



PAPER – OPEN ACCESS

Analisis Penyebab Tingginya Moisture Terhadap Kualitas Crude Palm Oil Menggunakan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Author : Mhd Aditya Rizqy, dkk
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2676
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 8 Issue 1 – 2025 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Analisis Penyebab Tingginya *Moisture* Terhadap Kualitas *Crude Palm Oil* Menggunakan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)

Mhd Aditya Rizqy*, Regina Christine Sembiring, Herbert Erico Khoman, Rashika Almeira, Sarah Ramadhina

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara Jln. Dr. T.Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 2022, Indonesia
madityarizqy@gmail.com*, chrissregina19@gmail.com, herbertek2023@gmail.com, rashika.almeira@gmail.com,
sarahramadhinaharahap@gmail.com

Abstrak

Crude Palm Oil (CPO) merupakan hasil utama industri kelapa sawit yang kualitasnya sangat bergantung pada kadar air (*moisture*). Kadar air yang tinggi dalam CPO dapat menurunkan kualitas produk secara signifikan, meningkatkan risiko oksidasi, mempercepat pertumbuhan mikroorganisme, serta mengurangi daya simpan dan nilai jual. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab utama tingginya kadar air pada CPO dengan pendekatan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Data diperoleh melalui observasi langsung pada lini produksi, wawancara dengan operator, serta dokumentasi historis. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab dominan berasal dari kerusakan mesin *vacuum dryer* yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu 210. Selain itu, ditemukan faktor lain seperti rendahnya ketelitian operator dalam mengatur suhu dan tekanan, serta kualitas bahan baku (TBS) yang rendah akibat kontaminasi air hujan. Penelitian ini merekomendasikan tindakan korektif berupa pemeliharaan mesin secara berkala, pelatihan intensif bagi operator, serta evaluasi sistem penyortiran dan penyimpanan CPO untuk mencegah peningkatan kadar air. Pendekatan FMEA terbukti efektif dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko yang berdampak pada mutu akhir CPO.

Kata Kunci: CPO ; FMEA ; *Moisture* ; RPN ; *Vacuum Dryer*

Abstract

Crude Palm Oil (CPO) is the primary output of the palm oil industry, whose quality is highly dependent on its moisture content. Excessive moisture levels in CPO significantly degrade product quality, accelerate oxidation, encourage microbial growth, and reduce shelf life and market value. This study aims to analyze the root causes of high moisture in CPO using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method. Data were collected through field observations, interviews with production operators, and historical documentation. The analysis revealed that the primary contributor to high moisture is a malfunctioning vacuum dryer, which generated the highest Risk Priority Number (RPN) of 210. Other contributing factors include operator errors in setting temperature and pressure, and poor-quality fresh fruit bunches (FFB) due to rainwater contamination. This study proposes corrective actions such as routine vacuum dryer maintenance, targeted operator training, and improved raw material screening.

The application of FMEA has proven to be effective in identifying and prioritizing risks that critically impact CPO quality and should be integrated into the company's quality improvement program.

Keywords: CPO ; FMEA ; Moisture ; RPN ; Vacuum Dryer

1. Pendahuluan

Dalam industri pengolahan kelapa sawit, kualitas *Crude Palm Oil* (CPO) merupakan indikator penting dalam menentukan keberhasilan produksi dan penerimaan pasar ekspor maupun domestik [1]. Salah satu parameter utama dalam penilaian kualitas CPO adalah kadar air, di mana *moisture* yang melebihi ambang batas dapat mempercepat kerusakan minyak dan menurunkan harga jual [2].

Beberapa studi telah mengidentifikasi bahwa kadar air yang tinggi dalam CPO dapat berasal dari berbagai sumber, mulai dari bahan baku TBS (Tandan Buah Segar) yang basah hingga proses pemisahan dan pengeringan yang tidak optimal [3]. Kualitas buah yang kurang matang atau terkontaminasi air hujan merupakan salah satu penyebab utama meningkatnya kadar air dalam proses awal [4].

Menurut penelitian Siregar et al. [5], kadar *moisture* yang tinggi juga sering terjadi karena pengangkutan TBS yang tidak terlindungi dengan baik, terutama saat musim hujan. Hal ini diperburuk oleh buruknya sistem penyortiran buah di lapangan.

Proses pengeringan yang tidak optimal akibat kerusakan pada mesin *vacuum dryer* menjadi faktor krusial yang meningkatkan kadar air pada tahap akhir pengolahan [6]. Mesin yang aus atau rusak menyebabkan tekanan dan suhu tidak mencapai titik yang ideal untuk menguapkan air dalam CPO [7].

