

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI *CRUDE PALM OIL* (CPO) MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN SIX SIGMA* (Studi Kasus: PT. Langgak Inti Lestari)

Yesi Karlina¹, Lailatul Syifa Tanjung², Hanantatur Adeswastoto³

^{1,2}, Program Studi Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai

³, Program Studi Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai

e-mail: ¹yesikarlinaaa@gmail.com, ²lailashifa1205@gmail.com

ABSTRAK

Crude Palm Oil (CPO) merupakan komoditas strategis yang menuntut kualitas tinggi dalam proses produksinya. Di PT. Langgak Inti Lestari, ditemukan permasalahan kualitas produksi CPO seperti tingginya kadar Free Fatty Acids (FFA), kadar air, dan kadar kotoran yang tidak memenuhi standar. Ditambah lagi dengan terjadinya berbagai bentuk pemborosan (waste) dalam proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis waste, menganalisis faktor penyebab rendahnya mutu CPO, dan memberikan usulan perbaikan menggunakan pendekatan Lean Six Sigma. Lean Six Sigma efektif untuk mengendalikan kualitas dan meminimalkan waste. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode analisis DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 4 (empat) waste dominan, yakni transportation, waiting, overproduction, dan defect, dengan faktor penyebab rendahnya mutu utama mencakup faktor manusia, mesin, metode, dan lingkungan. Menggunakan pendekatan Lean Six Sigma disarankan bagi perusahaan untuk menerapkan pelatihan operator, perbaikan layout kerja, dan penjadwalan pemeliharaan mesin secara berkala.

Kata kunci: Crude Palm Oil (CPO), Lean Six Sigma, DMAIC, Kualitas Produksi, Waste.

ABSTRACT

Crude Palm Oil (CPO) is a strategic commodity that requires high quality throughout its production process. At PT. Langgak Inti Lestari, several quality issues have been identified, including high levels of Free Fatty Acids (FFA), moisture, and impurities that do not meet established standards. In addition, various forms of waste have been found in the production process, further reducing efficiency. This study aims to identify the types of waste, analyze the factors contributing to the low quality of CPO, and provide improvement suggestions using the Lean Six Sigma approach. Lean Six Sigma has proven effective in quality control and waste minimization. The research applies a descriptive quantitative approach using the DMAIC method (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). The results reveal four dominant types of waste: transportation, waiting, overproduction, and defect. The main factors contributing to the low product quality are related to man, machine, method, and environment. Based on the Lean Six Sigma approach, it is recommended that the company implement operator training, improve work layout, and schedule regular machine maintenance as part of a continuous quality improvement strategy.

Keywords: Crude Palm Oil, Lean Six Sigma, DMAIC, Production Quality, Waste.

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu negara yang menghasilkan minyak *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia yang berasal dari perkebunan kelapa sawit. Dalam upaya mengembangkan bisnisnya, banyak perusahaan tidak hanya berfokus pada sektor perkebunan, tetapi juga membangun Pabrik Kelapa Sawit (PKS) sebagai langkah strategis. Kelapa sawit dapat diolah menjadi berbagai produk turunan yang bernilai tinggi, sehingga mampu meningkatkan nilai jual CPO dan daya saing di pasar. [1][6]

PT. Langgak Inti Lestari adalah industri PKS yang bergerak dibidang pengolahan kelapa sawit yang berdiri pada tahun 2014, berlokasi di Desa Koto Tandun, Kecamatan Tandun, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau. Untuk mampu bersaing dengan perusahaan lain yang bergerak pada bidang yang sama dan memenuhi standar kualitas CPO untuk dipasarkan, maka PT. Langgak Inti Lestari dituntut menghasilkan produk yang berkualitas baik, karena hanya produk berkualitas baik lah yang diminati konsumen [8][11].

CPO adalah minyak sawit mentah yang diperoleh berasal dari buah kelapa sawit. Kelapa sawit mempunyai buah yang diklaim Tandan buah Segar (TBS). CPO diperoleh dari proses pengolahan TBS pada pabrik, yang bertujuan buat memperoleh minyak kelapa sawit yg berkualitas baik. Proses tersebut berlangsung relatif panjang dan memerlukan kontrol yg cermat, dimulai berasal pengangkutan TBS ke pabrik hingga didapatkan minyak serta hasil sampingnya [2][5].

