



PAPER – OPEN ACCESS

Analisis Oil Losses pada Proses Pengolahan Crude Palm Oil dengan Metode Six Sigma di PT. XYZ

Author : Patrice Yolanda Kezia Panggabean, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2817
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 9 Issue 2 – 2026 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Analisis *Oil Losses* pada Proses Pengolahan *Crude Palm Oil* dengan Metode *Six Sigma* di PT. XYZ

Patrice Yolanda Kezia Panggabean*, Theressa Rosalinda Manalu, Rafa Martiza Tabina, Ingrid Emmanuela Sugiapranata, Stephen Gerrard Pasaribu

Program Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, 201555, Indonesia

patricepgbn@gmail.com, theressamanalu12@gmail.com, rafamaritza85@gmail.com, ingrides1435@gmail.com, stephenpasaribu0208@gmail.com

Abstrak

Proses pengolahan TBS menjadi CPO melibatkan banyak aktivitas yang menyebabkan timbulnya *oil losses*, yang menjadi salah satu indikator penting dalam menilai efisiensi produksi di pabrik kelapa sawit. Penilaian kualitas dengan penerapan metode *Six Sigma* digunakan untuk menganalisis tingkat *oil losses* pada proses pengolahan CPO di PT. XYZ. Data-data dikumpulkan melalui penelitian secara langsung dengan berfokus pada data kehilangan minyak di beberapa titik proses, yaitu air rebusan, tandan kosong, biji, dan ampas. Analisis dilakukan dengan menghitung kapabilitas proses (*Process Capability/CP*), *Defect per Million Opportunity* (DPMO), serta level sigma proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CP pada air rebusan sebesar 0,9573, tandan kosong sebesar 1,0000, biji sebesar 0,8483, dan ampas sebesar 0,8045. Berdasarkan penelitian, diperoleh nilai DPMO sebesar 16.818,75, dan level sigma sebesar 3,6244. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses pengolahan TBS menjadi CPO di PT. XYZ masih berada pada tingkat kapabilitas proses yang cukup baik, namun masih terdapat potensi perbaikan untuk menekan tingkat *oil losses*. Maka dari itu, dibutuhkan pengendalian proses produksi secara berkelanjutan, sehingga diperoleh kualitas produksi yang baik, dan rendemen minyak dapat meningkat.

Kata Kunci: *Crude Palm Oil; Kualitas; Oil Losses; Six Sigma*

Abstract

The process of converting fresh fruit bunches (FFB) into crude palm oil (CPO) involves numerous activities that result in oil losses, which serve as a key indicator for assessing production efficiency at palm oil mills. A quality assessment using the Six Sigma methodology was employed to analyze the level of oil losses in the CPO processing at PT. XYZ. Data were collected through direct research focusing on oil loss data at several process points, namely boiling water, empty bunches, seeds, and pomace. The analysis was conducted by calculating process capability (CP), Defects per Million Opportunities (DPMO), and the production process sigma level. The results of the study show that the CP value for the boiling water is 0.9573, for empty bunches is 1.0000, for seeds is 0.8483, and for pomace is 0.8045. Based on the study, a DPMO value of 16,818.75 and a sigma level of 3.6244 were obtained. These results indicate that the process of converting TBS into CPO at PT. XYZ is still at a fairly good level of process capability; however, there is still potential for improvement to reduce oil loss rates. Therefore, continuous control of the production process is required to ensure good production quality and to increase oil yield.

Keywords: *Crude Palm Oil; Oil Losses; Six Sigma; Quality*

1. Pendahuluan

Kualitas dapat diartikan sebagai *fitness for use* atau ketepatangunaan sebuah barang atau jasa terhadap keinginan pasar atau konsumen [1]. Manajemen kualitas dalam industri kelapa sawit pada dasarnya berfokus pada minimalisasi variabilitas proses dan pemborosan operasional, khususnya terkait munculnya kehilangan minyak (*oil losses*) selama proses ekstraksi. Tingkat kehilangan minyak yang tinggi tidak hanya menunjukkan pengurangan langsung pada hasil produksi (rendemen), tetapi juga mengindikasikan kondisi pengolahan yang kurang optimal sehingga mengganggu standar kualitas keseluruhan pada *Crude Palm Oil* (CPO) [2].

