

# ***Risk Management Analysis of Coconut Shell Charcoal Products By Integrating DFMEA and Fault Tree Analysis Metods***

## **Analisa Manajemen Risiko Produk Arang Batok Kelapa Dengan Mengintegrasikan Metode DFMEA dan *Fault Tree Analysis***

Davin Khurniawan<sup>1)</sup>, Wiwik Sulistiyowati <sup>\*,2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [wiwik@umsida.ac.id](mailto:wiwik@umsida.ac.id)

**Abstract.** CV. Karya Mumpuni is a company engaged in the production of coconut shell charcoal. This company utilizes coconut shell waste as the main raw material which is processed through a carbonization process to produce quality charcoal. The purpose of this study is to determine the highest risk value, to determine the root cause of the highest risk, and provide recommendations for improvement. The method used in this study is quantitative by integrating the DFMEA method to identify design or system failures. Fault Tree Analysis traces the root cause of the problem systematically. Based on the analysis results, it is known that the highest risk level. The results of this study are that it can be seen that the highest RPN value is in the coconut shell selection process with a potential mode of failure of high-moisture coconut shells with a value of 288. The root cause of the problem in this high-moisture coconut shell is influenced by several human, machine, capital, and environmental factors. Therefore, improvements are recommended to have standard operating procedures in the form of a maximum limit value for coconut shell water content before carbonization, as well as investing in a coconut shell water content measuring tool so that the water content in coconut shells can be determined before the carbonization process.

**Keywords** - Risk Management, DFMEA, Fault Tree Analysis, Coconut Shell Charcoal

**Abstrak.** CV. Karya mumpuni adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi arang batok kelapa. Perusahaan ini memanfaatkan limbah batok kelapa sebagai bahan baku utama yang diolah melalui proses karbonisasi untuk menghasilkan arang yang berkualitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai risiko tertinggi, untuk mengetahui akar penyebab risiko tertinggi, dan memberikan rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dengan mengintegrasikan metode DFMEA untuk mengidentifikasi kegagalan desain atau sistem. *Fault Tree Analysis* menelusuri akar penyebab masalah secara sistematis. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa tingkat risiko tertinggi Hasil penelitian ini adalah dapat diketahui bahwa nilai RPN tertinggi yaitu pada proses pemilihan batok dengan *mode of failure potensial* batok berkadar tinggi dengan memiliki nilai 288. Akar penyebab permasalahan pada batok berkadar air tinggi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor manusia, mesin, modal, dan lingkungan. Oleh karena itu, perbaikan disarankan adanya standar operasional prosedur berupa nilai batas maximum kadar air batok kelapa sebelum karbonisasi, serta melakukan investasi alat pengukur kadar air batok kelapa sehingga dapat mengetahui kadar air pada batok kelapa sebelum proses karbonisasi.

**Kata Kunci** - Manajemen Risiko, DFMEA, Fault Tree Analysis, Arang Batok Kelapa

## I. PENDAHULUAN

CV. Karya Mumpuni adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi arang batok kelapa. Perusahaan ini memanfaatkan limbah batok kelapa sebagai bahan baku utama yang diolah melalui proses karbonisasi untuk menghasilkan arang yang berkualitas. Indonesia memiliki posisi sebagai produsen kelapa nomor satu di dunia. Tanaman kelapa tersebar luas di berbagai pulau besar seperti Jawa, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, hingga Papua [1]. Kegunaan kelapa sangat beragam dan tidak terbatas pada daging buahnya. Bagian-bagian lain dari tanaman ini, termasuk tempurung kelapanya, juga memiliki nilai ekonomis. Salah satu pemanfaatan tempurung kelapa yang cukup populer adalah diolah menjadi arang batok [2]. Sekarang ini, arang dari batok kelapa telah digunakan secara luas sebagai alternatif untuk bahan dasar pembuatan briket. Tempurung kelapa yang diolah menjadi arang aktif menunjukkan kemampuan penyerapan yang lebih baik jika dibandingkan dengan arang aktif berbahan dasar serbuk gergaji maupun kayu bakau [3].

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur risiko kegagalan proses produksi untuk mengurangi *losses*. Pada bulan Mei tingkat *losses* mencapai 60% atau sebesar 6.000 kg dari total *input* 10.000 kg. Memasuki Juni, terjadi penurunan *losses* menjadi 40% atau sekitar 2.670 kg dari total *input* 6.670 kg, sehingga terjadi penurunan *losses* di bulan Mei ke Juni sebesar 20%. Pada bulan Juli, *losses* menjadi 35% atau sekitar 2.160 kg dari total *input* 6.160 kg, sehingga terjadi penurunan *losses* di bulan Juni ke Juli sebesar 5%. Pada bulan Agustus *losses* kembali meningkat menjadi 50% atau 4.000 kg dari total *input* 8.000 kg. Sehingga terjadi peningkatan pada bulan Juli ke Agustus sebesar 15%. Pada

