



PAPER – OPEN ACCESS

Identifikasi Risiko Proses Produksi Olahan Crude Palm Oil dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Author : Anizar Anizar dkk.,
DOI : 10.32734/ee.v4i1.1288
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 4 Issue 1 – 2021 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



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



Identifikasi Risiko Proses Produksi Olahan *Crude Palm Oil* dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Anizar Anizar^a, Arini Saidatunnisa Fadila^{a*}, Khairunisa Wardana^a

^aDepartemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,
Jln Dr. T. Manusiayur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

anizar_usu@usu.ac.id, arinisaidatunnisafadila@gmail.com

Abstrak

Identifikasi risiko merupakan salah satu hal yang penting dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan. Salah satunya adalah risiko pada proses produksi yang mengakibatkan penurunan kualitas produk di pabrik. Jika tidak segera diidentifikasi maka akan mengakibatkan kerugian berupa peningkatan biaya, waktu produksi lebih lama dan kapasitas produksi yang tidak tercapai. Dalam melakukan identifikasi risiko digunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan pemberian skor setiap potensi risiko pada kriteria *severity*, *occurrence* dan *detection*. Potensi risiko tertinggi akan dianalisis penyebabnya atas kategori-kategori apa saja dengan menggunakan diagram sebab akibat. Usulan perbaikan untuk setiap potensi risiko menggunakan metode 5W+1H sehingga usulan akan spesifik yaitu orang yang terkait, kejadian yang terjadi, tempat terjadinya kejadian, waktu kejadian, penyebab kejadian dan usulan perbaikan yang diberikan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat empat proses yang memiliki risiko tertinggi yaitu *crystallization*, *filtration*, *inspection* dan *bleaching*. Terdapat 2 kategori penyebab pada proses *crystallization* yaitu mesin dan manusia, 1 kategori pada proses *filtration* yaitu mesin, 3 kategori pada proses *inspection* dan proses *bleaching* yaitu mesin, manusia dan material. Usulan perbaikan dengan metode 5W + 1H menunjukkan terdapat 13 usulan yang diberikan untuk masing masing potensi risiko dan kategorinya.

Kata kunci: *Failure Mode and Effect Analysis*; *Cause and Effect Diagram*; Risiko Proses Produksi; CPO

Abstract

Risk identification is the important things to prevent failure. The risks in production process will cause a decrease quality in product and losses such as cost, longer production time and insufficient production capacity. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method is used to identify the risk by scoring each potential risk on the criteria of severity, occurrence and detection. The potential risk will be analyzed for its causes from any of the categories with a causal diagram. Improvement of each risk will use the 5W + 1H method which provide specific recommendations that include the person involved, the event that occurred, the place where it occurred, the time of the incident, the cause of the incident and the suggestion for improvement. The results showed that there are four highest risks that occurred in the crystallization, filtration, inspection and bleaching processes. The causal diagram showed there are 2 categories of causes in the crystallization, 1 category in the filtration, 3 categories in the inspection and 3 categories in the bleaching. The suggestion for improvement by using 5W + 1H Metode showed that there are 13 suggestions given for each potential risk and its category.

Keywords: *Failure Mode and Effect Analysis*; *Cause and Effect Diagram*; *Production Risk*; CPO

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi yang diunggulkan di Indonesia. Selain itu, Indonesia merupakan salah satu penghasil minyak kelapa sawit dan minyak inti sawit terbesar di dunia. Pada tahun 2020, diperoleh total ekspor *crude palm oil* (CPO) dan turunannya mencapai 14,2 juta ton dengan nilai ekspor pada bulan Januari hingga Juli mencapai US\$8,9 miliar [1]. Hal ini menunjukkan pentingnya industri minyak kelapa sawit di Indonesia. Banyak perusahaan di Indonesia yang bergerak di bidang industri minyak kelapa sawit yang menimbulkan semakin ketatnya persaingan antar industri. Setiap perusahaan harus memiliki nilai plus nya agar tetap bisa bertahan. Salah satunya ialah cara dalam melakukan manajemen risiko dalam proses produksi di pabrik.