Kualitas dapat diartikan sebagai suatu bentuk kepuasan yang diberikan pelanggan sebagai bentuk pemenuhan kebutuhan ataupun yang dikenal juga dengan istilah (*conformance to the requirement*). Sedangkan pengendalian kualitas ialah suatu aktivitas pemeriksaan dan analisa yang dilakukan terhadap bahan standar, barang setengah jadi maupun barang jadi sebagai akibatnya dengan jalan investigasi yg teliti dibutuhkan produk yg didapatkan bisa sesuai menggunakan kualitas baku yang telah ditetapkan. Konsumen menjadi lebih selektif buat memilih produk yg mereka inginkan menggunakan membandingkan harga menggunakan kualitas yg diberikan. pada industri, bagian yang sangat fatal adalah bagian produksi. Dimana bagian ini lah yg memilih kualitas asal produk tersebut, yang nantinya akan menjadi penilaian dari pelanggan terhadap produk yg dihasilkan [1].

Sesuai dengan spesifikasi-spesifikasi yg terdapat atau menggunakan kata lain menjaga supaya kualitas produk yang didapatkan sinkron dengan kualitas produk yang dibutuhkan. Metode *Lean* dipergunakan untuk menghilangkan pemborosan dan menyederhanakan peredaran bahan baku, produk serta informasi buat mendukung proses pemugaran berkelanjutan. Sedangkan metode *Six Sigma* dipergunakan buat mengurangi variabilitas proses, pengendalian proses, serta terus ditingkatkan [4][21].

Produksi CPO dilakukan melalui delapan stasiun kerja yaitu timbangan, *sortasi*, *loading ramp*, *sterilizer*, *thresher*, *pressing*, *clarification* dan *storage tank*. Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang dilakukan di PT. Langgak Inti Lestari terdapat permasalahan yang terjadi pada saat proses produksi [16][18]. Permasalahan berupa adanya pemborosan (*waste*) yang berdasarkan pendekatan *Lean* sering terjadi pada proses produksi yaitu *waste transportation*, *waste inventory*, *waste motion*, *waste waiting*, *waste over production*, *waste processing*, dan *waste defect*. Semua jenis *waste* ini sering terjadi tanpa disadari, karena telah dianggap sebagai sesuatu yang wajar dan umum, padahal sesungguhnya sangat merugikan.



Gambar 1 Salah satu contoh waste pada proses CPO

Sebagai salah satu contoh kasus dari permasalahan *waste*, berdasarkan gambar 1, terlihat adanya *overproduction* (kelebihan produksi) pada stasiun *loading ramp* dibagian *sortasi*. Kondisi ini menyebabkan terjadinya penumpukan bahan yang harus disortir, sehingga proses penyortiran masih dilakukan secara manual. Selain itu, rendahnya kinerja operator dalam menyelesaikan pekerjaan yang tidak bernilai tambah saat proses produksi, menyebabkan terjadinya pemborosan waktu dan tenaga sehingga menurunkan efisiensi kerja pada stasiun tersebut [13][15].

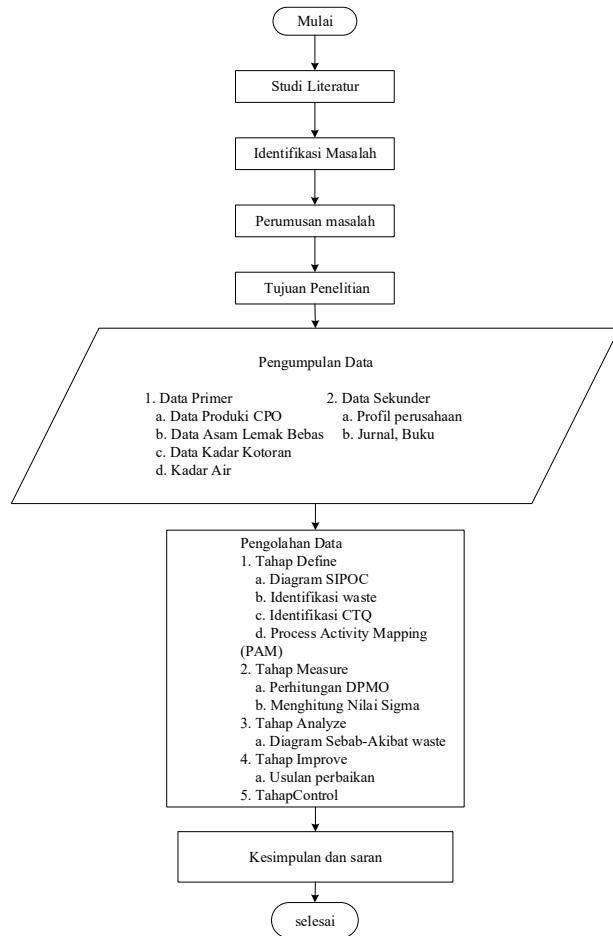
Untuk mengurangi jumlah produk cacat dan meningkatkan kemampuan proses produksi. Perusahaan perlu menerapkan sistem pengendalian kualitas yang tepat. Dengan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma*, dalam tahapan DMAIC (*Define*, *Measure*, *Analyze*,

