

## Analisis Kerusakan Mesin Pada Stasiun Pemurnian Yang Mempengaruhi Kadar Air Dari Kualitas Cpo Menggunakan Metode FMEA Di PT. Ujong Neubok Dalam

Emasri Dewi<sup>1</sup>, Nissa Prasanti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar Meulaboh  
Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Darat, Kec. Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681  
Email: emasriidewi@gmail.com, nissaprasanti@gmail.com

### ABSTRAK

PT Ujong Neubok Dalam (UND) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang Perkebunan Besar Swasta Nasional dan pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi CPO. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kerusakan mesin stasiun pemurnian dengan diagram pareto. Jenis kerusakan kemudian dilakukan identifikasi untuk menemukan komponen mesin yang memiliki RPN tertinggi. Penentuan kerusakan mesin pada stasiun pemurnian dilakukan melalui diagram pareto dengan persentase kegagalan kumulatif di atas 20%, sehingga didapatkan mesin *vacuum dryer* memiliki jumlah persentase kegagalan kumulatif di atas 20%. Hal ini menunjukkan bahwa mesin *vacuum dryer* memiliki pengaruh terhadap tingginya kadar air di produk CPO. Melalui penggunaan metode FMEA, kerusakan komponen mesin *vacuum dryer* disebabkan oleh kerusakan komponen *Nozzle Vacuum* karena didapatkan RPN tertinggi. Adapun akar permasalahan yang mempengaruhi kerusakan komponen tersebut adalah faktor mesin, material, manusia dan metode.

**Kata kunci :** CPO, FMEA, Kualitas, Stasiun Pemurnian, *Vacuum Dryer*

### ABSTRACT

*PT Ujong Neubok Dalam (UND) is one of the companies engaged in National Private Large Plantation and processing of sugar fruit bunches (FFB) into CPO. The purpose of this study was to determine the damage to the purification station machine using a Pareto diagram. The type of damage is then identified to find the engine component that has the highest RPN. Determination of engine damage at the purification station is carried out using a Pareto diagram with a cumulative failure percentage of 20%, so that the vacuum dryer machine has a cumulative failure percentage of above 20%. This shows that the vacuum dryer machine has an effect on the high water content in CPO products. Through the use of the FMEA method, damage to the vacuum dryer machine component is caused by damage to the Nozzle Vacuum component because the highest RPN is obtained. The root problems that affect the damage to these components are machine, material, human and method factors.*

**Keywords :** CPO, FMEA, Quality, Purification Station, *Vacuum Dryer*

### Pendahuluan

Dewasa ini perkembangan industri kelapa sawit semakin sangat ketat, sehingga menuntut perusahaan pabrik kelapa sawit (PKS) untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Kualitas produk dapat diartikan sebagai suatu hasil produksi yang diperoleh berdasarkan kecocokan dan kesesuaian dengan standar dan spesifikasi sehingga dapat memenuhi kebutuhan dari konsumen[1]. Kualitas dari produk minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) tidak lepas dari aktifitas produksi yang baik pula, aktifitas produksi dapat dikatakan baik apabila aktifitas tersebut menghasilkan produk yang memenuhi standar yang telah ditetapkan[2]. Untuk dapat menghasilkan produk yang memenuhi standar maka perusahaan

harus berupaya untuk melakukan pemeliharaan fasilitas industri dengan baik salah satunya adalah mesin[3].

Dalam pabrik kelapa sawit (PKS) mesin merupakan fasilitas yang paling penting dalam proses pengolahan buah kelapa sawit. Namun mesin yang selalu digunakan secara terus menerus mengakibatkan mudah terjadinya kerusakan (*downtime*), sehingga diperlukan identifikasi kerusakan mesin tersebut agar dapat dilakukan *preventive maintenance* (perawatan mesin yang terjadwal) [4]. Salah satu mesin yang digunakan dalam proses produksi CPO adalah mesin *vacuum dryer* yang berada pada stasiun pemurnian. *Vacuum dryer* berfungsi sebagai proses pengeringan agar dapat mengurangi kadar air pada CPO sehingga diperoleh kandungan air rendah untuk mencapai standar kualitas produk [5]. Hal tersebut

menunjukkan bahwa mesin *Vacuum dryer* memberi pengaruh besar terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

