

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN METODE SIX SIGMA (STUDI KASUS : PT SAMPOERNA AGRO TBK)

Findira Nanchy Appy¹, Purnawan Adi Wicaksono²

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Penelitian ini membahas kualitas minyak kelapa sawit (CPO) di PT Sampoerna Agro Tbk, dengan fokus pada standar kualitas dan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitasnya. Temuan menunjukkan bahwa standar kualitas CPO sangat krusial untuk dipatuhi, terutama terkait kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air, dan kadar kotoran. Tingginya FFA dapat mengakibatkan kerugian finansial dan penurunan harga jual CPO. Penelitian menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC untuk menganalisis dan meningkatkan kualitas CPO. Faktor-faktor yang memengaruhi kualitas CPO meliputi manajemen panen, masalah material, mesin, dan metode. Usulan perbaikan termasuk pelatihan pemanen, penjadwalan panen yang lebih baik, peningkatan lini produksi, penambahan unit angkut, pengaturan pemanasan yang lebih baik, dan penyesuaian strategi perencanaan. Diharapkan implementasi solusi ini dapat mengelola tingkat kecacatan produk dengan efektif dan meningkatkan kualitas CPO secara keseluruhan.

Kata kunci: kualitas; six sigma; dmaic; cpo

Abstract

This study discusses the quality of palm oil (CPO) at PT Sampoerna Agro Tbk, focusing on the quality standards and factors that affect its quality. The findings show that CPO quality standards are crucial to comply with, especially regarding free fatty acid (FFA) content, moisture content, and impurities content. High FFA can result in financial losses and a decrease in the selling price of CPO. The study used Six Sigma method with DMAIC approach to analyze and improve CPO quality. Factors affecting CPO quality include harvest management, material issues, machinery, and methods. Proposed improvements include harvester training, better harvest scheduling, production line upgrades, additional transport units, better heating arrangements, and planning strategy adjustments. It is expected that the implementation of these solutions can effectively manage product defect rates and improve overall CPO quality.

Keywords: quality; six sigma; dmaic; cpo

1. Pendahuluan

Dalam era globalisasi ini, ketatnya persaingan pasar dan tuntutan konsumen yang semakin tinggi mendorong setiap organisasi untuk memfokuskan perhatian pada kualitas produk atau layanan yang dihasilkan. Saat ini, pesatnya pertumbuhan persaingan dan kemajuan teknologi berdampak besar pada dunia

industri. Dalam lingkungan yang sangat kompetitif ini, perusahaan menyadari perlunya strategi yang efektif untuk memberikan keunggulan pada produk yang dihasilkan. Seiring dengan pertumbuhan jumlah produk dan layanan, meningkatnya tuntutan konsumen terhadap kualitas produk berarti bahwa daya saing dan keberlanjutan bisnis tidak hanya ditentukan oleh biaya yang rendah, tetapi juga dengan meningkatkan nilai produk dengan meningkatkan kualitas. Pengendalian kualitas merupakan salah satu pendekatan untuk meningkatkan kualitas produk dan membuat produk yang dihasilkan lebih kompetitif.

*Penulis Korespondensi.

E-mail: findirananchy@students.undip.ac.id

Industri perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah berjalan selama lebih dari satu abad, menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan yang signifikan. Perusahaan minyak kelapa sawit memainkan peran penting dalam proses pembangunan di berbagai wilayah negara, dan Indonesia secara khusus telah menetapkan dirinya sebagai salah satu produsen terbesar minyak *crude palm oil* (CPO) di dunia. Menurut estimasi Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) pada Desember 2022, produksi minyak sawit global untuk periode 2022/2023 diperkirakan mencapai 77,22 juta ton, dengan pertumbuhan sekitar 4,59 persen dari tahun sebelumnya. Dari total produksi tersebut, Indonesia berkontribusi sekitar 45,5 juta ton atau sekitar 59 persen, menegaskan posisinya sebagai produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia.

Dengan besarnya peran Indonesia dalam produksi minyak kelapa sawit dunia, tentunya menjaga dan meningkatkan kualitas CPO yang dihasilkan merupakan hal yang sangat krusial. Tujuan pengendalian kualitas adalah memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan. Upaya dilakukan untuk meminimalisir biaya inspeksi, sehingga pengeluaran perusahaan dapat dioptimalkan dan tidak terjadi pemborosan. Kualitas yang buruk dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi perusahaan.

PT Sampoerna Agro Tbk adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam sektor perkebunan kelapa sawit. Sampoerna Agro merupakan salah satu anak perusahaan dari Sampoerna Strategic Group, yang memiliki fokus utama pada produksi minyak kelapa sawit mentah (CPO), minyak kelapa sawit olahan (CPKO), serta produk turunan lainnya. Perusahaan ini telah berkontribusi signifikan terhadap industri kelapa sawit di Indonesia. Dalam proses produksi *crude palm oil* (CPO), masih terdapat situasi di mana kualitas CPO tidak memenuhi standar atau melebihi batas spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Situasi ini menjadi sangat penting bagi PT Sampoerna Agro Tbk, karena dampak utama dari kualitas CPO yang kurang baik adalah timbulnya kerugian signifikan akibat biaya ganti rugi yang harus ditanggung oleh perusahaan kepada pelanggan. Semakin rendah kualitas CPO yang dihasilkan, maka harga jual CPO juga akan mengalami penurunan.

Rendahnya kualitas CPO yang dihasilkan bergantung pada kualitas buah yang dipanen pada kebun inti Sampoerna Agro. Produksi tanaman sangat dipengaruhi oleh iklim dan nutrisi yang diperoleh dari pemupukan. Kelapa sawit merupakan tanaman yang membutuhkan banyak air dan cahaya matahari yang cukup. Namun, terdapat permasalahan dimana Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan kemarau. Pada musim hujan, terdapat banyak air, namun minim cahaya matahari. Sebaliknya, pada musim kemarau, terdapat cahaya matahari yang melimpah sepanjang

musim, namun minim air. Permasalahan lainnya adalah kurva iklim pada masing-masing daerah dapat berbeda-beda sehingga Sampoerna Agro harus berupaya maksimal agar panen buah kelapa sawit pada tiap kebun dapat menghasilkan kualitas buah yang tinggi.

Dalam produksi CPO, semua tandan buah segar (TBS) yang diperoleh dari kebun harus diproduksi. Buah yang akan diproduksi akan melalui proses *grading* untuk melihat kualitas buah yang dihasilkan. Terdapat enam standar kematangan panen, yaitu mentah, kurang matang, matang, lewat matang, dan janjang kosong. Tipe buah yang dihasilkan akan berpengaruh pada kuantitas perbandingan bahan baku dengan minyak yang dihasilkan atau biasa disebut dengan *oil extraction rate* (OER). Semakin banyak buah mentah yang diproduksi, maka akan semakin sedikit minyak yang dihasilkan.

Selain kuantitas, kualitas buah yang dihasilkan juga berpengaruh pada kualitas CPO yang dihasilkan. Terdapat tiga indikator kualitas minyak kelapa sawit atau CPO, yaitu kadar *free fatty acid* (FFA), kadar air (*moist*), dan kadar kotoran (*dirt*). Adapun standar mutu yang ditetapkan oleh Sampoerna Agro adalah kadar FFA < 4%, kadar air < 0,25%, dan kadar kotoran < 0,25%. Terdapat berbagai faktor yang mengakibatkan kualitas CPO tidak sesuai dengan standar, baik itu baik dari mesin, metode kerja, operator, maupun material yang digunakan. Salah satu yang berperan besar bagi terkendalnya kualitas CPO adalah kadar asam lemak bebas yang dihasilkan pada buah.

Buah kelapa sawit akan mulai terisi minyak pada bulan ke dua sampai bulan ke lima, kemudian pada bulan ke enam, minyak akan terisi dan buah akan matang. Saat matang, buah akan mulai terlepas dari tandan dengan kadar asam lemak bebas pada umumnya sebesar 2,5%. Semakin tua buah, kadar asam lemak bebas juga akan meningkat. Hal ini yang harus dihindari perusahaan agar FFA tidak meningkat. Semakin tinggi asam lemak bebas, semakin turun kualitas minyak, dan semakin turun pula harga minyak.