September *losses* sedikit menurun menjadi 45% atau 3.280 kg dari total *input* 7,280 kg, sehingga terjadi penurunan pada bulan Agustus ke September sebesar 5%. Pada Oktober *losses* kembali meningkat menjadi 60% atau 6.000 kg dari total *input* 10.000 kg, sehingga terjadi peningkatan pada bulan September ke Oktober sebesar 15%. Secara keseluruhan bahwa tingkat penyusutan sangat memengaruhi besarnya *input* dan *losses*, meskipun *output* produksi tetap konstan di angka 4.000 kg setiap bulan. Tingkat fluktuatif ini dapat dipengaruhi oleh faktor kualitas bahan baku, tingkat kepadatan batok kelapa, dan kadar air tinggi. Maka perlu dilakukan perbaikan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan manajemen risiko untuk mengkaji proses pembuatan arang tempurung kelapa. Manajemen risiko adalah elemen tak terhindarkan dalam bisnis yang dapat menimbulkan kerugian signifikan. Tahapannya meliputi identifikasi risiko, penyusunan rencana manajemen risiko, analisis konsekuensi, dan penetapan strategi pengendalian [4]. Dengan itu menerapkan metode *Design Failure Mode and Effect Analysis* (DFMEA). DFMEA adalah teknik terstruktur yang berfungsi mengenali kemungkinan masalah sejak tahap perancangan produk atau sistem, kemudian mengkaji seberapa besar pengaruhnya terhadap mutu hasil, aspek keamanan, dan kepuasan pengguna [5]. Metode ini berguna untuk mengurutkan tingkat risiko berdasarkan prioritas, sehingga masalah yang paling serius dapat segera diatasi [6]. Tujuan utama adalah mendeteksi dan mencegah hambatan dengan cara mengenali risiko yang berpotensi muncul, lalu menyusun langkah-langkah untuk mengurangi risiko tersebut [7]. metode ini dikombinasikan dengan *Fault Tree Analysis* (FTA) yang berfungsi menganalisis kegagalan melalui pemetaan keterkaitan antar faktor penyebab dalam bentuk diagram seperti struktur pohon. Teknik FTA membantu mengenali berbagai risiko yang berperan dalam terjadinya kegagalan [8]. FTA merupakan cara analisis sistem yang menggunakan alur berpikir dari atas ke bawah, dimulai dengan menentukan kejadian utama terlebih dahulu, kemudian menelusuri akar penyebab paling mendasar dari permasalahan tersebut [9]. Fungsi FTA adalah mengenali serta menghilangkan kegagalan yang sudah terdeteksi dalam sistem dan proses produksi sebelum produk sampai ke tangan konsumen [10].

Pada penelitian terdahulu menerapkan FMEA dalam pemilihan pemasok arang tempurung kelapa. Mereka menilai beberapa risiko dalam rantai pasok, termasuk kualitas arang, pengiriman, dan ketersediaan. Persamaan dengan penelitian ini terletak pada objek kajian berupa arang batok kelapa. Oleh Yusuf, Sutrisno, dan Mende (2024)[11]. Penelitian berfokus pada risiko operasional di tahap distribusi seperti keterlambatan pengiriman dan kerusakan produk, dengan FMEA untuk menentukan prioritas risiko dan FTA untuk menelusuri akar penyebabnya oleh Muhammad Afif (2023) [12].

