

**ANALISIS KEGAGALAN MESIN PEMBUAT ARANG BATOK KELAPA  
DI PT. HARI MUKTI TEKNIK**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



**Disusun oleh:**

**Nama : Hutomo Yudo Nur Prasajo**

**No. Mahasiswa : 14522031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 10 Agustus 2021



Hutomo Yudo Nur Prasajo

14522031

# LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN

ANALISIS KEGAGALAN MESIN PEMBUAT ARANG BATOK KELAPA DI PT.

HARI MUKTI TEKNIK

TUGAS AKHIR



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

Yogyakarta, 09 Agustus 2021

Menyetujui



M. Amin Syukron, S.T.

PT Hari Mukti Teknik

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**ANALISIS KEGAGALAN MESIN PEMBUAT ARANG BATOK KELAPA  
DI PT. HARI MUKTI TEKNIK**



Oleh:

Nama : Hutomo Yudo Nur Prasajo

NIM : 14 522 031

Yogyakarta, 9 Agustus 2021

Menyetujui

Pembimbing 1

Pembimbing 2

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Qurtubi', written over a faint watermark of the UII logo.

Qurtubi, S.T., M.T.

NIP 155221303

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Suci Miranda', written over a faint watermark of the UII logo.

Suci Miranda, S.T., M.Sc.

NIP 155220508

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### ANALISIS KEGAGALAN MESIN PEMBUAT ARANG BATOK KELAPA DI PT. HARI MUKTI TEKNIK

#### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Hutomo Yudo Nur Prasajo

NIM : 14 522 031

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 31 Agustus 2021

Tim Penguji,

Suci Miranda, S.T., M.Sc.

Ketua

Dr. Ir. Elisa Kusriani, M.T.

Penguji I

Dian Janari, S.T., M.T.

Penguji II

Qurtubi, S.T., M.T.

Penguji III



*[Handwritten signatures of the examiners]*

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Taufiq Imshawan, S.T., M.M.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### **Bismillahirrahmanirrahiim**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga syukur alhamdulillah karya sederhana ini dapat terselesaikan sesuai dengan yang diharapkan. Sholawat dan salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa Islam kepada seluruh umat manusia dan alam semesta.

Saya persembahkan Tugas Akhir ini utamanya untuk kedua orang tua yang sangat saya sayangi:

**Bapak R. Wiyoso Agus Pratikto dan Ibu Sri Nurningsih**

Berkat dukungannya dan amanah yang dipercayakan sehingga saya mampu dan semangat untuk menyelesaikan pendidikan program Strata 1, pada jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Tiada kata yang dapat mewakili untuk segala pengorbananmu, tapi Tuhan tahu saya sangat sayang pada kalian.

Kakak Hidayat Matien Nur Wahid yang menjadi contoh bagi saya untuk terus berkembang, dan adik Hayuno Sukmo Nur Prajanto yang menjadi batasan untuk setiap tindakan dan langkah yang mungkin akan dicontoh nantinya, semuanya mempunyai peran sangat besar. Terimakasih untuk segala bentuk doa, dukungan, dan motivasi hingga saya sampai pada tahap ini.

Tanpa kalian, perjuangan saya mungkin sudah terhenti dan menyerah pada tahun 2016 di semester 6. Sekali lagi saya ucapkan terimakasih.

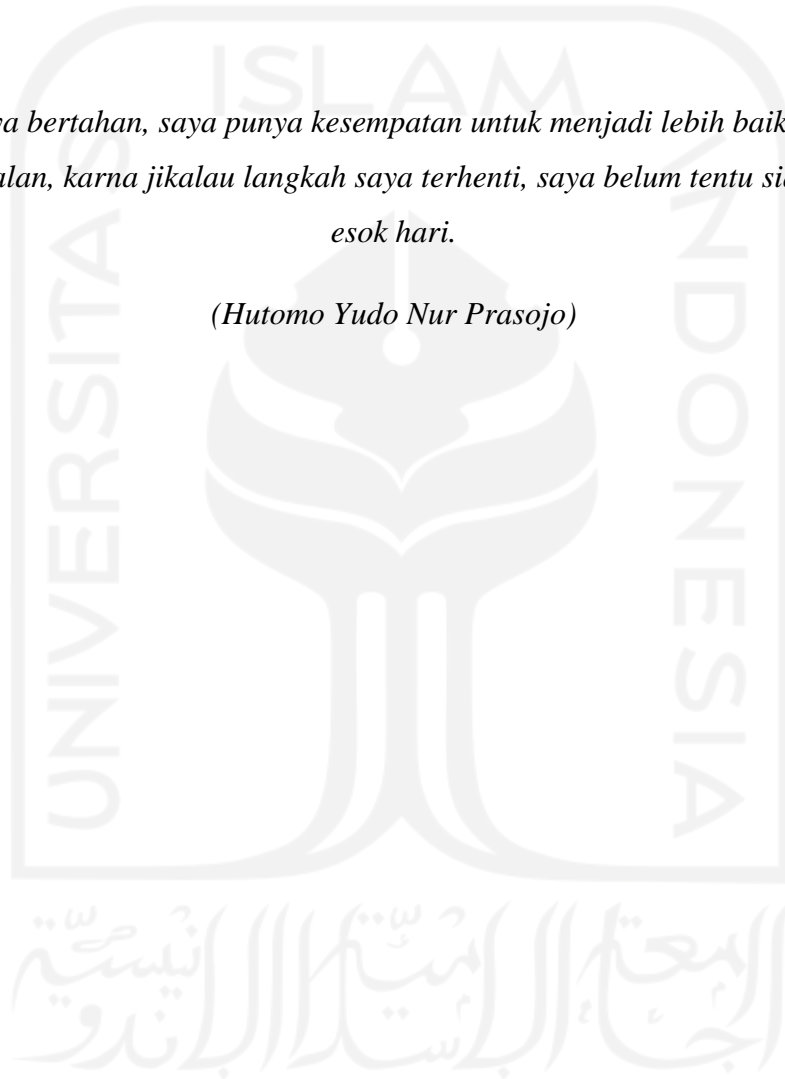
## HALAMAN MOTTO

*Tidak ada dua hal yang digabungkan lebih baik dari pada pengetahuan dan kesabaran.*

*(Muhammad SAW)*

*Jika hari ini saya bertahan, saya punya kesempatan untuk menjadi lebih baik esok hari. Saya akan terus berjalan, karna jikalau langkah saya terhenti, saya belum tentu siap untuk berlari esok hari.*

*(Hutomo Yudo Nur Prasajo)*



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur saya panjatkan kepada kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala, karena berkat rahmat, dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir dengan lancar. Dosen pembimbing, serta perusahaan yang sangat mendukung merupakan rezeki yang tak henti-hentinya penulis syukuri. Tidak lupa Sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi Wasallam beserta keluarga dan para sahabat yang kita nantikan syafaatnya di hari akhir nanti.

Tugas akhir yang berupa penelitian ini dibuat dalam rangka pemenuhan prasyarat unntuk meraih gelar pendidikan Strata-1 jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam pelaksanaannya penulis merasa sangat terbantu oleh banyak pihak yang mendukung terselesaikannya Tugas akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Qurtubi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1, terimakasih atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk membimbing menyelesaikan tugas akhir-nya.
5. Ibu Suci Miranda, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing 2, terimakasih atas ilmu dan bimbingan serta motivasi yang telah diberikan serta kesabaran ketika membimbing saya, semoga hal baik selalu menyertai ibu dan keluarga.
6. Bapak M. Amin Syukron, S.T, selaku manajer di PT HARI MUKTI TEKNIK yang juga berperan sebagai penanggung jawab saya di lapangan, beliau adalah orang yang ramah senyum, sangat membantu bagi penulis yang baru pertama kali turun ke perusahaan *real* untuk lebih siap berinteraksi dengan lingkungan sosial. Semoga hal baik selalu menyertai bapak dan keluarga.



7. Mas andi dan mas dendi, yang merupakan operator sekaligus teknisi mesin di PT HARI MUKTI TEKNIK, selaku narasumber dari penelitian ini.
8. Keluarga yang senantiasa selalu memberikan doa, motivasi, dukungan moril maupun materil.
9. Kepada sahabat terdekat : Rikin Tiyas Permana, yang juga merupakan narahubung antara penulis dengan dosen pembimbing Ibu Suci Miranda, S.T., M.Sc.
10. Seluruh pihak yang juga turut membantu terlaksananya penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga laporan Tugas akhir ini sedikit banyak dapat membawa manfaat bagi penulis, tempat penelitan, pembaca dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya. Penulis sadar penelitian yang dilakukan masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis sangat terbuka untuk segala bentuk kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Yogyakarta, 10 Agustus 2021



Hutomo Yudo Nur Prasojo

14522031

## ABSTRAK

Kesehatan mesin menentukan tingkat produktifitas perusahaan, maka dari itu pemeliharaan serta menganalisis permasalahan yang mungkin muncul pada mesin adalah hal penting yang harus dilakukan perusahaan. PT HARI MUKTI TEKNIK adalah perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur mesin laundry berskala industri dan aneka mesin rekayasa teknik. Perusahaan yang berdiri sejak tahun 2008 ini juga mempunyai sebuah produk berupa mesin pembuat arang yang akan menjadi objek dari penelitian ini. Permasalahan mesin yang mempunyai waktu produksi yang *extend* dari waktu standar berdasarkan spesifikasi yang telah ditawarkan, menimbulkan komplain dari customer, perusahaan yang *concern* dengan permasalahan ini membuka peluang bagi peneliti untuk melakukan analisis kenapa permasalahan tersebut dapat terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *machine failure* pada mesin pembuat arang buatan PT HARI MUKTI TEKNIK menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Hasil yang didapat adalah nilai *Risk Priority Number (RPN)* dari 4 faktor penyebab kendala atau kegagalan yaitu : Material; Mesin; Manusia; Metode. Nilai *Risk Priority Number (RPN)* untuk masing-masing faktor tersebut adalah : Mesin mendapat nilai RPN 72; Manusia mendapat nilai RPN 20; Metode mendapat nilai RPN 18; Material mendapat nilai RPN 18 dan 12. Faktor yang menjadi *high priority* untuk dilakukan perbaikan adalah mesin, utamanya pada bagian pipa spuyer oli dan angin.

Kata Kunci: *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Machine Failure*, Manajemen Resiko, Mesin pembuat arang.