Pada aktivitas produksi, risiko tidak dapat dihilangkan tetapi dapat diminimalkan dengan mengidentifikasi risiko. Risiko dapat diidentifikasi merupakan proses dalam menemukan risiko kerugian potensial secara sistematis yang menantang perusahaan [2].

Setiap perusahaan pasti memiliki masalah operasional yang membuat risiko produksi merupakan aspek penting untuk diperhatikan. Identifikasi risiko produksi pada perusahaan dilakukan untuk mengidentifikasi seluruh jenis risiko yang dapat menimbulkan potensi kerugian bagi perusahaan [3].

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan menyatakan pada penelitiannya terhadap risiko proses produksi CPO menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) dapat mengidentifikasi risiko yang terjadi berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN)[4], penelitian [5] memberikan hasil bahwa penggunaan diagram sebab-akibat dapat mengidentifikasi penyebab dari penurunan produksi dan aplikasi FMEA memberikan hasil indikator yang memiliki nilai RPN diatas nilai kritis, penelitian [6] melakukan identifikasi risiko rantai pasok dengan metode *fuzzy-FMEA* yang menghasilkan bahwa model tersebut dapat mengidentifikasi faktor-faktor risiko pada tiap tingkatan rantai pasok. Penelitian lainnya menyatakan penggunaan metode FMEA yang digunakan dalam identifikasi risiko produksi *yogurt* dapat memberikan hasil potensi risiko dari masing-masing variabel [7]

Pabrik pengolahan CPO dan turunannya di Sulawesi Barat merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri minyak dengan mengolah CPO menjadi produk turunannya dengan dua proses utama yaitu refinery dan fractionation yang berkapasitas 2.000 ton per hari. Produk turunan yang dihasilkan ialah RBDOL (*Refined Bleached Deodorized Olein*), RBDST (*Refined Bleached Deodorized Stearin*), RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) serta PFAD (*Palm Fatty Acid Destilate*).

Permasalahan yang dihadapi oleh pabrik ini ialah risiko pada proses produksi. Proses produksi dilakukan secara kontinu, dimana pada proses ini jika terdapat cacat pada produk, maka produk akan diolah kembali hingga mencapai standar kualitas yang ditentukan. Terdapat banyak risiko yang dapat menimbulkan kerugian pada proses produksi tersebut. Salah satunya ialah penurunan kualitas produk. Hal ini akan berdampak pada peningkatan biaya produksi, waktu produksi akan lebih lama, kapasitas produksi tidak tercapai yang dapat mengurangi kepercayaan pelanggan.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi prioritas potensi risiko pada proses produksi dengan metode FMEA dan memberikan usulan yang tepat dengan metode 5W + 1H. Dari penelitian ini diharapkan dengan teridentifikasinya risiko maka memudahkan pihak manajemen untuk membuat keputusan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian diawali dengan pengumpulan data dengan melakukan wawancara dengan pihak manajemen untuk mengidentifikasi risiko risiko. Selanjutnya, dilakukan penyebaran kuesioner kepada pihak manajemen untuk menilai masing masing risiko dengan metode FMEA. Kuesioner yang telah terisi dengan nilai RPN selanjutnya akan dihitung nilai kritis RPN-nya dan diurutkan berdasarkan diagram pareto untuk selanjutnya diberikan saran perbaikan dengan metode 5W+1H.

Dalam mengidentifikasi risiko proses produksi, digunakan metode FMEA untuk mengevaluasi potensi risiko yang terjadi. Identifikasi dilakukan dengan memberikan nilai atau skor pada masing masing risiko atas tingkat kejadian, tingkat keparahan dan tingkat deteksi. Dalam menentukan urutan risiko tertinggi dilakukan pemberian skor pada masing-masing komponen dengan cara memberikan penilaian pada kriteria *severity*, *occurance* dan *detection*. Hasil dari penilaian tersebut disebut RPN [8]. Selanjutnya, potensi risiko dianalisis menggunakan metode *Cause-and-Effect Diagram* sebagai alat yang berguna untuk menjabarkan potensi masalah. Diagram ini menganalisa potensi masalah yang mungkin terjadi dari masalah yang telah diidentifikasi [9]. Selanjutnya, potensi risiko akan dianalisis kembali dengan metode 5W + 1H untuk mendapatkan usulan perbaikan yang tepat.

