

Pendekatan Six Sigma Dan FMEA Dalam Pengendalian Mutu Crude Palm Oil

Six Sigma and FMEA Approaches in Crude Palm Oil Quality Control

Wetri Febrina^{1)*}, Juni Saputra²⁾, Nurhidayati³⁾, Sirlyana⁴⁾

^{1,2,3,4)} Prodi Teknik Industri, Institut Teknologi dan Bisnis Riau Pesisir, Dumai, Indonesia

email: ^{1)*}wetri.febrina@mail.com, ²⁾junisaputra4@gmail.com, ³⁾nurhidayati@gmail.com,

⁴⁾drasirlyana@gmail.com

<p>Informasi Artikel</p> <p>Diterima: Submitted: 26/09/2025</p> <p>Diperbaiki: Revised: 11/10/2025</p> <p>Disetujui: Accepted: 12/10/1995</p> <p>*) Wetri Febrina Wetri.febrina@gmail.com</p> <p>DOI: https://doi.org/10.32502/integrasi.v10i2.1183</p>	<p>Abstrak</p> <p>PT.X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa tangki timbun, yang kerap menerima pasokan <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) dengan kualitas tidak sesuai standar yang ditetapkan. Kondisi ini menuntut perusahaan untuk melakukan pengendalian kualitas secara berkelanjutan. Salah satu metode yang digunakan adalah <i>Six Sigma</i>, yang berfokus pada upaya meminimalkan cacat produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi jumlah CPO cacat yang diterima perusahaan melalui penerapan metode <i>Six Sigma</i> dan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA). Metode <i>Six Sigma</i> digunakan untuk menganalisis tingkat kualitas dan menghitung <i>Defects Per Million Opportunities</i> (DPMO), sedangkan FMEA diterapkan untuk menelusuri akar penyebab masalah kualitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai DPMO CPO yang diterima perusahaan sebesar 343.378,53, yang berarti terdapat potensi kegagalan sebesar 343.379 per satu juta sampel, dengan nilai sigma sebesar 1,93. Analisis FMEA mengungkapkan bahwa faktor manusia, khususnya operator yang bekerja tergesa-gesa, memiliki nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN) tertinggi yaitu 324. Berdasarkan temuan tersebut, rekomendasi perbaikan yang diusulkan meliputi peningkatan pengawasan karyawan, penerapan standar operasional prosedur (SOP) yang lebih ketat, penyelenggaraan pelatihan berkala, serta pemeliharaan fasilitas dan peralatan secara rutin.</p> <p>Kata kunci: <i>Crude Palm Oil, Six Sigma, Failure Mode and Effect Analysis, produk cacat, kualitas produk.</i></p> <p>Abstract</p> <p><i>PT X is a company engaged in bulk storage tank services and frequently receives shipments of Crude Palm Oil (CPO) that do not meet the required quality specifications. This situation necessitates a continuous quality control process to ensure compliance with established standards. Six Sigma is a quality control method, focus on minimizing defects and improving process performance. This study aims to identify and reduce defective CPO received by the company through the application of the Six Sigma method and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The Six Sigma approach was employed to analyze quality levels by calculating the Defects Per Million Opportunities (DPMO), while FMEA was used to identify and trace the root causes of quality issues. The results revealed that the DPMO value for incoming CPO was 343,378.53, with a sigma level of 1.93. The FMEA analysis showed that the highest Risk Priority Number (RPN) was attributed to human factors, with an RPN value of 324. Based on these findings, several improvement strategies were recommended, including strengthening employee supervision, enforcing stricter Standard Operating Procedures (SOPs), conducting regular training programs, and performing routine maintenance of equipment and facilities</i></p> <p>Keywords: <i>Crude Palm Oil., Six Sigma, FMEA, Defect Product, Quality Product</i></p>
--	--

Pendahuluan

Persaingan ketat yang terjadi pada industri ataupun penyedia jasa sangat penting bagi perkembangan dan keberhasilan perusahaan. Perusahaan harus mampu memasok kebutuhan konsumen dari segi kuantitas dan kualitas. Kepuasan pelanggan dinilai melalui permintaan kuantitas produk yang dapat dipenuhi perusahaan [1], [2].

Crude Palm Oil (CPO) merupakan salah satu hasil dari pengolahan buah kelapa sawit, berupa minyak mentah yang diekstraksi dari daging buah kelapa sawit. Minyak ini memiliki warna kemerahan alami karena kandungan karotenoid yang tinggi serta mengandung berbagai senyawa penting seperti asam lemak, vitamin E, dan antioksidan. CPO merupakan bahan baku yang sangat penting dalam berbagai industri, mulai dari industri pangan seperti minyak goreng dan margarin, hingga industri non-pangan seperti sabun, kosmetik, biodiesel, dan produk oleokimia lainnya [3], [4]. Tingginya permintaan CPO baik dari dalam negeri maupun luar negeri sebagai bahan baku berbagai produk menimbulkan dampak persaingan bisnis diantara produsen CPO [5]. Menjaga kualitas produk merupakan salah satu hal yang perlu dilakukan perusahaan untuk memenangkan perhatian konsumen dan memuaskan pelanggan.