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Penelitian .....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II KAJIAN LITERATUR</b> .....	7
2.1. Kajian Deduktif .....	7
2.1.1 <i>Failure Mode</i> .....	7
2.1.2 <i>Machine Failure</i> .....	8
2.1.3 Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	9
2.1.4 FMEA pada <i>Machine Failure</i> .....	10
2.2. Kajian Induktif .....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	22
3.1 Objek Penelitian .....	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.3 Jenis Data .....	22
3.4 Alur Penelitian.....	24
<b>BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN</b> .....	27
4.1 Penyusunan Rubrik Kuesioner .....	27
4.2 Penyesuaian Rubrik dengan Kondisi Perusahaan .....	27
4.3 Desain Pertanyaan Kuesioner.....	30
4.4 Pengolahan Data.....	34
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	39
5.1. Analisis Data Kuesioner.....	39
5.2. Analisis Nilai <i>Risk Priority Number (RPN)</i> .....	40
5.3. Rekomendasi dan Solusi .....	44
5.4. Keterbatasan Penelitian .....	45
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	46

6.1. Kesimpulan.....	46
6.2. Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data Kebutuhan Arang Prov DIY.....	3
Tabel 2 Rangkuman Jurnal .....	12
Tabel 3 Rubrik <i>Severity</i> .....	27
Tabel 4 Rubrik <i>Occurance</i> .....	28
Tabel 5 Rubrik <i>Dettection</i> .....	29
Tabel 6 Pertanyaan Kuesioner .....	31
Tabel 7 Perhitungan RPN .....	35
Tabel 8 Analisis Nilai RPN.....	41
Tabel 9 Rekomendasi dan Solusi.....	44



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Semakin maju peradaban umat manusia sejalan diiringi dengan berkembangnya teknologi yang memudahkan kehidupan manusia, termasuk dalam dunia industri yang telah mengalami revolusi sebanyak empat kali pada abad 21 ini. Proses produksi yang awalnya dikerjakan secara manual oleh tangan manusia mulai mengikutsertakan bantuan mesin pada Revolusi Industri 1.0 setelah ditemukannya mesin uap yang nantinya berkembang menjadi mesin-mesin canggih nan kompleks seperti sekarang ini. Revolusi Industri 4.0 merupakan transformasi komprehensif dari keseluruhan aspek produksi di industri melalui penggabungan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional menurut (Merkel, 2014). Aspek utama dan tentunya paling menonjol adalah mesin produksi, permasalahan yang terjadi pada mesin yang mengakibatkan terganggunya kinerja mesin akan menurunkan produktifitas dari perusahaan. Industri manufaktur adalah sebuah badan usaha yang mengolah barang mentah menjadi barang setengah jadi atau barang jadi yang memiliki nilai jual, atau oleh masyarakat kita lebih dikenal dengan nama pabrik. Penggunaan mesin erat kaitannya dengan perusahaan manufaktur, selain memudahkan pekerjaan manusia, penggunaan mesin juga dirasa lebih efektif dan efisien dibanding manusia yang memiliki keterbatasan.

Secara umum definisi atau pengertian mesin adalah serangkaian alat yang berguna untuk mengubah gaya menjadi sebuah energi, dimana energi tersebut dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai kegiatan. Dalam konteks industri, pemanfaatan mesin digunakan untuk melakukan proses produksi. Kesehatan mesin menentukan tingkat produktifitas perusahaan, maka dari itu pemeliharaan serta menganalisis permasalahan yang mungkin muncul pada mesin adalah hal penting yang harus dilakukan perusahaan. Tujuan utama dari pemeliharaan dibagi menjadi 6 yaitu yang pertama adalah menjaga kemampuan produksi agar dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi; kedua, menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu; ketiga, membantu mengurangi penyimpangan yang terjadi di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut; keempat, untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan maintenance

secara efektif dan efisien keseluruhannya; kelima, menghindari kegiatan maintenance yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja; keenam, mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of invesment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang rendah (Manahan, 2015).

PT. Hari Mukti Teknik merupakan Industri Manufaktur yang bergerak pada bidang manufaktur mesin laundry berskala industri dan aneka mesin rekayasa teknik. Perusahaan yang berdiri sejak tahun 2008, PT Hari Mukti Teknik merupakan pionir produsen mesin laundry industri di Indonesia. PT. HARI MUKTI TEKNIK mempunyai produk unggulan yang diberi nama Kanaba, mesin laundry yang sudah digunakan di seluruh Indonesia. Mesin laundry KANABA (Karya Anak Bantul) digunakan untuk mesin laundry rumah sakit, mesin laundry hotel dan mesin laundry industri lainnya, termasuk mesin laundry kiloan. Produk lain yang merupakan hasil manufaktur dari PT. HARI MUKTI TEKNIK adalah mesin pembuat arang yang peduli lingkungan dengan memanfaatkan bahan bakar dari oli bekas pakai, mesin dengan kapasitas 5m<sup>3</sup> mampu memproses 1632kg input (batok kelapa atau kayu) menjadi arang siap pakai dalam waktu 6 jam dengan kondisi optimal.

Arang adalah residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari hewan atau tumbuhan. Arang merupakan salah satu produk substitusi untuk kebutuhan bahan bakar rumah tangga konvensional seperti gas elpiji. Pada realisasinya arang lebih banyak digunakan untuk kebutuhan bahan bakar rumah tangga usaha kecil sampai menengah seperti warung penyetan, warung sate, dan bentuk usaha kecil sampai menengah lainnya. Proses produksi arang yang optimal secara efektif dan efisien akan mampu menyediakan *supply* arang yang terjangkau dengan harga yang relatif terjangkau, termasuk faktor mesin produksi di dalamnya harus mempunyai keandalan. PT. HARI MUKTI TEKNIK turut serta dalam proses pengadaan mesin pembuat arang yang mempunyai kapasitas produksi yang tinggi (1,6 ton dalam sekali produksi) dengan bahan bakar yang memanfaatkan limbah dari oli kendaraan bekas pakai.

Berikut adalah data kebutuhan bahan bakar rumah tangga untuk provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dari tahun 2011 – 2016 yang merupakan data terbaru yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia:

Tabel 1 Data Kebutuhan Arang Prov DIY

Tahun	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bahan bakar						
Listrik	0,05%	0,43%	0,20%	0,40%	1,86%	1,11%
Gas/Elpiji	46,21%	49,99%	54,90%	54,19%	62,91%	65,12%
Minyak tanah	1,13%	0,80%	0,67%	0,57%	0,42%	0,24%
Arang/Briket	1,02%	0,89%	0,58%	0,37%	0,29%	0,26%
Kayu	42,69%	40,33%	34,37%	33,93%	27,49%	26,16%
Lainnya	8,90%	7,55%	9,28%	10,54%	7,03%	7,12%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Sumber: BPS (Badan Pusat Statistika)

Kebutuhan arang yang merupakan bahan bakar substitusi dari bahan bakar utama gas elpiji untuk rumah tangga yang fluktuatif dan cenderung turun di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) antara tahun 2011 – 2016, membuat perusahaan menerapkan sistem *make to order*, dimana proses produksi akan dilakukan ketika ada pesanan masuk. Perusahaan melakukan demo penggunaan mesin pembuat arang buatannya untuk menarik minat konsumen.

Mesin berkapasitas 5m<sup>3</sup> (1,6 ton) diharapkan mampu memproses bahan mentah menjadi arang siap pakai dalam waktu 6 jam. Namun, pada kenyataannya ditemukan beberapa masalah saat dilakukan demo. Operator akan mencatat jumlah input, bahan bakar yang dibutuhkan, suhu, durasi, dan variabel lainnya pada saat demo dilakukan. Beberapa kendala yang muncul membuat mesin harus beroperasi melebihi dari waktu yang diharapkan yaitu lebih dari 6 jam. Beberapa komplain dari customer yang mengeluhkan kinerja mesin yang tidak sesuai ekspektasi menjadi *concern* bagi perusahaan untuk menjadi lebih baik lagi. Evaluasi perlu dilakukan untuk menganalisis kendala yang terjadi pada mesin untuk memperoleh hasil sesuai yang diharapkan. Pengaplikasian ilmu Teknik Industri tentang manajemen resiko yang penulis dapat dari bangku perkuliahan dapat diterapkan secara real pada permasalahan yang terjadi di perusahaan. *Tools* yang dapat digunakan terkait manajemen resiko dengan kasus *machine failure* adalah *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, FMEA adalah sebuah *tools* untuk menemukan kemungkinan kesalahan dalam sistem dan mengevaluasi konsekuensi kesalahan pada status operasional sistem (Hawkins, 1998). Pada pelaksanaannya FMEA mengkaji suatu proses dan menganalisis kemungkinan kegagalan yang mungkin terjadi dalam proses tersebut, beberapa kemungkinan kegagalan tersebut diberikan *rating* atau bobot sesuai dengan intensitas terjadinya *problem* tersebut. Analisis dilakukan selama tahap konsepsi dan desain awal, ini membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang pengetahuan sistem dan



sering kali melibatkan pengembangan diagram fungsional dan gambar skema sistem. FMEA telah dicoba dan diuji selama bertahun-tahun dalam dunia industri (Hawkins, 1998). FMEA menggunakan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebagai acuan dalam menentukan peringkat resiko.

Diharapkan pada akhir penelitian ini sedikit banyak dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun perusahaan untuk dapat terus mengembangkan sistem yang baik utamanya dalam manajemen resiko dan mampu mengembangkan produk menjadi lebih baik dan lebih andal lagi nantinya.

### **1.2.Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat dirumuskan beberapa masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Berapa nilai *Risk Priority Number* setiap faktor yang potensial mengalami kegagalan?
2. Atribut atau faktor apa saja yang menjadi *high priority* dan *low priority* dalam melakukan perbaikan?

### **1.3.Batasan Penelitian**

Agar penelitian dapat terfokus pada tujuan utamanya, berikut adalah batasan-batasan yang diterapkan pada penelitian ini :

1. Penelitian ini dilakukan di PT HARI MUKTI TEKNIK.
2. Objek penelitian adalah mesin pembuat arang berkapasitas 5m<sup>3</sup> yang merupakan produk dari PT HARI MUKTI TEKNIK.
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dalam manajemen resiko mengatasi *machine failure*.
4. Desain kuesioner berdasarkan 4 faktor yang potensial mempengaruhi kendala atau kegagalan mesin, yaitu : material; mesin; manusia; metode.
5. Responden atau *expert* adalah operator sekaligus mekanik mesin pembuat arang berkapasitas 5m<sup>3</sup>.