Hasil penilaian akan diurutkan dengan diagram pareto dan usulan perbaikan akan dilakukan dengan metode 5W + 1H. Tujuan penerapan metode ini adalah untuk mengidentifikasi risiko pada proses produksi dan memberikan usulan perbaikan untuk setiap risiko yang terpilih. Konsep 5W+1H digunakan untuk melakukan penanggulangan atau pencegahan terhadap setiap akar permasalahan yang muncul. 5W+1H merupakan suatu konsep yang terkenal untuk menggambarkan sebuah fakta aktual dengan menanyakan *who* (siapa), *what* (apa), *where* (di mana), *when* (kapan), *why* (mengapa), dan *how* (bagaimana). Konsep 5W+1H dijabarkan pada penjelasan di bawah ini [10].

- *Who* (siapa), menunjukkan pelaku atau orang yang terkait dengan permasalahan yang terjadi.
- *What* (apa), menunjukkan informasi dari suatu objek yang diamati.
- *Where* (dimana), menunjukkan informasi lokasi kejadian terjadi.
- *When* (kapan), menunjukkan waktu suatu permasalahan terjadi.
- *Why* (mengapa), menunjukkan alasan suatu permasalahan dapat terjadi.
- *How* (bagaimana), menunjukkan proses atau alur suatu permasalahan terjadi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

3.1.1. Analisis Potensi Risiko Produksi

Penilaian risiko dinilai pada seluruh tahapan proses produksi yang terdiri dari 7 proses produksi berdasarkan hasil *cause effect diagram* yaitu *degumming*, *bleaching*, *filtration*, *deodorization*, *crystallization*, *filtration* dan *inspection* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensi Risiko Proses Produksi

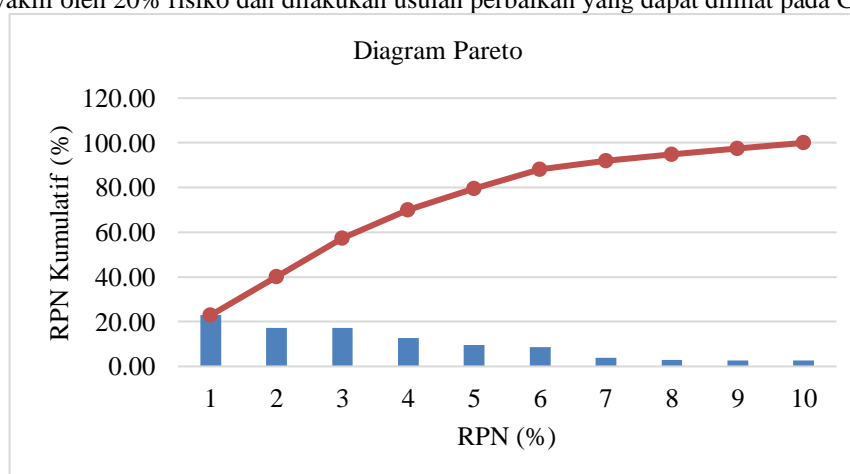
Proses	Kategori	Potensi Risiko
<i>Degumming</i>	Metode	Temperatur saat proses pengadukan dengan agitator melebihi 105°C
	Mesin	Penarikan air dalam <i>slurry</i> minyak tidak optimal
<i>Bleaching</i>	Metode	Dosis <i>bleaching earth</i> yang diberikan tidak sesuai
<i>Filtration</i>	Mesin	Kondisi <i>block</i> pada <i>filter leaf</i>
<i>Deodorization</i>	Mesin	Penarikan FFA dan kondensat tidak terjadi
<i>Crystallization</i>	Manusia	Kristal yang dihasilkan <i>milky</i>
	Mesin	Stearin yang dihasilkan <i>milky</i>
<i>Filtration</i>	Mesin	<i>Yield Olein</i> tidak optimal
<i>Inspection</i>	Material	Bahan baku tidak memenuhi standar ketentuan mutu