PT Ujong Neubok Dalam (UND) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang Perkebunan Besar Swasta Nasional (PBSN) dan pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi CPO yang yang diolah melalui pabrik sendiri dengan kapasitas 30 Ton/ Jam. Standar kualitas CPO yang ditetapkan oleh PT UND adalah dengan kadar asam lemak bebas 5%, kadar air (0,30%), dan kadar kotor (0,05%). Namun, dalam mencapai standar kualitas tersebut perusahaan sering mengalami tingginya kadar air yang melewati batas standar perusahaan. Permasalahan tersebut tidak lepas dari risiko kerusakan dari mesin-mesin pada stasiun pemurniaan, sehingga hal tersebut menghambat proses pengering pada stasiun pemurniaan. Oleh sebab itu, diperlukan identifikasi kerusakan pada mesin pada stasiun pemurniaan agar dapat merumuskan perbaikan dan *maintance*.

Pada penelitian terdahulu tentang analisa kerusakan mesin, pernah dilakukan oleh [6] yaitu, mengidentifikasi kerusakan roda gigi pada *Gear box* mesin *screw press* kelapa sawit, dimana kerusakan diakibatkan karena kurangnya tingkat kekerasan pada *gear box* yang menyebabkan *gear box* mesin *screw press* patah dan roda gigi yang terbelah. Selain itu penggunaan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) pernah dilakukan juga oleh [7]–[9] dalam mengidentifikasi risiko proses produksi CPO, didapatkan hasil 35 kejadian risiko dan 35 penyebab risiko dengan 7 risiko yang menghasilkan nilai *risk priority number* (RPN) yang terjadi di bagian proses produksi CPO.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian terdahulu, maka tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kerusakan mesin stasiun pemurniaan dengan diagram pareto. Jenis kerusakan kemudian dilakukan identifikasi untuk menemukan komponen mesin yang memiliki RPN tertinggi. Selanjutnya akan dicari akar permasalahan dengan diagram *fishbone* untuk direkomendasikan upaya perbaikan sehingga dapat perusahaan dapat menghasilkan produk yang berkualitas.

### Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan di PT Ujong Neubok dalam, data yang kumpulkan berdasarkan studi literature, hasil pengamatan langsung dan wawancara bersama asisten laboratorium perusahaan. Adapun tahapan-tahapan penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian 2022

Berdasarkan **Gambar 1** diatas, maka tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut.

- Mulai, langkah awal dalam melakukan penelitian.
- Perumusan masalah, mencari tahu permasalahan yang sedang dialami oleh perusahaan untuk segera dilakukan perbaikan.
- Pengumpulan data, data yang dikumpulkan dalam penelitian adalah data sampel kualitas produk CPO selama 10 hari, data jenis kerusakan mesin pada stasiun pemurnian dan data jenis kerusakan pada komponen pada mesin.
- Pengolahan data, dilakukan dengan menentukan diagram pareto pada kerusakan, dan penentuan nilai *severity*, *occurate*, dan *detection* untuk mencari RPN pada jenis komponen kerusakan mesin.
- Analisis dan pembahasan, yaitu menganalisis mencari akar permasalahan dari pengolahan data dan merekomendasikan perbaikan pada mesin.
- Selesai, yaitu tahapan berakhirnya penelitian untuk ditarik kesimpulan.

### Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)

Metode *Failure Mode And Effect Analysis* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam mengidentifikasi dan mengenali dan mengurangi kegagalan dari suatu proses produksi sebelum didistribusikan [10]. FMEA dapat membentuk jenis-jenis kegagalan, penyebabnya dari setiap mesin berdasarkan penilaian kegagalan yang digunakan untuk dapat menganalisis komponen dari mesin yang potensial menyebabkan *function failure* agar direkomendasi perbaikan [11]. Penilaian tersebut dapat menggunakan skala nilai kualitatif

berdasarkan kriteria yang ditentukan oleh *severity*, *occurate* dan *detection*[12]. Menurut ref [13], penentuan parameter penilaian untuk mengidentifikasi kegagalan mesin adalah sebagai berikut.

a. *Severity* (Tingkat keparahan)

*Severity* merupakan parameter tingkat keparahan yang ditimbulkan dari gagal terhadap mesin atau komponen, semakin tinggi parameternya maka semakin memungkinkan mesin atau komponen terjadi kerusakan [14]. Berikut ini pada **Tabel 1.** adalah kriteria dari parameter *severity*.

**Tabel 1.** Parameter kriteria *severity*

Tingkat <i>severity</i>	Keterangan
10 – 9	Sangat berbahaya, bagi sistem dan operator
8 – 7	Tinggi, membahayakan mesin dan operator dalam waktu lama.
6 – 5	Sedang, menyebabkan sistem dan operator terganggu dan perbaikan relative singkat
4 – 3	Sedikit, kerusakan ringan sehingga sistem kurang maksimal
2 - 1	Tidak ada pengaruh

b. *Occurate* (Frekuensi kejadian)

*Occurate* adalah frekuensi kejadian dari penyebab terjadinya kegagalan atau biasa disebut peluang munculnya kegagalan. Berikut pada **Tabel 2.** merupakan kriteria dari parameter dari *occurate*.

**Tabel 2.** Parameter kriteria *Occurate*

Tingkat <i>Occurate</i>	Keterangan
10-9	Setiap saat
8-7	Setiap 1 bulan
6-5	Antara 1 sampai 3 bulan
4-3	Antara 4 sampai 6 bulan
2-1	Lebih dari 1 tahun

c. *Detection* (Tingkat deteksi)

*Detection* adalah penilaian berdasarkan tingkat deteksi pada penyebab kegagalan berdasarkan pengalaman dalam mendeteksi kegagalan pada mesin[15]. Berikut pada **Tabel 3.** merupakan kriteria dari parameter dari *detection*.

**Tabel 3.** Parameter kriteria *Detection*

Tingkat <i>Detection</i>	Keterangan
10-9	Tidak dapat dideteksi

8-7	Dapat dideteksi namun peluang deteksi kecil
6-5	Dapat dideteksi namun peluang deteksi sedang
4-3	Dapat dideteksi namun peluang deteksi tinggi
2-1	Dapat mudah dideteksi

d. *Risk Priority Number* (RPN)

*Risk priority number* merupakan nilai yang ditetapkan pada tiga index skala kualitatif ditafsirkan sebagai angka melalui persamaan berikut [16].

$$RPN = Severity \times Occurate \times Detection \quad (1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan persamaan diatas, parameter tingkat keparahan risiko dapat dilihat pada **Tabel 4.**

**Tabel 4.** Parameter Tingkat RPN

Tingkat	Keterangan
> 300	Tinggi
200-300	Sedang
< 100	Rendah

## Hasil dan Pembahasan

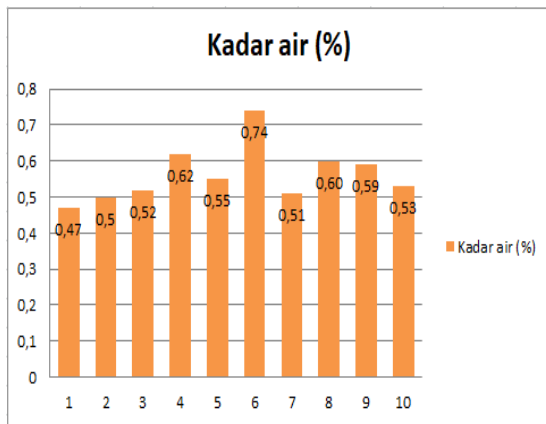
### Identifikasi Kualitas CPO Berdasarkan Kadar Air