### **1.4.Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diterapkan, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menghitung nilai *Risk Priority Number* setiap faktor yang potensial mengalami kegagalan dan menganalisisnya.
2. Menentukan atribut atau faktor apa saja yang menjadi *high priority* dan *low priority* dalam melakukan perbaikan

### **1.5. Manfaat penelitian**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat :

1. Dapat menjadikan kuesioner yang telah disusun dari penelitian ini untuk menganalisis *machine failure* mesin-mesin lain yang ada di PT HARI MUKTI TEKNIK.
2. Perusahaan dapat mengetahui atribut atau faktor yang perlu segera dilakukan perbaikan untuk mencegah *machine failure* pada mesin pembuat arang karya PT HARI MUKTI TEKNIK.
3. Peneliti mampu mengimplementasikan ilmu tentang manajemen resiko, utamanya metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* pada kasus real yang ada di perusahaan.
4. Hasil penelitian ini memberi kontribusi dibidang keilmuan sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Agar penulisan tugas akhir lebih terstruktur maka berikut ini merupakan sistematika penulisan tugas akhir yang terdiri dari beberapa bab yaitu:

#### **BAB I            PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian serta sistematika penulisan proposal

#### **BAB II           KAJIAN LITERATUR**

Bab ini menjelaskan tentang Laboratorium, kualitas pelayanan, metode *Servqual*, metode *Importance Performance Analisis* serta hal-hal lain yang menyangkut topik

#### **BAB III          METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang objek penelitian, waktu dan tempat penelitian, jenis data, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data yang digunakan

#### **BAB IV      PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisikan tentang data yang telah diperoleh selama penelitian untuk kemudian dilakukan pengolahan menggunakan metode *Servqual* dan *Importance Performance Analysis*. Selain itu, analisis awal terhadap penentuan atribut atau matriks kuesioner *servqual* yang didapatkan juga dituliskan pada bab ini

#### **BAB V        PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan tentang analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah didapatkan serta kesesuaiannya terhadap tujuan peneliti

#### **BAB VI      PENUTUP**

Bab ini memuat kesimpulan dari pembahasan yang telah dilakukan terhadap pengolahan data serta saran-saran atau rekomendasi yang dapat diberikan peneliti kepada objek penelitian yang bersangkutan

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1. Kajian Deduktif

##### 2.1.1 *Failure Mode*

Merujuk pada *publisher* journal internasional kenamaan (*sciencedirect.com*) penelitian terkait *failure mode* sudah tercatat ada lebih dari 600 ribu journal terpublikasi mulai dari tahun 1998 sampai saat ini (2021). Analisis tentang moda kegagalan pada salah satu jurnal tertua yang terpublish secara resmi di *sciencedirect.com* pada tahun 1998 membahas tentang kompleksitas reaktor termonuklir yang rawan mengalami kegagalan dan berakibat sangat buruk pada lingkungan. Tanpa harus mengalami kegagalan dan menerima dampak yang merugikan terlebih dahulu, analisis moda kegagalan diterapkan pada penelitian tersebut dengan pengaplikasian FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) sebagai *tools*-nya pada jurnal yang berjudul "*Failure Mode and Effect Analysis on ITER Heat Transfer Systems*". FMEA membutuhkan pengenalan yang mendalam dengan sistem instalasi untuk dapat memprediksi apa yang dapat menjadi konsekuensi (terkait keselamatan dan lainnya) dari kemungkinan kegagalan, pada komponen demi komponen. Langkah pertama dari analisis adalah mengidentifikasi semua komponen yang termasuk dalam sistem (Pinna, 1998).

Pada penelitian terbaru tahun 2020, banyak penelitian yang lebih variatif tentang moda kegagalan, salah satunya menganalisis variabel *random* seperti curah hujan yang mengakibatkan kelongsoran tanah lereng pada dataran tinggi. Di wilayah Dataran Tinggi *Loess* di Cina Barat, dengan sebaran jurang dan parit yang luas, kurangnya sumber daya lahan telah menjadi faktor utama penghambat pembangunan ekonomi lokal akhir-akhir ini (Fan, 2018). Pengikisan tanah akibat curah hujan yang meningkat semakin mempersempit area daya guna dari lahan di daerah tersebut. Dari dua penelitian tersebut dapat ditarik benang merah yang menunjukkan jumlah kerugian berjalan beriringan dengan moda kegagalan (*Failure Mode*) yang terjadi.

*Failure Mode* atau Moda Kegagalan menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) dapat diartikan sebagai bentuk atau jenis kegagalan (perihal gagal/ketidak berhasilan). Bentuk kegagalan pada industri dapat terjadi pada mesin atau manusianya (operator). Kegagalan yang tidak dapat diatasi akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan dan menurunkan efektifitas produksi perusahaan.

### 2.1.2 Machine Failure

Mengerucutkan topik terkait kegagalan pada mesin dengan menambahkan *keywords* : *machine* pada sistem pencarian *sciencedirect.com* menampilkan ada lebih dari 150 ribu journal terkait mulai dari tahun 1998 sampai 2021. *Machine Failure* adalah kondisi dimana mesin tidak dapat beroperasi secara optimal akibat dari permasalahan yang diketahui atau tidak diketahui baik disengaja ataupun tidak disengaja (Piyanieta, 2019). Ada 3 jenis tipe *Machine Failure*, yaitu:

- *Sudden failure*, adalah kegagalan mesin yang tidak terduga dengan penyebab yang jelas
- *Intermittent failure*, adalah kerusakan yang terjadi secara sporadis atau acak. Penyebab kegagalan sulit diidentifikasi. Jenis kegagalan ini cukup membuat frustrasi, tetapi dapat dicegah dengan mengantisipasi kemungkinan penyebab dan menanganinya selama pemeliharaan.
- *Gradual failure*, adalah kegagalan yang paling mudah dicegah dengan melakukan perawatan dan inspeksi rutin. Pantau mesin dari proses pengoperasian hingga masa pakai suku cadang / komponen.

*Machine Failure* sering kali dijumpai dalam dunia industri, tidak hanya pada mesin produksi, *machine failure* juga terjadi pada output (produk) jika itu berupa mesin. Sebagai contoh *machine failure* pada mesin produksi di industri tambang, kegagalan kerap terjadi pada mesin khususnya keausan pada mesin pemotong. *In mining machinery, wear related failures of cutting tools is a frequent and common phenomenon* (Eshagian, 2020). Contoh lain penelitian tentang *machine failure* pada output (produk) AC (*air conditioner*) menyebutkan kegagalan kerap terjadi pada pipa hisap dan pembuangan kompressor yang membuat produk tidak lolos *quality control* (Godara, 1998). Penurunan produktifitas yang diakibatkan oleh kegagalan mesin akan memberikan dampak yang merugikan bagi perusahaan secara materi, *immateril*, *safety*, dan sejenisnya. Produktifitas mesin menjadi salah satu kekuatan dalam menghasilkan produk (*mass production*) guna memberikan kepuasan konsumen (*service excellent*)(Arif, 2019).

*Failure Mode and Effect Analysis* merupakan salah satu metode atau *tools* yang paling sering dijumpai dari penelitian-penelitian terdahulu dalam melakukan analisis terkait dengan *machine failure*. Dari 150 ribu lebih jurnal yang terpublikasi di *sciencedirect.com* tentang *machine failure*, 5 journal teratas yang muncul dari hasil pencarian, menggunakan metode FMEA dalam melakukan analisis.

### 2.1.3 Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA pertama kali diperkenalkan pada pertengahan 1960-an di industri dirgantara sebagai alat untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan insiden keselamatan. Pada akhir abad ke-20, industri otomotif AS mengadopsi teknik FMEA sebagai alat peningkatan kualitas. Sesuai dengan standar ISO / TS 16949, pemasok industri otomotif AS harus mengadopsi teknik FMEA sebagai upaya untuk mencegah kegagalan sebelum terjadi (McDermott, 2009).

FMEA adalah sebuah *tools* untuk menemukan kemungkinan kesalahan dalam sistem dan mengevaluasi konsekuensi kesalahan pada status operasional sistem (Hawkins, 1998). Sesuai prinsipnya, FMEA mampu menelusuri, mengidentifikasi, dan mencegah moda kegagalan pada suatu proses. Pada pelaksanaannya FMEA mengkaji suatu proses dan menganalisis kemungkinan kegagalan yang mungkin terjadi dalam proses tersebut, beberapa kemungkinan kegagalan tersebut diberikan *rating* atau bobot sesuai dengan intensitas terjadinya *problem* tersebut. Analisis dilakukan selama tahap konsepsi dan desain awal, ini membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang pengetahuan sistem dan sering kali melibatkan pengembangan diagram fungsional dan gambar skema sistem. FMEA telah dicoba dan diuji selama bertahun-tahun dalam dunia industri (Hawkins, 1998). FMEA menggunakan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebagai acuan dalam menentukan peringkat resiko. Nilai RPN ini didapat dari hasil kali 3 indikator (*severity/efek*, *occurrence/kejadian*, *detection/deteksi*), secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$RPN = SEV \times OCC \times DET \quad (2.1)$$

Dalam perkembangannya, karena ketidak pastian informasi yang dimiliki atau samarnya informasi akibat dari subjektifitas preferensi yang digunakan dalam penilaian terhadap mode kegagalan yang terjadi, dikenal *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis* (*Fuzzy FMEA*) yang memungkinkan data yang digunakan berupa data linguistik ataupun data numerik yang akan mempunyai nilai membership pada setiap atributnya (Erwin, 2017).

Keunggulan FMEA terletak pada kemampuannya dalam mendefinisikan suatu masalah atau potensi masalah (sebelum terjadi) hingga pada tingkat paling mendasar suatu sistem yang mungkin memberikan dampak berkelanjutan pada tingkat-tingkat setelahnya. Suatu sistem yang besar terdiri dari *sub-system* yang lebih kecil yang pada akhirnya dapat direduksi menjadi unit atau bagian terkecil. Kelebihan dari FMEA adalah *tools* ini dapat mengidentifikasi dan menganalisis kegagalan pada tingkat terkecil/*sub-system* dan kemudian memodelkan efeknya

pada tingkat selanjutnya (Hawkins, 1998). FMEA adalah *tools* yang berguna untuk identifikasi moda kegagalan paling berisiko terkait kontribusinya pada sistem (He Li, 2021)

Terdapat 3 tipe utama FMEA berdasarkan penggunaannya yaitu: *system* FMEA, *design* FMEA, *process* FMEA. Dari ketiga tipe FMEA yang paling sering dijumpai adalah *process* FMEA. Penggunaan FMEA dalam penelitian sudah sejak lama dilakukan, didukung oleh jurnal terpublikasi secara resmi di situs *sciencedirect.com* ada sebanyak 5734 jurnal sampai saat ini (2021) dengan jurnal tertua yang terpublikasi sebanyak 66 jurnal pada tahun 1998. Secara general permasalahan yang ada pada penelitian-penelitian sebelumnya adalah terkait dengan risk management dimana FMEA berperan penting membantu dalam melakukan analisis. Contoh pengaplikasian FMEA (*process* FMEA) dalam bidang pertanian pernah dibahas dalam jurnal karya (Devi et al, 2015). Penelitian ini menganalisis keseluruhan rantai pasok (*supply chain*) produk beras organik di MUTOS seloliman Trawas Mojokerto, mulai dari petani sebagai supplier, MUTOS sebagai pengemas (*manufacturer*), beberapa perusahaan distributor, dan Galaxy mall sebagai retailer sampai akhirnya tiba ditangan konsumen. Beras termasuk dalam produk pertanian yang mudah rusak, proses penanaman, pertumbuhan dan panen tergantung pada iklim dan musim, hasil panen memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi serta hasil pertanian bersifat kamba (tidak padat). Inilah sebabnya produk pertanian sulit ditangani. Peran FMEA disini adalah meminimalisasi kerusakan produk beras organik mulai dari supplier hingga sampai ke tangan konsumen.

Dalam jurnal lain, FMEA juga *reliable* untung menganalisis permasalahan di bidang peternakan. Tingginya permintaan atas daging ayam sejalan dengan meningkatnya kebutuhan pakan ayam, produksi pakan yang dikelola dengan baik akan meningkatkan produktifitas dan ketahanan perusahaan untuk bersaing dengan kompetitor lain. Kemampuan FMEA yang dapat mengidentifikasi permasalahan sebelum terjadi dapat mendukung usaha perusahaan dalam melakukan pengelolaan proses produksi yang baik (Naning et al, 2015).