Setelah itu, ditentukan nilai *risk priority number* (RPN) berdasarkan kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk masing-masing potensi risiko tersebut dan dihitung persentase nilai RPN dan RPN kumulatif yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ranking Nilai RPN Potensi Risiko

No.	Proses Kerja	Nilai RPN	RPN (%)	RPN Kumulatif (%)
1	<i>Crystallization</i>	72	22,93	22,93
2	<i>Filtration</i>	54	17,20	40,13
3	<i>Inspection</i>	54	17,20	57,32
4	<i>Bleaching</i>	40	12,74	70,06
5	<i>Inspection</i>	30	9,55	79,62
6	<i>Bleaching</i>	27	8,60	88,22
7	<i>Filtration</i>	12	3,82	92,04
8	<i>Filtration</i>	9	2,87	94,90
9	<i>Degumming</i>	8	2,55	97,45
10	<i>Deodorization</i>	8	2,55	100,00

Setelah itu dilakukan pengolahan diagram pareto untuk memilih potensi risiko yaitu nilai RPN dan nilai RPN kumulatif untuk sepuluh risiko yang telah diidentifikasi dan digunakan diagram pareto dengan prinsip 80-20 dimana 80% risiko akan direpresentasikan atau diwakili oleh 20% risiko dan dilakukan usulan perbaikan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Pareto RPN Kumulatif

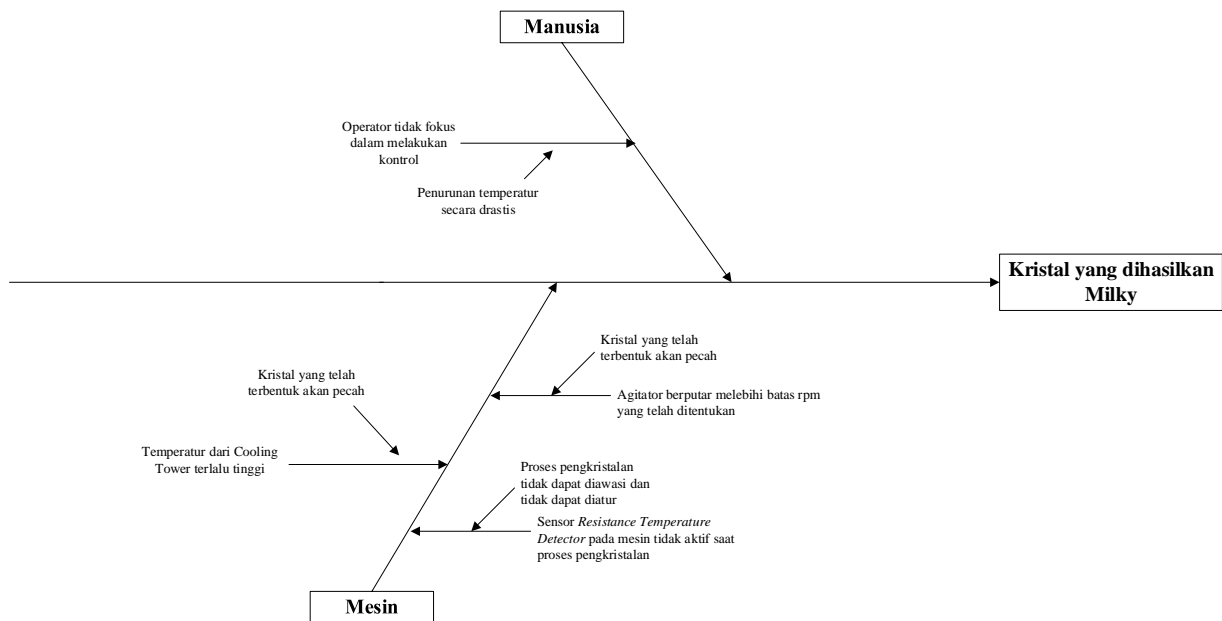
Berdasarkan prinsip diagram pareto diperoleh empat risiko kritis yang berada di atas nilai 31,40 dan hasil dari keempat risiko tersebut adalah kristal yang dihasilkan *milky* pada proses *crystallization*, stearin yang dihasilkan *milky* pada proses *filtration*, produk tidak memenuhi standar ketentuan mutu *inspection* dan dosis *bleaching earth* yang diberikan tidak sesuai pada proses *bleaching*.