Secara umum, kualitas CPO ditentukan berdasarkan 3 jenis *defect* (kecacatan), yaitu kadar asam lemak (ALB), kadar Air, dan kadar kotoran. Penelitian ini berfokus pada jenis *defect* yang mempengaruhi kualitas CPO dan standar kadar air pada kualitas CPO di PT UND adalah sebesar 0,5%. Berikut adalah data 10 hari pengambilan sampel kadar air yang disajikan **Tabel 5.**

**Tabel 5.** Hasil Pengambilan Sampel Kadar Air

Sampe Hari ke -	Kadar air
1	0,47
2	0,5
3	0,52
4	0,62
5	0,55
6	0,74
7	0,51
8	0,60
9	0,59
10	0,53

Dari **Tabel 5**. diatas maka dibuat histogram untuk membandingkan data sampel dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Berikut merupakan histogram kadar air yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Histogram Kadar Air Pada CPO

Berdasarkan histogram diatas, dapat ditentukan bahwa terdapat 8 sampel yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan, sehingga diperlukan langkah perbaikan secepatnya.

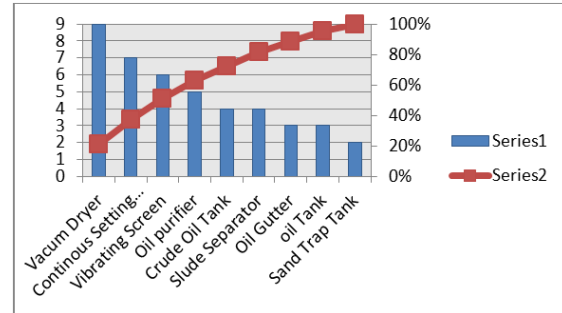
**Penentuan Kerusakan Mesin Menggunakan Diagram Pareto**

Penentuan kerusakan mesin pada stasiun pemurnian dilakukan melalui diagram pareto dengan persentase kegagalan kumulatif 20% berdasarkan tingkat kejadian kerusakan mesin. Berikut merupakan kerusakan mesin dan frekuensinya yang dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Jenis Kerusakan Mesin dan Frekuensinya

No.	Mesin	Frekuensi kejadian
1	<i>Oil Gutter</i>	3
2	<i>Sand Trap Tank</i>	2
3	<i>Vibrating Screen</i>	6
4	<i>Crude Oil Tank</i>	4
5	<i>Continous Setting Tank (CST)</i>	7
6	<i>Slude Separator</i>	4
7	<i>Oil Tank</i>	3
8	<i>Oil Purifier</i>	5
9	<i>Vacum Dryer</i>	9
<b>Total</b>		43

Berdasarkan **Tabel 6**. diatas, maka diagram dengan persentase kegagalan kumulatif 20% dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3** Diagram Pareto Kegagalan Unit Mesin Distasiun Klarifikasi

**Ket :** Series 1 = Jumlah Kejadian  
 Series 2 = Persentase Kumulatif (%)

Mengacu pada diagram pareto diatas, dapat dilihat bahwa mesin *vacuum dryer* memiliki jumlah persentase kegagalan kumulatif diatas 20%. Hal ini menunjukkan bahwa mesin *vacuum dryer* memiliki pengaruh terhadap tinggi yang kadar air di produk CPO, sehingga mesin tersebut perlu dilakukan perbaikan sesegera mungkin.

**Penggunaan Metode FMEA Pada Mesin Vacuum Dryer**

Mesin *vacuum dryer* merupakan salah satu mesin yang berada pada stasiun pemurnian yang memiliki persentase kejadian terbesar. Dalam penggunaan mesin *vacuum dryer* terdapat risiko-risiko kerusakan pada komponen *vacuum dryer* yang mempengaruhi kestabilan pada mesin. Berikut adalah komponen yang memberi pengaruh terhadap kestabilan mesin *vacuum dryer*.

