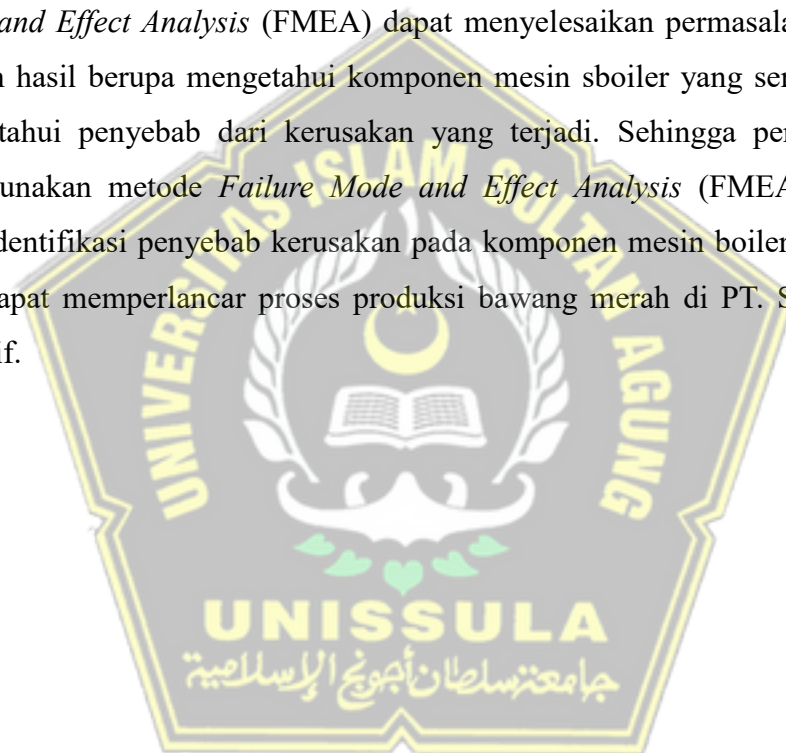
#### **4.3.2 Analisa penyebab kerusakan mesin**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui penyebab kerusakan komponen burner dan perpak. penyebab terjadinya kerusakan pada komponen burner yang mengakibatkan burner tersumbat yaitu dari faktor lingkungan, faktor manusia, faktor mesin, faktor material dan faktor metode. Dari faktor lingkungan disebabkan oleh adanya area kerja yang kotor yang dibiarkan saja dan tidak segera dibersihkan, Penyebab kedua yaitu tidak adanya exhaust fan yang membuang debu dan udara kotor secara langsung. Dari faktor manusia disebabkan oleh kurangnya kesadaran operator mesin dalam menjaga area kebersihan kerja dan kurangnya pengecekan kebersihan bahan bakar yang akan digunakan. Dari faktor mesin disebabkan oleh perawatan mesin yang tidak teratur dan penggunaan mesin tidak sesuai kapasitas. Dari faktor material disebabkan oleh bahan bakar yang digunakan teridentifikasi kotor. Kemudian dari segi metode disebabkan oleh kurangnya penerapan SOP penggunaan mesin yang baik dan benar. penyebab terjadinya kerusakan pada komponen perpak/paking yang mengakibatkan perpak rembes yaitu dari faktor manusia, faktor mesin, faktor material dan faktor metode. Dari faktor metode disebabkan oleh pengaturan tekanan mesin yang tidak sesuai dengan aturan penggunaan mesin dan penggunaan pelumas mesin yang kurang tepat. Dari faktor manusia disebabkan oleh operator yang tidak memperhatikan takaran bahan bakar dalam pengaturan konsumsi bahan bakar. Dari faktor mesin disebabkan oleh perawatan mesin yang tidak teratur dan penggunaan mesin yang melebihi kapasitas.

Kemudian dari faktor material disebabkan oleh penggunaan pelumas yang tidak sesuai standart.