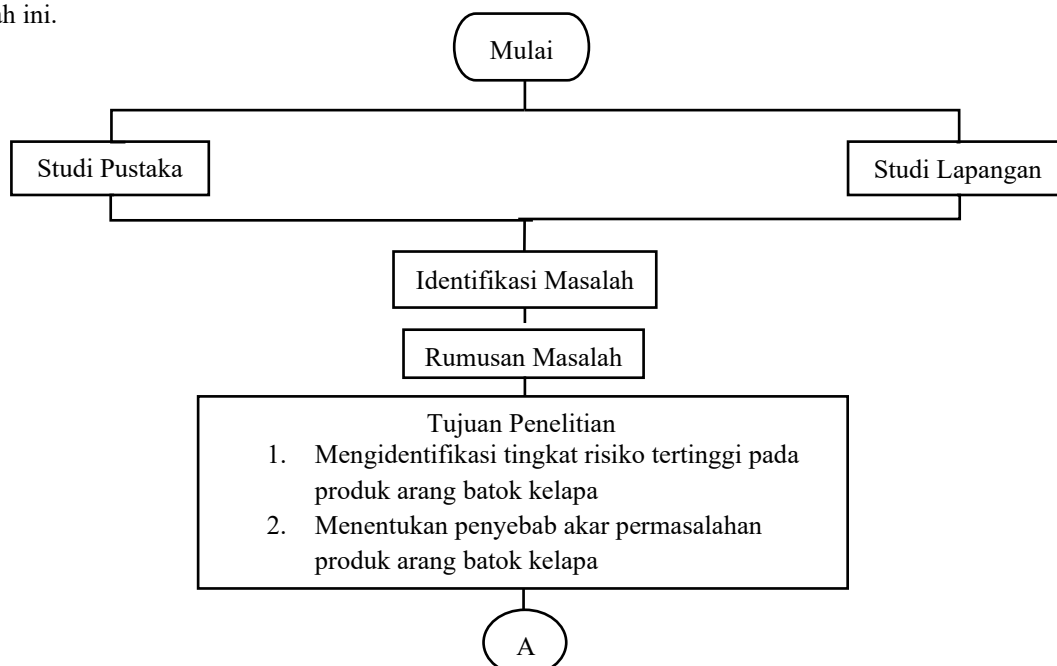
## II. METODE

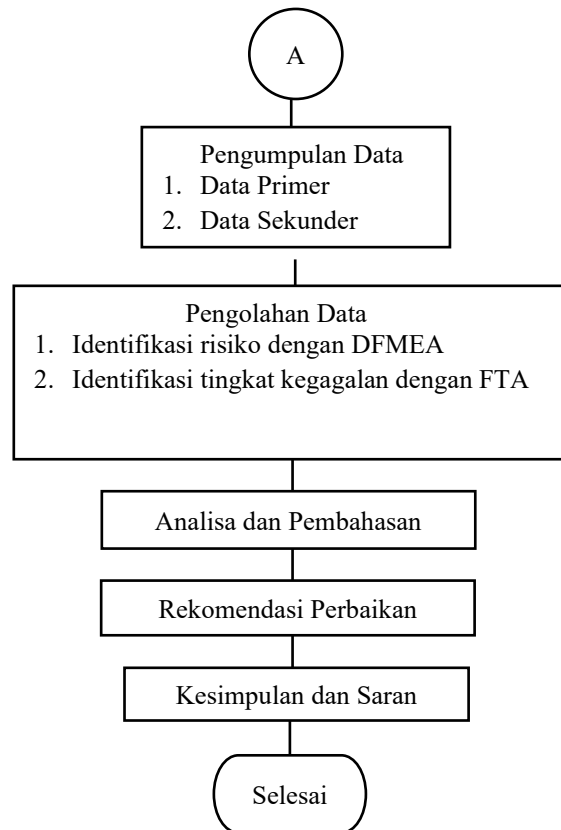
### a. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada perusahaan CV Karya Mumpuni yang bergerak dalam produksi arang batok kelapa. Pengambilan data dilakukan pada periode waktu yang telah ditentukan oleh peneliti sesuai jadwal penelitian.

### b. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang disusun secara sistematis agar tujuan penelitian dapat tercapai. Berikut langkah-langkah penelitian yang digambarkan pada diagram alir (*Flowchart*) seperti gambar 1 di bawah ini.





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 1. Metode *Design Failure Mode and Effect Analysis*

Metode *Design Failure Mode and Effects Analysis* (DFMEA) adalah pendekatan terstruktur yang dipakai untuk menemukan kemungkinan masalah atau kerusakan saat mendesain produk atau sistem, lalu melihat seberapa besar pengaruhnya terhadap hasil akhir. Dalam DFMEA, ada tiga aspek penting yang dinilai: tingkat keparahan (*Severity/S*), seberapa sering terjadi (*Occurrence/O*), dan kemampuan mendeteksi masalah (*Detection/D*). Ketiga aspek ini diberi skor dari 1 sampai 10 untuk mengukur tingkat risiko dari setiap jenis kegagalan yang mungkin muncul [5]. Rumus untuk perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) adalah sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \quad \dots \dots \dots (1)$$

Sumber: [13].

Keterangan:

S = *Severity* (Keparahan)

O = *Occurrence* (Seberapa Sering)

D = *Detection* (Tingkat Deteksi)







### 2. Metode *Fault Tree Analysis*

Metode *Fault Tree Analysis* adalah teknik yang berguna untuk mencari tahu risiko-risiko apa saja yang bisa menyebabkan kegagalan produk [14]. Bertujuan untuk melacak faktor-faktor penyebab "*six big losses*" dalam proses produksi. FTA sudah banyak diterapkan di berbagai industri untuk memahami bagaimana suatu kegagalan bisa terjadi dan menentukan solusi perbaikan yang sesuai [15]. Metode ini dilakukan dengan pendekatan dari atas ke bawah (*top-down approach*), dimulai dengan mengidentifikasi kejadian utama yang tidak diinginkan (*top event*), kemudian menguraikannya secara bertahap sampai menemukan penyebab-penyebab dasar dari kejadian tersebut [16].

Berikut adalah simbol gate yang digunakan dalam FTA:






Tabel 1. Simbol-Simbol Gerbang (*Gate*)

No	Symbol Gate	Nama dan Kterangan
1		<i>And gate. Output event</i> terjadi apabila seluruh <i>input event</i> muncul secara bersamaan.

2		<i>Or gate. Output event</i> terjadi apabila minimal satu <i>input event</i> muncul.
3		<i>k out of n gate. Output event</i> terjadi apabila setidaknya terdapat k keluaran dari n <i>input event</i> .
4		<i>Exclusive OR gate. Output event</i> terjadi apabila hanya satu <i>input event</i> , sementara yang lainnya tidak.
5		<i>Inhibit gate. Input</i> menghasilkan <i>output</i> jika <i>conditional event</i> ada.
6		<i>Priority AND gate. Output event</i> terjadi apabila semua <i>input event</i> muncul, baik dari sisi kanan maupun sisi kiri.
7		<i>Not gate. Output event</i> terjadi apabila <i>input event</i> tidak muncul.