**Tabel 7.** Jenis Kerusakan Komponen Mesin Vacuum Dryer

No.	Komponen	Jenis Kegagalan	Efek Kegagalan
1	Pelampung minyak	Kebocoran	Banyak Minyak Tumpah
2	Nozzle Vacuum	Tersumbatnya kotoran	Terlalu Tinggi Kadar Air
3	Bearing	Tidak Dapat Berputar	Pompa Macet Total
4	Impeler	Keausan dan longgar	Hisapan Yang Tidak Normal
5	Melanik Casial	Keausan dan terkikis	Penahanan Tidak Normal

Setelah ditentukan jenis kerusakan komponen mesin *vacuum dryer*, kemudian dilakukan penentuan nilai *severity*, *occrrurate* dan *detection*. Hasil penentuan

tersebut menjadi dasar untuk meng hitung Risk Priority Number (RPN). Berikut adalah penentuan dari *severity*, *occurrate* dan *detection* dan perhitungan RPN pada setiap komponen mesin *vacuum dryer* yang dapat dilihat pada **Tabel 8**.

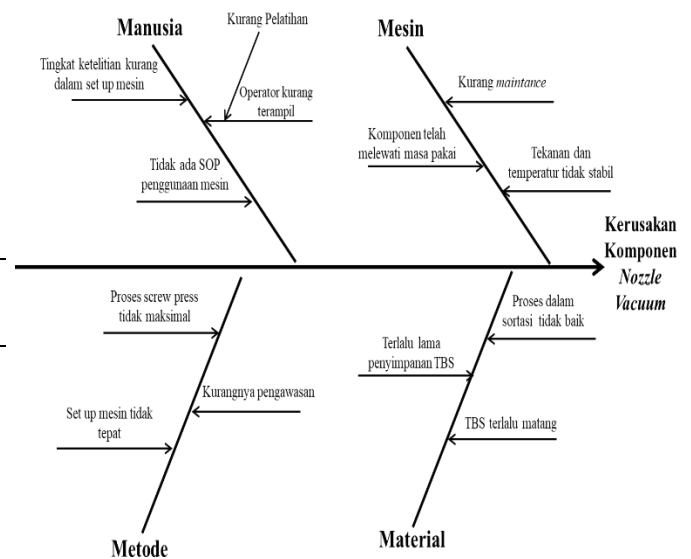
**Tabel 8.** Penentuan Dari *Severity*, *Occrurate* Dan *Detection* Dan Perhitungan RPN setiap komponen mesin *vacuum dryer*

No.	Komponen	Sev	Occ	Det	RPN	Tingkat Risiko
1	Pelampung Minyak	6	8	3	144	Sedang
2	Nozzle Vacuum	9	9	10	810	Tinggi
3	Bearing	6	8	6	288	Sedang
4	Impeler	8	7	2	112	Sedang
5	Melanik Casial	5	8	2	80	Rendah

Dari hasil **Tabel 8** diatas, RPN dari kerusakan komponen mesin vacuum dryer yang paling tinggi adalah komponen *Nozzle Vacuum* yang dikatagorikan tinggi, sedangkan komponen yang dikatagorikan sedang adalah komponen pelampung minyak, *baering* dan *impeller*. Selain itu komponen yang dikatagorikan rendah adalah komponen *melanik casial*.

**Analisis Diagram Fishbone Kerusakan Mesin Vacuum Dryer**

Analisis Diagram fishbone adalah cara yang dilakukan untuk mengetahui sebab akibat dari kegagalan suatu mesin [17]. Berdasarkan perhitungan RPN diatas maka dapat diketahui nozzle vacuum merupakan komponen yang perlu cari akar permasalahannya. Berikut adalah diagram *fishbone* yang yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Diagram *Fishbone* Kerusakan komponen *Nozzle Vacuum*

Berdasarkan Gambar 4. Digram *fishbone* pada kerusakan *nozzle vacuum* dapat dijelaskan sebagai berikut.

**1. Faktor Mesin**

Dalam penggunaan *vacuum dryer*, komponen dari *nozzle vacuum* kurang adanya perawatan secara berkala, tekanan dan temperature mesin dan mesin yang tidak stabil akibat set up yang kurang baik.