Improve, Control) merupakan metode yang efektif karena menyediakan langkah-langkah sistematis dalam mengidentifikasi permasalahan, mengukur dan menganalisis kinerja proses, menemukan akar penyebab masalah, serta merancang perbaikan yang berkelanjutan guna memastikan proses tetap berjalan sesuai spesifikasi yang ditetapkan [7][12].

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengendalian kualitas produksi CPO menggunakan pendekatan Lean Six Sigma dengan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) untuk mengidentifikasi pemborosan, mengurangi cacat produk, dan meningkatkan kapabilitas proses pada PT. Langgak Inti Lestari.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan evaluasi *Lean Six Sigma*. Penekanan pada penelitian ini adalah mengidentifikasi sumber masalah kualitas, mengukur tingkat cacat, menganalisis penyebab utama, memberikan usulan perbaikan, serta memastikan proses produksi tetap terkendali terhadap kualitas CPO di PT. Langgak Inti Lestari dengan menggunakan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) [17].



Gambar 2 *Flowchart* penelitian

Populasi dan Sampel

Populasi adalah seluruh objek atau individu yang memiliki karakteristik tertentu yang ingin diteliti. Populasi mencakup semua data, orang, benda, atau kejadian yang menjadi fokus penelitian. Sedangkan Sampel adalah bagian dari populasi yang dipilih dan digunakan untuk mewakili keseluruhan populasi dalam penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data produksi CPO dan laporan cacat produk pada PT. Langgak Inti Lestari selama periode bulan April 2024 -

Mei 2025 berjalan. Sampel diambil dengan teknik *purposive sampling*, yaitu data produksi dan cacat yang relevan selama periode tersebut [20].

Instrumen Penelitian

Pada tahap ini, instrumen penelitian diperoleh dengan menggunakan metode pengumpulan data sebagai berikut:

a. Observasi

Melakukan survei secara langsung ke lapangan dengan mengumpulkan data berdasarkan pengamatan, pendengaran, dan perasaan terkait kondisi di lapangan. Pada penelitian ini kondisi yang menjadi sasaran adalah proses produksi dan kandungan mutu CPO yang belum berlangsung sebagaimana mestinya.

b. Wawancara

Proses interaksi dilakukan dengan asisten produksi, mandor dan karyawan pabrik sebagai narasumber dari kegiatan proses produksi yang diteliti. Adapun data yang diperoleh adalah SOP, standar mutu CPO dan kondisi harian di lapangan sesuai stasiun produksi.

c. Dokumentasi

Mengumpulkan data berupa foto, rekaman kegiatan/vidio dan informasi laporan pabrik dari arsip terkait produksi.

Definisi Operasional Variabel

Adapun variabel yang menjadi karakteristik pada penelitian ini adalah:

Tabel 3. 1 Indikator *Lean Six Sigma* berdasarkan faktor mutu CPO

Variabel	Definisi Operasional	Indikator	Satuan Ukur
Kualitas CPO	Tingkat kesesuaian produk dengan standar mutu	Kadar air, kotoran, FFA, kadar kotoran	% atau ppm
Produk cacat	Produk yang tidak sesuai spesifikasi	Jumlah defect, jenis cacat	Unit produk
Kinerja proses	Efisiensi dan stabilitas proses produksi	DPMO, Sigma Level	Nilai numerik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses produksi Crude Palm Oil (ton) ditemukan beberapa stigma yang terjadi selama satu tahun. antara lain kadar Asam Lemak Bebas (ALB) $>4,50\%$, kadar air $>0,25\%$, serta kadar kotoran $>0,05\%$. Data jumlah produk yg stigma selama satu tahun terhitung sejak bulan Juni 2024 hingga Mei 2025 bisa dilihat di tabel berikut:

Tabel 1 Data Produksi CPO bulan Juni 2024 – bulan Mei 2025

No	Bulan	TBS Olah (Kg)	Jumlah Produksi (Kg)	FFA (%)	Moist (%)	Dirt (%)	Data Cacat
1	Juni	11.741.390	2.183.856	4,78	0,47	0,160	165
2	Juli	12.724.160	2.352.258	4,72	0,46	1,820	135
3	Agustus	11.989.270	2.229.345	4,34	0,48	0,211	124
4	September	11.297.730	2.102.035	4,59	0,48	0,221	138
5	Okttober	17.630.230	3.225.436	4,33	0,43	0,188	177
6	November	13.280.780	2.360.071	4,56	0,44	0,236	164
7	Desember	13.029.640	2.322.438	4,45	0,50	0,257	165
8	Januari	12.560.820	2.241.934	4,39	0,50	0,309	135
9	Februari	12.877.790	2.465.773	4,43	0,47	0,250	120
10	Maret	18.705.050	3.522.290	4,67	0,49	0,230	126
11	April	20.690.630	3.886.714	4,64	0,50	0,230	144

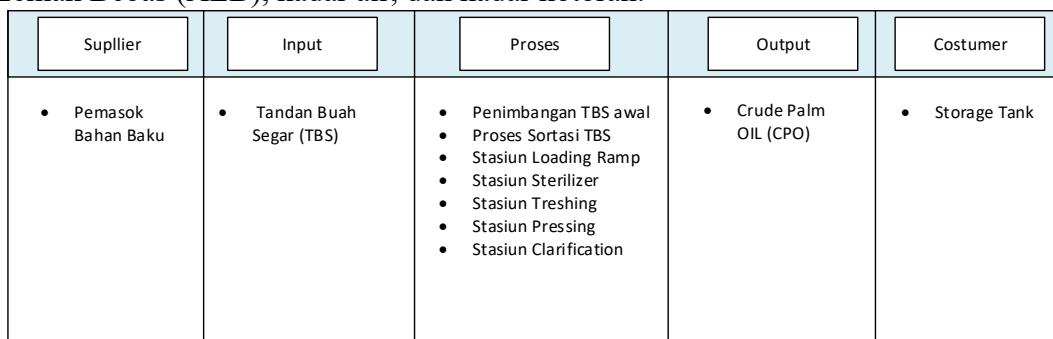
12	Mei	22.705.730	4.300.868	4,70	0,54	0,229	242
Total		179.233.220	33.193.018	4,55	0,48	0,362	1835
Rata-Rata							

Berdasarkan data produksi CPO selama periode Juni 2024 hingga Mei 2025, diketahui bahwa total TBS yang diolah mencapai 179.233.220 kg dengan total hasil produksi CPO sebesar 33.193.018 kg. Rata-rata kadar *Free Fatty Acid* (FFA) berada di angka 4,55%, yang masih berada dalam ambang batas standar mutu maksimal 5%, namun cenderung mendekati batas atas, sehingga perlu perhatian khusus. Kadar *moisture* (kadar air) rata-rata sebesar 0,48%, yang masih dapat diterima, meskipun beberapa bulan seperti Desember dan April menunjukkan kadar yang mencapai 0,50%. Yang menjadi perhatian utama adalah kadar *dirt* (kotoran), dengan nilai rata-rata 0,362%, jauh melebihi standar mutu ideal yang umumnya di bawah 0,1%–0,2%.

Dari sisi kualitas produk, data cacat total selama 12 bulan mencapai 1.835 dengan jumlah cacat tertinggi terjadi pada Mei 242. yang dihitung berdasarkan pengecekan sampel setiap 8 kali sehari dan sudah direkap oleh penulis. Produk yang dikatakan cacat apabila hasil pengecekan melebihi batas standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Tahap *Define*

Tahap ini berisi data peredaran proses produksi yang dimulai asal Supplier sampai Costumer serta mengidentifikasi pemborosan-pemborosan yang terjadi. Melalui analisis awal, ditemukan bahwa kualitas produk seringkali tidak memenuhi standar dampak tingginya kadar Asam Lemak Bebas (ALB), kadar air, dan kadar kotoran.