Selain itu, operator sering kali tidak teliti atau tidak terlatih dalam mengatur suhu dan tekanan *vacuum dryer*, sehingga menyebabkan variasi kualitas produk akhir [8]. Menurut analisis oleh Pujawan [9], faktor manusia merupakan elemen penting dalam keberhasilan kontrol mutu pada industri berbasis proses seperti kelapa sawit.

Untuk itu, pendekatan sistematis seperti *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) sangat diperlukan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memitigasi potensi kegagalan dalam proses produksi CPO [10]. Metode ini menggabungkan tiga komponen: *severity* (tingkat keparahan), *occurrence* (frekuensi kejadian), dan *detection* (kemampuan deteksi) [11].

FMEA telah digunakan secara luas di industri otomotif dan farmasi, namun penerapannya dalam industri CPO masih relatif minim meskipun potensinya sangat besar [12]. Studi oleh Latief dkk. menunjukkan bahwa penerapan FMEA dalam industri agroindustri mampu menurunkan 30% kerugian akibat *defect* produk [13].

Pentingnya penerapan pendekatan ini diperkuat dengan kebutuhan untuk memenuhi standar mutu internasional seperti SNI dan ISO 9001 yang menetapkan batas maksimal kadar air CPO [14]. Tanpa perbaikan sistemik, produk CPO Indonesia akan sulit bersaing di pasar global yang sangat sensitif terhadap isu kualitas dan keamanan pangan [15].

1.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor penyebab tingginya kadar air (*moisture*) pada *Crude Palm Oil* (CPO), mengidentifikasi mode kegagalan dan efeknya menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dan memberikan rekomendasi perbaikan proses produksi.

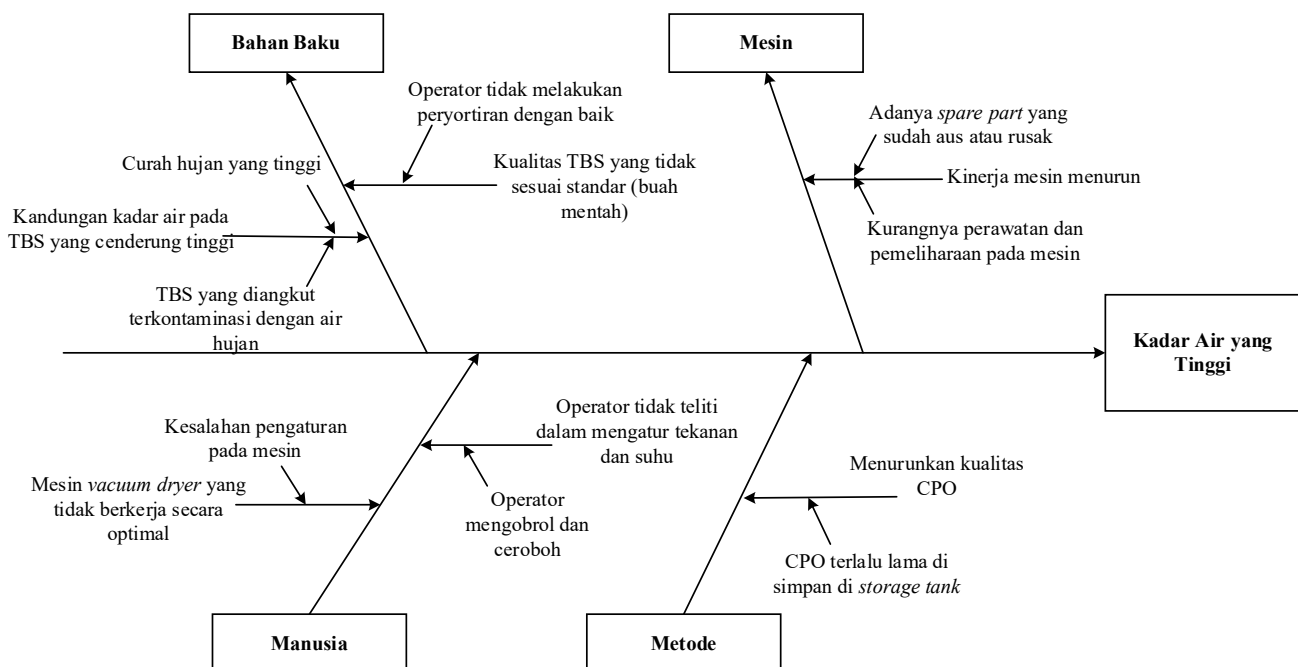
2. Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif deskriptif dengan pendekatan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Data primer diperoleh melalui observasi langsung pada proses pengolahan CPO dan wawancara dengan operator. Data sekunder berasal dari dokumen mutu dan laporan produksi. Tahapan FMEA meliputi identifikasi mode kegagalan, penilaian *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), serta perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Analisis dilakukan untuk menentukan risiko tertinggi yang perlu ditindaklanjuti segera.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Penyebab Tingginya Kadar Air pada CPO

Penyebab tingginya kadar air pada CPO dapat dijabarkan berupa diagram *fishbone* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penyebab Tingginya Kadar Air pada CPO

Selanjutnya, penyebab masalah dievaluasi melalui analisis FMEA. Ini dilakukan untuk menentukan prioritas penyelesaian masalah yang harus dilakukan. Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka diharuskan untuk mendefinisikan terlebih dahulu tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* digunakan serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number* (RPN).