**2. Faktor Material**

Kerusakan pada komponen juga disebabkan oleh material yang berupa TBS, TBS yang terlalu matang, terlalu lama disimpan, dan proses sortasi yang tidak baik juga mengakibatkan kerusakan *nozzle vacuum* seperti komponen bocor atau tersumbat.

**3. Faktor Manusia**

Kerusakan komponen juga disebabkan oleh faktor manusia, yakni kurangnya ketelitian operator dalam setup mesin, kurangnya pengetahuan manusia dalam memperbaiki mesin dan juga tidak ada prosuder (SOP) penggunaan alat.

**4. Faktor Metode**

Metode yang digunakan dalam proses produksi menjadi pengaruh pada kerusakan komponen, yaitu setup mesin yang tidak tepat, kurangnya pengawasan pada mesin serta metode pemrosesan di stasiun *screw press* tidak baik hingga mempengaruhi mesin *vacuum dryer*.

**Penentuan Rekomendasi Perbaikan**

Dari diagram fishbone diatas, maka penulis mengusulkan rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan. Rekomendasi ini diharapkan dapat meminimalisir dan menghilangkan

kerusakan pada komponen mesin agar standar kualitas yang ingin dicapai oleh perusahaan dapat terpenuhi. Berikut adalah rekomendasi perbaikan yang dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Rekomendasi Perbaikan Pada *Nozzle vacuum*

Komponen	Faktor	Rekomendasi Perbaikan
Faktor Mesin	1.	Perawatan pada mesin vacuum dryer khususnya pada komponen <i>nozzle vacuum</i>
	2.	Sering melakukan penggantian komponen sesuai dengan waktu lama pemakaian
	3.	Perlu adanya standar pengaturan tekanan dan temperatur agar mesin akan beroperasi dengan stabil
Faktor Material	1.	Memakai bahan bakar yang berkualitas pada mesin
	2.	Mempersingkat penyimpanan TBS pada gudang penyimpanan
	3.	Pemilihan TBS yang baik untuk diproduksi
Faktor Manusia	1.	Memberi pelatihan bagi operator dalam menggunakan mesin <i>vacuum dryer</i> dan pelatihan bagi mekanik dalam memperbaiki mesin.
	2.	Perlu adanya pengawasan pada kinerja operator
	3.	Perlu adanya penerapan aktifitas sesuai prosuder
Faktor Metode	1.	Metode dalam aktifitas stasiun <i>screw press</i> harus diperbaiki.
	2.	Pembuatan metode SOP penggunaan mesin dengan baik
	3.	Perlu adanya panduan set up mesin yang baik untuk menjamin kestabilan mesin

Rekomendasi perbaikan terhadap faktor-faktor yang memberi pengaruh kerusakan mesin *vacuum dryer* yang didominasi oleh kerusakan komponen *nozzle vacuum* menjadi tindak lanjut perusahaan dalam memperbaiki kerusakan tersebut. Rekomendasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan kualitas CPO sesuai standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

### Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian, terdapat 8 sampel kadar air yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Permasalahan kualitas tersebut mengacu pada kerusakan mesin pada stasiun pemurnian. Penentuan kerusakan mesin pada stasiun pemurnian dilakukan melalui diagram

pareto dengan persentase kegagalan kumulatif 20%, sehingga didapatkan mesin *vacuum dryer* memiliki jumlah persentase kegagalan kumulatif diatas 20%. Hal ini menunjukkan bahwa mesin *vacuum dryer* memiliki pengaruh terhadap tinggi yang kadar air di produk CPO. Melalui penggunaan metode FMEA, kerusakan komponen mesin *vacuum dryer* dipengaruhi oleh kerusakan komponen *Nozzle Vacuum* karena didapatkan RPN tertinggi. Adapun akar permasalahan yang mempengaruhi komponen tersebut adalah faktor mesin, material, faktor manusia dan metode.