Gambar 3 Diagram SIPOC Proses Produksi CPO

Kemudian disusun *critical to quality* untuk menentukan spesifikasi yang diinginkan dan kepuasan yang ingin dicapai oleh pelanggan. Diagram critical to quality dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 CTQ *Crude Palm Oil* (CPO)

CTQ (Critical To Quality)	Jenis Kandungan	Spesifikasi	Deskripsi
CTQ-1	Kandungan Asam Lemak Bebas (ALB)	Nilai Kadar ALB <4,50%	Asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi yang ada dalam minyak sawit sangat merugikan. Tingginya asam lemak bebas dapat mengakibatkan rendemen minyak turun dan kualitas minyak rendah. Apabila kadar ALB pada CPO tersebut melebihi standart mutu yang telah ditentukan, maka CPO tersebut tidak bisa dijual dan harus diolah lagi. Hal ini dapat merugikan perusahaan.
CTQ-2	Kandungan Air	Nilai Kadar Air <0,25%	Untuk menjaga kualitas minyak yang dihasilkan maka kadar air pada CPO harus di tekan sedikit mungkin, pemisahan minyak CPO dan Kadar air adalah Vacum drier dengan temperatur suhu (90-95 °C). Kadar air yang tinggi sangat berpengaruh pada saat

CTQ (Critical To Quality)	Jenis Kandungan	Spesifikasi	Deskripsi
			pemucatan minyak yang dihasilkan dan menyebabkan bau yang tidak sedap.
CTQ-3	Kandungan Kotoran	Nilai Kadar Kotoran <0,05	Minyak CPO yang berkualitas adalah minyak yang diproses sesuai standar yang telah ditentukan dengan menekan kadar kotoran sekecil mungkin dengan cara dipisahkan di sludge tank dan di saring agar menghilangkan lumpur dan kadar kotoran.

Tahap *Measure*

Measure merupakan tahap kedua dari siklus DMAIC yang berkaitan dengan beberapa aktivitas pengukuran dan perhitungan pada *waste* yang telah diidentifikasi. Dengan cara menghitung DPMO dan Nilai *Sigma*.

$$\text{TOP (Total Opportunities)} = \text{Jumlah Produksi} \times \text{CTQ} \quad (1)$$

$$\text{DPO (Defect Per Opportunities)} = \text{Jumlah Cacat}/\text{TOP} \quad (2)$$

$$\text{DPMO (Defect Per Million Opportunities)} = \text{DPO} \times 1000000 \quad (3)$$

$$\text{Nilai Sigma} = \text{Normsinv} \left(\frac{1-\text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (4)$$

Tabel 3 Pengukuran Nilai *Sigma* dan DPMO (Defect Per Million Opportunity)

Bulan	Jumlah Produksi (Kg)	Data Cacat	CTQ	T0P	DPO	DPMO	SIGMA
Juni	2.183.856	165	3	6.551.568	0,000025185	25185	3,456808392
Juli	2.352.258	135	3	7.056.774	0,000019131	19131	3,572036901
Agustus	2.229.345	124	3	6.688.035	0,000018541	18541	3,584860115
September	2.102.035	138	3	6.306.105	0,000021884	21884	3,516305884
Oktober	3.225.436	177	3	9.676.308	0,000018292	18292	3,590376413
November	2.360.071	164	3	7.080.213	0,000023163	23163	3,49241083
Desember	2.322.438	165	3	6.967.314	0,000023682	23682	3,483030704
Januari	2.241.934	135	3	6.725.802	0,000020072	20072	3,55226413
Februari	2.465.773	120	3	7.397.319	0,000016222	16222	3,638897137
Maret	3.522.290	126	3	10.566.870	0,000011924	11924	3,759569216
April	3.886.714	144	3	11.660.142	0,000012350	12350	3,746062576
Mei	4.300.868	242	3	12.902.604	0,000018756	18756	3,580147565
TOTAL	33.193.018	1835					42,97276986
				RATA-RATA		19100	3,581064155

Pada tabel 4.4 Tampak bahwa DPMO masih cukup tinggi, yaitu 19100 untuk rata rata selama tahun 2024,2025 yang dikonversikan dengan nilai *Sigma* yaitu sebesar 3,58. Hal tersebut berarti bahwa dalam satu juta kesempatan yang ada, akan terdapat 19100 kemungkinan bahwa proses produksi itu akan menghasilkan produk yang cacat.