#### **2.1.4 FMEA pada *Machine Failure***

Ada sekitar 2700 jurnal penelitian tentang *machine failure* dengan penerapan metode FMEA yang terpublish secara resmi pada web *sciencedirect.com*, termasuk 151 jurnal pada 2021. Analisis kegagalan biasanya merupakan langkah pertama dalam analisis keandalan dan pemeliharaan turbin angin lepas pantai terapung, yang dapat mengidentifikasi sistem dan komponen kritis yang lebih tidak dapat diandalkan daripada yang lain (He Li, 2021). Kegagalan proses pada mesin adalah suatu hal fatal yang bisa berakibat pada kegagalan seluruh proses produksi. Beberapa metode dapat digunakan untuk melakukan analisis, salah satunya adalah

FMEA yang dapat memproyeksikan potensi kegagalan sebelum kegagalan tersebut terjadi sekaligus mempersiapkan penanganannya. Selain menghambat proses produksi dan menurunkan produktifitas perusahaan, kegagalan mesin pada kegiatan-kegiatan beresiko juga dapat membahayakan keselamatan operator atau lebih luas lagi lingkungan sekitar, seperti misalnya pada reaktor nuklir. Kompleksitas pabrik ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) dan inventarisasi bahan radioaktif yang terlibat didalamnya memerlukan pendekatan sistematis untuk analisis keselamatan (Pinna, 1998). Besarnya dampak yang ditimbulkan memerlukan penanganan yang serius baik sebelum atau sesudah masalah terjadi.

FMEA membutuhkan pengenalan yang mendalam dengan sistem instalasi agar dapat memprediksi apa yang dapat menjadi konsekuensi (terkait keselamatan, kerugian dan lainnya) dari kemungkinan kegagalan, pada basis komponen demi komponen atau *sub-system* (Pinna, 1998). Analisis secara mendetail yang dapat dilakukan oleh FMEA menjadi salah satu kelebihan FMEA untuk melakukan manajemen resiko. Kegagalan pada mesin dapat mengakibatkan penghentian ekstraksi, yang dapat mengakibatkan biaya operasional tambahan dan kerugian produksi (Eshagian, 2020). Dalam konteks ini pengaplikasian FMEA untuk menganalisis mesin produksi dapat menghindarkan kerugian secara materil dan immateril yang bisa saja dialami oleh perusahaan.

Penelitian terkait dengan *machine failure* menggunakan metode FMEA di Indonesia sendiri belum banyak dilakukan, didukung data dari *publisher* jurnal yang kredibel *sciencedirect.com* hanya tercatat 44 jurnal dari rentan waktu 20 tahun terakhir. Hal ini membuka peluang sebesar-besarnya untuk dilakukannya penelitian terkait topik ini.



## 2.2. Kajian Induktif

Kajian induktif berisikan rangkuman-rangkuman jurnal dari penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, rangkuman-rangkuman tersebut penulis sajikan dalam tabel seperti berikut:

Tabel 2 Rangkuman Jurnal

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Arif Rahman, Surya Perdana	2019	Analisis Produktivitas Mesin Percetakan <i>Perfect Binding</i> dengan Metode OEE dan FMEA	OEE dan FMEA	Rendahnya nilai Overall Equipment Effektiviness (OEE) yang didapatkan pada mesin Perfect Binding menyebabkan produktivitas mesin tersebut menurun. rencana perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi dari analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), pertama untuk mengatasi temperatur bak lem yang tidak stabil, dengan melakukan pengecekan temperatur secara periodik. Kedua untuk mengatasi material mudah jump di unit gathering, dengan melakukan pemisahan produk yang tidak berkualitas sebelum ditempatkan di unit gathering. Ketiga untuk mengatasi ganti pisau yang masih lama, rencana perbaikannya adalah dibuat SOP/Instruksi kerja.

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
2	Akhmad Raunaq Rosih, Mochamad Choiri, Rahmi Yuniarti	2015	Analisis Resiko Operasional pada Departemen Logistik dengan Menggunakan Metode FMEA	FMEA	Berdasarkan hasil identifikasi risiko, didapatkan 9 indikator risiko operasional scope masalah organisasi Departemen Logistik PT. Merak Jaya Beton Malang.  Hasil analisis dengan metode FMEA, indikator risiko yang dikategorikan sebagai risiko kritis adalah indikator risiko pengelolaan inventory, pengawasan gudang, sirkulasi spare part, kegiatan administrasi, dan pengelolaan SDM.
3	Iwan Setiawan	2014	FMEA Sebagai Alat Analisa Resiko Moda Kegagalan pada <i>Magnetic Force Welding Machine</i> ME-27.1	FMEA	<i>FMEA Worksheet</i> dibuat berdasarkan moda kegagalan setelah proses identifikasi dapat dilakukan dengan menguraikan sub-sistem sampai tingkat komponen. Setelah itu dihitung RPN-nya dengan hasil penilaian risiko antara 2 sampai dengan 6, yang berarti bahwa dalam skala risk ranking rating risiko $\leq 10$ dengan risiko kegagalan rendah.
4	Erwin Arya Winanto, Imam Santoso	2017	Integrasi Metode <i>Fuzzy FMEA</i> dan AHP dalam Analisis dan Mitigasi Risiko	<i>Fuzzy FMEA</i> dan AHP	Risiko prioritas untuk rantai pasok petani (supplier) adalah risiko terkait kebijakan pemerintah yaitu

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			Rantai Pasok Bawang Merah		kebijakan terkait bawang merah impor, risiko prioritas rantai pasok tengkulak (distributor) adalah risiko terkait persaingan dengan bawang merah impor, dan risiko prioritas rantai pasok peritel (pengecer) adalah risiko adanya pesaing dengan peritel lain. Hasil Analisis dengan metode AHP menunjukkan terdapat 6 alternatif strategi. Strategi terpilih dengan prioritas tertinggi adalah memilih varietas yang tepat, menjalin kemitraan, dan meningkatkan promosi.
5	Nia Budi Puspitasari, Arif Martanto	2014	Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin)  (Studi kasus PT. ASAPUTEX JAYA TEGAL)	FMEA	Moda kegagalan potensial pada proses pembuatan sarung tenun ATM pada PT. Asaputex Jaya terdiri dari 14 jenis kegagalan. Moda kegagalan tersebut didapatkan berdasarkan dari kegagalan fungsi alat/proses jenis mesin yang beroperasi pada proses pembuatan sarung tenun. Resiko kegagalan pada hasil FMEA digunakan sebagai prioritas dalam usulan perbaikan. Usulan perbaikan yang diberikan untuk perusahaan secara

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					keseluruhan adalah perusahaan agar lebih memerhatikan perawatan mesin agar mesin terhindar dari kegagalan fungsinya.
6	B. Godara, N. Tandon, K. Gupta	1997	<i>a Failure Analysis Approach to Solving Refrigerant Connector Failures in Rail Coach Air Conditioning Units</i>	FTA (Fault Tree Analysis)	Pemasangan kompresor yang kaku meningkatkan frekuensi alami kompresor, menyebabkan pengurangan amplitudo getaran kompresor serta pada jalur hisap dan pelepasan. Pemasangan kompresor yang kaku juga akan membatasi gerakan relatif kompresor dan dengan demikian sangat mengurangi pergerakan diferensial di ujung konektor. Ini akan mengurangi tekanan pada konektor dan mencegah kegagalan.
7	Chia-Fen Chi, Davin Sigmund, Martin Octavianus Astardi	2020	<i>Classification Scheme for Root Cause and Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) of Passenger Vehicle Recalls</i>	5W1H, FMEA	skema klasifikasi komponen cacat dan jenis cacat dibuat berdasarkan analisis akar masalah pada 345 penarikan kendaraan penumpang. Analisis koefisien V dan Phi Cramer diterapkan untuk mengidentifikasi hubungan yang signifikan antara komponen cacat dan jenis cacat. Analisis akar masalah memungkinkan

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					perusahaan manufaktur untuk fokus pada serangkaian jenis cacat yang lebih kecil yang dapat diterapkan untuk meningkatkan desain, manufaktur, kontrol kualitas, dan deteksi dini serta koreksi penarikan kendaraan.
8	Z. Chang, F. Huang, J. Huang	2020	<i>Experimental study of the failure mode and mechanism of loess fill slopes induced by rainfall</i>	<i>Simulations, Failure mode analysis</i>	Berdasarkan variasi kadar air volumetrik, tekanan air pori dan tekanan tanah horizontal pada lereng simulasi <i>loess fill</i> dikombinasikan dengan deformasi lereng, mode kegagalan lereng loess fill dapat digambarkan sebagai <i>backward retrogressive failure</i> , menunjukkan karakteristik lereng yang semakin menurun dari ujung ke ujung.
9	P. G. Hawkins & D. J. Woollons	1998	<i>Failure modes and effects analysis of complex engineering systems using functional models</i>	<i>Functional modelling, FMEA</i>	Empat jenis mode kegagalan digunakan untuk menguji perbedaan perilaku pompa roda gigi yang digerakkan secara elektrik. Perilaku yang dihasilkan menunjukkan bahwa perbedaan antara perilaku normal dan (terdapat) kegagalan dapat diidentifikasi.
10	T. Pinna, R. Caporali, G. Cambi, L.	1998	<i>Failure mode and effect analysis on ITER</i>	FMEA	Analisis terperinci yang dilakukan dengan metodologi FMEA

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
	Burgazzi , A. Poucet , M.T. Porfiri		<i>heat transfer systems</i>		memberikan penyaringan lengkap dari berbagai penyebab yang dapat menyebabkan situasi kegagalan di pabrik atau hanya menghentikan fase operasi karena kegagalan dalam sistem pabrik. Tinjauan kualitatif urutan kecelakaan dapat diturunkan dari tabel FMEA, dengan melihat deskripsi konsekuensi dan tindakan pencegahan: mitigatif. Hasil analisis FMEA akan digunakan untuk kepentingan keamanan dan keselamatan.
11	O. Eshaghian, S. H. Hoseinie, A. Maleki	2020	<i>Multi-Attribute geometrical, Failure Analysis macroscopic of Coal Cutting and Picks on microscopic Longwall Shearer Machine analysis</i>		Secara umum, ada empat jenis kegagalan makroskopis "pick" pemotongan batubara, yang meliputi: <i>Pick body wear, Breakage of pick tip, Slimming of pick body, Separation and removal of pick tip</i> . Selain itu, ada lima kegagalan mikroskopis, yaitu : <i>Cracking, lamination and crushing of WC grains, Abrasive wear and adhesive wear at the tungsten carbide pick tip surface, Coal penetration and coal channel formation on pick surface, Cavity</i>