Kualitas merupakan elemen penting untuk menjamin kepercayaan konsumen dalam memilih dan menggunakan suatu produk. Produk dengan kualitas yang baik tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen, tetapi juga menciptakan kepuasan yang mendorong loyalitas jangka panjang [1], [6], [7].

PT.X dalam penelitian ini merupakan tempat penelitian, adalah perusahaan yang bergerak di jasa tangki timbun (*bulking company*) untuk produk CPO. Latar belakang penelitian ini adalah seringkali PT.X menerima CPO dengan kualitas yang tidak sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Hal ini menyebabkan perusahaan harus melakukan pengendalian kualitas secara sistematis dan berkelanjutan, mengingat masalah kualitas produk terkait dengan loyalitas pelanggan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan faktor-faktor penyebab kecacatan produk CPO pada PT.X dan menetapkan prioritas perbaikan dari setiap faktor, berdasarkan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Penentuan jenis kegagalan dan faktor-faktor penyebab kegagalan dilakukan menggunakan metode *Six Sigma* dan *Failure Mode and Effect Analysis*. Sedangkan penentuan prioritas perbaikan menggunakan *Risk Priority Number*, berdasarkan faktor keseriusan (*occurrence*), frekuensi kejadian (*severity*) dan kemudahan terdeteksi (*detection*).

Sinergi dari metode *Six Sigma* dan FMEA menghasilkan *output* berupa data-data jenis kegagalan, faktor penyebab kegagalan, dan prioritas perbaikan. Hasil analisis dari penelitian ini kemudian disampaikan kepada pihak manajemen PT.X berupa saran perbaikan.

Six Sigma merupakan metode pengendalian kualitas yang aplikatif dan banyak digunakan dalam prinsip-prinsip pengendalian kualitas. Metode ini dikembangkan untuk membantu organisasi dalam meningkatkan efisiensi proses, mengurangi variasi, dan meminimalkan tingkat cacat pada produk maupun layanan [8]–[10]. Dalam penerapannya, *Six Sigma* menggunakan siklus DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) yang sistematis. Tahapan ini dimulai dari mendefinisikan masalah secara jelas (*Define*), mengukur kinerja proses dan mengumpulkan data (*Measure*), menganalisis akar penyebab permasalahan (*Analyze*), melakukan perbaikan yang tepat sasaran (*Improve*), hingga mengendalikan proses agar perbaikan dapat berkelanjutan (*Control*) [11], [12].

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu metode pengendalian kualitas yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisa, mengukur, dan memprioritaskan potensi kegagalan dalam suatu proses, produk, atau sistem sebelum kegagalan tersebut benar-benar terjadi. Metode ini bertujuan untuk meminimalkan risiko dengan memahami bagaimana suatu kegagalan dapat terjadi

(*failure mode*), dampaknya terhadap sistem atau pelanggan (*effect*), serta faktor penyebab yang mendasarinya (*cause*) [10], [12], [13].

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif menggunakan data produk cacat yang dikumpulkan di PT.X, suatu perusahaan bulking *company* untuk penjualan minyak mentah kelapa sawit (CPO). Pengambilan sampel dilakukan di beberapa titik di tanki timbun CPO, yaitu di bagian depan, tengah, dan bagian belakang, sebanyak masing-masing tiga sampel. Penelitian dilakukan selama 30 hari pada bulan Januari-Februari 2025.

Penelitian ini menggunakan metode *six sigma* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk diterapkan dalam pengendalian kualitas *crude palm oil* (CPO). Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari lapangan melalui observasi dan wawancara responden. Sedangkan data primer diperoleh dari sumber kepustakaan seperti literatur-literatur, buku-buku, jurnal-jurnal penelitian terdahulu tentang Six Sigma dan analisis FMEA[2], [14].

FMEA merupakan tahapan yang tersusun sistematis untuk menentukan penyebab masalah, dan menghindari sebanyak mungkin jenis kesalahan. FMEA digunakan sebagai instrumen untuk menilai kehandalan suatu sistem dan menentukan dampak dari kegagalan dari system tersebut. Tahapan-tahapan FMEA meliputi : pertama adalah observasi mendalam terhadap proses yang sedang berlangsung untuk memahami alur kerja dan titik kritis yang mungkin menimbulkan masalah. Selanjutnya, dilakukan identifikasi terhadap potensi kekurangan atau kesalahan yang dapat terjadi selama proses berlangsung, beserta dampak atau akibat yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut. Setelah itu, ditentukan nilai *Severity* (S) yang menggambarkan tingkat keparahan dampak dari mode kegagalan yang teridentifikasi. Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi penyebab potensial (*potential cause*) dari kegagalan tersebut dan menghitung nilai *Occurrence* (O), yaitu frekuensi atau seberapa sering kegagalan terjadi akibat penyebab tersebut. Selain itu,

dilakukan peninjauan terhadap *current process control*, yakni mekanisme pengendalian yang telah diterapkan untuk mencegah atau mendeteksi terjadinya kegagalan. Dari sini, dihitung nilai *Detection* (D) yang menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum produk sampai ke pelanggan.