Tabel 3. Hasil Prioritas Risiko

Proses Kerja	Kategori	Potensi Risiko	Skor RPN
<i>Crystallization</i>	Manusia	Kristal yang dihasilkan <i>milky</i>	72
<i>Filtration</i>	Mesin	Stearin yang dihasilkan <i>milky</i>	54
<i>Inspection</i>	Material	Produk tidak memenuhi standar ketentuan mutu	54
<i>Bleaching</i>	Metode	Dosis <i>bleaching earth</i> yang diberikan tidak sesuai	40

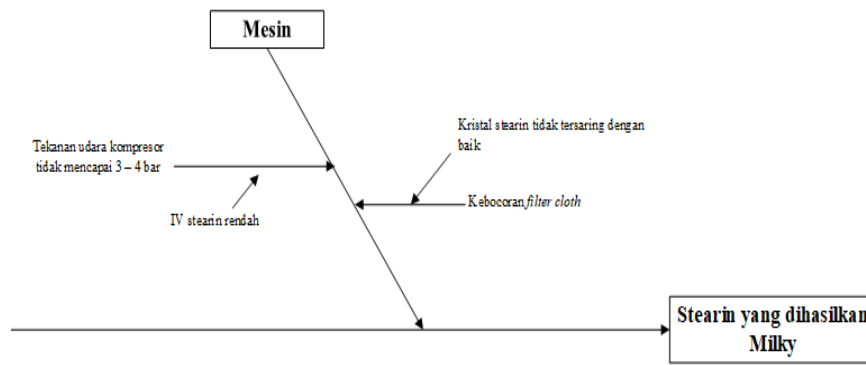
3.1.2. Diagram Sebab Akibat Risiko

Risiko kritis yang telah terpilih akan diidentifikasi kembali penyebabnya dengan diagram sebab akibat. Diagram sebab akibat risiko pada proses *crystallization* memiliki 2 penyebab yaitu dari manusia dan mesin yang dapat dilihat pada Gambar 2. Pada kategori manusia, terdapat faktor penyebab yaitu operator tidak fokus dalam melakukan kontrol yang mengakibatkan adanya. Pada kategori mesin, terdapat faktor penyebab yaitu agitator berputar melebihi batas rpm yang telah ditentukan, temperatur dari *cooling tower* terlalu tinggi dan sensor *resistance temperature detector* pada mesin tidak aktif saat proses pengkristalan.



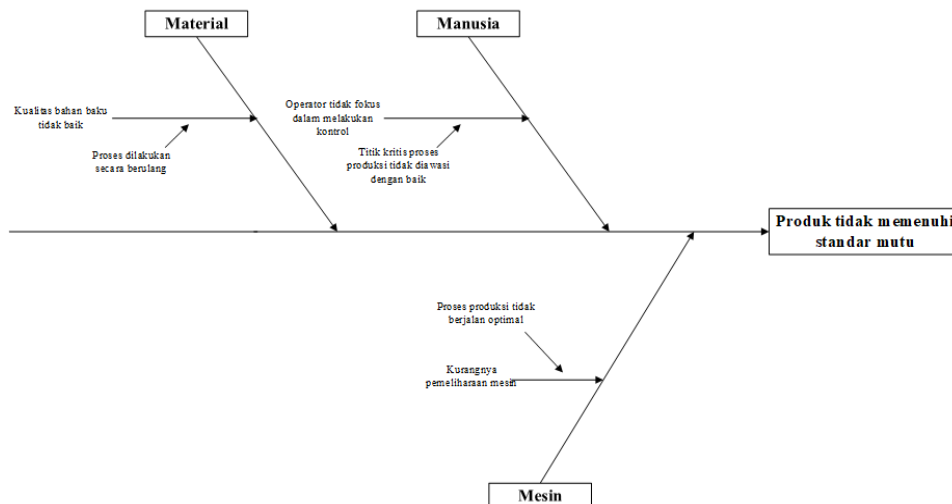
Gambar 2. Diagram Sebab Akibat Proses Kerja *Crystallization*

Proses *filtration* memiliki 1 penyebab dari kategori mesin dengan dua penyebab utama yaitu tekanan udara kompresor tidak mencapai 3 – 4 bar yang disebabkan oleh IV stearin rendah, kristal stearin tidak tersaring dengan baik yang disebabkan oleh adanya kebocoran pada *filter cloth*. Diagram sebab akibat mengenai proses kerja *filtration* dapat dilihat pada Gambar 3.