3.2. Severity

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian yang memengaruhi *output* proses. Parameter *severity* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter *Severity*

Angka	Rating	Keterangan
1	-	Tidak ada pengaruh
2-3	Rendah	Sistem beroperasi namun mengalami sedikit penurunan karena adanya sedikit gangguan
4-6	Sedang	Sistem beroperasi dengan kinerja yang mulai menurun dan terjadi secara signifikan
7-8	Tinggi	Sistem sudah tidak beroperasi namun masih belum membahayakan keselamatan
9-10	Sangat Tinggi	Berpengaruh pada keselamatan

3.3. Occurrence

Occurrence adalah sesering apa penyebab kegagalan dari suatu proyek tersebut terjadi. Jika penilaian rating semakin kecil maka peluang terjadinya kegagalan proses kecil, sedangkan jika nilainya semakin besar maka kemungkinan terjadinya kegagalan proses semakin besar atau kegagalan tidak terhindarkan. Parameter *occurrence* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter *Severity*

Angka	Rating	Keterangan
1-3	Rendah	Jarang terjadi kegagalan
4-6	Sedang	Sesekali terjadi kegagalan
7-9	Tinggi	Kegagalan yang berulang
10	Sangat Tinggi	Kegagalan hampir tidak bisa di hindari

3.4. Detection

Detection merupakan penilaian dari kemampuan sistem atau proses tersebut dapat mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu bentuk kegagalan. Parameter *detection* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter *Detection*

Angka	Rating	Keterangan
1	Sangat Tinggi	Kemampuan deteksi hampir 100%
2-5	Tinggi	Kemampuan deteksi lebih dari 99,8%
6-8	Sedang	Kemampuan deteksi sekitar 98%
9	Rendah	Kemampuan deteksi lebih dari 90%
10	Sangat Rendah	Kemampuan deteksi kurang dari 90%

3.5. Risk Priority Number (Angka Prioritas Resiko)

FMEA nilai RPN merupakan proses perhitungan yang digunakan untuk menentukan level masing-masing risiko. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) adalah hasil perkalian antara nilai keparahan (*severity*), kejadian (*occurrence*), dan deteksi (*detection*).

$$RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D)$$

Setelah melakukan proses perhitungan selanjutnya adalah menentukan level risiko berdasarkan nilai RPN. Skala tersebut nantinya akan digunakan untuk menilai risiko mana yang paling tinggi. Dengan begitu pihak perusahaan akan dapat menentukan tindakan penanggulangan terhadap risiko yang bernilai paling tinggi. Skala RPN dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Skala RPN

No	RPN	Level Risiko
1	≥ 200	<i>Very High</i>
2	120-199	<i>High</i>
3	80-119	<i>Medium</i>
4	20-79	<i>Low</i>
5	0-19	<i>Very low</i>

Dilakukan analisa FMEA berdasarkan penyebab adanya *out of control* kadar air pada CPO untuk diketahui prioritas penyelesaian masalah yang harus dilakukan. Analisa *Risk Priority Number* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Risk Priority Number