### Daftar Pustaka

- [1] J. M. Tools *et al.*, “Pengaruh Pencitraan, Kualitas Produk Dan Harga Terhadap Loyalitas Pelanggan Pada Rumah Makan Kampoeng Deli Medan,” vol. 8, no. 2, 2017.
- [2] J. Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah *et al.*, “Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil (CPO) di PT. Sebang Multi Sawit,” *download.garuda.kemdikbud.go.id*, vol. 5, no. 2, 2019, Accessed: Jun. 13, 2022. [Online]. Available: [http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1295299&val=11322&title=Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil CPO di PT Sebang Multi Sawit](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1295299&val=11322&title=Pengendalian%20Kualitas%20Crude%20Palm%20Oil%20CPO%20di%20PT%20Sebang%20Multi%20Sawit).
- [3] M. I. Pasaribu, A. A. Ritonga, A. Irwan, P. Studi, and T. Mesin, “Analisis Perawatan (Maintenance) Mesin Screw Press Di Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PT. XYZ,” *JITEKH*, vol. 9, no. 2, pp. 104–110, 2021.
- [4] I. Bagus Suryaningrat *et al.*, “Identifikasi Risiko Pada Okra Menggunakan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PT. Mitratani Dua Tujuh Di Kabupaten Jember,” 2019.
- [5] A. Muarif *et al.*, “Analisis Kualitas Crude Palm Oil (CPO) Berdasarkan Kinerja Vacuum Dryer Di PKS Koperasi Primajasa.”
- [6] E. Sundari, P. Pela Krisna, J. Teknik Mesin, P. Negeri Sriwijaya, M. Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, and P. Negeri Sriwijaya Jalan Srijaya Negara, “Studi Eksperimental: Analisa Kegagalan Roda Gigi Pada Gear Box Mesin Screw Press Kelapa Sawit,” vol. 12, no. 2.
- [7] D. Kartika, R. Kuncoro, P. Ayu, N. Pratiwi, and Y. Sukmono, “Pengendalian Risiko Proses Produksi Crude Palm Oil Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA),”

- J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 1, pp. 01–06, 2018.
- [8] A. Anastasya and F. Yuamita, “Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PDAM Tirta Sembada,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, pp. 15–21, 2022, doi: <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.4>.
- [9] A. Wicaksono and F. Yuamita, “Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Meminimumkan Cacat Kaleng Di PT. Maya Food Industries,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, pp. 1–6, 2022, doi: <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.6>.
- [10] P. Studi, T. Industri, S. Tinggi, and T. Dumai, “Analisis Perawatan Mesin Pompa Sentrifugal dengan Metoda Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Trisna Mesra,” vol. 13, no. 2.
- [11] T. Sumunar Muflih *et al.*, “Analisis Risiko pada Kondensor di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).”
- [12] R. I. Yaqin, Z. Z. Zamri, J. P. Siahaan, Y. E. Priharanto, M. S. Alirejo, and M. L. Umar, “Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 9, no. 3, pp. 189–200, Oct. 2020, doi: [10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200](https://doi.org/10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200).
- [13] Y. E. Priharanto *et al.*, “Penilaian Risiko pada Mesin Pendingin di Kapal Penangkap Ikan dengan Pendekatan FMEA,” *Jurnal Airaha*, vol. 6, no. 1, pp. 24–032, 2017.
- [14] D. Irfian Situngkir, G. Gultom, and D. R. S Tambunan, “Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine,” 2019.
- [15] S. H. Saheb, V. K. Annam, and Y. Avula, “DFMEA of a Roller Mill Gear box,” 2016.
- [16] A. Salonen and M. Deleryd, “Cost of poor maintenance: A concept for maintenance performance improvement,” *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 17, no. 1, pp. 63–73, 2011, doi: [10.1108/13552511111116259](https://doi.org/10.1108/13552511111116259).
- [17] K. R. Ririh, “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone pada Lantai Produksi PT DRA Component Persada,” *Go-Integratif J. Tek. Sist. dan Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 135–152, Nov. 2021, doi: [10.35261/gijtsi.v2i2.5658](https://doi.org/10.35261/gijtsi.v2i2.5658).