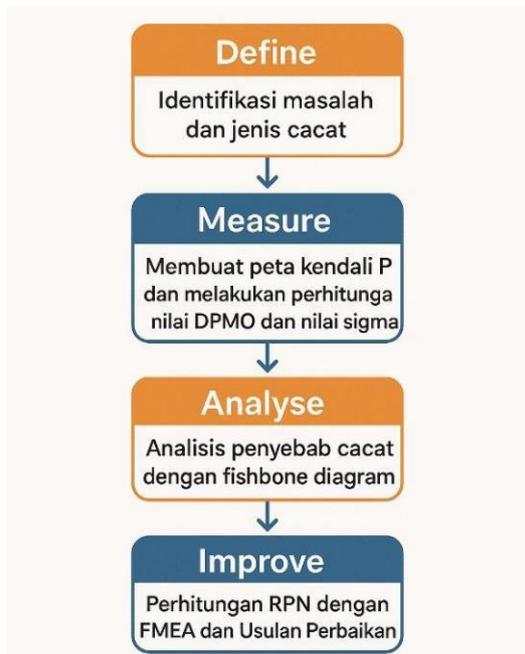
Ketiga nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) kemudian digunakan untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN) dengan rumus:

$$RPN = S \times O \times D$$

Nilai RPN memberikan gambaran tentang tingkat risiko suatu kegagalan. Semakin tinggi nilai RPN, semakin besar pula prioritas yang harus diberikan untuk melakukan tindakan perbaikan [15], [16].

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini disusun mengikuti alur kerja dari metode *Six Sigma* yang digunakan, meliputi tahap *define* (yaitu melakukan identifikasi masalah dan jenis cacat), tahap *measure* (tahap pengukuran, termasuk pembuatan peta kendali P dan perhitungan DPMO dan nilai sigma), tahap *analyse* (pada tahap ini dilakukan analisis penyebab cacat dengan *fishbone diagram*), serta tahap *improve* (tahapan perbaikan, berupa perhitungan RPN dengan FMEA dan usulan perbaikan). Terakhir tahap *control*, untuk mengendalikan semua pekerjaan berlangsung sesuai prosedur. Namun pada penelitian ini, tahapan yang dilakukan adalah sampai tahap *improve*. Usulan berupa saran perbaikan diserahkan pada PT.X untuk dilaksanakan, sehingga proses *control* akan bisa dilakukan setelah usulan perbaikan dilakukan, dievaluasi dan dilakukan tindak lanjut secara berkesinambungan di perusahaan tersebut.

Diagram alir penelitian dapat digambarkan seperti Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Penggunaan Metode Six Sigma pada Penelitian ini

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran Produk Cacat

Untuk pengukuran produk cacat dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) parameter yaitu kadar asam lemak bebas *free fatty acid (FFA)*, kadar air zat pengotor (*Moisture and impurities*) dan *Iodin Value (IV)*. FFA, singkatan dari *free fatty acid*, aatau Asam Lemak Bebas (ALB) merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas CPO. FFA menunjukkan jumlah asam lemak yang terlepas dari trigliserida akibat proses selama penanganan dan penyimpanan. Semakin tinggi kadar FFA, semakin rendah kualitas minyak karena dapat mempengaruhi rasa, bau, dan daya simpan produk akhir CPO [11] . Tingginya kadar Free Fatty Acid (FFA) pada *Crude Palm Oil (CPO)* sering kali disebabkan oleh beberapa faktor yang berkaitan dengan penanganan buah kelapa sawit sebelum dan selama proses pengolahan. Salah satu penyebab utama adalah keterlambatan pengolahan buah setelah panen. Buah kelapa sawit yang dibiarkan terlalu lama sebelum diolah akan mengalami aktivitas enzim lipase yang memecah trigliserida menjadi asam lemak bebas. Proses ini berlangsung alami dan semakin cepat terjadi jika kondisi lingkungan

mendukung, sehingga kadar FFA dalam minyak yang dihasilkan akan meningkat.

Selain itu, penyimpanan yang tidak tepat juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi peningkatan kadar FFA. Penyimpanan dalam kondisi yang terlalu lembap atau pada suhu yang tinggi dapat mempercepat reaksi hidrolisis dan oksidasi pada minyak. Kondisi ini tidak hanya menurunkan kualitas minyak tetapi juga memperpendek masa simpannya. Faktor lain yang berperan adalah kerusakan mekanis pada buah selama transportasi. Buah yang rusak akibat benturan atau tekanan dapat mempercepat proses hidrolisis karena dinding sel yang pecah memudahkan enzim lipase bereaksi dengan trigliserida [17].