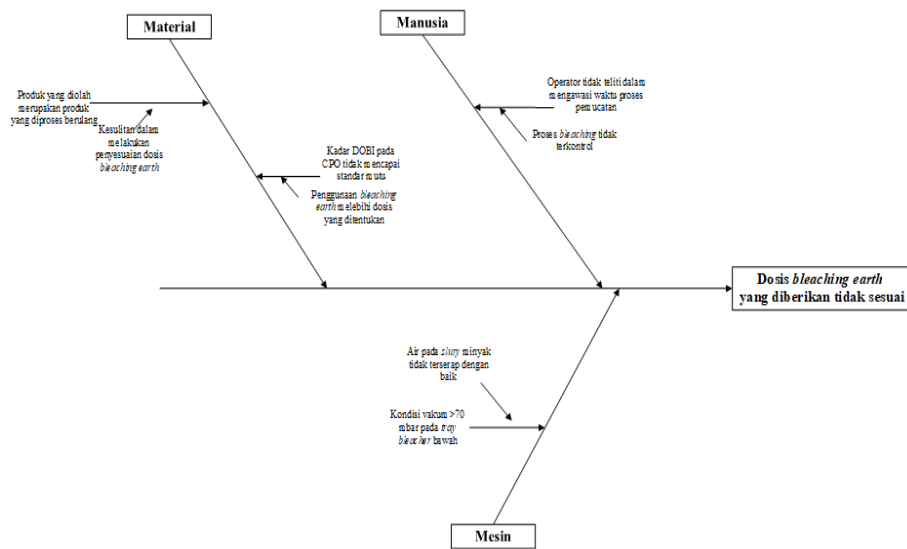
Gambar 3. Diagram Sebab Akibat Proses Kerja Filtration

Proses *inspection* 3 penyebab yaitu manusia, mesin dan material yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pada kategori manusia terdapat faktor penyebab yaitu operator tidak fokus dalam melakukan kontrol yang mengakibatkan titik kritis proses produksi tidak diawasi dengan baik. Pada kategori material terdapat faktor penyebab yaitu kualitas bahan baku tidak baik dan pada kategori mesin terdapat faktor penyebab yaitu kurangnya pemeliharaan mesin.



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat Proses Kerja Inspection

Proses *bleaching* memiliki tiga penyebab yaitu manusia, mesin dan material yang dapat dilihat pada Gambar 5. Pada kategori manusia terdapat faktor penyebab yaitu operator tidak teliti dalam pengawasan waktu proses pencucian. Pada kategori material terdapat dua penyebab yaitu produk yang diolah merupakan produk yang diproses berulang dan kadar *Deterioritation Of Bleachability Index* (DOBI) pada CPO tidak mencapai standar mutu. Pada kategori mesin terdapat faktor penyebab yaitu air pada *slury* minyak tidak terserap dengan baik.



Gambar 5. Diagram Sebab Akibat Proses Kerja Bleaching

3.1.3. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan digunakan untuk memperbaiki risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya. Usulan perbaikan dilakukan menggunakan metode 5W+1H. Usulan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Usulan Perbaikan Risiko Menggunakan Metode 5W +1H