Sumber: [17]

Tabel 2. Simbol-simbol kejadian (*Event*)

No	Simbol Gate	Nama dan Keterangan
1		<i>Elipse</i> menggambarkan kejadian pada level paling atas ( <i>Top Event</i> ).
2		<i>Rectangle</i> mempresentasikan kejadian pada level menengah ( <i>lowest fault event</i> ).
3		<i>Circle</i> menunjukkan kejadian pada level paling bawah ( <i>lowest failure event</i> ).
4		<i>Diamond</i> menunjukkan kejadian yang belum terdefinisi atau tidak terduga ( <i>undveloped event</i> ).
5		<i>House</i> menunjukkan ( <i>input event</i> ) yang bersifat terkendali ( <i>signal</i> ) di mana peristiwa ini dapat memicu terjadinya kerusakan.

Sumber: [17]

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, data diperoleh melalui dua jenis data, data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung, wawancara, serta dokumentasi selama proses produksi arang berlangsung. Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan serta referensi ilmiah yang relevan.

Berikut adalah data yang mencakup jumlah produksi serta persentase pada bulan Mei hingga bulan Oktober 2025.

Tabel 3. Data Produksi dan Jumlah *Losses*

No	Bulan	Penyusutan	<i>Input</i> perminggu (Kg)	<i>Input</i> per bulan (Kg)	<i>Output</i> per bulan (Kg)	<i>Losses</i> per bulan (Kg)
1	Mei	60%	2.500Kg	10.000	4.000 Kg	6.000
2	Juni	40%	1.670Kg	6.670	4.000 Kg	2.670
3	Juli	35%	1.540 Kg	6.160	4.000 Kg	2.160
4	Agustus	50%	2.000 Kg	8.000	4.000 Kg	4.000
5	September	45%	1.820 Kg	7.280	4.000 Kg	3.280
6	Oktober	60%	2.500Kg	10.000	4.000 Kg	6.000

Berdasarkan tabel di atas, diketahui jumlah output selama 6 bulan sebesar 24.000 kg. Dalam 6 bulan penyusutan terjadi secara fluktuatif dengan total losses selama 6 bulan sebesar 24.110 kg.

Selain mengumpulkan data produk *reject*, juga dilakukan pengumpulan data terkait risiko yang terdapat pada proses produksi arang batok kelapa. Pengumpulan data menggunakan metode wawancara dan observasi kepada

pemilik usaha. Tabel 4. Merupakan integrasi *Work Breakdown Structure* (WBS) dan *Risk Breakdown Structure* (RBS) pada proses produksi arang batok kelapa.

No	WBS	RBS	Dampak
1	Penjemuran Bahan (Batok Kelapa)	Sisa air kelapa yang belum kering	Tidak matang sempurna
2	Pemilihan Batok	Kelembapan gudang penyimpanan Batok retak/tipis terpilih Batok berkadar air tinggi	Timbul jamur atau bau Arang rapuh, mudah hancur Penyusutan tinggi saat karbonisasi
3	Karbonisasi	Batok tercemar tanah Suhu terlalu tinggi Suhu terlalu rendah	Abu tinggi, mutu turun Batok menjadi abu Arang tidak matang
4	Pendinginan	Distribusi panas tidak merata Pendinginan terlalu cepat Terpapar oksigen terlalu panas	Kualitas arang tidak seragam Arang retak/hancur Arang terbakar ulang
5	Penjemuran	Drum dibuka terlalu awal Penjemuran tidak merata Waktu jemur terlalu singkat	Kehilangan berat produk Batok masih lembab sebagian Karbonisasi tidak optimal
6	Sortasi	Terkena hujan/kelembapan tinggi Tidak ada standar kualitas	Kadar air naik kembali Mutu produk tidak stabil
7	Pengemasan	Arang pecah saat penanganan Sortasi tidak konsisten Kemasan tidak kedap Penanganan kasar saat kemas Berat kemasan tidak konsisten	Banyak <i>finis</i> /debu Produk reject meningkat Arang menyerap air Arang hancur Komplain pelanggan

Sumber: Data Diolah, 2026

## B. Pengolahan Data

Tabel 5. Nilai *Severity*

EFEK	Kriteria	Level
Berbahaya Tanpa Peringatan	Kegagalan sangat membahayakan ketercapaian target Proyek peningkatan kualitas	10
Berbahaya Dengan Peringatan	Kegagalan membahayakan ketercapaian target proyek peningkatan kualitas	9
Sangat Tinggi	Kegagalan melibatkan ketidakpatuhan terhadap peraturan	8
Tinggi	kegagalan menyebabkan ketidakpuasan manajemen yang tinggi	7
Moderat	Kegagalan menyebabkan ketidakpuasan manajemen	6
Rendah	Kegagalan menyebabkan ketidakpuasan manajemen dan area terkait Proyek Peningkatan Kualitas	5
Sangat Rendah	Kegagalan menyebabkan distruption dari Proyek Peningkatan Kualitas terkait Area	4
Kecil	Kegagalan menyebabkan ketidakpuasan konsumen yang tinggi	3
Sangat Kecil	Kegagalan menyebabkan ketidakpuasan konsumen	2
None	Kegagalan jarang terjadi	1