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					<i>formation, Long and deep cracks.</i>
12	Naning Aranti Wessiani, Satria Oktaufanus Sarwoko	2015	<i>Risk analysis of poultry feed production using fuzzy FMEA</i>	Fuzzy FMEA	Penelitian ini menerapkan metodologi fuzzy FMEA untuk mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan mengevaluasi risiko yang terjadi dalam proses produksi pakan unggas. Pendekatan fuzzy digunakan untuk menghitung Risk Priority Fuzzy Number (RPFN). Fuzzy diadopsi untuk menangani batasan FMEA tradisional di mana sulit bagi pakar untuk menilai kemungkinan risiko, dampak, dan pendeteksiannya secara tepat.
13	Hu-Chen Liu, Long Liu, Nan Liu	2013	<i>Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review</i>	Reviewing 75 FMEA Paper between 1992-2012	Karena kelemahan FMEA tradisional dan ketidakpastian faktor risiko, banyak model prioritas risiko yang diusulkan untuk memprioritaskan mode kegagalan yang bertujuan untuk evaluasi risiko yang akurat dan kuat. Metode berbasis aturan fuzzy yang diusulkan dalam literatur FMEA meningkatkan akurasi analisis kekritisan kegagalan dengan mengorbankan kemudahan dan

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					transparansi metode konvensional. Tetapi masih ada keraguan mengenai penerapan sebenarnya dari sistem basis aturan fuzzy untuk keadaan kehidupan nyata, dengan alasan kesulitan yang muncul selama desain model fuzzy, yaitu dalam mendefinisikan (banyak) aturan dan fungsi keanggotaan yang dibutuhkan oleh metodologi ini.
14	Devi Urianty Miftahul Rohmaha, Wike Agustin Prima Daniaa, Ika Atsari Dewia	2015	<i>Risk Measurement of Supply Chain Organic Rice Product using Fuzzy Failure Mode Effect Analysis in MUTOS Seloliman Trawas Mojokerto</i>	<i>Fuzzy FMEA</i>	Peringkat prioritas risiko diperoleh dari FRPN yang diperoleh. Urutan prioritas risiko dalam rantai pasok beras organik MUTOS berdasarkan hasil penelitian dari atas ke bawah adalah risiko mengalami pengembalian produk komoditas, kerusakan atau kehilangan kualitas, pencemaran pada saat pengolahan, kehabisan persediaan, memiliki produk pesaing, memiliki ketidaksesuaian dengan standar kualitas, mengandung kontaminasi bahan kimia, persediaan tertunda, komoditas mengalami



No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					keterlambatan atau penundaan pemrosesan, rusak selama proses produksi, kerusakan peralatan hingga crash saat pemrosesan, perubahan permintaan komoditas, rusak selama penyimpanan, dan penurunan produksi
15	He Li, Diaz, Guedes Soares	H. 2021	<i>A developed failure mode and effect analysis for floating offshore wind turbine support structures</i>	FMEA	Makalah ini memperluas mode kegagalan tradisional dan metodologi FMEA dengan mempertimbangkan bobot indeks dari metode tersebut yaitu tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi sebagai dasar untuk menganalisis kegagalan struktur pendukung turbin angin lepas pantai mengambang generik. Faktor penyebab kegagalan yang tidak dapat dihindari dan tidak diketahui, misalnya : kegagalan perangkat, penyebab kegagalan terkait material seperti kelelahan, keausan, korosi, dan faktor terkait lingkungan seperti angin/gelombang yang kuat diakui sebagai penyebab kegagalan paling kritis dari struktur pendukung terapung.

Dari rangkuman jurnal-jurnal penelitian terdahulu, didapatkan informasi kalau metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* sangat *reliable* untuk menganalisis kasus *machine failure*. Tidak hanya bidang industri, FMEA juga *reliable* untuk permasalahan lain di bidang pertanian, dan peternakan seperti pada *risk measurement* rantai pasok bawang dan produksi pakan unggas. Posisi dari penelitian ini adalah khususnya untuk menganalisis *machine failure* dari mesin arang dimana masih belum ada yang melakukan khususnya di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah mesin pembuat arang kapasitas 5m<sup>3</sup> produksi PT. HARI MUKTI TEKNIK, yang berlokasi di Padangan, Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. PT HARI MUKTI TEKNIK bergerak pada bidang manufaktur mesin laundry berskala industri dan aneka mesin rekayasa teknik. Perusahaan yang berdiri sejak tahun 2008, PT Hari Mukti Teknik merupakan pionir produsen mesin laundry industri di Indonesia. PT. HARI MUKTI TEKNIK mempunyai produk unggulan yang diberi nama Kanaba, mesin laundry yang sudah digunakan di seluruh Indonesia. Mesin laundry KANABA (Karya Anak Bantul) digunakan untuk mesin laundry rumah sakit, mesin laundry hotel dan mesin laundry industri lainnya, termasuk mesin laundry kiloan. Pengambilan dan pengumpulan data yang dilakukan merupakan hasil pengamatan dari proses usaha PT. HARI MUKTI TEKNIK.

#### 2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

- a. Waktu : April – Juli 2021
- b. Tempat : PT. Hari Mukti Teknik Padangan, Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55792.

#### 2.3 Jenis Data

Adapun jenis data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung dari narasumber atau objek penelitian. Narasumber pada penelitian ini adalah operator sekaligus mekanik mesin di PT. HARI MUKTI TEKNIK. Sedangkan objek pada penelitian ini adalah mesin produksi arang kapasitas 5 m<sup>3</sup> (5-meter kubik) yang merupakan produk dari PT. HARI MUKTI TEKNIK.

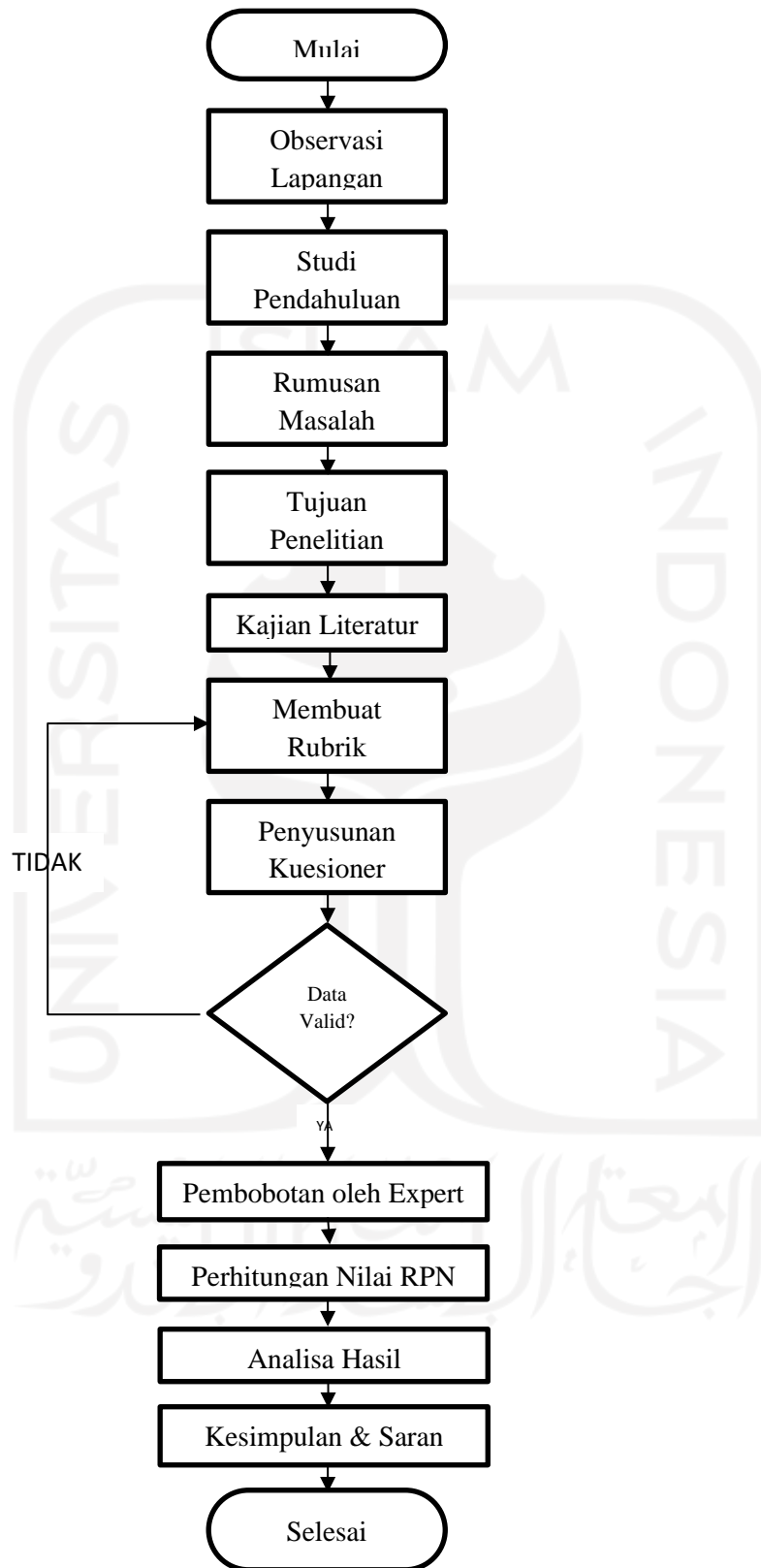
- b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui literatur – literatur yang ada atau dari sumber kedua yang lainnya mengenai manajemen resiko, Metode yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.



### 3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut:



Berikut ini penjelasan dari diagram alur penelitian adalah sebagai berikut:

a. Observasi lapangan

Pada tahap ini adalah tahap awal, dilakukan dengan teknik observasi yaitu melihat serta menganalisis secara langsung lokasi objek penelitian untuk mengetahui kondisi aktual yang terjadi, agar mendapatkan data penelitian yang dibutuhkan lebih valid, sehingga diakhir penelitian dapat memberikan usulan yang sesuai. Selain observasi juga dengan mewawancarai pihak yang terkait di PT HARI MUKTI TEKNIK. Tujuannya untuk melakukan identifikasi masalah lebih mendalam untuk mengetahui permasalahan apa yang terjadi di perusahaan.

b. Studi pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mencari rujukan mengenai permasalahan yang ada di perusahaan terhadap penelitian terdahulu yang memiliki kurang lebih kasus yang sama sehingga akan mempermudah dalam penyelesaian masalah dan mengetahui arah penelitian. Dalam langkah ini peneliti menggunakan data sekunder yang berupa jurnal mengenai manajemen resiko sekaligus pengumpulan rujukan-rujukan tentang metode yang *applicable* untuk penyelesaian permasalahan yang ada di PT. HARI MUKTI TEKNIK.

c. Rumusan masalah

Setelah mengetahui masalah yang terjadi dan arah penelitian dari studi pendahuluan maka, selanjutnya menentukan rumusan masalah yang akan diangkat menjadi topik penelitian yang dilakukan.

d. Tujuan penelitian

Menentukan tujuan penelitian yang dilakukan dari rumusan masalah yang sudah dibuat pada tahap sebelumnya

e. Kajian litelatur

Setelah permasalahan teridentifikasi dan mengetahui tujuan dari penelitian, selanjutnya penulis membutuhkan penguatan analisis dengan mengumpulkan literatur yang memiliki kaitan secara signifikan sehingga diharapkan penelitian ini dapat lebih tereksplorasi dengan berdasarkan pada kajian ilmiah yang kuat.