#### 4.4 Pembuktian Hipotesa

Hipotesa awal menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) mampu mengatasi permasalahan kerusakan pada komponen mesin boiler Setelah dilakukan proses pengolahan dan analisa data, ternyata dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dapat menyelesaikan permasalahan yang ada dengan hasil berupa mengetahui komponen mesin sboiler yang sering rusak dan mengetahui penyebab dari kerusakan yang terjadi. Sehingga pengolahan data menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ini mampu mengidentifikasi penyebab kerusakan pada komponen mesin boiler secara akurat agar dapat memperlancar proses produksi bawang merah di PT. Sinergi Brebes Inovatif.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan dari hasil pengolahan data dan analisis terhadap penelitian yang telah dilakukan di PT.Sinergi Brebes Inovatif yaitu sebagai berikut :

1. Terjadinya kerusakan pada beberapa komponen mesin boiler yaitu pipa cerobong, safety valve, burner, innerp pipa, steam drum, dan perpak (paking). Pipa cerobong mengalami karat dan apabila dibiarkan mengakibatkan korosi yang dapat membuat pipa patah dan kebocoran gas. Safety valve mengalami karat sehingga safety valve mejadi kotor dan susah pengoperasiannya. Burner yang tersumbat mengakibatkan api yang dihasilkan burner tidak maksimal. Inner pipa tersumbat yang mengakibatkan Aliran fluida tidak maksimal. Steam drum yang tidak bekerja normal sehingga Kebutuhan uap yang menuju superheater menjadi tinggi dan proses produksi menjadi lama. Perpak (paking) yang rembes mengakibatkan Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal.
2. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai RPN tertinggi yaitu kerusakan pada komponen burner. Kerusakan yang terjadi adalah Burner Nilai RPN yang diperoleh dari burner yang tersumbat yaitu sebesar 294. tersumbat yang disebabkan oleh Adanya kotoran atau debu yg masuk ke dalam ruang pembakaran sehingga mengakibatkan Api yang dihasilkan burner tidak maksimal. Nilai RPN tertinggi kedua yaitu kerusakan pada perpak/paking. Nilai RPN yang diperoleh dari kerusakan komponen perpak rembes yaitu sebesar 280. Kerusakan yang terjadi yaitu perpak rembes yang disebabkan oleh perpak yang aus sehingga Saluran terhambat dan aliran tidak maksimal. Dari dua komponen yang mengalami kerusakan dengan nilai RPN tertinggi harus dilakukan identifikasi penyebab kerusakan secara detail untuk mencegah kerusakan terjadi lagi.



3. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui penyebab kerusakan komponen burner dan perpak. penyebab terjadinya kerusakan pada komponen burner yang mengakibatkan burner tersumbat yaitu dari faktor lingkungan, faktor manusia, faktor mesin, faktor material dan faktor metode. Dari faktor lingkungan disebabkan oleh adanya area kerja yang kotor yang dibiarkan saja dan tidak segera dibersihkan, Penyebab kedua yaitu tidak adanya *exhaust fan* yang membuang debu dan udara kotor secara langsung. Dari faktor manusia disebabkan oleh kurangnya kesadaran operator mesin dalam menjaga area kebersihan kerja dan kurangnya pengecekan kebersihan bahan bakar yang akan digunakan. Dari faktor mesin disebabkan oleh perawatan mesin yang tidak teratur dan penggunaan mesin tidak sesuai kapasitas. Dari faktor material disebabkan oleh bahan bakar yang digunakan teridentifikasi kotor. Kemudian dari segi metode disebabkan oleh kurangnya penerapan SOP penggunaan mesin yang baik dan benar. penyebab terjadinya kerusakan pada komponen perpak/paking yang mengakibatkan perpak rembes yaitu dari faktor manusia, faktor mesin, faktor material dan faktor metode. Dari faktor metode disebabkan oleh pengaturan tekanan mesin yang tidak sesuai dengan aturan penggunaan mesin dan penggunaan pelumas mesin yang kurang tepat. Dari faktor manusia disebabkan oleh operator yang tidak memperhatikan takaran bahan bakar dalam pengaturan konsumsi bahan bakar. Dari faktor mesin disebabkan oleh perawatan mesin yang tidak teratur dan penggunaan mesin yang melebihi kapasitas. Kemudian dari faktor material disebabkan oleh penggunaan pelumas yang tidak sesuai standart.
4. Dari uraian penyebab terjadinya kerusakan komponen yg mengalami kerusakan yaitu burner tersumbat dan pipa rembes, diperoleh beberapa usulan untuk penanganan permasalahan tersebut untuk mengantisipasi kerusakan pada komponen tersebut terjadi kembali. Berikut usulan/rekomendasi dari penulis untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan burner tersumbat yaitu Dibuatkan *exhaust fan* agar kotoran/debu dapat dibuang keluar sehingga area kerja bersih. Dilakukan sosialisasi kepada operator tentang kebersihan area kerja dan pengecekan bahan bakar secara teilti. Dilakukan perawatan mesin