MNI atau *Moisture and Impurities* adalah parameter yang menggambarkan jumlah air dan kotoran yang terkandung dalam CPO. Air berlebih dapat mempercepat proses oksidasi dan hidrolisis, sehingga mempercepat kerusakan minyak. Sementara itu, kotoran seperti serat, pasir, atau residu dari proses pengolahan dapat memengaruhi kualitas dan keamanan produk [18]. IV atau *Iodine Value* adalah ukuran tingkat ketidakjenuhan lemak dalam CPO. Nilai ini menunjukkan banyaknya ikatan rangkap pada asam lemak, yang berhubungan dengan karakteristik kimia minyak. Semakin tinggi nilai iodin, semakin bagus mutu minyak [11].

Ambang nilai untuk parameter FFA, MNI dan IV yang digunakan di PT.X ditunjukkan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Ambang Nilai Parameter Pengendalian Kualitas CPO di PT.X

No	Parameter Kualitas	Jumlah Kadar
1	FFA	Max 5%
2	MNI	Max 0,5%
3	IV	Min 50%

Sumber : Divisi Quality Control PT.X

Data jumlah sampel cacat dan kategori cacat selama periode pengambilan data dilaporkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Total Jumlah Produk Cacat

Parameter	Jumlah defect (item)	Jumlah Barang Masuk (item)
FFA	70	356
MNI	34	
IV	14	
Total	118	

Define

Tahap Define dalam metodologi *Six Sigma* merupakan langkah awal yang sangat penting dalam upaya pengendalian kualitas dan perbaikan proses. Pada tahap ini, fokus utama adalah mengidentifikasi secara jelas masalah yang terjadi, mendefinisikan kebutuhan dan harapan pelanggan, serta menentukan ruang lingkup proyek yang akan dikerjakan. Dengan pemahaman yang tepat sejak awal, perusahaan dapat memastikan bahwa langkah perbaikan yang dilakukan benar-benar terarah dan efektif [8].

Perumusan masalah dan tujuan proyek *six sigma* dapat dilihat pada Tabel 3.

Critical to Quality (CTQ) merupakan konsep utama dalam metodologi *Six Sigma* yang berfungsi untuk menentukan faktor-faktor paling krusial yang berdampak langsung terhadap mutu produk maupun layanan, dilihat dari perspektif dan kebutuhan pelanggan [8]. Dalam penelitian ini, *Critical to Quality* (CTQ) ditentukan berdasarkan jenis cacat yang ditemukan pada proses penerimaan Crude Palm Oil (CPO) yang berdampak pada karakteristik mutu produk sehingga tidak memenuhi standar dan harapan pelanggan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel respon yang termasuk dalam kategori CTQ meliputi kadar FFA, MNI, dan IV yang berada di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan.

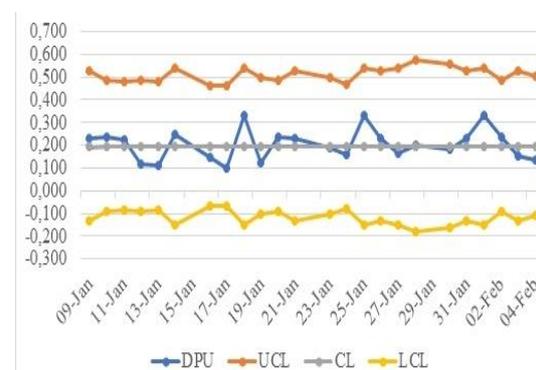
Measure

Measure bertujuan untuk menilai kondisi aktual kualitas produk yang diterima atau dihasilkan oleh perusahaan. Hal ini mencakup pengumpulan data tentang parameter mutu seperti *Free Fatty Acid* (FFA), *Moisture and Impurities* (MNI), dan *Iodine Value* (IV), serta mengidentifikasi

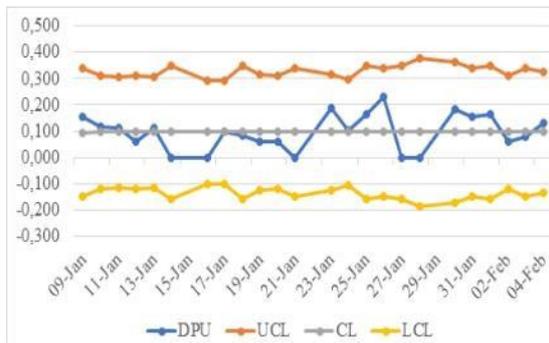
jenis cacat yang sering muncul selama proses produksi dan penyimpanan. Pada tahap ini, dibuat peta kendali P dan perhitungan nilai DPMO serta nilai sigma.