Pengendalian kualitas merupakan fondasi utama dalam memberikan produk dan layanan yang memiliki tingkat kualitas tinggi. Metodologi *Six Sigma*, melalui pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), menjadi salah satu instrumen yang efektif dalam mencapai tingkat kualitas yang tinggi dan konsisten. *Six Sigma* merupakan metode analisis pengendalian kualitas yang diterapkan untuk meningkatkan atau memperbaiki kualitas, dengan fokus mengurangi jumlah produk cacat yang dihasilkan dan mengurangi variasi dalam suatu proses produksi. Pendekatan ini menggunakan metode statistik dan berbagai alat kualitas secara intensif untuk mencapai tujuan tersebut. Dengan memahami setiap fase dari *Define* hingga *Control*, organisasi dapat mengenali, mengukur, dan menganalisis masalah kualitas, serta melakukan perbaikan berkelanjutan untuk meningkatkan

efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Dengan menerapkan metode *Six Sigma*, perusahaan dapat mengidentifikasi akar penyebab kegagalan produk dan merancang strategi untuk meningkatkan kualitas produknya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Kualitas

2.1.1 Definisi Kualitas

Kualitas merupakan semua atribut dan sifat dari suatu produk atau layanan yang mampu memenuhi kebutuhan, baik yang diungkapkan dengan jelas maupun yang tersembunyi (Irwan & Haryono, 2015). Berdasarkan perbendaharaan istilah *ISO 8402* dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Menurut Deming (1982), kualitas merupakan apapun yang menjadi kebutuhan dan keinginan konsumen. Bagi Crosby (1979), kualitas adalah sebagai nihil cacat, kesempurnaan dan kesesuaian terhadap persyaratan. Ishikawa (1943) mendefinisikan kualitas untuk memperbaiki kinerja organisasi dengan *cause and effect diagram* yang digunakan untuk mendiagnosis *quality problem*.

2.1.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan penerapan teknik dan aktivitas guna mencapai, mendukung, dan membuktikan kualitas produk dan layanan. Ini melibatkan proses menetapkan spesifikasi produk, merancang produk dan layanan sesuai spesifikasi, mengelola proses produksi agar sesuai spesifikasi, melakukan inspeksi untuk menilai kesesuaian dengan spesifikasi, dan memberikan umpan balik untuk melakukan perbaikan pada spesifikasi jika diperlukan (Besterfield, 1990). Pengendalian kualitas juga merupakan upaya berkelanjutan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan berdasarkan petunjuk dari pimpinan perusahaan (Pavletic, et al., 2008).

2.2 Six Sigma

2.2.1 Definisi Six Sigma

Six Sigma merupakan suatu metode untuk peningkatan kualitas dalam memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi cacat, yang memiliki kemungkinan 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan (*Defect Per Million Opportunities-DPMO*) untuk setiap transaksi produk. *Six Sigma* juga merupakan falsafah manajemen yang berfokus untuk menghapus cacat dengan cara menekankan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses (Brue, 2002). Jika dapat mengukur berapa banyak cacat yang ada dalam suatu proses, maka secara sistematis dapat mengatasi bagaimana menekan

dan menempatkan diri dekat dengan *zero defect* (Gaspersz, 2002).

2.2.2 Manfaat Six Sigma

Keuntungan dari penerapan *Six Sigma* ini berbeda untuk tiap perusahaan yang bersangkutan, tergantung pada usaha yang dijalankannya, biasanya ada perbaikan pada hal-hal berikut (Tambunan, et al., 2020):

1. Pengurangan biaya
2. Perbaikan produktivitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Pengurangan waktu siklus
5. Kepuasan pelanggan
6. Pengurangan cacat
7. Perubahan budaya kerja
8. Pengembangan produk/jasa

2.2.3 Pendekatan DMAIC

DMAIC merupakan sebuah metode perbaikan kualitas yang langsung memecahkan masalah yang berkaitan dengan mutu sebuah produk hingga pada penyebab utamanya (Tan, 2012). Berikut merupakan tahapan pengolahan data yang dilakukan dengan pendekatan DMAIC.

1. Tahap *Define*

Tahap *define* adalah proses menetapkan tujuan untuk inisiatif peningkatan Six Sigma. Tahap ini secara resmi merumuskan tujuan kegiatan dalam proses produksi perusahaan dan tujuan perbaikan proses yang sejalan dengan kebutuhan dan tuntutan pelanggan, serta strategi perusahaan.

2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* adalah tahap yang bersifat khusus untuk mengukur kinerja proses pada saat ini (pengukuran dasar) agar dapat dibandingkan dengan target yang telah ditetapkan. Hal ini dilakukan dengan mengidentifikasi faktor-faktor kritis untuk kualitas (CTQ), kemampuan produk, kemampuan proses, mengevaluasi risiko, dan elemen-elemen lainnya.

3. Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* melibatkan penyelidikan terhadap keterkaitan sebab-akibat dari beragam faktor yang ada, dengan tujuan mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memerlukan pengendalian. Alat yang umum digunakan untuk analisis ini adalah diagram sebab-akibat, yang lebih dikenal sebagai *fishbone diagram*.

4. Tahap *Improve*

Tahap perbaikan melibatkan optimalisasi proses dengan menggunakan analisis seperti 5W+1H dan metode lainnya, guna mengatasi setiap akar masalah yang teridentifikasi.

5. Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap operasional terakhir dalam usaha meningkatkan kualitas berdasarkan prinsip *Six Sigma*. Pada tahap ini, hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan

disebarkan, praktik-praktik terbaik yang berhasil meningkatkan proses distandarisasi dan diperluas, prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman standar, sementara kepemilikan atau tanggung jawab proses dialihkan dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

2.2.4 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah indikator kinerja krusial yang mencerminkan kemampuan suatu proses untuk menghasilkan output sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan oleh manajemen, berdasarkan persyaratan dan harapan pelanggan (Gasperz, 2005). Dalam proses analisis untuk meningkatkan kualitas, umumnya digunakan kriteria kapabilitas proses dengan nilai Cp dan Cpk sebagai berikut.

1. Nilai $C_p = C_{pk}$ menunjukkan bahwa proses tersebut berada ditengah-tengah spesifikasinya.
2. Nilai $C_p > 1.33$ menunjukkan kapabilitas proses sangat baik.
3. Nilai $C_p < 1.00$ mengidentifikasi bahwa proses tersebut menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan tidak *capable*.
4. Nilai Cpk negatif menunjukkan rata-rata proses berada di luar batas spesifikasi.
5. Nilai $C_{pk} = 1.0$ menunjukkan satu variasi proses berada pada salah satu batas spesifikasi.
6. Nilai $C_{pk} < 1.0$ menunjukkan bahwa proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
7. Nilai $C_{pk} = 0$ menunjukkan rata-rata, nilai Cpk sama dengan 1 berarti sama dengan batas spesifikasi.

2.3 Tools Six Sigma

2.3.1 SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier – Input – Process – Output – Customer*) adalah diagram yang dapat memberikan perspektif singkat pada langkah-langkah proses tingkat tinggi dalam hubungannya dengan *supplier, input, process, output, dan customer*. SIPOC adalah suatu diagram yang menggambarkan seluruh elemen-elemen yang terlibat dalam suatu proses bisnis (Evans, et al., 2007). *Supplier* merujuk pada elemen yang menyokong proses, seperti individu, sistem, atau perusahaan. *Input* merupakan unsur yang diperlukan untuk menjalankan suatu proses, melibatkan bahan baku, tenaga kerja, metode, dan peralatan. *Process* mencakup kegiatan yang dilakukan untuk mengolah input menjadi *output* yang nantinya diserahkan kepada pelanggan. *Output* merupakan produk yang diharapkan oleh pelanggan. *Customer* adalah pihak yang menggunakan hasil akhir atau *output*.

2.3.2 Fishbone Diagram

Fishbone diagram adalah salah satu elemen dalam metode perbaikan kualitas (Septiandhanu, 2018). Dalam kerangka tersebut, bentuk ini umumnya dikenal sebagai

diagram sebab-akibat atau *cause-effect* diagram. *Fishbone diagram* adalah salah satu metode yang dikembangkan oleh ilmuwan Jepang pada tahun 1960-an untuk meningkatkan kualitas. Diagram ini menggunakan garis dan simbol-simbol untuk menggambarkan hubungan antara penyebab dan akibat dalam suatu permasalahan. Melalui diagram ini, dapat dilihat dampak atau akibat dari suatu masalah dengan berbagai penyebab yang relevan. Efek atau akibat direpresentasikan sebagai moncong kepala, sedangkan tulang ikan diisi dengan sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahan yang dihadapi.

2.3.3 Peta Kendali

Peta kendali, sebagai metode statistik, digunakan untuk membedakan variasi atau penyimpangan akibat sebab umum dan sebab khusus pada batas pengendali. Ketika penyimpangan melebihi batas pengendali, menandakan bahwa penyebab khusus telah memasuki proses, dan proses perlu diperiksa untuk mengidentifikasi penyebab penyimpangan tersebut, sementara sebab umum biasanya berada dalam batas pengendali (Gaspersz, 2001).