Sumber: Data Diolah, 2026

Tabel 6. *Occurance*

Level	Kemampuan Deteksi	Interpretasi <i>Detection</i>
10	Hampir tidak bisa dideteksi	Tidak ada sistem kontrol; kegagalan baru diketahui oleh pelanggan
9	Sangat sulit dideteksi	Ada kontrol, tetapi jarang efektif
8	Sulit dideteksi	Pemeriksaan tidak rutin / hanya visual
7	Cukup sulit dideteksi	Ada inspeksi, namun tidak menyeluruh
6	Sedang	Inspeksi manual rutin, tapi tanpa alat ukur
5	Cukup terdeteksi	Ada pemeriksaan dan sampling berkala
4	Relatif mudah dideteksi	Ada SOP inspeksi dan checklist
3	Mudah dideteksi	Ada pengujian sederhana (misal uji kadar air sampling)
2	Sangat mudah dideteksi	Ada alat ukur dan kontrol di setiap tahap
1	Hampir pasti terdeteksi	Sistem kontrol otomatis / 100% inspeksi

Sumber: Data Diolah, 2026

Tabel 7. Nilai *Detection*

Nilai <i>Detection</i>		
Deteksi	Kriteria	Level
<b>Ketidakpastian Mutlak</b>	hampir pasti tidak terdeteksi	10
<b>Sangat Jauh</b>	Kontrol mungkin tidak akan mendeteksi	9
<b>Terpencil</b>	Kontrol memiliki peluang deteksi yang buruk	8
<b>Sangat rendah</b>	kontrol memiliki peluang deteksi yang rendah	7
<b>Rendah</b>	kontrol mungkin mendeteksi (dengan menggunakan metode tertentu)	6
<b>Sedang</b>	kontrol mungkin mendeteksi setelah adanya pengecekan hasil	5
<b>Sedang Tinggi</b>	Kontrol memiliki peluang deteksi yang baik	4
<b>Tinggi</b>	kontrol memiliki peluang deteksi yang sangat baik	3
<b>Sangat tinggi</b>	Kontrol hampir pasti akan mendeteksi	2
<b>Hampir Pasti</b>	Kontrol akan mendeteksi	1

Sumber: Data Diolah, 2026

Tabel 8. Perhitungan FMEA

Pengukuran FMEA									
Proses	Mode of Failure Potential	Dampak Potensi Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Kendali Saat ini	D	RPN	Rekomendasi
Penjemuran Bahan (Batok Kelapa)	Sisa air kelapa yang belum kering	Tidak matang sempurna	8	Masih tersisa air kelapa	5	Penjemuran awal	4	160	Menjemur batok secara merata
	Kelembapan gudang penyimpanan	Timbul jamur atau bau	5	Gudang kurang ventilasi	2	Penyimpanan batok digudang	3	30	Menggunakan pallet, mengontrol kelembapan gudang
Pemilihan Batok	Batok retak/tipis terpilih	Arang rapuh, mudah hancur	8	Suhu karbonisasi terlalu tinggi	7	Pemilihan sesuai kondisi batok kelapa	4	224	Gunakan alat pengukur suhu
	Batok berkadar air tinggi	Tidak terkarbonisasi sempurna	8	Distribusi panas tidak merata	6	Pengecekan tingkat kematangan	6	288	Dilakukan penjemuran awal
	Batok tercemar tanah	Kualitas arang turun	7	Kontaminasi tanah	4	Pembersihan sederhana sebelum produksi	5	140	Pembersihan batok Sebelum proses
Karbonisasi	Suhu terlalu tinggi	Batok menjadi abu	8	Oksigen terlalu banyak yang masuk	5	Pengamatan asap dan warna api	4	160	Penetapan waktu maksimal karbonisasi
	Suhu terlalu rendah	Arang tidak matang	6	Setting suhu tidak ada standar (perkiraan)	4	Pemeriksaan warna arang setelah pembakaran	3	72	Adanya setting suhu
	Distribusi panas tidak merata	Kualitas arang menurun	5	Panas karbonisasi tidak merata	6	Sortasi hasil akhir	5	150	Pengaturan susunan batok
Pendinginan (Penyiraman Pakai Air)	Pendinginan terlalu cepat	Arang retak/hancur	7	Pendinginan terlalu cepat	5	Pendinginan alami dalam tungku	3	105	Standarisasi waktu pendinginan
	Pendinginan terlalu lama	Arang menyerap kelembapan udara	5	Tidak ada standar waktu pendinginan	5	Belum ada standar waktu pendinginan	4	100	Adanya standarisasi Waktu pendinginan