f. Membuat rubrik kuesioner

Rubrik kuesioner dibuat berdasarkan data primer dan sekunder. Data primer berupa diskusi dengan pihak perusahaan untuk mengetahui kondisi perusahaan dan lebih jauh tentang objek penelitian, dan data sekunder dibutuhkan untuk validasi bahwa nantinya rubrik yang dibuat tidak keluar dari jalur yang seharusnya. Pada tahap ini dilakukan penentuan batasan-batasan

dan merancang skala rating *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* yang sesuai dengan variabel-variabel yang ada di PT HARI MUKTI TEKNIK. Mengacu pada kajian literatur pada tahap sebelumnya skala rating yang baku pada metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* adalah 1 – 10 yang kemudian akan dideskripsikan sesuai dengan kondisi pada perusahaan.

g. Penyusunan kuesioner

Merancang pertanyaan-pertanyaan terkait permasalahan (*machine failure*) yang ada di perusahaan berdasarkan 5 variabel, yaitu : Material; Lingkungan; Mesin; Manusia; Metode. Data yang digunakan adalah data primer yang merupakan hasil wawancara dengan pihak perusahaan.

h. Uji validitas *expert judgements*

Pengujian validitas isi instrumen dengan cara *expert judgement* adalah melalui menelaah kisi-kisi terutama kesesuaian dengan tujuan penelitian dan butir-butir pertanyaan.

i. Pembobotan oleh *expert*

Jika data valid, selanjutnya kuesioner akan ditujukan kepada *expert* untuk pemberian bobot atau rating pada setiap variabel yang ada. *Expert* pada permasalahan (*machine failure*) di atas adalah seorang operator sekaligus mekanik mesin di PT. HARI MUKTI TEKNIK.

j. Perhitungan nilai *Risk Priority Number (RPN)*

Data yang didapat kemudian akan digunakan untuk melakukan perhitungan nilai *risk priority number (RPN)* dengan mengkalikan rating *severity*, *occurance*, dan *detection*. Semakin besar nilai RPN dari suatu variabel maka perbaikan harus semakin didahulukan. Data ini adalah data primer yang didapat dari tahap sebelumnya.

k. Analisa hasil penelitian

Selanjutnya dilakukan analisis berdasarkan nilai *Risk Priority Number (RPN)* yang didapatkan dari tahap sebelumnya. Nilai *risk priority number* yang tertinggi mendapat prioritas pertama untuk dianalisa faktor penyebabnya untuk kemudian dilakukan perbaikan.

l. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis tersebut kemudian diambil kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini. Kesimpulan adalah menjawab pertanyaan dari tujuan penelitian yang telah dibuat pada tahap awal. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat diberikan rekomendasi atau masukan dan juga saran-saran yang dapat menjadi masukan bagi pihak perusahaan guna mengoptimalkan manajemen resiko pada proses produksi arang.

## BAB IV

### PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Penyusunan Rubrik Kuesioner

Dalam penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, diperlukan kuesioner sebagai *tools* untuk pengambilan data. Penyusunan rubrik harus disesuaikan dengan permasalahan dan kondisi yang ada di perusahaan, bertujuan agar data yang dikumpulkan relevan dengan tujuan dari penelitian. Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* berfungsi untuk memproyeksikan kegagalan atau kendala yang mungkin terjadi terjadi pada proses produksi dan diberikan *ranking* sesuai dengan nilai *Risk Priority Number (RPN)* yang didapat dari hasil kali 3 variabel (*Severity, Occurance, Detection*). Penilaian (pemberian bobot) dari ketiga variabel tersebut akan dilakukan oleh *expert* dari perusahaan, dalam konteks ini adalah operator sekaligus mekanik mesin di PT. HARI MUKTI TEKNIK. Skala yang digunakan adalah 1 – 10, dimana 1 mewakili resiko terkecil, dan 10 mewakili resiko terbesar.

#### 4.2 Penyesuaian Rubrik dengan Kondisi Perusahaan

Rubrik awal yang digunakan adalah *template* dari kuesioner *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* yang banyak tersedia dari internet maupun penelitian-penelitian terhadulu yang kemudian didiskusikan dengan perusahaan untuk *adjusting* dengan kondisi di perusahaan, dan mendapatkan hasil seperti berikut:

##### 1. Severity

Tabel 3 Rubrik Severity

Rating	Severity	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Perusahaan gagal melakukan penjualan kepada customer.
9	Berbahaya dengan peringatan	
8	Sangat tinggi	Perusahaan tetap dapat melakukan penjualan dengan sebelumnya telah melakukan perbaikan pada mesin
7	Tinggi	
6	Sedang	
5	Rendah	



<b>Rating</b>	<b>Severity</b>	<b>Deskripsi</b>
		dan memberikan jaminan tanpa kendala sebelum mesin sampai ke tangan customer.
4	Sangat rendah	Perusahaan tetap dapat melakukan penjualan dengan cacat produk yang masih bisa ditoleransi customer.
3	Kecil	
2	Sangat kecil	
1	Tidak ada efek	Penjualan tidak terganggu.

*Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut diberikan rating dengan skala 1 – 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Sebagai produk yang ditawarkan kepada customer, resiko tertinggi yang dapat diterima perusahaan adalah pembatalan order dari customer apabila produk tidak sesuai dengan spesifikasi yang dijanjikan, kemudian dibawahnya ada order tetap berjalan namun perusahaan harus memperbaiki terlebih dahulu permasalahan yang ada, kemudian setelahnya ada tingkat cacat produk yang masih bisa ditoleransi customer sehingga order tetap berjalan tanpa masalah. Tidak ada efek artinya kejadian/kegagalan tidak mempengaruhi penjualan.

## 2. *Occurance*

Tabel 4 Rubrik *Occurance*

<b>Rating</b>	<b>Occurance</b>	<b>Deskripsi</b>
10	Sangat tinggi	4 kali/tahun
9		
8	Tinggi	3 kali/tahun
7		
6		
5	Sedang	2 kali/tahun
4		
3	Rendah	1 kali/tahun
2		
1	Tidak ada	0

*Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi. *Occurance* merupakan nilai rating yang disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi. Frekuensi kegagalan dibuat dalam satuan tahun karena jumlah produksi yang terbatas dan tidak banyak, serta keterbatasan data yang dapat diberikan oleh perusahaan.

### 3. *Dettection*

Tabel 5 Rubrik *Dettection*

<b>Rating</b>	<b><i>Detection</i></b>	<b>Deskripsi</b>
10	Hampir mustahil	Pengecekan akan hampir tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
9	Sangat sulit	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat sulit untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Sulit	Pengecekan memiliki kemungkinan sulit untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat rendah	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Pengecekan memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	Sedang	Pengecekan memiliki kemungkinan sedang untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	Menengah ke atas	Pengecekan memiliki kemungkinan menengah ke atas untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Pengecekan memiliki kemungkinan tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

<b>Rating</b>	<b>Detection</b>	<b>Deskripsi</b>
2	Sangat tinggi	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
1	Hampir pasti	Pengecekan akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

*Detection* berfungsi untuk upaya pencegahan kegagalan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. Seberapa sulit penyebab atau potensi kegagalan dapat ditemukan, nilai 1 mewakili yang termudah dan 10 mewakili yang tersulit.

#### **4.3 Desain Pertanyaan Kuesioner**

Pertanyaan yang disusun adalah berdasarkan 4 variabel yang berpengaruh dalam analisis *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* yaitu material, mesin, manusia, dan metode. Sebelumnya 1 variabel, yaitu lingkungan telah dihilangkan karena kapasitas mesin yang tidak *waterproof* sehingga sangat mudah terhambat atau bahkan terhenti bila ada gangguan cuaca dari hujan yang dapat membuat hasil perolehan data tidak valid nantinya. Tabel pertanyaan yang didapat adalah seperti berikut:

Tabel 6 Pertanyaan Kuesioner

Faktor	Akibat Kegagalan Proses	Penyebab Kegagalan	Kontrol yang Dilakukan	<i>Severity (S)</i>	<i>Occurance (O)</i>	<i>Detection (D)</i>
Material	Waktu proses melebihi dari waktu standar produksi sesuai spesifikasi mesin (6 jam) agar material dapat terbakar sempurna.	Kadar air material terlalu tinggi (semakin tinggi kadar air pada material, semakin lama waktu produksi).	Pemilihan bahan, penjemuran material sebelum diolah ( <i>pre production</i> )			
		Sisa-sisa bulir daging kelapa pada batok kelapa (semakin banyak bulir kelapa, semakin lama waktu produksi).	Pemisahan antara material bersih dari bulir dan berbulir.			

Mesin	Akselerasi suhu untuk mencapai 600°C lambat, waktu proses lebih dari 6 jam.	Pipa spuyer oli (2mm) dan angin (1.8mm) terlalu kecil.	Peluasan diameter untuk pipa spuyer 2.5mm untuk oli, dan 2mm untuk angin.			
Manusia	Mesin tidak dapat beroperasi	Starter mesin cukup rumit untuk dioperasikan oleh orang baru	Pelatihan/tutor kepada operator baru			
Metode	Waktu proses terhambat akibat endapan kotoran dari oli bekas pada spuyer (mangkok karburator)	Bahan bakar utama mesin yang merupakan oli bekas pakai	Penyaringan/pengendapan oli sebelum digunakan untuk bahan bakar			

Tabel diatas dapat diartikan dengan:

1. Faktor, adalah variabel yang mempengaruhi kendala atau kegagalan mesin (*machine failure*) pada proses produksi.
2. Akibat kegagalan proses, adalah dampak yang muncul dari kendala atau kegagalan yang terjadi berdasarkan variabel yang mempengaruhinya, berkaitan dengan *severity* yang nantinya diberikan bobot/*rating* sesuai urgensinya.
3. Penyebab kegagalan, adalah hal yang membuat kendala atau kegagalan terjadi, berkaitan dengan *occurance*, yang nantinya diberikan bobot/*rating* sesuai jumlah kejadiannya.
4. Kontrol yang dilakukan, adalah aksi yang dilakukan jika kendala atau kegagalan terjadi, berkaitan dengan *detection*, yang nantinya diberikan bobot/*rating* sesuai reliabilitas dalam mendeteksi masalah.
5. *Severity*, adalah kolom untuk pemberian bobot/*rating* untuk kolom “Akibat kegagalan proses”. Secara sederhana dapat diartikan, jika terjadi kegagalan A maka berapa kerugian yang akan ditanggung perusahaan?
6. *Occurance*, adalah kolom untuk pemberian bobot/*rating* untuk kolom “Penyebab Kegagalan”. Secara sederhana dapat diartikan, Penyebab A terjadi berapa kali dalam satu tahun?
7. *Detection*, adalah kolom untuk pemberian bobot/*rating* untuk kolom “Kontrol yang dilakukan”. Secara sederhana dapat diartikan, Solusi A apakah sudah pasti dapat mengatasi permasalahan? Atau agak sulit?

#### 4.4 Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari pengisian kuesioner yang dilakukan oleh *expert* adalah bobot/*rating* untuk *severity*, *occurance*, dan *detection*. *Rating* dari 3 variabel ini akan digunakan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number (RPN)* dengan rumus:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

Nilai *Risk Priority Number (RPN)* yang tertinggi menunjukkan prioritas dalam melakukan perbaikan.