Process Function	Failure Mode	Failure Effect	S	Failure Cause	O	Control	D	RPN
Bahan Baku	TBS terkontaminasi dengan air hujan	Kualitas akhir CPO yang tidak sesuai standar	6	Tidak ada penutup pada kendaraan angkut TBS	5	Penggunaan kendaraan tertutup dan pemeriksaan secara berkala	5	150
				Curah hujan yang tinggi	4	Monitoring cuaca dan penjadwalan panen yang lebih baik berdasarkan prakiraan hujan	4	96
	Kualitas bahan yang tidak sesuai standar (buah mentah)		5	Operator tidak melakukan sortasi dengan baik	5	Melakukan inspeksi terhadap proses penyortiran buah	4	100
Manusia	Operator tidak teliti dalam mengatur tekanan dan suhu <i>vacuum dryer</i>	Proses pengeringan minyak tidak optimal sehingga kadar air pada CPO meningkat	6	Operator kurang pengalaman atau tidak terlatih dan kurangnya perhatian atau kelelahan	5	Memberikan monitoring dan evaluasi kepada operator	3	90
	Kesalahan pengaturan pada proses pemisahan	Penurunan efisiensi produksi dan kualitas CPO tidak sesuai standar	6	Proses pemisahan yang tidak bekerja secara optimal	5	Memberikan pelatihan pada operator, dan prosedur pengaturan yang jelas	4	120
Metode	CPO terlalu lama di simpan di <i>storage tank</i>	Menurunkan kualitas CPO	6	Terlalu lama diangkut oleh <i>transport</i>	4	Membuat sistem penjadwalan dan antrian yang terstruktur	3	72
Mesin	Kinerja mesin <i>vacuum dryer</i> menurun	Menurunkan produktivitas produksi dan meningkatkan kadar air dalam CPO	6	Mesin yang digunakan kurang perawatan dan pemeliharaan	6	Melakukan <i>maintenance</i> terhadap mesin secara berkala	5	180
				Adanya <i>part</i> mesin yang sudah aus atau rusak	7	Lebih rutin memeriksa	5	210

Process Function	Failure Mode	Failure Effect	S	Failure Cause	O	Control	D	RPN
						kelayakan part mesin atau mengganti mesin		

Berdasarkan perhitungan RPN diatas, diperoleh nilai RPN tertinggi berada di mesin dengan nilai sebesar 210, level risiko berdasarkan nilai RPN termasuk kategori *high*, sehingga penyebab permasalahan yang harus dijadikan prioritas yaitu pada mesin. Hal ini disebabkan karena adanya kerusakan atau keausan pada mesin terutama pada mesin *vacuum dryer*. Mesin *vacuum dryer* adalah alat yang digunakan untuk mengurangi kadar air pada produk dengan cara mengurangi tekanan udara di sekitar CPO sehingga air dapat menguap pada suhu yang lebih rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis FMEA, diketahui bahwa penyebab utama tingginya kadar air pada CPO berasal dari kerusakan pada mesin vacuum dryer dengan nilai RPN tertinggi sebesar 210. Selain itu, faktor manusia dan kualitas bahan baku turut berkontribusi terhadap masalah ini. Untuk menurunkan kadar air dan meningkatkan mutu CPO, perusahaan perlu melakukan maintenance berkala terhadap mesin, pelatihan intensif kepada operator, serta peningkatan kontrol mutu terhadap bahan baku dan proses.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih terhadap seluruh pihak PT. ABC yang sudah mengizinkan dan menyediakan data kepada penulis untuk melakukan penelitian di PT. ABC.

References

- [1] R. M. Syamsuddin et al., "Analisis Mutu CPO di Pabrik Kelapa Sawit," J. Rek. Ind., vol. 12, no. 2, 2021.
- [2] BDPKPS, "Pedoman Mutu CPO Nasional," 2020. [Online]. Available: <https://www.bdp.or.id/pedoman-cpo>
- [3] T. Sutrisno, "Moisture Content Effect in CPO," J. Teknol. Agroindustri, vol. 8, no. 1, pp. 33–39, 2019.
- [4] A. Sihombing et al., "Kualitas TBS Terhadap Rendemen Minyak," J. Agroindustri Indonesia, vol. 6, no. 2, 2020.
- [5] Y. Siregar et al., "Penyebab Kerusakan CPO di Sumatera Utara," J. Teknologi Pertanian, 2021.
- [6] A. A. Rahman, "Vacuum Dryer Efficiency in CPO Production," J. Energi dan Mesin, vol. 7, no. 1, 2020.
- [7] N. Huda et al., "Pemeliharaan Mesin Dryer pada Industri Sawit," J. Maint. Eng., vol. 9, no. 3, 2021.
- [8] H. Firmansyah, "Kesalahan Operator dalam Proses CPO," J. Sistem Industri, vol. 4, no. 2, 2019.
- [9] I. N. Pujawan, "Supply Chain & Quality Risk Analysis," ITS Press, 2016.
- [10] S. A. Dini et al., "FMEA Implementation in Food Industry," J. Food Safety, vol. 10, no. 1, 2021.
- [11] D. Y. Irawan, "FMEA for Beginners," Yogyakarta: Andi, 2019.
- [12] M. T. Nasution, "Penerapan FMEA pada Industri Minyak," J. Tek. Kimia USU, vol. 11, 2020.
- [13] A. Latief, "FMEA dan Peningkatan Kualitas Agroindustri," J. Tek. Pertanian, 2019.
- [14] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 2901:2016," [Online]. Available: <https://sni.bsn.go.id>
- [15] ISO, "ISO 9001 Quality Management Systems," [Online]. Available: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>