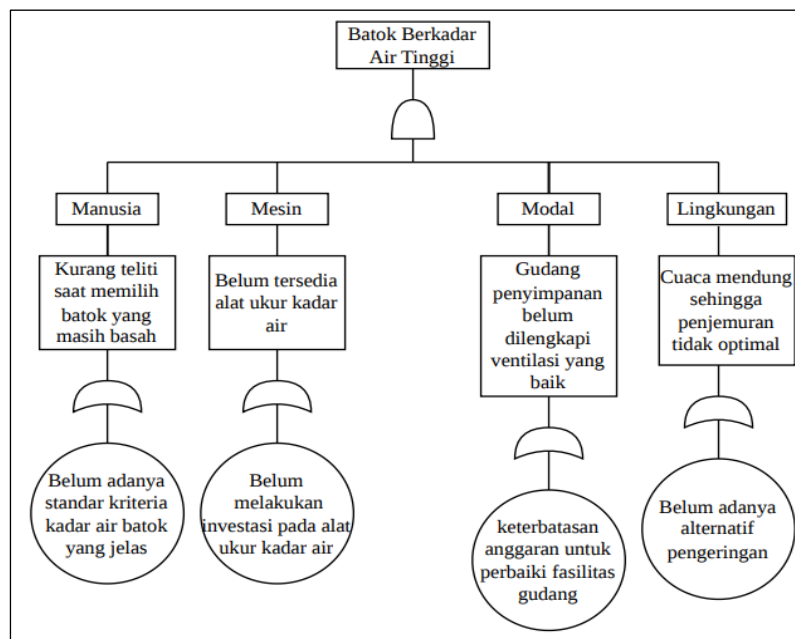
	Drum dibuka terlalu awal	Arang terbakar kembali karena kontak dengan oksigen	4	Tidak ada standar suhu aman untuk membuka drum	3	Pembukaan drum berdasarkan perkiraan waktu bukan suhu	7	84	Adanya waktu standar Untuk pembukaan tutup Drum berdasarkan perkiraan suhu
Penjemuran (akibat penyiraman hasil karbonisasi)	Penjemuran tidak merata	Batok masih lembab sebagian	7	Penjemuran tidak merata	5	Penjemuran ulang	5	175	Balik bahan secara Berkala saat penjemuran
	Waktu jemur terlalu singkat	Arang batok kelapa masih basah	8	Cuaca tidak mendukung	3	Tidak ada alat ukur kadar air	7	168	Menggunakan alat ukur Kadar air
	Terkena hujan/kelembapan tinggi	Karbonisasi tidak merata	7	Kelembaban ruang penyimpanan	6	Tidak ada alat ukur kelembaban ruangan	6	252	Melakukan pengecekan Ulang kadar air setelah Arang terkena hujan
Sortasi	Tidak ada standar kualitas	Kualitas arang tidak seragam	6	Hasil karbonisasi tidak merata	5	Belum adanya waktu standar pembakaran	5	150	Membuat SOP dan standar Ukuran, kadar air, tingkat cacat
	Arang pecah saat penanganan	Banyak debu	5	Arang terlalu rapuh	5	Belum ada standar prosedur penanganan arang	4	100	Membuat SOP penanganan arang
	Sortasi tidak konsisten	Produk reject meningkat	7	Arang retak atau hancur	4	Pemisahan produk cacat	4	112	Penerapan <i>Quality Control</i> di setiap Tahapan proses
Pengemasan	Kemasan tidak kedap	Arang menyerap air	4	Kemasan tidak kedap udara	5	Pengemasan menggunakan karung plastik	4	80	Gunakan kemasan kedap udara
	Penanganan kasar saat kemas	Arang hancur	6	Penanganan yang kasar	5	Pemisahan produk hancur sebelum kirim	3	90	SOP penanganan dan Pengangkutan produk
	Berat kemasan tidak konsisten	Komplain pelanggan	8	Kadar air tinggi	6	Inspeksi akhir sebelum pengiriman	2	96	Evaluasi rutin dan perbaikan berkelanjutan

Berdasarkan Tabel 8. Terkait pada perhitungan FMEA diketahui nilai RPN tertinggi pada pemilihan batok dengan *mode of failure potensial* batok berkadar air tinggi dengan memiliki nilai RPN 288 dan pada proses penjemuran akhir (akibat penyiraman hasil karbonisasi) dengan *mode of failure potensial* memiliki nilai RPN 252

### C. Analisis dan Pembahasan

#### Metode *Fault Tree Analysis*

Setelah mengetahui nilai RPN tertinggi pada proses pemilihan batok dengan *mode of failure potensial* sebesar 288, tahap selanjutnya adalah dilakukan analisis akar penyebab permasalahan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya risiko yang sama dan untuk mengurangi *losses* yang semakin besar. Metode yang digunakan untuk menganalisa akar penyebab risiko tertinggi yaitu menggunakan metode *Fault Tree Analysis*. *Fault Tree Analysis* merupakan analisis pohon kesalahan yang dapat dijabarkan dengan mudah sebagai sebuah teknik analisis yang berfungsi untuk menjelaskan hubungan sebab-akibat secara logis dalam bentuk diagram pohon menggunakan simbol standar logika[18]