Tabel 3. Proyek *Six Sigma*

Proyek <i>Six Sigma</i> Pengendalian Kualitas <i>Crude Palm Oil</i>	
Pernyataan Masalah	PT Dumai Paricippta Abadi merupakan perusahaan yang berjalan dibidang tangki timbun CPO. Memiliki proses operasional yang berupa menerima, menyimpan, lalu mengekspor CPO ke negara tujuan. Dalam prosesnya, masih ditemukan sampel-sampel CPO yang belum sesuai dengan standar yang digunakan (cacat). CPO yang cacat tentunya akan merugikan karena dapat mengurangi kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan.
Pernyataan Tujuan	Tujuan dilakukannya proyek <i>six sigma</i> ini yaitu untuk membantu perusahaan mengurangi tingkat kecacatan CPO dengan cara memberikan usulan perbaikan pada faktor-faktor pemicu kecatatan tersebut.

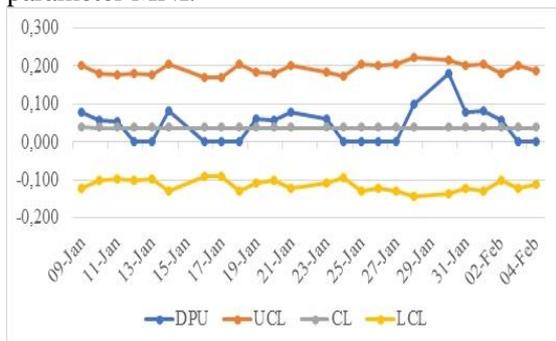
**Gambar 2.** Peta kendali P untuk parameter FFA

Gambar 2 menunjukkan bahwa tidak ada data yang keluar dari batas kendali pada parameter FFA.



Gambar 3. Peta kendali P untuk parameter MNI

Gambar 3 menunjukkan bahwa tidak ada data yang keluar dari batas kendali pada parameter MNI.



Gambar 4. Peta kendali P untuk parameter IV

Gambar 4 menunjukkan bahwa tidak ada data yang keluar dari batas kendali pada parameter IV.

Hasil perhitungan DPMO dan nilai sigma dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Hasil Rata-rata Perhitungan DPMO dan Sigma Perhari

Sampel masuk	Jumlah defect	DPU	DPMO	Sigma
15	5	0,343	343378,53	1,93

Analyse

Tahap analyze merupakan tahap pembuatan diagram pareto kecacatan berdasarkan parameter kualitas dan pembuatan diagram fishbone untuk menganalisis faktor-faktor penyebab kecacatan berdasarkan jawaban kuisioner.



Gambar 5. Diagram pareto

Gambar 5 menunjukkan bahwa kecacatan pada parameter FFA memiliki tingkat kecacatan tertinggi dimana persentasenya mencapai 59%, sedangkan tingkat kedua MNI sebanyak 29% dan tingkat ketiga IV sebanyak 12%. Dengan demikian, maka analisis penyebab dan upaya perbaikan akan berfokus pada kecacatan FFA.

Fishbone Diagram, yang juga dikenal sebagai diagram tulang ikan atau *Cause-and-Effect Diagram*, merupakan salah satu alat analisis yang digunakan dalam manajemen mutu untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan berbagai faktor penyebab masalah dalam suatu proses [19].

Gambar 6 menunjukkan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) yang berisi faktor-faktor penyebab kecacatan FFA yang masuk ke PT X. Faktor-faktor penyebab cacat tersebut meliputi faktor dari manusia, peralatan, metode, bahan, dan lingkungan kerja [20].

Improve

Tahap improve merupakan tahap untuk memberikan usulan perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan dalam mengurangi tingkat kecacatan. Pada tahap improve dilakukan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada setiap penyebab kecacatan untuk melihat kecacatan mana yang memiliki resiko paling tinggi dan harus diberikan usulan perbaikan pertama.

Perhitungan Risk Priority Number (RPN) dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menilai tingkat risiko dari setiap potensi kegagalan yang terjadi dalam proses penerimaan dan pengendalian kualitas *Crude Palm Oil* (CPO). Hasil perhitungan lengkap dari analisis ini disajikan pada Tabel 5, yang memperlihatkan nilai RPN untuk

setiap potensi kegagalan yang teridentifikasi. Data tersebut digunakan untuk menentukan faktor mana yang paling kritis dan perlu ditangani secara prioritas dalam rangka meningkatkan mutu CPO dan efisiensi proses pengendalian kualitas.

Perhitungan nilai RPN dilakukan dengan mengkali nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang sudah didapat. Urutan nilai RPN dari nilai tertinggi ke terendah adalah sebagai berikut.