What	Where	Why		Who	When	How
		Faktor Penyebab	Penyebab Terjadinya			
Kristal yang dihasilkan milky	Crystallization	Manusia	Operator tidak fokus dalam melakukan kontrol	Supervisor proses dan operator fraksinasi	Saat proses produksi	Melakukan pelatihan / training kepada operator fraksinasi dan melakukan pengawasan dalam target set point
		Mesin	Temperatur dari Cooling Tower terlalu tinggi	Supervisor proses dan operator fraksinasi	Saat proses produksi	Melakukan pemeriksaan rutin dan melakukan pembersihan pompa
			Sensor Resistance Temperature Detector pada mesin tidak aktif saat proses pengkristalan	Supervisor proses dan operator fraksinasi	Saat proses produksi	Melakukan pemeriksaan harian dan berkala, inspection daerah instalasi dan kondisi lapangan
Stearin yang dihasilkan milky	Filtration	Mesin	Agitator berputar melebihi batas rpm yang telah ditentukan	Supervisor proses dan operator fraksinasi	Saat proses produksi	Melakukan penjadwalan pemeriksaan mesin
		Mesin	Kebocoran pada filter cloth	Supervisor Pemeriksaan dan operator fraksinasi	Saat proses produksi	Memeriksa kondisi mesin sebelum digunakan dan penjadwalan pemeriksaan mesin
Produk tidak memenuhi standar	Inspection	Mesin	Tekanan udara kompresor tidak mencapai 3 – 4 bar	Supervisor Proses dan operator fraksinasi	Saat proses produksi	Melakukan pemeriksaan mesin secara berkala dan mengawasi tekanan udara
			Operator tidak teliti dalam mengawasi titik	Supervisor proses dan operator	Saat proses produksi	Melakukan pelatihan/ training kepada operator dan pengawasan dalam ruang kontrol

ketentuan mutu		kritis proses operasi				
	Material	Kualitas bahan baku tidak baik	Supervisor Laboratorium dan Supervisor proses	Saat pemeriksaan di laboratorium	Melakukan pemeriksaan produk setiap proses dan mengawasi titik kritis dari setiap proses	
	Mesin	Kurangnya pemeliharaan mesin	Supervisor pemeriksaan dan supervisor proses	Saat proses produksi	Melakukan penjadwalan pemeriksaan mesin secara berkala	
	Manusia	Operator tidak teliti dalam mengawasi waktu proses pemucatan	Supervisor proses dan operator refinery	Saat proses produksi	Melakukan pelatihan/ training kepada operator	
Dosis bleaching earth yang diberikan tidak sesuai	Bleaching	Material	Produk yang masuk adalah produk yang diproses berulang	Supervisor proses dan operator refinery	Saat proses produksi	Pengawasan pada kadar DOBI pada produk yang masuk dan waktu proses pemucatan
		Material	Kadar DOBI pada CPO tidak mencapai standar mutu	Supervisor proses dan operator refinery	Saat proses produksi	Melakukan inspection CPO selektif dan memilih supplier yang memiliki produk berkualitas
		Mesin	Kondisi vakum >70 mbar pada tray bleacher bawah	Supervisor proses dan operator refinery	Saat proses produksi	Pemeriksaan pada pompa vacuum, kondensor dan air dari DCT

3.2. Pembahasan

Perhitungan yang dilakukan dengan RPN dan diagram pareto diperoleh empat risiko kritis yaitu pada proses kerja crystallization, filtration, inspection dan bleaching. Penyebab dari masing masing proses tersebut terbagi lagi menjadi beberapa kategori sesuai dengan hasil diagram sebab dan diberikan usulan perbaikan menggunakan metode 5W+1H.

Hasil identifikasi dengan diagram sebab akibat pada proses inspection dan bleaching terbagi menjadi tiga kategori yaitu manusia, material dan mesin. Usulan perbaikan yang diberikan ialah dilakukannya pelatihan kepada operator, pemeriksaan kualitas produk dari mutu yang telah ditetapkan, penjadwalan pemeriksaan mesin secara berkala, pemeriksaan pada beberapa mesin seperti tray bleacher bawah, pompa vacuum dan kondensor.

Risiko pada proses filtration dan crystallization yang diidentifikasi dengan diagram sebab akibat dibagi menjadi dua kategori yaitu manusia dan mesin. Usulan perbaikan yang diberikan ialah dilakukan pelatihan kepada operator, pemeriksaan mesin secara rutin dan pada mesin tertentu dilakukan pengawasan yang lebih ketat.