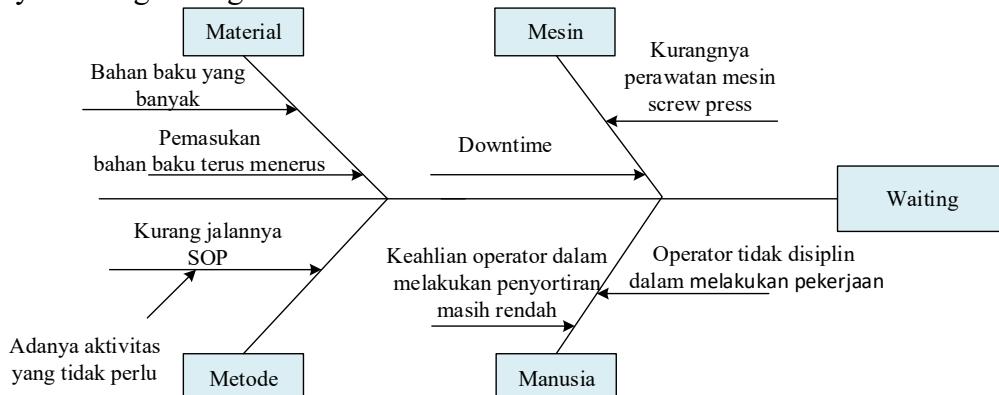
Tabel 4 Six *Sigma*

Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	DPMO
1-Sigma	691.462 (Sangat tidak kompetitif)
2-Sigma	308.538 (rata-rata industri Indonesia)
3-Sigma	66.807
4-Sigma	6.210 (rata-rata industri USA)
5-Sigma	233

Pada perhitungan DPMO dan nilai Six Sigma menghasilkan nilai rata-rata sigma sebesar 3,58, dibulatkan menjadi 3 sigma. Artinya nilai sigma ini termasuk dalam standar nilai sigma industri yang ada di Indonesia.

Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* ini untuk mempertinggi kualitas menggunakan mengidentifikasi penyebab kerusakan yaitu dengan diagram sebab akibat:



Gambar 4 Diagram Sebab akibat *Waiting*

Tahap *Improve*

Pada tahap ini dilakukan rencana atau tindakan perbaikan untuk melakukan peningkatan kualitas *Lean Six Sigma*. Setelah mengetahui penyebab kecacatan atas kualitas CPO dan menghilangkan pemborosan, maka disusun suatu rekomendasi atau usulan tindakan perbaikan terhadap semua sumber yang berpotensi untuk menyebabkan cacat produk dan pemborosan proses dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk sebagai berikut:

Tabel 4 Usulan Perbaikan

Jenis Pemborosan	Stasiun Kerja	Penyebab pemborosan	Usulan Perbaikan
Kelebihan Produksi (<i>over production</i>)	Penyortiran	Keterampilan dan keahlian operator rendah	Memberikan pelatihan
		Kecepatan penyortiran rendah	Mengurangi penyortiran manual
Waktu Tunggu (<i>Waiting time</i>)	<i>Loading ramp, sterilizer</i> dan <i>thressing</i> .	Kecepatan penyortiran rendah	- Memberikan pelatihan kepada operator - Menambah jumlah operator
		Perawatan mesin kurang	- Pelatihan perawatan mesin secara mandiri oleh operator (<i>autonomus maintenance</i>) - Membuat jadwal perawatan mesin secara harian (berkala)
Perpindahan (<i>Transportation</i>)	Penyortiran, <i>Loading ramp</i> dan <i>sterilizer</i>	Kelalaian operator	Adanya informasi petunjuk kerja pada setiap stasiun