- 1) Operator tergesa-gesa : 324
- 2) Operator kelelahan : 270
- 3) CPO *blending* : 216
- 4) Sabotase hasil Analisa : 150
- 5) Tidak melakukan uji banding : 150
- 6) Operator kurang kompeten : 90
- 7) *Sampling can* tidak bersih : 54
- 8) Pengambilan sampel hanya disatu titik : 54
- 9) Alat ukur tidak dikalibrasi : 36
- 10) Kerusakan alat : 36
- 11) *Chemical expired* : 36
- 12) Kurang pencahayaan : 36
- 13) Ruang terbatas : 36

Gambar 6 menunjukkan diagram *fishbone* atau diagram sebab-akibat yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama penyebab ketidaksesuaian kadar *Free Fatty Acid* (FFA) pada Crude Palm Oil (CPO) yang masuk ke PT X. Berdasarkan analisis, terdapat lima kategori penyebab utama yaitu manusia, metode, peralatan, bahan, dan lingkungan.

Faktor manusia memiliki kontribusi paling dominan terhadap timbulnya cacat, ditandai oleh perilaku operator yang tergesa-gesa, kelelahan, kurang kompeten, serta adanya kemungkinan sabotase hasil analisis. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pengawasan kinerja dan pembinaan sumber daya manusia dalam proses penerimaan dan pengujian CPO.

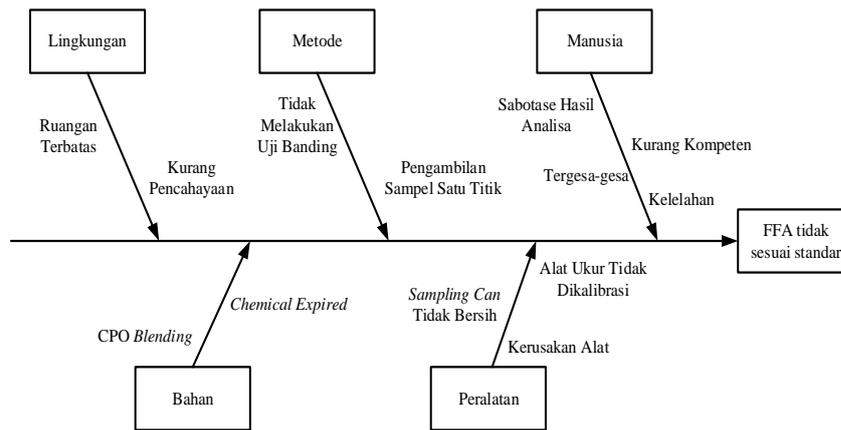
Faktor metode juga berperan penting, terutama akibat tidak dilaksanakannya uji banding antar laboratorium dan pengambilan sampel yang hanya dilakukan pada satu titik. Praktik ini berpotensi menurunkan representativitas data dan akurasi hasil analisis, sehingga prosedur *sampling* dan validasi metode perlu diperketat sesuai standar mutu laboratorium.

Pada faktor peralatan, penyebab utama ketidaksesuaian FFA adalah alat ukur yang tidak dikalibrasi secara rutin, kerusakan alat, serta *sampling can* yang tidak dibersihkan dengan baik. Kondisi ini dapat menyebabkan hasil pengujian tidak akurat, sehingga pemeliharaan dan kalibrasi berkala perlu dijadikan prioritas dalam sistem pengendalian kualitas.

Faktor bahan turut memengaruhi kualitas CPO, khususnya akibat terjadinya *blending* bahan yang tidak sesuai standar serta penggunaan bahan kimia yang sudah kedaluwarsa (*chemical expired*). Kedua hal ini dapat mengubah sifat kimia minyak dan meningkatkan kadar FFA.

Sedangkan faktor lingkungan seperti ruang kerja yang terbatas dan pencahayaan yang kurang optimal dapat mengganggu kenyamanan serta ketelitian operator selama proses analisis. Kondisi lingkungan kerja yang tidak ergonomis berpotensi meningkatkan kesalahan manusia (*human error*).

Secara keseluruhan, hasil analisis diagram *fishbone* menegaskan bahwa pengendalian kualitas terpadu harus diterapkan pada seluruh aspek proses produksi dan pengujian CPO. Pendekatan ini mencakup peningkatan kompetensi sumber daya manusia, standarisasi metode analisis, perawatan alat, pemilihan bahan yang memenuhi spesifikasi, serta perbaikan lingkungan kerja agar mutu CPO yang dihasilkan konsisten memenuhi standar yang ditetapkan.