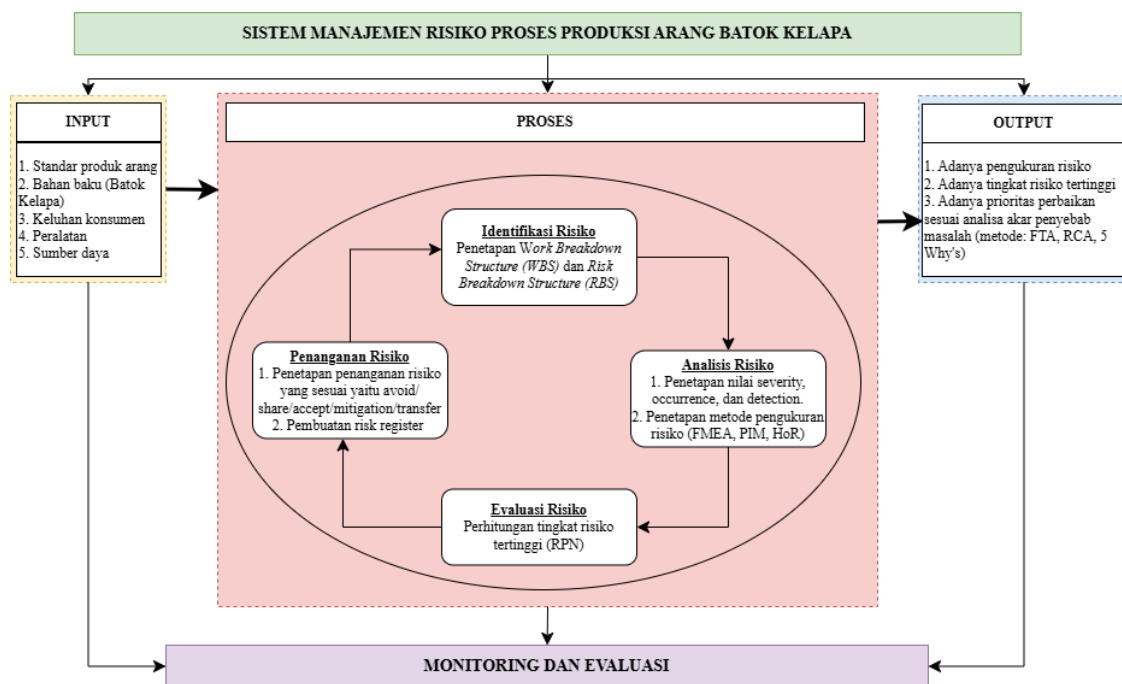
**Gambar 2.** *Fault Tree Analysis* Batok Berkadar Air Tinggi

Pada gambar 2, yaitu *fault tree analysis* batok berkadar air tinggi, *top event* berupa batok berkadar air tinggi terjadi akibat kombinasi beberapa faktor dari sisi manusia, mesin, modal, dan lingkungan. Pada sisi manusia, kegagalan disebabkan kurang teliti saat memilih batok yang masih basah. Belum ada standar kriteria kadar air yang jelas. Kondisi ini menunjukkan bahwa operator kurang teliti dalam memilih batok kelapa. Dari sisi mesin, belum tersedia alat pengukur kadar air dikarenakan belum melakukan investasi pada alat ukur kadar air. Pada faktor modal, gudang penyimpanan belum dilengkapi dengan ventilasi yang baik sebab keterbatasan anggaran untuk memperbaiki fasilitas gudang. Sementara itu, dari sisi lingkungan, cuaca mendung sehingga penjemuran tidak optimal dikarenakan belum adanya alternatif pengeringan. Untuk dapat menerapkan pengukuran manajemen risiko bagi pelaku usaha arang batok kelapa, dibuatkan sistem manajemen risiko proses produksi arang batok kelapa pada Gambar 3. Dalam sistem manajemen risiko ini terdapat tiga tahap, yaitu input, proses, dan output. Pada proses pengukuran risiko, mengadopsi proses .

### D. Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil analisis di atas yaitu, CV Karya Mumpuni perlu adanya standar operasional prosedur berupa nilai batas maksimum kadar air batok kelapa sebelum proses karbonisasi. Perusahaan juga disarankan untuk berinvestasi pada alat pengukur kadar air sehingga mudah mengetahui kadar air pada bahan baku batok kelapa dan dapat membantu melancarkan proses karbonisasi. Arang batok kelapa dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang memengaruhi kualitas akhir produk. Arang batok kelapa memiliki kandungan kalor tinggi (Dewi Safiri, 2024). Maka rekomendasi perbaikannya yaitu keringkan batok hingga kadar air di bawah 10-15% sebelum karbonisasi, menggunakan sinar matahari langsung selama 2-3 hari untuk hasil lebih cepat dan seragam. Metode ini

mencegah pembakaran tidak sempurna akibat uap air berlebih. Pengukuran risiko pada ISO 31000 yaitu identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko dan penanganan risiko.