Jenis Pemborosan	Stasiun Kerja	Penyebab pemborosan	Usulan Perbaikan
Pergerakan (<i>movement</i>)	Penyortiran	Kelalaian operator	Adanya informasi petunjuk kerja pada setiap stasiun
Persediaan (<i>Inventory</i>)	Penyortiran	Penumpukan bahan baku yang berlebihan	Melakukan perhitungan persediaan optimal
Produk cacat (<i>defect</i>)	Penyortiran, <i>Loading ramp</i> , <i>sterilizer</i> dan <i>thressing</i> .	Kelalaian operator	<ul style="list-style-type: none"> - Adanya informasi petunjuk kerja pada setiap stasiun - Mengurangi penyortiran manual
		Perawatan mesin kurang	<ul style="list-style-type: none"> - Pelatihan perawatan mesin secara mandiri oleh operator (<i>autonomus maintenance</i>) - Membuat jadwal perawatan mesin secara harian (berkala)
Proses berulang (<i>Excess processing</i>)	Stasiun klarifikasi	Kualitas TBS yang tidak seragam sehingga proses harus diulang	<ul style="list-style-type: none"> - Memperbaiki sistem sortasi buah sawit agar input ke proses lebih seragam - Menerapkan sistem monitoring digital untuk suhu, tekanan, dan waktu proses

Tahap *Control*

Pada tahap control merupakan upaya mempertahankan perubahan pada tahap usulan perbaikan di improve. Tujuannya untuk meminimalisasikan produk gagal (*defect*). Perbaikan terhadap proses produksi CPO dapat dilakukan dengan melihat hasil temuan berdasarkan akar permasalahan yang diperoleh dari fishbone diagram. Rekomendasi perbaikan dilakukan dengan mengurangi aktivitas NVA (Tabel 4.5). Rekomendasi perbaikan diharapkan dapat dilakukan oleh perusahaan di setiap stasiun kerja sehingga dapat membantu perusahaan dalam mengatasi besarnya waste yang timbul dan menjadi acuan bagi perusahaan dalam mengemban kewajiban perbaikan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengendalian kualitas produksi CPO di PT. Langgak Inti Lestari, dapat disimpulkan bahwa terdapat empat *waste* dominan pada proses produksi, yaitu *transportation*, *waiting*, *overproduction*, dan *defect*. Pemborosan tersebut disebabkan oleh jarak pengangkutan yang jauh dan perpindahan bahan yang tidak efisien, waktu tunggu yang tinggi pada stasiun sortasi, sterilizer, dan thresher, produksi yang tidak sesuai kebutuhan permintaan, serta cacat produk berupa tingginya kadar ALB, moisture, dan dirt.

Hasil analisis penyebab utama pemborosan menunjukkan bahwa faktor paling berpengaruh berasal dari aspek Man, Method, Machine, Material, dan Environment. Faktor manusia berhubungan dengan kedisiplinan dan keterampilan operator, faktor metode terkait penerapan SOP yang tidak konsisten, faktor mesin akibat kurangnya perawatan dan keterbatasan kapasitas, faktor material terkait kualitas TBS yang tidak seragam, serta faktor lingkungan yang meliputi tata letak dan kondisi kerja yang kurang efisien.