Gambar 6. Diagram fishbone

Tabel 5. Perhitungan Nilai Risk Priority Number (RPN)

Mode Kegagalan	Potensi Efek Kegagalan	S	Penyebab Potensi Kegagalan	O	Proses Kontrol	D	RPN	Rekomendasi Tindakan
Banyaknya FFA yang tidak sesuai standar	Kontaminasi CPO di PT Dumai Paricipita Abadi	6	Operator kelelahan	9	Perbantuan operator	5	270	Pelatihan terhadap operator pembantu
			Operator tergesa-gesa	6	Pengawasan	9	324	Peningkatan pengawasan
			Operator kurang kompeten	3	Pelatihan	5	90	-
			Sabotase hasil analisa	5	Perhatian dan pengawasan	5	150	Peningkatan kesejahteraan dan pengawasan
			Alat ukur tidak dikalibrasi	3	Jadwal pemeliharaan alat	2	36	-
			Sampling can tidak bersih	3	SOP dan pelatihan	3	54	-
			Kerusakan alat	3	Jadwal pemeliharaan alat	2	36	-
			Pengambilan sampel hanya di satu titik	3	SOP dan pelatihan	3	54	-
			Tidak melakukan uji banding	5	Pengawasan	5	150	Peningkatan pengawasan
			Chemical expired	3	Pengawasan	2	36	-
			CPO blending	4	Pengawasan dan pelatihan	9	216	Peningkatan pengawasan dan pelatihan karyawan
Kurang Pencahayaan	3	Perhatian dan pengawasan	2	36	-			
Ruang Terbatas	3	Perhatian dan pengawasan	2	36	-			

Berdasarkan hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), dapat diidentifikasi berbagai faktor yang memengaruhi tingginya kadar i (FFA) pada *Crude Palm Oil* (CPO) yang diterima oleh PT X. Analisis ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat risiko dari setiap potensi kegagalan, sehingga perusahaan dapat memprioritaskan faktor yang paling kritis untuk segera ditangani.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab utama yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah operator yang bekerja tergesa-gesa, dengan nilai RPN sebesar 324. Hal ini menunjukkan bahwa faktor manusia memegang peranan paling besar dalam ketidaksesuaian kualitas CPO. Operator yang terburu-buru dalam bekerja berpotensi melakukan kesalahan, baik dalam proses pengambilan sampel, pengukuran, maupun pengendalian proses, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kontaminasi dan kadar FFA melebihi standar. Untuk mengatasi hal ini, perusahaan perlu meningkatkan pengawasan langsung selama proses berlangsung, menetapkan target kerja yang realistis, serta melakukan rotasi kerja agar beban fisik dan mental operator tetap seimbang.

Selain itu, faktor CPO blending yang tidak terkendali juga memiliki nilai RPN yang cukup tinggi, yaitu 216. Proses pencampuran yang dilakukan tanpa prosedur yang tepat dapat menyebabkan ketidakhomogenan kualitas minyak dan memicu peningkatan kadar FFA. Oleh karena itu, perusahaan disarankan untuk memberikan pelatihan teknis kepada karyawan yang terlibat dalam proses blending, serta memastikan adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) yang jelas dan ketat untuk mengendalikan proses tersebut.

Faktor lain yang juga memerlukan perhatian adalah sabotase hasil analisis dan tidak dilakukannya uji banding, masing-masing dengan nilai RPN 150. Hal ini menunjukkan adanya potensi kesalahan atau manipulasi dalam proses analisis laboratorium yang dapat memengaruhi keakuratan data. Untuk mencegah hal ini, perusahaan perlu meningkatkan kesejahteraan karyawan, memperketat pengawasan terhadap proses analisis, serta

melakukan uji banding laboratorium secara berkala untuk memastikan hasil pengujian tetap valid dan dapat dipercaya.

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap *Crude Palm Oil* (CPO) yang masuk ke PT X, diperoleh nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) sebesar 343.378,53, yang menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan sebanyak 343.379 kegagalan dalam setiap satu juta sampel CPO yang diperiksa. Nilai *sigma level* yang diperoleh sebesar 1,93, menandakan bahwa kualitas CPO yang diterima masih berada pada tingkat kemampuan proses yang relatif rendah dan memerlukan perbaikan berkelanjutan. Berdasarkan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), faktor penyebab cacat dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi berasal dari faktor manusia, yaitu operator yang bekerja secara tergesa-gesa dengan nilai RPN sebesar 324. Untuk meningkatkan kualitas CPO yang diterima dan menekan angka cacat, pengendalian kualitas (*quality control*) harus diterapkan secara konsisten pada setiap tahapan proses, mulai dari penerimaan bahan baku hingga penyimpanan. Pengawasan rutin terhadap karyawan, penerapan dan evaluasi *Standard Operational Procedure* (SOP), pelatihan berkala bagi operator, serta pemeliharaan peralatan dan fasilitas produksi merupakan langkah strategis yang perlu diperkuat. Implementasi pengendalian kualitas yang terintegrasi tidak hanya akan meningkatkan mutu produk dan efisiensi proses, tetapi juga memperkuat daya saing industri CPO di pasar global.

Daftar Pustaka

- [1] S. N. Devindra, R. Ananda, A. Munang, and K. Aliyah, "Analisis Quality Control Proses Instalasi Jaringan PT. XYZ Dengan Metode Statistical Quality Control (SQC)," *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 35–44, 2025, doi: 10.32502/integrasi.v10i1.272.
- [2] W. Febrina, Kuncorohadi, H. C.