2.3.4 I-MR Chart

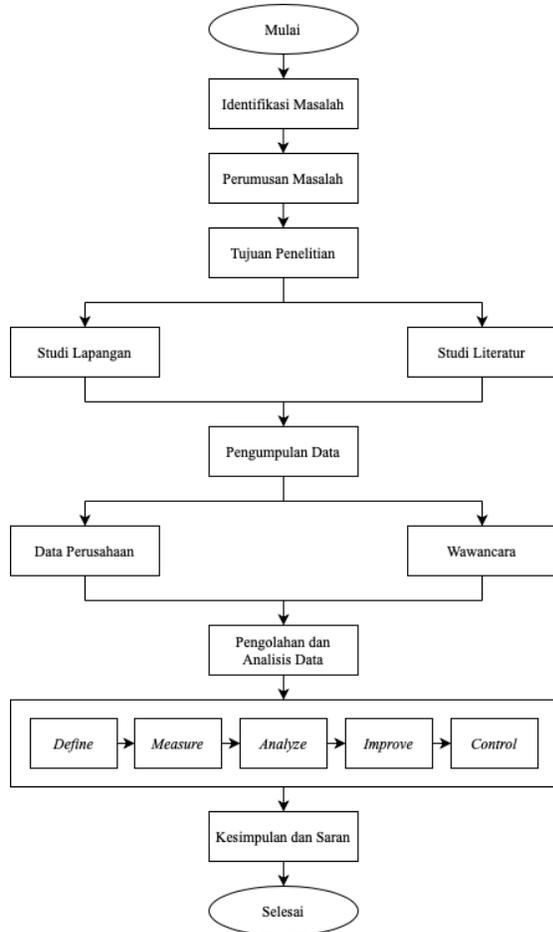
Peta kendali *Individuals and Moving Range* (I-MR), juga dikenal sebagai X-MR atau *Shewhart Individuals Control Chart*, digunakan ketika jumlah observasi pada setiap subgrup hanya satu ($n = 1$). Penggunaan I-MR diperlukan dalam situasi-situasi berikut (Montgomery, 2005).

1. Menggunakan teknologi pengukuran dan inspeksi otomatis, di mana setiap unit yang diproduksi dapat dianalisis secara individu, sehingga tidak ada dasar untuk melakukan pengelompokan yang rasional ke dalam subgrup.
2. Siklus produksi yang sangat panjang, sehingga sulit untuk mengumpulkan sampel dalam jumlah lebih dari satu ($n > 1$).
3. Pengukuran yang berulang pada proses akan berbeda karena faktor kesalahan (*error*) laboratorium atau analisis, seperti pada proses kimia.
4. Beberapa pengukuran diambil pada unit produk yang sama, contohnya mengukur ketebalan oksida di beberapa lokasi yang berbeda pada sebuah wafer di fabrikasi alat semikonduktor.
5. Dalam pabrik-pabrik dengan proses tertentu, seperti pabrik kertas, pengukuran pada beberapa parameter seperti ketebalan lapisan di seluruh gulungan kertas akan berbeda sangat sedikit dan menghasilkan standar deviasi yang terlalu kecil jika tujuannya adalah untuk mengendalikan ketebalan lapisan sepanjang gulungan kertas.

3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Sampoerna Agro Tbk yang berlokasi di Jakarta pada bagian *Operation*

Management Support (OMS) yang dilakukan mulai tanggal 4 Januari sampai dengan 4 Februari 2024. Berikut merupakan *flowchart* metodologi penelitian dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. *Flowchart* Metodologi Penelitian

Dalam menjalankan proses bisnis, PT Sampoerna Agro Tbk harus mengedepankan kualitas terbaiknya dalam memproduksi *crude palm oil* (CPO) agar mampu bersaing di pasar nasional, memuaskan konsumen, serta meminimalisir kerugian perusahaan. Untuk itu, langkah pertama dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi permasalahan apa yang terjadi pada perusahaan untuk menjelaskan mengapa masalah tersebut penting dan relevan untuk diteliti. Setelah melakukan identifikasi masalah, dilakukan perumusan masalah untuk menentukan fokus, memberikan dasar yang rasional, serta merinci isu yang diangkat dalam penelitian. Langkah selanjutnya adalah merumuskan tujuan-tujuan yang spesifik yang ingin dicapai dengan merujuk pada masalah yang ada dan diharapkan dapat memberikan solusi atau jawaban terhadap permasalahan yang diajukan.

Berikutnya, langkah yang akan dilakukan adalah studi lapangan dan studi literatur. Dalam rangka studi pustaka, peneliti mendalami masalah dan memilih alat yang sesuai dengan menggali referensi dari sumber sekunder. Sementara pada studi lapangan, peneliti mengobservasi atau mewawancarai pihak perusahaan mengenai proses bisnis perusahaan, dan mengidentifikasi masalah yang muncul untuk menetapkan alat yang paling sesuai dengan situasi tersebut. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data yang dilakukan dengan mengumpulkan data perusahaan yang nantinya akan diolah, serta wawancara terhadap pihak terkait untuk mendukung data yang sudah diperoleh. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data produksi harian CPO, beserta kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air (*moist*), dan kadar kotoran (*dirt*) yang terkandung dalam CPO.

Pada tahap pengolahan dan analisis data, terdapat lima tahapan utama dalam metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC. Tahap pertama adalah *define*, dimana peneliti akan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi, mengidentifikasi proses kunci melalui diagram SIPOC, serta mengidentifikasi *critical to quality* (CTQ) yang harus dicapai untuk mencapai standar kualitas perusahaan. Tahap kedua adalah *measure*, dimana peneliti akan membuat peta kendali untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam batas kendali dan untuk terus memonitor variasi proses, perhitungan kapabilitas proses, nilai DPMO, serta nilai sigma. Perhitungan ini dilakukan secara manual dan menggunakan bantuan *software* Minitab serta SPSS. Tahap ketiga adalah *analyze*, dimana pada tahap ini peneliti akan menganalisis korelasi antara berbagai faktor yang dipelajari bertujuan untuk menganalisis kapabilitas proses dan mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang memerlukan pengendalian menggunakan *fishbone diagram*. Tahap keempat adalah *improve*, dimana akan diberikan usulan perbaikan pengendalian kualitas CPO. Lalu yang terakhir, tahap *control* adalah tahap melakukan implementasi saran perbaikan yang disarankan pada tahap Peningkatan untuk mengontrol kualitas kadar CPO, termasuk kandungan FFA, kadar air, dan kandungan kotoran. Namun, penelitian hanya mencapai tahap *improve*, sehingga untuk tahap *control*, tanggung jawab penerapan atau uji coba lebih lanjut diserahkan kepada pihak yang bertanggung jawab dalam perusahaan dan pada tahapan terakhir adalah kesimpulan yang dapat diambil dan saran yang selama penelitian yang telah dilakukan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, data yang dikumpulkan berupa *daily mill report* yang terdiri atas kadar asam lemak bebas (FFA), kadar kotoran (*dirt*), dan kadar air (*moist*) dari proses produksi per *batch* harian

PKS Lanang Agro Bersatu (LAB), yaitu salah satu anak perusahaan PT Sampoerna Agro Tbk pada bulan September dan Oktober 2023. Berikut ini merupakan data produksi harian bulan September dan Oktober 2023 pada PT Lanang Agro Bersatu.