Rekomendasi perbaikan yang diusulkan meliputi optimasi proses sortasi dan perencanaan produksi untuk mengurangi *overproduction*, penambahan operator serta peningkatan sistem *autonomous maintenance* untuk mengurangi *waiting*, penerapan standar operasional kerja yang lebih jelas untuk mengatasi *transportation waste*, serta pelatihan dan peningkatan perawatan mesin untuk menekan *defect* produk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdillah, S. M., & Nuriyanto. (2020). Analisis perbaikan kualitas dengan pendekatan six sigma untuk produk cacat Cup 220ml pada Pt. Xyz. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(11), 188–194.
- [2]. Ahmad. (2021). *Proses pengolahan kelapa sawit di pabrik kelapa sawit Pt. Amal Tani*.
- [3]. Almahera, P., Kumalasari, R., Adeswastoto, H., & Pratiwi, N. D. (2024). Journal of engineering science and technology analysis of employee work posture at sorting and boiler stations of pt mitra bumi using the OWAS Method. 1, 33–39.
- [4]. Anggita, A., Satriawan, I. K., & Wiranatha, A. S. (2021). analisis pengendalian kualitas produk x dengan metode six sigma di pt. Y. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(3), 335. <https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i03.p07>
- [5]. Asih, E. widuri, Rain, L. O. R., & Pohandry, A. (2024). Analisis pengendalian kualitas produk teh hitam dengan pendekatan lean-six sigma method di PT. Teh XY. *Journal of Industrial and Engineering System*, 2(2), 136–1145. <https://doi.org/10.31599/8xzrgn79>
- [6]. Dewangga, A., & Suseno, S. (2022). Analisa pengendalian kualitas produksi plywood menggunakan metode seven tools, failure mode and effect analysis (fmea), dan triz. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(3), 243–253. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1iiii.42>
- [7]. Fauzi, 20 Ahmad, & Safirin, T. (2021). Menggunakan metode lean six sigma di Pt . Xyz. 16(02), 13–24.
- [8]. Ferdinand, Ahmad, & Saryatmo, M. A. (2023). Peningkatan kualitas pada pengecatan helm shell menggunakan metode lean six sigma. *Jurnal mitra teknik industri*, 2(2), 145–154. <https://doi.org/10.24912/jmti.v2i2.26973>
- [9]. Fitriana, S., Prawatya, Y. E., & Sujana, I. (2023). Pendekatan lean manufacturing pada industri kelapa sawit untuk meminimalkan waste dengan metode value stream mapping (Vsm). *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, 7(1), 68–81.
- [10]. Herawati, N. A., Ruwana, I., & Adriantantri, E. (2024). Mengurangi cacat produksi kaos dengan metode seven tools dan failure mode and effect analysis (Fmea) (Studi Kasus Home Industry Tc). *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 7(1), 171–178.
- [11]. Indriani, Y., Sari, R. K., Marwa, S., Studi, P., Teknik, S., Teknik, F., Pahlawan, U., Tambusai, T., Studi, P., Teknik, S., Teknik, F., Pahlawan, U., & Tambusai, T. (2024). *Journal of Engineering Science and Technology Objective Matrix (OMAX) analysis to determine production productivity*. 4(1), 27–32.
- [12]. Irwanto, A., Arifin, D., & Arifin, M. M. (2020). Peningkatan kualitas produk gearbox dengan pendekatan dmaic six sigma pada Pt. X, Y, Z. *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 3(1), 1–17. <https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v3i1.638>
- [13]. Kaihena, F., Pattiapon, M. L., & Maitimu, N. E. (2022). Penerapan lean manufacturing untuk mereduksi pemborosan pada industri minyak sawit mentah. *I tabaos*, 2(1), 82–89. <https://doi.org/10.30598/i-tabaos.2022.2.1.82-89>
- [14]. Karuna, R., Kristina, H. J., & Sukania, I. W. (2023). Peningkatan kualitas dan minimasi waste pada produksi kawat tembaga dengan metode lean six sigma. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 2(3), 241–253. <https://doi.org/10.24912/jmti.v2i3.28418>

- [15]. Khalisan, D., & Hasibuan, A. (2025). Open access penggunaan metode six sigma dalam meningkatkan kualitas produk use of the six sigma method in improving product quality. 02(01), 88–91.
- [16]. M.Syahril. (2023). Analisis pengendalian kualitas untuk mengurangi cacat produk tas dengan menggunakan metode lean six sigma.
- [17]. Padang, I. (2020). Analisa pengendalian kualitas crude palm oil (cpo) dengan metode six sigma pada pt tales inti sawit-bangun purba\|. 1–91.
- [18]. Prima Ranika, A., Meutia, S., & Irwansyah, D. (2023). Analisis pengendalian kehilangan minyak (oil losses) pada crude palm oil (cpo) menggunakan metode six sigma. Industrial Engineering Journal, 12(2), 68–74. <https://doi.org/10.53912/iej.v12i2.1137>
- [19]. Purnomo, H., & Paska, R. L. (2021). Analisis pengendalian produk cacat dengan metode four quality control (4qc) tools. Akademika, 16(1), 75–81. <http://jurnal.stieimalang.ac.id/index.php/JAK/article/view/106>
- [20]. Rahmadhani, N., & Fitriani, R. (2024). Analisis pengendalian kualitas produk cacat part x menggunakan lean six sigma di pt xyz. string (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi), 8(3), 257. <https://doi.org/10.30998/string.v8i3.19320>
- [21]. Ridwan, A., Arina, F., & Permana, A. (2020). Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma (Studi kasus di PT. XYZ). Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi, 16(2), 186. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9618>