- Wahyuni, and W. Sulistiyowati, *Pengendalian Kualitas Industri*, no. December. Yogyakarta: Nuta Media, 2020.
- [3] W. Febrina, Susanti, and M. Arif, "Pemakaian Steam Pada Proses Pemurnian Minyak Kelapa Sawit," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi, dan Industri*, Pekanbaru: UIN Sutan Syarif Kasim, 2017, pp. 501–504.
- [4] N. Kamal, "Karakterisasi dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit," *Itenas Libr.*, pp. 61–68, 2012.
- [5] M. Shidiq, W. Lestari, and S. H. Y. Saragih, "Crude Palm Oil (CPO) Quality Analyze of Elais guineensis at Palm Oil Mill PT. Sinar Pandawa, Labuhanbatu Regency (Based on Free Fatty Acid Levels, Water Content, and Impurities)," *J. Pembelajaran Dan Biol. Nukl.*, vol. 8, no. 2, pp. 386–398, 2022, doi: 10.36987/jpbn.v8i2.2705.
- [6] W. Febrina and W. Fitriana, "Exponential Weight Moving Average (EWMA) Control Chart for Quality Control of Crude Palm Oil Product," *Int. J. Manag. Bus. Appl.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–27, 2022, doi: 10.54099/ijmba.v1i1.93.
- [7] R. Handika, "Pengendalian Kualitas Six Sigma dengan EWMA," Undip, 2003.
- [8] I. M. Hakim and A. Z. Al-faritsy, "Pengendalian Kualitas Produk Untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebab pada Produk Kaos Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA di Konveksi XYZ," *J. Sains Student Res.*, vol. 2, no. 4, pp. 95–107, 2024.
- [9] M. Bachtiar, S. S. Dahda, and E. Ismiyah, "Analisis Pengendalian Kuaitas Produk Pap Hanger Menggunakan Metode Six Sigma Dan Fmea Di Pt. Ravana Jaya Manyar Gresik," *JUSTI (Jurnal Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 1, no. 4, p. 609, 2021, doi: 10.30587/justicb.v1i4.2924.
- [10] M. A. Abdurrahman and A. Z. Al-Faritsy, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Roti Bolu Dengan Metode Six Sigma Dan FMEA," *J. Rekayasa Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 73–80, 2021, doi: 10.37631/jri.v3i2.481.
- [11] J. Talieris Sarumaha, W. Febrina, and J. Buchari, "Pengendalian Kualitas Produk Refined Bleached And Deodorized Palm Kernel Oil Di PT Kuala Lumpur Kepong Dumai," *J. ARTI (Aplikasi Ranc. Tek. Ind.)*, vol. 16, no. 2, pp. 147–156, 2021, doi: 10.52072/arti.v16i2.259.
- [12] B. Adiguna, M. A. Kartawidjaja, and R. Sukwadi, "Optimasi Kualitas Pengelasan Dinding Tangki: Pendekatan Six Sigma dan FMEA (Studi Kasus: Cleaning dan Over Haul Tangki PT. Pertamina RU III)," *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 148–161, 2024, doi: 10.32502/integrasi.v9i2.206.
- [13] M. Rosyidah, "Identifikasi Waste pada Proses Produksi UKM Kain Jumputan dengan Pendekatan Value Stream Mapping dan Failure Mode and Effect Analysis Waste Identification in the Production Process of Jumputan Fabric SMEs through Value Stream Mapping and Failure Mode and," *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 01, pp. 86–95, 2025.
- [14] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [15] I. F. Sutiono, D. Widiyaningrum, and D. Andesta, "Analisis Pengendalian Kualitas PagarDi UD. Moeljaya Menggunakan Metode FMEA," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 17, no. 2, pp. 13–24, 2022.
- [16] A. Suherman and B. J. Cahyana, "Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And

- Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi JumlahKecacatan dan Penyebabnya,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, vol. 16, pp. 1–9, 2019.
- [17] R. Syaputra and S. S. Sofiyanurriyanti, “Analisis Pengendalian Mutu pada Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode SQC,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 59–66, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i1.15488.
- [18] Sofiyanurriyanti, G. Putra, and A. R. Arifin, “Quality control of palm oil crude (CPO) using six sigma method in PT Karya Tanah Subur West Aceh regency,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1072, no. 1, p. 012052, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1072/1/012052.
- [19] A.C Banjarnahor and N.P Puspitasari, “Pengendalian Kualitas Menggunakan Statistical Process Control pada Produk Crude Palm Oil Studi Kasus PT. XYZ,” *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 12 no. 1, 2023.
- [20] D.Levia, “Analisis Proses Produksi CPO untuk Mengidentifikasi faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Mutu CPO,” *Jurnal Manajemen dan Teknologi Industri Terapan*, Vol 2 No2, hal. 82-89, 2023.