46	26/10/23	109,069	4,68	0,16	0,02
47	27/10/23	59,360	4,35	0,19	0,021
48	28/10/23	108,716	4,21	0,18	0,021
49	30/10/23	101,580	4,1	0,18	0,02
50	31/10/23	108,348	4,02	0,18	0,018

Tabel 1. Daily Mill Report Bulan September dan Oktober 2023 PT Lanang Agro Bersatu

No	Tanggal	CPO Produksi (Kg)	Quality (%)		
			FFA	Moist	Dirt
1	1/9/23	155,063	4,75	0,17	0,02
2	2/9/23	187,34	3,71	0,17	0,02
3	4/9/23	98,741	4,29	0,18	0,02
4	5/9/23	97,374	3,86	0,19	0,02
5	6/9/23	78,375	3,78	0,18	0,02
6	7/9/23	76,584	4,13	0,2	0,02
7	8/9/23	85,994	3,96	0,2	0,02
8	9/9/23	111,35	3,85	0,18	0,02
9	11/9/23	91,291	4,24	0,18	0,02
10	12/9/23	96,832	4,62	0,18	0,019
11	13/9/23	118,083	4,81	0,18	0,019
12	14/9/23	113,28	4,28	0,18	0,02
13	15/9/23	66,542	4,52	0,18	0,02
14	16/9/23	103,207	4,04	0,19	0,019
15	18/9/23	69,88	4,75	0,19	0,02
16	19/9/23	94,729	4,23	0,16	0,02
17	20/9/23	76,566	4,63	0,14	0,02
18	21/9/23	93,574	3,54	0,14	0,02
19	22/9/23	84,156	3,51	0,19	0,02
20	23/9/23	106,339	3,41	0,16	0,021
21	25/9/23	96,959	3,63	0,18	0,02
22	26/9/23	100,312	3,45	0,15	0,02
23	27/9/23	110,567	3,38	0,16	0,02
24	29/9/23	80,498	3,41	0,17	0,021
25	30/9/23	117,525	3,58	0,16	0,021
26	2/10/23	70,204	4,02	0,15	0,021
27	3/10/23	91,466	3,01	0,16	0,02
28	4/10/23	91,061	2,94	0,18	0,02
29	5/10/23	98,845	2,99	0,16	0,02
30	6/10/23	83,885	3,29	0,15	0,02
31	7/10/23	88,818	3,36	0,16	0,02
32	9/10/23	66,617	4,12	0,18	0,018
33	10/10/23	76,290	4,25	0,18	0,018
34	11/10/23	85,819	4,01	0,18	0,021
35	12/10/23	90,310	3,7	0,19	0,02
36	13/10/23	84,253	3,71	0,17	0,02
37	14/10/23	114,236	3,55	0,15	0,021
38	16/10/23	106,536	3,3	0,15	0,02
39	18/10/23	161,239	3,64	0,19	0,02
40	19/10/23	105,254	3,96	0,19	0,02
41	20/10/23	97,850	3,6	0,16	0,02
42	21/10/23	90,673	3,1	0,18	0,02
43	23/10/23	86,663	3,79	0,17	0,021
44	24/10/23	68,452	3,69	0,17	0,02
45	25/10/23	115,026	3,74	0,16	0,02

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Tahap Define

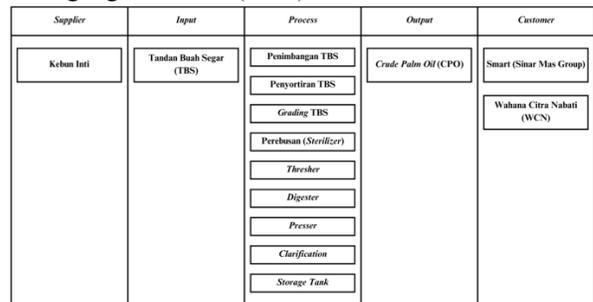
Tahap define mencakup langkah awal dalam merumuskan permasalahan yang terjadi menggunakan metode six sigma pada proses produksi. Identifikasi ini melibatkan pengenalan masalah, identifikasi proses kunci yang direpresentasikan melalui diagram SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer), dan penentuan CTQ (Critical to Quality).

- **Identifikasi Masalah**

Dalam memproduksi CPO, masih terdapat kualitas CPO yang tidak mencapai standar atau berada di luar batas spesifikasi kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan. Hal ini sangat krusial bagi perusahaan karena dampak terbesar dari buruknya kualitas CPO yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian besar bagi perusahaan akibat biaya ganti rugi yang harus ditanggung perusahaan kepada *customer*. Semakin rendah kualitas CPO yang dihasilkan, harga jual dari CPO juga akan semakin rendah. Maka karena itu, sangat penting untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan.

- **Identifikasi Proses Kunci**

Berikut ini merupakan diagram SIPOC dari PT Lanang Agro Bersatu (LAB).



Gambar 2. Diagram SIPOC PT Lanang Agro Bersatu

Berikut ini merupakan penjelasan lengkap dari diagram SIPOC di atas.

1. **Supplier**

Tandan buah segar (TBS) yang diproduksi oleh PT Lanang Agro Bersatu diperoleh dari kebun inti yang terletak di Kalimantan Barat.

2. **Input**

Input yang dibutuhkan PT Lanang Agro Bersatu dalam memproduksi minyak kelapa sawit (CPO) adalah tandan buah segar (TBS).

3. **Process**

Sebelum memasuki proses produksi CPO, sebelumnya PT Lanang Agro Bersatu harus melakukan tahapan operasional kebun, yaitu

pembibitan, *land clearing*, penanaman, perawatan tanaman belum menghasilkan (TBM), perawatan tanaman menghasilkan (TM). Setelah buah matang, tandan buah segar (TBS) akan diproduksi. Untuk Proses produksi CPO PT Lanang Agro Bersatu dimulai dengan pemanenan tandan buah segar (TBS) yang kemudian akan disortir dan ditimbang di pabrik. Setelah itu, *dilakukan quality assessment* berupa *grading* TBS dengan pemilihan sampel buah matang, buah kurang matang, dan buah mentah. Kemudian, TBS akan memasuki tahap *sterilizer* dengan direbus atau *steam* hingga mencapai tekanan 2 atm selama 90 menit. Perebusan ini bertujuan agar kadar asam lemak bebas (FFA) pada buah tidak meningkat karena kadar FFA akan meningkat setelah buah terlepas dari tandan. Setelah perebusan, buah akan

- **Identifikasi Critical to Quality**

CTQ (*Critical to Quality*) merupakan atribut utama kualitas yang dapat diukur dari suatu produk atau proses, yang harus mencapai standar kinerja atau batas atau spesifikasi tertentu untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan memuaskan. Berikut ini merupakan standar CPO pada PT Sampoerna Agro Tbk, termasuk anak perusahaannya, PT Lanang Agro Bersatu.

dirontokkan dari tandan (*threshing*) kemudian tandan dibuang dan buah memasuki tahap *digester* untuk mempermudah pengepresan minyak. Lalu, buah akan di-*press* sehingga mengeluarkan minyak kelapa sawit. Minyak tersebut akan diklarifikasi, yaitu tahap pemurnian minyak yang akan memisahkan antara CPO dengan air. CPO yang dihasilkan akan disimpan dalam *storage tank*.

4. Output

Output yang akan dihasilkan dari proses produksi adalah *crude palm oil* (CPO).

5. Customer

CPO yang dihasilkan oleh PT Lanang Agro Bersatu akan dijual dan dikirim ke Sinar Mas Group (Smart) dan PT Wahana Citra Nabati (WCN).

Tabel 2. Critical to Quality (CTQ)

Critical to Quality (CTQ)	Jenis Kandungan	Spesifikasi	Deskripsi
CTQ-1	Kadar <i>Free Fatty Acid</i> (FFA)	Kadar FFA < 4%	Kadar asam lemak bebas yang tinggi dalam minyak kelapa sawit (CPO) dapat menimbulkan kerugian serius. Tingginya konsentrasi asam lemak bebas dapat mengakibatkan penurunan rendemen minyak dan menurunkan kualitas minyak tersebut. Jika kadar <i>Free Fatty Acids</i> (FFA) pada CPO melebihi standar kualitas yang telah ditetapkan, minyak tersebut tidak dapat dijual, mengakibatkan kerugian finansial bagi perusahaan produsen CPO. Untuk menjaga kualitas minyak kelapa sawit (CPO), perlu dilakukan penghilangan zat-zat yang mudah menguap, di mana air menjadi salah satu zat yang mudah menguap ketika berada pada suhu di atas 100°C. Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan minyak memiliki aroma yang tidak sedap dan mengurangi kualitas minyak inti kelapa sawit tersebut. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa kadar air dalam CPO tetap rendah agar mutu minyak tidak terpengaruh.
CTQ-2	Kadar Air (<i>Moist</i>)	Kadar <i>Moist</i> < 0,25%	Untuk memperoleh minyak kelapa sawit yang berkualitas tinggi, langkah yang dapat diambil adalah dengan menghilangkan kotoran. Oleh karena itu, jika suatu perusahaan pengolahan minyak kelapa sawit mampu mengurangi kadar kotoran sekecil mungkin, minyak yang dihasilkan akan memenuhi syarat sebagai minyak yang berkualitas baik.
CTQ-3	Kandungan Kotoran (<i>Dirt</i>)	Kadar <i>Dirt</i> < 0,25%	

4.2.2 Tahap *Measure*

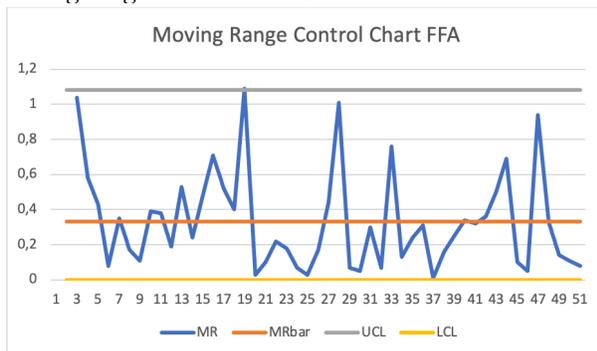
Tahap *measure* melibatkan penilaian tingkat kinerja saat ini, yang sebelumnya memerlukan analisis terhadap sistem pengukuran yang sedang digunakan. Evaluasi dilakukan pada tingkat kualitas dalam proses produksi CPO yang dihasilkan oleh PT Lanang Agro Bersatu (LAB). Pengukuran akan fokus pada kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air, dan kadar kotoran, yang menjadi faktor penentu kualitas CPO.