Gambar 3. Sistem Manajemen Risiko pada Proses Produksi Arang Batok Kelapa

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa tingkat risiko tertinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai RPN tertinggi yaitu pada proses pemilahan batok dengan *mode of failure potensial* batok berkadar tinggi dengan nilai 288. Akar penyebab permasalahan pada batok berkadar air tinggi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor manusia, mesin, modal, dan lingkungan. Oleh karena itu, disarankan adanya standar operasional prosedur berupa nilai batas maksimum kadar air batok kelapa sebelum karbonisasi, serta dilakukan investasi alat pengukur kadar air batok kelapa sehingga dapat mengetahui kadar air pada batok kelapa sebelum proses karbonisasi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan CV. Karya Mumpuni yang telah menjadi tempat pelaksanaan penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] A. R. Hakim and Z. Azharman, "Jurnal Pengabdian Cendikia Nusantara ( PCN )," vol. 1, no. 1, pp. 28–31.
- [2] R. Ahmad, D. A. Aziz, A. A. Ambar, S. Agribisnis, P. Pascasarjana, and U. Muhammadiyah, "STRATEGI PENGEMBANGAN USAHA MIKRO ARANG BATOK KELAPA FURQAN DI DESA LAGI-AGI KECAMATAN CAMPALAGIAN KABUPATEN POLEWALI MANDAR," vol. 7, no. November, pp. 91–96, 2022.
- [3] E. Coli *et al.*, "EFEKTIFITAS ARANG BATOK KELAPA DALAM MENURUNKAN KADAR NIKEL ," vol. 20, no. 1, pp. 1–10, 2025.
- [4] M. A. Maulidi, "PENGARUH GOOD CORPORATE GOVERNANCE DAN MANAJEMEN RISIKO TERHADAP NILAI PERUSAHAAN ( Studi Kasus Perusahaan Sub Sektor Perbankan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2021 -," vol. 2, no. 4, pp. 149–163, 2025.

- [5] H. Mz, T. P. O. Sianipar, and M. N. Alamsyah, “Perancangan dengan Pendekatan Design Failure Mode and Effect Analysis ( DFMEA ) untuk Meningkatkan Postur Ergonomi Kerja di Industri Manufaktur Design Failure Mode and Effect Analysis ( DFMEA ) Approach to Improve Ergonomic Working Posture in Manufacturing Industry,” vol. 03, pp. 1–6, 2025.
- [6] A. Wicaksono, E. D. Priyana, and Y. P. Nugroho, “Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Failure Mode and Effects Analysis ( FMEA ) Pada Pompa Sentrifugal Di PT . X,” vol. 9, no. 1, pp. 177–185, 2023.
- [7] L. Hakim, I. Hasan, T. Mesin, and U. M. Riau, “Implementasi FMEA Pada Kegagalan Komponen Pneumatic Brake System Kendaraan Berat,” vol. 9, no. 2, pp. 423–434, 2022.
- [8] V. Al Fauzan, F. N. Azizah, F. A. Nisah, G. M. Yngwei, and P. Paripurna, “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DRUM BRAKE DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS ( FMEA ) DAN FAULT TREE ANALYSIS ( FTA ) PADA PT-XYZ,” pp. 92–98, 2025.
- [9] A. Fauji *et al.*, “Risk Management Of Chrome Drum Motor Process With FMEA and FTA Methods [ Manajemen Risiko Proses Chrome Tromol Motor Dengan Metode FMEA dan FTA ],” pp. 1–11, 2023.
- [10] H. Aulawi and W. A. Kurniawan, “Analisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Dodol Menggunakan Metode FTA , FMEA dan AHP,” pp. 102–112.
- [11] M. R. Yusuf *et al.*, “ANALISIS PEMILIHAN PEMASOK ARANG TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS Jurnal Tekno Mesin / Volume 10 Nomor 1 Jurnal Tekno Mesin / Volume 10 Nomor 1,” vol. 10, pp. 80–89.
- [12] V. Issue, J. T. Industri, U. Islam, N. Sultan, and S. Kasim, “JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Analisis Risiko Pendistribusian Kelapa Sawit Pada CV . Afri Group Dengan Menggunakan Metode FMEA Dan FTA,” vol. 6, no. 3, pp. 617–627, 2023.
- [13] J. Sidik, W. Andalia, T. Tamalika, J. T. Industri, F. Teknik, and U. Tridinanti, “Identifikasi Perawatan Mesin Press Hidrolik dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA ( Studi Kasus di Bengkel Cahaya Ilahi ),” vol. 2, no. 2, pp. 57–64, 2022, doi: 10.37905/jirev.2.2.57-64.
- [14] A. Lestari and N. A. Mahbubah, “Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan,” vol. VI, no. 3, 2021.
- [15] E. Krisnaningsih, P. Gautama, and M. F. K. Syams, “MENGGUNAKAN METODE FTA DAN FMEA,” vol. 4, no. 1, pp. 41–54, 2021.
- [16] A. Wicaksono and F. Yuamita, “Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis ( FMEA ) Dan Fault Tree Analysis ( FTA ) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ,” vol. 1, no. 3, pp. 145–154, 2022.
- [17] Z. Kadang, T. A. R. Arungpadang, and J. S. C. Neyland, “IMPLEMENTASI METODE FAULT TREE ANALYSIS DALAM MEMINIMALKAN RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PERAWATAN RUBBER TYRED GANTRY DI TERMINAL PETI KEMAS PT . PELINDO IV BITUNG Jurnal Tekno Mesin / Volume 9 Nomor 2,” vol. 9, pp. 73–84.
- [18] F. T. A. Pada, “G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan,” vol. 8, no. 4, pp. 2567–2577, 2024.
- [19] D. Safitriani and K. A. Nugraha, “Proses Pengolahan Briket Arang Tempurung Kelapa Menggunakan Dua Type Pembakaran Termodifikasi Coconut Shell Charcoal Briquette Processing Process Using Two Modified Combustion Types,” vol. 28, no. 2, pp. 363–371, 2024, doi: 10.46984/sebatik.v28i2.2523.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*