Tabel 7 Perhitungan RPN

<b>Faktor</b>	<b>Akibat Kegagalan Proses</b>	<b>Penyebab Kegagalan</b>	<b>Kontrol yang Dilakukan</b>	<b>Severity (S)</b>	<b>Occurance (O)</b>	<b>Detection (D)</b>	<b>Risk Priority Number (RPN)</b>
Material	Waktu proses melebihi dari waktu standar produksi sesuai spesifikasi mesin (6 jam) agar material dapat terbakar sempurna.	Kadar air material terlalu tinggi (semakin tinggi kadar air pada material, semakin lama waktu produksi).	Pemilihan bahan, penjemuran material sebelum diolah ( <i>pre production</i> )	3	2	2	<b>12</b>
		Sisa-sisa bulir daging kelapa pada batok kelapa (semakin banyak bulir kelapa, semakin lama	Pemisahan antara material bersih dari bulir dan berbulir.	3	2	3	<b>18</b>



		waktu produksi).					
Mesin	Akselerasi suhu untuk mencapai 600°C lambat, waktu proses lebih dari 6 jam.	Pipa spuyer oli (2mm) dan angin (1.8mm) terlalu kecil.	Peluasan diameter untuk pipa spuyer 2.5mm untuk oli, dan 2mm untuk angin.	3	8	3	<b>72</b>
Manusia	Mesin tidak dapat beroperasi	Starter mesin cukup rumit untuk dioperasikan oleh orang baru	Pelatihan/tutor kepada operator baru	10	1	2	<b>20</b>
Metode	Waktu proses terhambat akibat endapan kotoran dari oli bekas pada spuyer	Bahan bakar utama mesin yang merupakan oli bekas pakai	Penyaringan/pengendapan oli sebelum digunakan untuk bahan bakar	3	3	2	<b>18</b>

	(mangkok karburator)						
--	-------------------------	--	--	--	--	--	--





## BAB V

### ANALISIS & PEMBAHASAN

#### 5.1. Analisis Data Kuesioner

1. Waktu proses melebihi dari waktu standar produksi sesuai spesifikasi mesin (6 jam) agar material dapat terbakar sempurna, diberikan nilai 3 karena material yang basah menyisakan sekitar 170kg+ an material yang harus diproses dengan waktu tambahan.
2. Kadar air material terlalu tinggi (semakin tinggi kadar air pada material, semakin lama waktu produksi), diberikan nilai 2 karena pernah terjadi dalam 1 tahun terakhir berdasarkan data yang dimiliki perusahaan.
3. Pemilihan bahan, penjemuran material sebelum diolah (*pre production*), diberikan nilai 2 karena kontrol yang dilakukan cukup mudah dilakukan dan memberikan pengaruh yang tinggi pada hasil.
4. Sisa-sisa bulir daging kelapa pada batok kelapa (semakin banyak bulir kelapa, semakin lama waktu produksi), diberikan nilai 2 karena pernah terjadi dalam 1 tahun terakhir berdasarkan data yang dimiliki perusahaan.
5. Pemisahan antara material bersih dari bulir dan berbulir, diberikan nilai 3 karena kontrol yang dilakukan cukup mudah walaupun harus dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu namun memiliki pengaruh yang tinggi.
6. Akselerasi suhu untuk mencapai 600°C lambat, waktu proses lebih dari 6 jam, diberikan nilai 3 karena suhu yang lambat mencapai 600°C membuat panas juga lambat untuk menjangkau bagian tengah dan menyisakan 200kg+ material yang belum terbakar sempurna pada waktu 6 jam.
7. Pipa spuyer oli (2mm) dan angin (1.8mm) terlalu kecil, diberikan nilai 8 karena dari data yang dimiliki perusahaan, semua proses *demo/trial* (3 kali dilakukan) mesin mengalami kegagalan (waktu produksi melebihi 6 jam) dikarenakan pipa spuyer yang tidak proporsional.
8. Peluasan diameter untuk pipa spuyer 2.5mm untuk oli, dan 2mm untuk angin, diberi nilai 3 karena penggantian pipa spuyer untuk oli dari 2mm ke 2.5mm dan angin dari 1.8mm ke 2mm tetap mampu mempertahankan penggunaan bahan bakar dengan jumlah yang sama dengan sebelumnya dan memberikan panas yang lebih merata namun harus mengganti part bagian dalam burner.

9. Mesin tidak dapat beroperasi, diberikan nilai 10 karena jika mesin tidak dapat beroperasi maka secara otomatis customer tidak ada keinginan untuk membeli.
10. Starter mesin cukup rumit untuk dioperasikan oleh orang baru, diberikan nilai 1 karena selalu ada operator yang sudah kompeten untuk menyalakan mesin.
11. Pelatihan/tutor kepada operator baru, diberikan nilai 2 karena tidak terlalu sulit untuk mengajari orang baru untuk mengoperasikan mesin sekitar 1-2 kali bisa langsung paham.
12. Waktu proses terhambat akibat endapan kotoran dari oli bekas pada spuyer (mangkok karburator), diberikan nilai 3 karena memberikan efek pada burner yang terkendala dalam pembakaran sehingga memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai suhu 600°C yang harusnya selesai proses dalam waktu 6 jam mengakibatkan 200kg+ input tidak terproses sempurna.
13. Bahan bakar utama mesin yang merupakan oli bekas pakai, diberikan nilai 3 karena pernah terjadi dalam 1 tahun terakhir sesuai data yang dimiliki oleh perusahaan.
14. Penyaringan/pengendapan oli sebelum digunakan untuk bahan bakar, diberikan nilai 2 karena walaupun oli sudah dilakukan penyaringan akan sangat mampu menghindari kendala namun faktor kekentalan oli bekas juga berpengaruh walaupun oli sudah bersih dari kotoran.

## **5.2. Analisis Nilai Risk Priority Number (RPN)**

Data yang terbatas utamanya untuk tabel *occurance* yang hanya ada 3 data historis dari perusahaan berpotensi menyebabkan hasil hitung RPN tidak maksimal, proses produksi yang dilakukan secara *Make to Order (MTO)* dan objek penelitian yang merupakan produk yang terhitung baru dari perusahaan menyebabkan data menjadi terbatas.

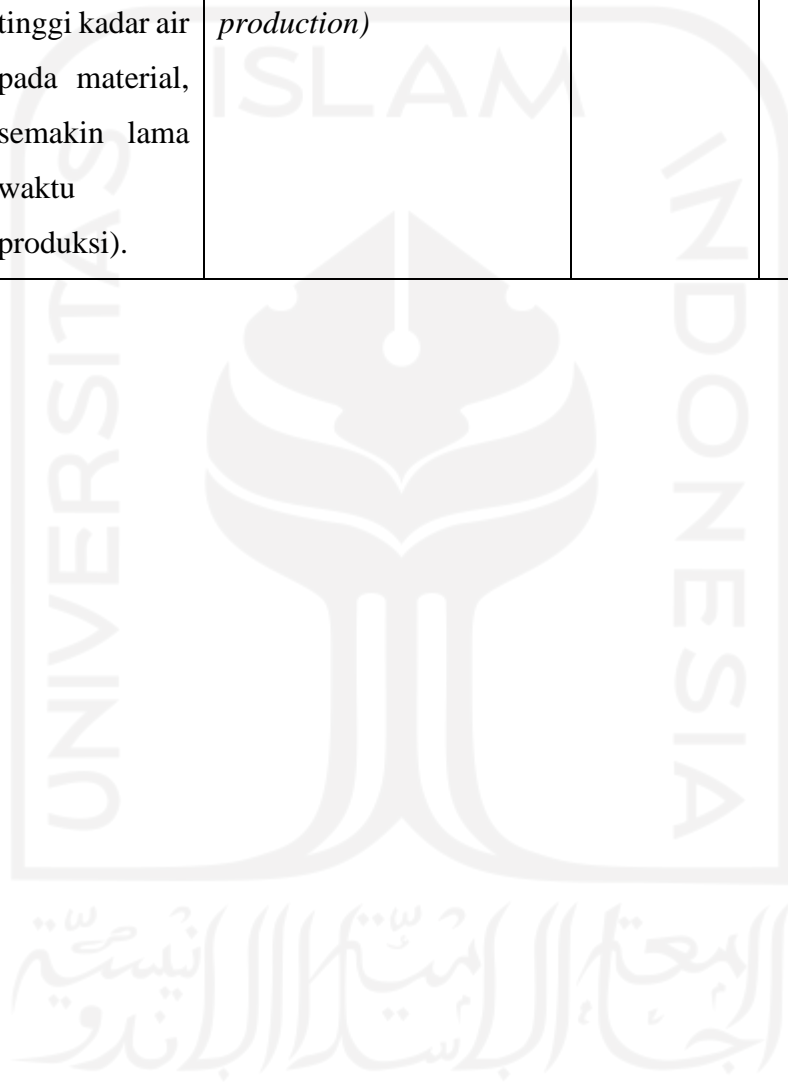
Nilai hitung *Rating Priority Number (RPN)* dari 4 faktor yang telah ditentukan akan diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil untuk menunjukkan *urgency* perbaikan yang harus dilakukan, hasil rankingnya adalah seperti berikut:

Tabel 8 Analisis Nilai RPN

<b>Faktor</b>	<b>Akibat Kegagalan Proses</b>	<b>Penyebab Kegagalan</b>	<b>Kontrol yang Dilakukan</b>	<b>Severity (S)</b>	<b>Occurance (O)</b>	<b>Detection (D)</b>	<b>Risk Priority Number (RPN)</b>
Mesin	Akselerasi suhu untuk mencapai 600°C lambat, waktu proses lebih dari 6 jam.	Pipa spuyer oli (2mm) dan angin (1.8mm) terlalu kecil.	Peluasan diameter untuk pipa spuyer 2.5mm untuk oli, dan 2mm untuk angin.	3	8	3	<b>72</b>
Manusia	Mesin tidak dapat beroperasi	Starter mesin cukup rumit untuk dioperasikan oleh orang baru	Pelatihan/tutor kepada operator baru	10	1	2	<b>20</b>

Metode	Waktu proses terhambat akibat endapan kotoran dari oli bekas pada spuyer (mangkok karburator)	Bahan bakar utama mesin yang merupakan oli bekas pakai	Penyaringan/pengendapan oli sebelum digunakan untuk bahan bakar	3	3	2	<b>18</b>
Material	Waktu proses melebihi dari waktu standar produksi sesuai spesifikasi mesin (6 jam) agar material dapat terbakar sempurna.	Sisa-sisa bulir daging kelapa pada batok kelapa (semakin banyak bulir kelapa, semakin lama waktu produksi).	Pemisahan antara material bersih dari bulir dan berbulir.	3	2	3	<b>18</b>
		Kadar air material terlalu tinggi	Pemilihan bahan, penjemuran material	3	2	2	<b>12</b>

		(semakin tinggi kadar air pada material, semakin lama waktu produksi).	sebelum diolah ( <i>pre production</i> )				
--	--	--	--	--	--	--	--





a. Mesin

Nilai *Risk Priority Number (RPN)* untuk faktor mesin adalah yang tertinggi diantara yang lain yaitu 72, dengan *rating* terbesar pada variabel *occurance* sebesar 8. Pada *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* standar, *occurance* mengartikan frekuensi penyebab kegagalan terjadi, pada perusahaan dapat terjadi sangat tinggi dikarenakan objek penelitian merupakan produk baru dan masih sedikit data yang dimiliki dan semuanya masih *trial and error* sehingga sangat mungkin menjadi variabel yang paling berpengaruh.

b. Manusia

Nilai *Risk Priority Number (RPN)* untuk faktor manusia adalah yang tertinggi kedua diantara yang lain yaitu 20, dengan *rating* terbesar pada variabel *severity* sebesar 10. Ini berarti operator yang kompeten berperan penting dalam proses produksi.

c. Metode

Nilai *Risk Priority Number (RPN)* untuk faktor metode adalah 18, bahan bakar utama yang merupakan oli bekas pakai memerlukan proses *pre-production* untuk mendukung proses produksi agar berjalan lancar.

d. Material

Nilai *Risk Priority Number (RPN)* untuk faktor material adalah 18 dan 12, bahan material yang ditemukan di pasaran dengan kadar air yang random/tidak bisa diprediksi memerlukan proses *pre-production* untuk mendukung proses produksi agar berjalan lancar.