4. Kesimpulan

Hasil identifikasi potensi risiko yang dilakukan dengan metode FMEA diperoleh 10 potensi risiko dan 10 penyebab terjadinya pada proses produksi. Potensi risiko terdapat pada proses produksi yaitu *degumming*, *bleaching*, *filtration*, *deodorization*, *crystallization*, *filtration* dan *inspection*. Berdasarkan diagram pareto dan perhitungan nilai kritis RPN, diperoleh empat risiko kritis yang harus segera dilakukan perbaikan yaitu pada proses *crystallization* dengan nilai RPN 72, proses *filtration* dengan nilai RPN 54, proses *inspection* dengan nilai RPN 54 dan proses *bleaching* dengan nilai RPN 40.

Risiko yang terpilih diidentifikasi dengan metode diagram sebab akibat. Pada proses *crystallization* ditemukan penyebab dari kategori manusia dan mesin; pada proses *filtration* ditemukan penyebab dari kategori mesin; pada proses inspeksi dan *bleaching* ditemukan penyebab dari kategori manusia, material dan mesin. Penggunaan 5W + 1H pada keempat risiko yang telah terpilih mengidentifikasi kapan terjadinya potensi risiko tersebut, orang yang bertanggung jawab, faktor penyebab dan usulan perbaikan yang diberikan. Usulan perbaikan diberikan untuk masing masing potensi risiko dan menspesifikasi penyebab risiko tersebut berdasarkan pada hasil diagram sebab akibat.

Referensi

- [1] Jadi Andalan, RI Nikmati Ratusan Triliun dari Ekspor CPO. 2020. <https://www.cnbcindonesia.com/market/20201015145204-17-194632/jadi-andalan-ri-nikmati-ratusan-triliun-dari-ekspor-cpo>. Diakses tanggal 23 Maret 2021
- [2] Barton, R, Bobst, R. (1988) "How to manage the risks of technology. *Journal of Business Strategy*. 9(6):4-7

- [3] Septifani,Riska, Imam Santoso dan Zulfikar Pahlevi. (2018) “Analisis Risiko Produksi Frestea Menggunakan Fuzzyfailure Mode And Effect Analysis (FuzzyFMEA) dan Fuzzyanalytical Hierarchyprocess (FuzzyAHP) (Studi Kasus Di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Bandung Plant).” Prosiding Seminar Nasional 13-21
- [4] Kuncoro,Deasy Kartika Rahayu, Putri A N P dan Yudi Sukmono. (2018) “Pengendalian Risiko Proses Produksi Crude Palm Oil dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)” Jurnal Ilmiah Teknik Industri **1** (1)
- [5] Suryaningrat, Wiwik Febriyanti dan Winda Amalia. (2019) “Identifikasi Risiko Pada Okra Menggunakan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) di PT. Mitratani Dua Tujuh Di Kabupaten Jember.” Jurnal Agroteknologi **13** (1): 25-33
- [6] Nasution,Syarifuddin., Yandra Arkeman, Kadarwan Soewardi dan Taufik Djatna. (2014) “Identifikasi Dan Evaluasi Risiko Menggunakan Fuzzy FMEA Pada Rantai Pasok Agroindustri Udang” Jurnal Riset Industri **8** (2): 135-146.
- [7] Prasetyo, Dwi Muchlis., Imam Santoso, Siti dan Purwadadi. (2017) “Penerapan Metode FMEA dan AHP Dalam Perumusan Strategi Pengelolaan Risiko Proses Produksi Yoghurt”. Jurnal Teknologi Pertanian **18** (1): 1-10
- [8] McDermott, Robin E., Raymond J. Mikulak dan Michael R. Beauregard. (2008) “The Basics of FMEA 2nd Edition” US: Taylor & Francis Group
- [9] Montgomery, Douglas C. (2009) “Introduction to Statistical Quality Control 6th Edition” United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- [10] Andiyanto, Surya, Agung Sutrisno dan Charles C. Punuhsingon. (2017) “Penerapan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Risiko Akibat Terjadinya Lean Waste.” Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat **6** (1): 45-57