4.2.2.1 Peta Kendali

Pembuatan peta kontrol bertujuan untuk memantau apakah proses produksi berada dalam batas kendali dan untuk terus memonitor variasi proses. Dalam mengontrol proses produksi CPO, Peta I-MR (*Individual Moving Range*) digunakan sebagai alat pengendalian karena data harian produksi pabrik (*daily mill report*) mencakup kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air (*moist*), dan kadar kotoran (*dirt*) yang merupakan data tunggal. Peta I-MR digunakan untuk memvisualisasikan variasi yang terjadi dalam produksi CPO, memberikan gambaran yang komprehensif terhadap performa proses secara berkelanjutan. Alasan pemilihan Peta I-MR adalah karena sampel yang diambil tidak dapat dikembalikan ke tangki penyimpanan, sehingga harus dimusnahkan setelah diukur. Perhitungan kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air (*moist*), dan kadar kotoran (*dirt*) akan menggunakan perhitungan manual dan dengan bantuan *software* Excel.

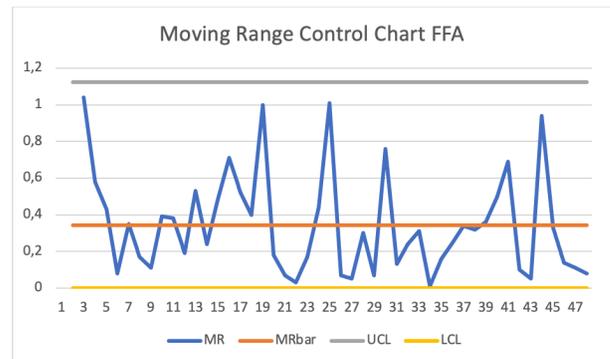
- **Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)**

Berikut ini merupakan gambar peta kendali *moving range* untuk kadar FFA.



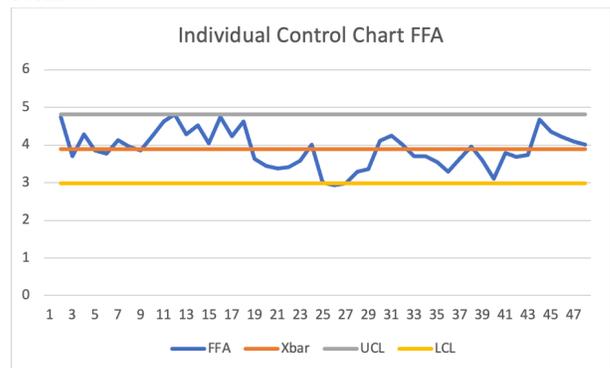
Gambar 3. Peta Kendali *Moving Range* Kadar FFA Sebelum Iterasi

Dari peta kendali tersebut, dapat terlihat bahwa terdapat satu data yang *out of control*, yaitu data ke-18 (21 September 2023). Oleh karena itu, dilakukan langkah revisi dengan menghapus data yang ekstrem, yaitu periode ke-18. Setelah melakukan iterasi sebanyak tiga kali, maka diperoleh peta kendali *moving range* untuk kadar FFA sebagai berikut.



Gambar 4. Peta Kendali *Moving Range* Kadar FFA Setelah Iterasi

Dengan sisa data yang dimiliki, pengendalian akan dilakukan melalui *individual chart* (*x chart*) sebagai berikut.

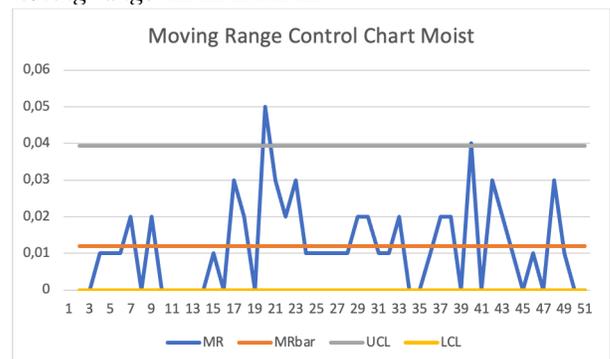


Gambar 5. Peta Kendali *Individual* Kadar FFA

Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa masih ada data berada dalam keadaan tidak terkendali, yaitu data ke-11 dan ke-25. Hal ini menunjukkan adanya variasi yang tidak teratur dalam data. Untuk memverifikasinya, akan dilakukan perhitungan rasio kapabilitas proses.

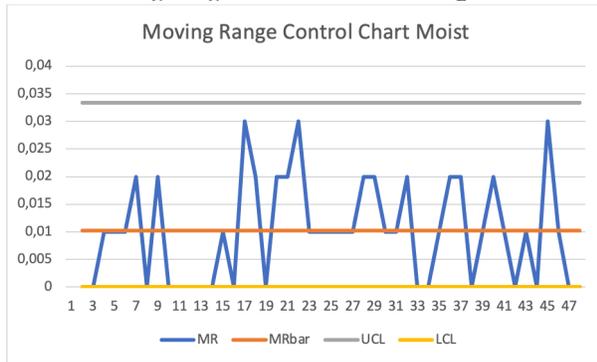
- **Kadar Air (*Moist*)**

Berikut ini merupakan gambar peta kendali *moving range* untuk kadar air.



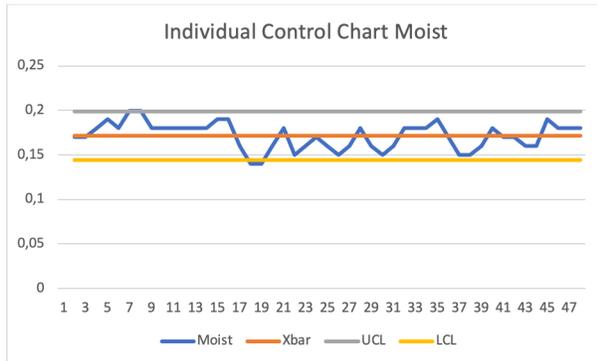
Gambar 6. Peta Kendali *Moving Range* Kadar Air Sebelum Iterasi

Dari peta kendali tersebut, dapat terlihat bahwa terdapat dua data yang *out of control*, yaitu data ke-19 (22 September 2023) dan data ke-39 (18 Oktober 2023). Oleh karena itu, dilakukan langkah revisi dengan menghapus data yang ekstrem, yaitu periode ke-19 dan 39. Setelah melakukan iterasi sebanyak dua kali, maka diperoleh peta kendali *moving range* untuk kadar air sebagai berikut.



Gambar 7. Peta Kendali *Moving Range* Kadar Air Setelah Iterasi

Dengan sisa data yang dimiliki, pengendalian akan dilakukan melalui *individual chart (x chart)* sebagai berikut.

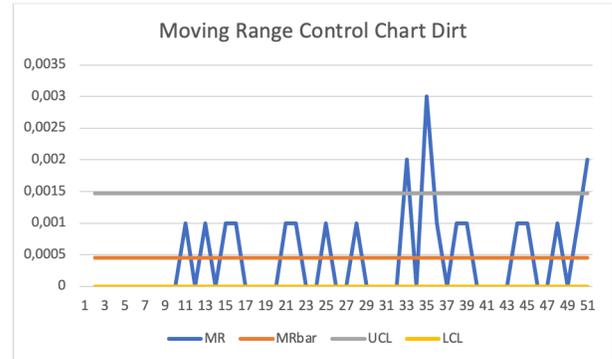


Gambar 8. Peta Kendali *Individual* Kadar Air

Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa masih ada data berada dalam keadaan tidak terkendali, yaitu data ke-17 dan ke-18. Hal ini menunjukkan adanya variasi yang tidak teratur dalam data. Untuk memverifikasinya, akan dilakukan perhitungan rasio kapabilitas proses.