### 5.3. Rekomendasi dan Solusi

Berdasarkan analisis hasil dari nilai *Risk Priority Number (RPN)* penulis dapat memberi beberapa rekomendasi dan solusi dari permasalahan yang terjadi sebagai berikut:

Tabel 9 Rekomendasi dan Solusi

<b>Faktor</b>	<b>RPN</b>	<b>Rekomendasi dan Solusi</b>
Mesin	45	<i>Upgrading</i> pipa spuyer oli dan angin
Metode	20	<i>Pre-processing</i> bahan bakar
Manusia	18	Pengadaan buku manual atau video tutorial
Material	18 & 12	<i>Pre-processing</i> material

1. Mesin harus dilakukan *upgradinng* pada part pipa spuyer oli dan angin, kombinasi ukuran yang pas antara pipa spuyer oli dan angin dapat mempertahankan jumlah konsumsi bahan bakar yang sama dengan sebelumnya dengan panas yang lebih merata.
2. Metode, *pre-processing* berupa penyaringan oli untuk memisahkan dari kotoran dan pengendapan agar oli lebih encer akan sangat mendukung proses produksi berjalan lancar.
3. Manusia, pengadaan buku manual atau video tutorial akan sangat membantu bagi operator dalam mengoperasikan mesin mengingat mesin yang tidak dapat langsung bisa dioperasikan oleh orang baru.
4. Material, *pre-processing* berupa penjemuran untuk mengurangi kadar air dari material agar lebih efektif saat material diproses juga penjadwalan pengadaan material agar material sudah siap pakai ketika produksi akan dilakukan mengingat kondisi material yang didapatkan dari pasaran tidak bisa diprediksi kandungan kadar airnya.

#### **5.4.Keterbatasan Penelitian**

Selama penelitian dilakukan terdapat banyak keterbatasan yang membuat penelitian kurang maksimal dilakukan. Pertama, objek penelitian yang merupakan produk baru dari perusahaan sehingga belum banyak data yang bisa diperoleh dan masih banyak *trial and error*, *point of view* penelitian yang hanya dari perusahaan menyebabkan keterbatasan data, serta hanya menggunakan 1 *expert* yang ditentukan oleh perusahaan. Kedua, yang paling dirasakan adalah pandemi virus corona yang merupakan sumber penyakit *covid-19* sudah terjadi sejak tahun 2020 dan masih berjalan sampai penelitian ini dilakukan, membatasi mobilitas lingkungan sosial yang mengharuskan menjaga jarak untuk saling menjaga kesehatan satu sama lain. Pada kenyataannya penelitian tetap harus dilakukan mengingat betapa pentingnya penelitian ini bagi penulis yang merupakan prasyarat terakhir untuk meraih gelar studi program Strata 1 Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, sedikit banyak ada harapan dari penulis agar penelitian ini memberikan dampak bagi perusahaan dan memberikan manfaat.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* pada kasus *machine failure* mesin pembuat arang kapasitas 5m<sup>3</sup> di PT HARI MUKTI TEKNIK dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari ke 4 faktor : Material; Mesin; Manusia; Metode, berdasarkan nilai *Risk Priority Number (RPN)* maka faktor mesin memiliki nilai *Risk Priority Number (RPN)* paling tinggi diantara yang lainnya yaitu 72, dengan *rating* terbesar pada variabel *occurance* sebesar 8. Pada perusahaan, dapat terjadi sangat tinggi dikarenakan objek penelitian merupakan produk baru dan masih sedikit data yang dimiliki dan semuanya masih *trial and error* sehingga sangat mungkin menjadi variabel yang paling berpengaruh.
2. Faktor mesin yang mempunyai nilai tertinggi dari *Risk priority Number (RPN)* menunjukkan *urgency* dilakukannya perbaikan dibanding faktor yang lain. *Upgrading* pada part pipa spuyer oli dan angin dengan kombinasi ukuran yang pas antara pipa spuyer oli dan angin untuk dapat mempertahankan jumlah konsumsi bahan bakar yang sama dengan sebelumnya dengan panas yang lebih merata merupakan salah satu opsi solusi masalah.

#### 6.2. Saran

Beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk pihak perusahaan dan peneliti selanjutnya apabila akan menjadikan penelitian ini sebagai referensi adalah sebagai berikut :

1. Untuk pihak perusahaan : Manajemen resiko yang baik dan efektif mampu menghindarkan perusahaan dari kerugian yang tidak diharapkan. Evaluasi kekurangan produk dan pengembangan produk untuk menghasilkan produk yang lebih baik perlu dilakukan untuk menjaga kepuasan dan kepercayaan pelanggan. Keterbukaan perusahaan dalam menerima proyek-proyek penelitian dari *external* sedikit bar mudah-mudahan dapat membantu perusahaan untuk berkembang menjadi lebih baik.
2. Untuk peneliti selanjutnya: penelitian ini sangat jauh dari kata sempurna dengan banyaknya keterbatasan utamanya adalah karena dilakukan di masa pandemi *covid-19*. *Pen-design-an* rubrik kuesioner yang sesuai dengan kondisi perusahaan terkini dan

objek penelitian menjadi kunci keberhasilan penelitian. Seiring berjalannya waktu, jumlah produksi yang bertambah dan data yang dimiliki perusahaan juga bertambah, maka dapat dilakukan penelitian ulang dengan data yang lebih valid, penggunaan data dari sisi konsumen juga dapat dijadikan sebagai dasar perhitungan untuk mendukung penelitian yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- He Li, H. Diaz, C. Guedes Soares. (2020). *A developed failure mode and effect analysis for floating offshore wind turbine support structures*. Portugal: CENTEC.
- B. GODARA, N. TANDON and K. GUPTA. (1997). *A FAILURE ANALYSIS APPROACH TO SOLVING REFRIGERANT CONNECTOR FAILURES IN RAIL COACH AIR CONDITIONING UNITS*. India: Pergamon.
- Arif Rahman dan Surya Perdana. (2019). ANALISIS PRODUKTIVITAS MESIN PERCETAKAN PERFECT BINDING DENGAN METODE OEE DAN FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* (2019), Vol. 7 No. 1, 34 – 42.
- Chia-Fen Chi, Davin Sigmund, Martin Octavianus Astaridi. (2020). *Classification Scheme for Root Cause and Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) of Passenger Vehicle Recalls*. Taiwan: Department of Industrial Management, National Taiwan University of Science and Technology.
- Z. Chang, F. Huang, J. Huang, et al. (2020). *Experimental study of the failure mode and mechanism of loess fill slopes induced by rainfall*. Engineering Geology (2020)
- P. G. Hawkins & D. J. Woollons. (1998). *Failure modes and effects analysis of complex engineering systems using functional models*. Inggris: University of Exeter, School of Engineering.
- T. Pinna, R. Caporali, G. Cambi, et al. (1998). *Failure mode and effect analysis on ITER heat transfer systems*. Fusion Engineering and Design 42 (1998) 431–436.
- Iwan Setiawan. (2014). FMEA SEBAGAI ALAT ANALISA RISIKO MODA KEGAGALAN PADA MAGNETIC FORCE WELDING MACHINE ME-27.1. ISSN 1979-2409.
- Eshaghian, O., Hoseinie, S.H., Maleki, A. (2020). *Multi-Attribute Failure Analysis of Coal Cutting Picks on Longwall Shearer Machine*, Engineering Failure Analysis.
- Nia Budi Puspitasari, Arif Martanto. (2014). PENGGUNAAN FMEA DALAM MENGIDENTIFIKASI RESIKO KEGAGALAN PROSES PRODUKSI SARUNG ATM (ALAT TENUN MESIN) (STUDI KASUS PT. ASAPUTEX JAYA TEGAL). J@TI Undip, Vol IX, No 2, Mei 2014
- Tomoyuki Okabea, Yuichi Otsuka. (2021). *Proposal of a Validation Method of Failure Mode Analyses based on the Stress-Strength Model with a Support Vector Machine*. Reliability Engineering and System Safety 205 (2021) 107247.
- Naning Aranti Wessiania, Satria Oktaufanus Sarwokob. (2015). *Risk analysis of poultry feed production using fuzzy FMEA*. ELSEVIER: *Procedia Manufacturing* 4 ( 2015 ) 270 – 281.
- Hu-Chen Liu, Long Liu, Nan Liu. (2013). *Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review*. Expert Systems with Applications 40 (2013) 828–838.
- Devi Urianty Miftahul Rohmaha, Wike Agustin Prima Dania, Ika Atsari Dewi. (2015). *Risk Measurement of Supply Chain Organic Rice Product using Fuzzy Failure Mode Effect*



LAMPIRAN



Faktor	Akibat Kegagalan Proses	Penyebab Kegagalan	Kontrol yang Dilakukan	Severity (S)	Occurance (O)	Detection (D)
Material	Waktu proses melebihi dari waktu standar produksi sesuai spesifikasi mesin (6 jam) agar material dapat terbakar sempurna.	Kadar air material terlalu tinggi (semakin tinggi kadar air pada material, semakin lama waktu produksi).	Pemilihan bahan, penjemuran material sebelum diolah ( <i>pre production</i> )	3	2	2
		Sisa-sisa bulir daging kelapa pada batok kelapa (semakin banyak bulir kelapa, semakin lama waktu produksi).	Pemisahan antara material bersih dari bulir dan berbulir.	3	2	3
Mesin	Akselerasi suhu untuk mencapai 600°C lambat, waktu proses lebih dari 6 jam.	Pipa spuyer oli (2mm) dan angin (1.8mm) terlalu kecil.	Peluasan diameter untuk pipa spuyer 2.5mm untuk oli, dan 2mm untuk angin.	3	5	3
Manusia	Mesin tidak dapat beroperasi	Starter mesin cukup rumit untuk dioperasikan oleh orang baru	Pelatihan/tutor kepada operator baru	10	1	2

Metode	Waktu proses terhambat akibat endapan kotoran dari oli bekas pada spuyer (mangkok karburator)	Bahan bakar utama mesin yang merupakan oli bekas pakai	Penyaringan/pengendapan oli sebelum digunakan untuk bahan bakar	3	3	2
--------	---	--	---	---	---	---