secara rutin dan berkala. Penggunaan mesin sesuai SOP mesin dan kapasitas mesin. Pengecekan bahan bakar secara teliti dan pengecekan kebersihan wadah bahan bakar. Berikut usulan/rekomendasi dari penulis untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan perpak rembes terjadi kembali yaitu Pengoperasian mesin harus sesuai prosedur agar tekanan sesuai dengan kapasitas mesin. Penggunaan pelumas mesin dengan kualitas yg baik. Sosialisasi kepada operator terkait penggunaan pelumas dan bahan bakar yg digunakan di mesin. Dilakukan perawatan mesin secara teratur dan penggunaan perpak dengan kualitas yg baik.

## 5.2 Saran

Adapun saran dari penulis adalah sebagai berikut :

1. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk memberikan usulan perbaikan yang bisa dilakukan agar permasalahan kerusakan mesin dapat teratasi dengan cepat.
2. Memberikan pengarahan dan pengawasan kepada karyawan di bagian mesin boiler agar dapat meminimalisir terjadinya kelalaian yang dapat menimbulkan kerusakan pada mesin.
3. Perawatan dan pengelolaan penggunaan mesin boiler yang harus ditingkatkan lagi oleh setiap karyawan agar dapat memperlancar proses produksi.
4. Memasang SOP kerja dan SOP penggunaan dan kapasitas mesin di bagian mesin boiler agar dapat mengingatkan para pekerja agar bekerja sesuai prosedur kerja sehingga memperlancar proses produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali M, M. N., & Kusuma, A. (2019). Analisa Kinerja Mesin Wtp Menggunakan Metode Fmea Dan Penjadwalan Preventif Maintenance. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 17(1), 15–25. <https://doi.org/10.36456/waktu.v17i1.1829>
- Aprianto, T., Setiawan, I., & Purba, H. H. (2021). Implementasi metode Failure Mode and Effect Analysis pada Industri di Asia – Kajian Literature. *Matrik*, 21(2), 165. <https://doi.org/10.30587/matrik.v21i2.2084>
- Budi Puspitasari, N., Padma Arianie, G., & Adi Wicaksono, P. (2017). ANALISIS IDENTIFIKASI MASALAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN RISK PRIORITY NUMBER (RPN) PADA SUB ASSEMBLY LINE (Studi Kasus : PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia). *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 77. <https://doi.org/10.14710/jati.12.2.77-84>
- Gumelar, I., & Tubagus Hendri, ; (2018). Analisa Perbaikan Produk NG Pada Proses Mixing dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Rekayasa Teknologi Dan Sains Terapan* |, 2(1), 18–30.
- Hakbar, M. A. (2021). Laporan Kerja Praktik Sistem Kerja Boiler. [http://eprints.polbeng.ac.id/2913/6/KP-3103191180-Full\\_Text.pdf](http://eprints.polbeng.ac.id/2913/6/KP-3103191180-Full_Text.pdf)
- Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT.X dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juli*, 03(03), 137–147.
- Muliana, M., & Hartati, R. (2022). Penentuan Komponen Kritis Mesin pada Stasiun Press Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) di PT. Surya Panen Subur 2. *Jurnal Serambi Engineering*, VII(3), 3439–3445. <https://www.ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/4418%0Ahttps://www.ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/download/4418/3330>
- Nanda Prasetya Pambudi. Andre Sugiyono. (2020). Analisis *Risk Management* untuk memberikan usulan perbaikan kualitas celana chinos menggunakan

- metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) (Studi kasus UD. Lucky Jeans). *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA (KIMU)*
- Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). Penggunaan Fmea Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt. Asaputex Jaya Tegal). *J@Ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 9(2), 93–98. <https://doi.org/10.12777/jati.9.2.93-98>
- Reza, D., Supriyadi, S., & Ramayanti, G. (2017). Analisis Kerusakan Mesin Mandrel Tension Rell dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan| SENASSET, November*, 190–195. <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/senasset/article/view/447>
- Yosep Muhammad Syahid, Naufal affandi, A. rahmatullah. (2021). *Jurnal Taguchi*. 1(DESEMBER), 154–169.