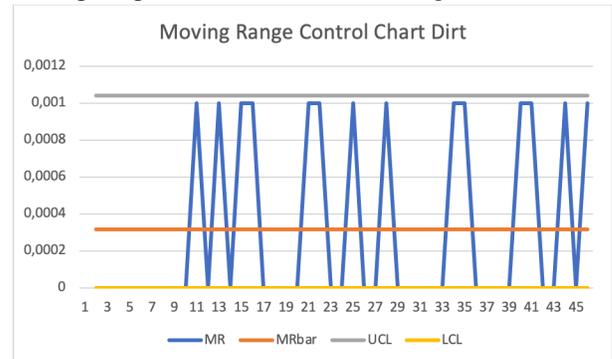
- **Kadar Kotoran (Dirt)**

Berikut ini merupakan gambar peta kendali *moving range* untuk kadar kotoran.



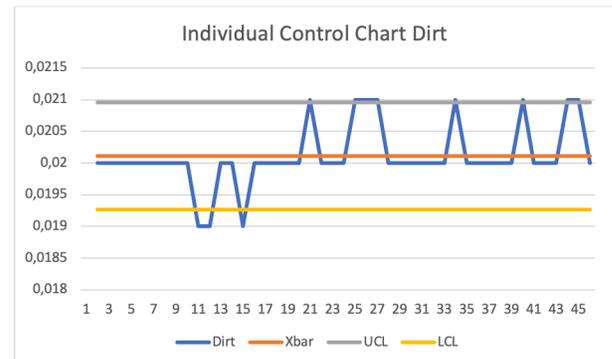
Gambar 9. Peta Kendali *Moving Range* Kadar Kotoran Sebelum Iterasi

Dari peta kendali tersebut, dapat terlihat bahwa terdapat tiga data yang *out of control*, yaitu data ke-32 (9 Oktober 2023), data ke-34 (11 Oktober 2023), data ke-50 (31 Oktober 2023). Oleh karena itu, dilakukan langkah revisi dengan menghapus data yang ekstrem, yaitu periode ke-32, ke-34, dan ke-50. Setelah melakukan iterasi sebanyak dua kali, maka diperoleh peta kendali *moving range* untuk kadar kotoran sebagai berikut.



Gambar 10. Peta Kendali *Moving Range* Kadar Kotoran Setelah Iterasi

Dengan sisa data yang dimiliki, pengendalian akan dilakukan melalui *individual chart (x chart)* sebagai berikut.



Gambar 11. Peta Kendali *Individual* Kadar Kotoran

Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa masih ada data berada dalam keadaan tidak terkendali. Hal ini menunjukkan adanya variasi yang tidak teratur dalam data. Untuk memverifikasinya, akan dilakukan perhitungan rasio kapabilitas proses.

4.2.2.2 Kapabilitas Proses

Berikut ini merupakan perhitungan kapabilitas proses untuk kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air (*moist*), dan kadar kotoran (*dirt*).

- **Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)**

$$\overline{MR} = 0,344$$

$$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2} = \frac{0,344}{1,128} = 0,305$$

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{4,808 - 2,980}{6 \times 0,305} = 1,00$$

- **Kadar Air (*Moist*)**

$$\overline{MR} = 0,010$$

$$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2} = \frac{0,010}{1,128} = 0,009$$

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{0,199 - 0,144}{6 \times 0,009} = 1,00$$

- **Kadar Kotoran (*Dirt*)**

$$\overline{MR} = 0,0003$$

$$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2} = \frac{0,0003}{1,128} = 0,0003$$

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{0,021 - 0,019}{6 \times 0,0003} = 1,00$$

Hasil perhitungan kapabilitas proses untuk kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air (*moist*), dan kadar kotoran (*dirt*). menunjukkan nilai CP = 1,00. Hal ini menandakan bahwa kapabilitas proses berjalan optimal, meskipun masih memerlukan pengendalian yang lebih ketat. Oleh karena itu, perlu ditingkatkan kinerjanya melalui perbaikan dalam proses tersebut.

4.2.2.3 DPMO dan Nilai Sigma

Berikut ini merupakan perhitungan DPMO dan nilai sigma dengan menggunakan paramater kadar asam lemak bebas (FFA).

$$USL = 4,808$$

$$\bar{x} = 3,894$$

$$\overline{MR} = 0,344$$

$$s = \sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2} = \frac{0,344}{1,128} = 0,305$$

$$DPMO = P \left[Z \geq \frac{USL - \bar{x}}{s} \right] \times 1000000$$

$$DPMO = P \left[Z \geq \frac{4,808 - 3,894}{0,305} \right] \times 1000000$$

$$DPMO = P[Z \geq 2,997] \times 1000000$$

$$DPMO = [1 - P(Z \leq 2,997)] \times 1000000$$

$$DPMO = [1 - 0,9986] \times 1000000$$

$$DPMO = 1400$$

$$\text{Nilai sigma} = \text{Normsinv} \left(\frac{1000000 - DPMO}{1000000} \right) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = \text{Normsinv} \left(\frac{1000000 - 1400}{1000000} \right) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = 4,488 = 4,49$$

Berikut ini merupakan tabel tingkat pencapaian sigma.

Tabel 3. Tingkat Pencapaian Sigma

Tingkat Pencapaian Sigma	DPMO	Hasil (%)	Keterangan
1-Sigma	691.462	31	Sangat tidak kompetitif
2-Sigma	308.538	69,2	
3-Sigma	66.807	93,32	
4-Sigma	6.210	99,279	Rata-rata industri USA
5-Sigma	233	99,977	
6-Sigma	3,4	99,9997	Industri kelas dunia

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, dapat diketahui bahwa nilai DPMO adalah sebesar 1400 yang berarti dalam satu juta *batch* CPO yang diproduksi, terdapat 1400 *batch* yang cacat atau tidak sesuai standar kualitas. Kemudian untuk nilai sigma yang diperoleh sebesar 4,49 yang berarti PT Sampoerna Agro Tbk telah mencapai rata-rata industri di Amerika Serikat dalam memproduksi CPO. Untuk mencapai nilai sigma menjadi 6 sigma, perlu dilakukan peningkatan sigma dan untuk mencapai DPMO target menjadi 3,4 DPMO, perlu dilakukan penurunan DPMO. Berikut ini merupakan perhitungan peningkatan sigma dan penurunan DPMO.

- **Peningkatan Sigma**

Peningkatan sigma (%)

$$= \frac{\text{Sigma target} - \text{Sigma baseline}}{\text{Sigma baseline}} \times 100\%$$

$$\text{Peningkatan sigma} (\%) = \frac{6 - 4,49}{4,49} \times 100\%$$

$$\text{Peningkatan sigma} (\%) = 33,63\%$$

- **Penurunan DPMO**

Penurunan DPMO (%)

$$= \frac{\text{DPMO baseline} - \text{DPMO target}}{\text{DPMO baseline}} \times 100\%$$

$$\text{Penurunan DPMO} (\%) = \frac{1400 - 3,4}{1400} \times 100\%$$

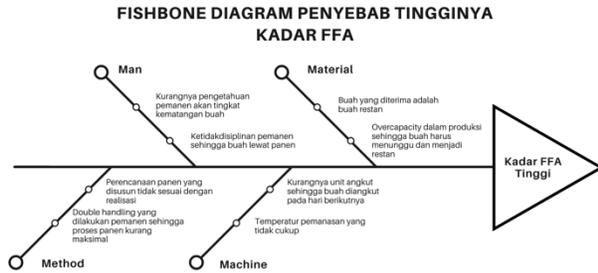
$$\text{Penurunan DPMO} (\%) = 99,757\%$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk mencapai target nilai sigma menjadi 6 sigma, perlu dilakukan peningkatan sigma sebesar 33,63%. Kemudian untuk mencapai DPMO target menjadi 3,4 DPMO, perlu dilakukan penurunan DPMO sebesar 99,757%.

4.2.3 Tahap Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab ketidaksesuaian produk yang berisi hubungan sebab-akibat dari berbagai faktor yang ada dan dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan. Dari perhitungan, terlihat bahwa

kadar air dan kadar kotoran tidak ada yang melewati standar kualitas, hanya kadar FFA yang melewati standar yang sudah ditetapkan. Berikut ini merupakan *fishbone diagram* pada permasalahan kadar FFA melebihi standar kualitas.



Gambar 12. Fishbone Diagram Penyebab Tingginya Kadar FFA

Berikut ini merupakan faktor-faktor penyebab kadar FFA yang melewati standar kualitas.

1. Faktor Man

Pada faktor *man*, penyebab tingginya kadar FFA adalah kurangnya pengetahuan pemanen akan tingkat kematangan buah sehingga buah lewat matang. Selain itu, terdapat pula pemanen yang tidak disiplin panen yang mengakibatkan buah lewat panen. Apabila buah lewat

matang dan telat dipanen, buah akan menjadi restan sehingga kadar FFA akan meningkat.

2. Faktor Material

Pada faktor *material*, penyebab tingginya kadar FFA adalah buah yang diterima di pabrik adalah buah restan, dimana buah dikirim ke pabrik pada hari yang berbeda dari hari panen TBS dapat mengakibatkan penurunan kualitas dari tandan buah segar (TBS). Kemudian jika buah yang diterima melebihi kapasitas produksi mengakibatkan buah harus menunggu untuk diolah pada *batch* selanjutnya sehingga dapat menjadi buah restan.

3. Faktor Machine

Pada faktor *machine*, penyebab tingginya kadar FFA adalah kurangnya unit angkut TBS sehingga buah yang seharusnya diangkat pada hari itu terangkut di hari berikutnya dan buah menjadi restan. Kemudian pada proses pemanasan, apabila temperatur pemanasan tidak cukup, kadar FFA akan naik karena pemanasan ini bertujuan untuk mencegah naiknya kadar FFA.

4. Faktor Method

Pada faktor *method*, tingginya kadar FFA adalah perencanaan panen yang disusun tidak sesuai dengan realisasi sehingga buah yang dipanen lewat matang. Selain itu, *double handling* yang dilakukan pemanen mengakibatkan proses panen kurang maksimal dan buah yang tertinggal akan menjadi buah restan.

4.2.4 Tahap Improve

Tahap *Improve* dilakukan setelah perusahaan mengetahui penyebab atau faktor-faktor yang menimbulkan kualitas rendah dari produksi CPO. Tahap ini memplot gerakan korektif untuk meningkatkan tingkat pertama dari enam sigma dan membantu rencana perbaikan terhadap faktor-faktor yang menimbulkan kualitas rendah sesuai *fishbone diagram*. Pada tahap ini menggunakan rencana perbaikan dengan analisis 5W + 1H. Berikut merupakan saran perbaikan untuk unsur-unsur dari setiap faktor yang ada.

Tabel 4. Usulan Perbaikan

Indikator	Man	Material	Machine	Method
<i>What?</i> (Apa yang harus diperbaiki?)	Kurangnya pengetahuan pemanen. Ketidakdisiplinan pemanen dalam memanen buah.	Buah yang diterima di pabrik adalah buah restan. Buah yang harus menunggu untuk diproduksi karena melebihi kapasitas produksi menjadi buah restan.	Unit angkut yang kurang sehingga buah harus diangkat hari berikutnya. Temperatur pemanasan yang tidak cukup.	Perencanaan panen yang tidak sesuai realisasi. <i>Double handling</i> yang dilakukan pemanen.
<i>Who?</i> (Siapa yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan perbaikan?)	Kurangnya pengetahuan pemanen menjadi tanggung jawab manajer operasional kebun. Ketidakdisiplinan pemanen dalam memanen buah menjadi tanggung jawab manajer operasional kebun.	Buah restan yang diterima menjadi tanggung jawab manajer operasional kebun. Buah yang harus menunggu untuk diproduksi karena melebihi kapasitas produksi menjadi	Unit angkut yang kurang menjadi tanggung jawab manajer operasional kebun dan transportasi. Temperatur pemanasan yang tidak cukup menjadi tanggung jawab manajer pabrik.	Perencanaan panen yang tidak sesuai realisasi menjadi tanggung jawab manajer operasional. <i>Double handling</i> yang dilakukan pemanen menjadi tanggung jawab

		tanggung jawab manajer pabrik.		manajer operasional kebun.
<i>Where?</i> (Dimana perbaikan akan dilakukan?)	Perbaikan untuk kurangnya pengetahuan pemanen dilakukan di bagian operasional kebun.	Perbaikan untuk buah restan yang diterima pabrik dilakukan di bagian operasional kebun.	Perbaikan untuk unit angkut yang kurang sehingga buah harus diangkut hari berikutnya dilakukan di bagian operasional kebun.	Perbaikan untuk perencanaan panen yang tidak sesuai realisasi dilakukan di bagian operasional.
	Perbaikan untuk ketidakdisiplinan pemanen dalam memanen buah dilakukan di bagian operasional kebun.	Perbaikan untuk buah yang harus menunggu untuk diproduksi karena melebihi kapasitas produksi menjadi buah restan dilakukan di bagian pabrik.	Perbaikan untuk temperatur pemanasan yang tidak cukup dilakukan di bagian pabrik.	Perbaikan <i>double handling</i> yang dilakukan pemanen dilakukan di bagian operasional kebun.
<i>When?</i> (Kapan perbaikan tersebut akan dilakukan?)	Perbaikan untuk kurangnya pengetahuan pemanen dilakukan setelah evaluasi hasil panen yang dilakukan.	Perbaikan untuk buah restan yang diterima pabrik dilakukan setelah grading buah yang dilakukan.	Perbaikan untuk unit angkut yang kurang sehingga buah harus diangkut hari berikutnya dilakukan setelah dilakukan evaluasi operasi kebun.	Perbaikan untuk perencanaan panen yang tidak sesuai realisasi dilakukan setelah evaluasi proses panen pada perencanaan selanjutnya.
	Perbaikan untuk ketidakdisiplinan pemanen dalam memanen buah dilakukan setelah terindikasi adanya ketidakdisiplinan tersebut.	Perbaikan untuk buah yang harus menunggu untuk diproduksi karena melebihi kapasitas produksi menjadi buah restan dilakukan setelah evaluasi produksi pabrik.	Perbaikan untuk temperatur pemanasan yang tidak cukup dilakukan setelah evaluasi produksi harian CPO.	Perbaikan <i>double handling</i> yang dilakukan pemanen dilakukan saat terindikasi ada yang melakukan <i>double handling</i> .
<i>Why?</i> (Kenapa harus dilakukan perbaikan?)	Perbaikan untuk kurangnya pengetahuan pemanen harus dilakukan karena dapat berakibat fatal bagi kualitas buah yang dipanen.	Perbaikan untuk buah restan yang diterima pabrik harus dilakukan karena kualitas CPO yang dihasilkan bergantung pada kualitas buah yang dipanen dan diproduksi.	Perbaikan untuk unit angkut yang kurang sehingga buah harus diangkut hari berikutnya harus dilakukan karena buah yang terangkut di hari berikutnya akan menjadi buah restan.	Perbaikan untuk perencanaan panen yang tidak sesuai realisasi harus dilakukan karena apabila
	Perbaikan untuk ketidakdisiplinan pemanen dalam memanen buah harus dilakukan karena dapat menyebabkan adanya buah matang yang terlewat sehingga menjadi restan.	Perbaikan untuk buah yang harus menunggu untuk diproduksi karena melebihi kapasitas produksi menjadi buah restan harus dilakukan karena waktu tunggu tersebut menyebabkan kadar FFA meningkat.	Perbaikan untuk temperatur pemanasan yang tidak cukup harus dilakukan karena pemanasan yang cukup akan mencegah naiknya kadar FFA.	Perbaikan <i>double handling</i> yang dilakukan pemanen dilakukan saat terindikasi ada yang melakukan <i>double handling</i> .
<i>How?</i> (Bagaimana pelaksanaan rencana perbaikan?)	Perbaikan dilakukan dengan pelatihan interaktif dengan fokus pada standar kualitas dan	Perbaikan dilakukan dengan melakukan penjadwalan panen dan kontrol rutin kebun	Perbaikan dilakukan dengan menambah unit angkut serta menambah jadwal angkut agar	Perbaikan dilakukan dengan menyusun strategi baru dalam perencanaan dan

kematangan buah yang baik.	untuk mencegah buah lewat matang.	pengangkutan buah dapat selesai pada hari yang sama.	membuat <i>back up plan</i> apabila terdapat kondisi yang tidak sesuai perkiraan.
Perbaikan dilakukan dengan memberi sanksi kepada pemanen yang tidak disiplin dan melakukan kontrol rutin pada saat panen buah.	Perbaikan dilakukan dengan memperbanyak lini produksi atau kapasitas produksi karena buah yang terlalu lama menunggu akan menjadi restan.	Perbaikan dapat dilakukan dengan melakukan kontrol pada saat pemanasan dan menerapkan teknologi otomatisasi dalam <i>setting</i> suhu pemanasan.	Perbaikan dapat dilakukan dengan membuat jadwal pasti, penambahan tenaga kerja, dan memberi sanksi pada pemanen yang melakukan <i>double handling</i> .

4.2.5 Tahap Control

Tahap Control merupakan tahap terakhir dari analisis *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC. Peran tahap *control* adalah mengelola faktor-faktor yang memengaruhi proses produksi perusahaan sehingga dapat terhindar dari kecacatan produk. Berikut merupakan tahapan *control* dari seluruh faktor yang ada dengan melakukan pengimplementasian solusi.

1. Faktor Man

Perusahaan menyediakan pelatihan yang berfokus pada standar kematangan buah yang baik dan menjadwalkan pelatihan tersebut beserta evaluasi secara berkala terhadap pemanen buah. Selain itu, perusahaan dapat menerapkan sanksi bagi pemanen yang tidak disiplin agar memberikan efek jera dan meminimalisir kesalahan pemanen.

2. Faktor Material

Perusahaan melakukan penjadwalan panen serta kontrol rutin kebun untuk mengontrol tingkat kematangan buah dan agar buah yang dipanen tidak lewat matang sehingga kadar FFA tidak meningkat. Kemudian perusahaan juga dapat memperbanyak lini produksi agar tidak terjadi kelebihan kapasitas produksi yang mengakibatkan buah menunggu dan buah menjadi restan.

3. Faktor Machine

Perusahaan menambahkan unit angkut dan menambah atau mengatur penjadwalan angkut untuk mengangkut buah dari kebun ke pabrik agar semua buah yang dipanen pada hari itu tidak diangkut pada hari berikutnya. Perusahaan juga dapat melakukan kontrol pada saat pemanasan dan menerapkan teknologi otomatisasi dalam *setting* suhu pemanasan agar kadar FFA tidak meningkat.

4. Faktor Method

Perusahaan menyusun strategi baru dalam perencanaan dan membuat *back up plan* apabila terdapat kondisi yang tidak sesuai perkiraan agar yang terealisasi tidak berbeda dengan apa yang sudah direncanakan. Selain itu, perusahaan membuat jadwal panen yang pasti, penambahan tenaga kerja, dan memberi sanksi pada pemanen yang melakukan *double handling*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada PT Sampoerna Agro Tbk, terdapat standar kualitas *crude palm oil* (CPO) yang digunakan, yaitu kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air (*moist*), dan kadar kotoran (*dirt*). Standar tersebut menjadi kriteria kritis terhadap kualitas (*Critical To Quality*) pada minyak kelapa sawit (CPO), yaitu kadar FFA < 4%, kadar air < 0,25%, dan kadar kotoran < 0,25%. Kadar asam lemak bebas (FFA) yang tinggi dalam minyak kelapa sawit (CPO) dapat menimbulkan kerugian serius, mengurangi rendemen minyak dan menurunkan kualitasnya. Jika kadar FFA melebihi standar kualitas, minyak tidak dapat dijual, menyebabkan kerugian finansial. Selain itu, tingginya kadar air dapat menyebabkan aroma yang tidak sedap dan mengurangi kualitas minyak, sehingga perlu menjaga kadar air tetap rendah. Langkah untuk menghilangkan kotoran juga diperlukan untuk memperoleh minyak kelapa sawit berkualitas tinggi. Dengan mengurangi kadar kotoran, minyak yang dihasilkan dapat memenuhi syarat sebagai minyak berkualitas baik.
2. Pada PT Sampoerna Agro Tbk, sangat penting untuk menjaga kualitas CPO karena jika tidak mencapai standar perusahaan, dapat menyebabkan kerugian signifikan akibat biaya ganti rugi kepada pelanggan dan penurunan harga jual CPO. Berdasarkan hasil perhitungan kualitas produksi harian *crude palm oil* (CPO) PT Sampoerna Agro Tbk menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC, didapatkan bahwa kadar FFA berada di atas batas spesifikasi sehingga nilai sigma dari kualitas CPO yang dihasilkan pada bulan September hingga Oktober 2023 adalah 4,49. Untuk mencapai target nilai sigma menjadi 6 sigma, perlu dilakukan peningkatan sigma sebesar 33,63%. Kemudian untuk mencapai

DPMO target menjadi 3,4 DPMO, perlu dilakukan penurunan DPMO sebesar 99,757%.

3. Setelah dilakukan perhitungan, dapat diidentifikasi bahwa penyebab utama penurunan kualitas CPO yang dihasilkan adalah persentase kadar FFA yang diluar batas spesifikasi. Penyebab tingginya kadar FFA pada proses produksi CPO dapat diidentifikasi melalui empat faktor utama. Faktor *man*, yang melibatkan kurangnya pengetahuan dan disiplin panen pemanen, menyebabkan buah lewat matang dan lewat panen, yang pada gilirannya meningkatkan kadar FFA. Faktor *material*, terkait dengan buah restan yang diterima di pabrik, menyebabkan penurunan kualitas TBS karena pengiriman buah pada hari yang berbeda dari hari panen. Overkapasitas produksi juga menyebabkan buah menunggu untuk diproses, meningkatkan risiko menjadi buah restan. Faktor *machine*, yang melibatkan kurangnya unit angkut TBS, menyebabkan buah terangkut di hari berikutnya dan menjadi restan. Pada proses pemanasan, temperatur yang tidak cukup dapat meningkatkan kadar FFA. Terakhir, Faktor *method*, dengan perencanaan panen yang tidak sesuai dan double handling yang kurang maksimal, dapat menyebabkan buah lewat matang dan menjadi buah restan. Oleh karena itu, perbaikan dalam aspek-aspek ini sangat penting untuk menjaga kualitas produk dan mengurangi kadar FFA.
4. Dari faktor-faktor tersebut, dapat diberikan saran atau usulan perbaikan dalam meningkatkan kualitas *crude palm oil* (CPO). Dalam mengatasi faktor *man*, pelatihan rutin diberikan kepada pemanen dengan fokus pada standar kematangan buah, disertai dengan evaluasi berkala dan penerapan sanksi untuk meningkatkan disiplin pemanen. Untuk faktor *material*, penjadwalan panen dan kontrol kebun secara rutin dilakukan untuk mengontrol tingkat kematangan buah dan mencegah buah lewat matang. Peningkatan lini produksi juga dilakukan untuk menghindari kelebihan kapasitas dan pembentukan buah restan. Pada faktor *machine*, penambahan unit angkut dan pengaturan penjadwalan angkut dilakukan untuk mengangkut buah sesuai jadwal panen, serta pengontrolan pada proses pemanasan dengan teknologi otomatisasi suhu. Terakhir, untuk faktor *method*, perusahaan menyusun strategi baru dalam perencanaan, membuat backup plan, dan memberikan sanksi pada pemanen yang melakukan *double handling*, serta menyesuaikan jadwal panen untuk memastikan realisasi sesuai dengan rencana. Dengan implementasi solusi ini, diharapkan tingkat kecacatan produk dapat dikelola dengan efektif.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Fakultas Teknik Undip yang telah mendanai keberlangsungan jurnal ini, dosen pembimbing, *supervisor* bagian *Operation Management Support* (OMS) PT Sampoerna Agro Tbk, teman-teman, serta orang tua yang telah mendukung keberlangsungan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Irwan & Haryono, D., 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Bandung: Alfabeta, cv.
- Tjiptono, Fandy & Diana, A., 2005. *Total Quality Management*. Yogyakarta: Andi.
- Besterfield, G. H., 1990. Brittle Fracture Reliability by Probabilistic Finite Elements. *Journal of Engineering Mechanics*.
- Pavletic, D., Sokovic, M. & Paliska, G., 2008. Practical Application of Quality Tools. *International Journal of Quality Research*, Volume 2, p. 3.
- Brue, G., 2002. *Six Sigma for Manager*. Jakarta: Canary.
- Gaspersz, V., 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000 MBNQA dan HCCP*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Tan, H. T., 2012. METODE DMAIC SEBAGAI SOLUSI PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI SEPATU TAMBANG: STUDI KASUS PT MANGUL JAYA-BEKASI. *ComTech*, Volume 3.
- Tambunan, D., Sumartono, B. & Moektiwibowo, H., 2020. *ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN METODE SIX SIGMA DALAM UPAYA MENGURANGI KECACATAN PADA PROSES PRODUKSI KOPER DI PT SRG*. s.l.:s.n.
- Evans, James, R. & William, M., 2007. *An Introduction to Six Sigma and Process Improvement*. Jakarta: Salemba Empat.
- Septiandhanu, A., 2018. Evaluasi Pencapaian Sasaran Program Pembangunan Sentra Ikan Bulak (SIB) Dalam Upaya Pengembangan Pariwisata Wilayah Pesisir Surabaya. *Kebijakan dan Manajemen Publik*.
- Gaspersz, V., 2001. *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, V., 2005. *Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.