Kehilangan minyak dapat diartikan sebagai sebuah keadaan berkurangnya total minyak yang seharusnya masih dapat diperoleh melalui proses teknologi, tetapi tidak dapat dikembalikan karena sudah hilang. Kehilangan ini menunjukkan seberapa besar minyak yang tidak berhasil diekstraksi atau terambil selama tahapan pengolahan berlangsung, baik akibat keterbatasan teknologi, kondisi operasional yang kurang optimal, maupun faktor manusia [3].

Angka *oil losses* menjadi salah satu indikator penting dalam menilai efisiensi proses produksi, karena semakin besar nilai kehilangan minyak, maka semakin rendah pula rendemen yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengendalian dan pengukuran *oil losses* secara berkala sangat diperlukan agar perusahaan dapat menjaga kualitas produksi sekaligus meminimalkan kerugian. Kehilangan minyak pada air rebusan (*oil in fruitlet*) sering kali menjadi titik kritis yang memerlukan standarisasi durasi dan tekanan uap guna memastikan proses pemisahan minyak berjalan optimal sejak tahap awal [4]. Melalui identifikasi akar penyebab yang mendalam, ditemukan bahwa faktor pemeliharaan mesin yang tidak terjadwal secara periodik berkontribusi signifikan terhadap fluktuasi tingkat *oil losses* pada unit filtrasi [5].

Untuk memperoleh rendemen CPO yang maksimal, perusahaan menerapkan pengendalian proses yang bertujuan meminimalkan kehilangan minyak selama kegiatan produksi. Besarnya kehilangan minyak dipengaruhi oleh kinerja pada setiap tahapan pengolahan, mulai dari proses perebusan hingga proses klarifikasi. Dalam industri pengolahan kelapa sawit, kehilangan minyak merupakan kondisi yang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya. Titik-titik yang berpotensi menyebabkan kehilangan minyak umumnya terdapat pada stasiun sterilizer, stasiun press, dan stasiun klarifikasi. Sebabnya, perusahaan perlu melakukan evaluasi dan analisis secara berkala terhadap tingkat kehilangan minyak yang terjadi, karena apabila nilainya melampaui standar yang ditetapkan, dampaknya dapat menurunkan efisiensi produksi dan menimbulkan kerugian yang cukup besar bagi perusahaan.

Implementasi metode *Six Sigma* pada lini produksi kelapa sawit terbukti mampu menekan persentase *oil losses* melalui identifikasi variabilitas proses yang menyebabkan minyak terbuang pada sisa produksi [6]. Sebagai metodologi perbaikan kualitas produk, metode *Six Sigma* fokus dalam pengurangan variasi proses guna mencapai efisiensi maksimal dalam sistem manufaktur [7]. Siklus DMAIC menyediakan kerangka kerja sistematis untuk memetakan akar penyebab tingginya kehilangan minyak pada stasiun pengepresan [8]. Penggunaan nilai DPMO serta tingkat sigma pada tahap *Measure* memberikan gambaran kuantitatif mengenai sejauh mana stasiun pengolahan mampu menekan kehilangan minyak di bawah ambang batas yang diizinkan [9]. Penerapan strategi *Six Sigma* secara konsisten bertujuan untuk mengidentifikasi variabel proses yang menyebabkan kegagalan ekstraksi, sehingga perusahaan dapat menekan persentase kehilangan minyak hingga mencapai standar performa proses yang lebih kompetitif [10].

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan yang berfokus pada pengolahan *Crude Palm Oil* serta inti sawit (kernel). PT. XYZ mengolah sebanyak 30 ton TBS/ jam setiap harinya. Proses pengolahan CPO dimulai dari stasiun loading ramp, dilanjutkan ke *sterilizer*, *thresher*, *press*, klarifikasi, hingga ke stasiun kernel. Perusahaan ini juga menetapkan standar kehilangan minyak (*oil losses*) berdasarkan ketentuan norma yang ditetapkan guna menjaga kualitas dan pencapaian rendemen secara optimal.

2. Metodologi Penelitian

Secara fundamental, metodologi penelitian adalah struktur logika yang mendasari seluruh proses penelitian yang disusun secara sistematis untuk memandu jalannya penelitian [11].

2.1. Pengumpulan Data

2.1.1. Standar Oil Losses di PT. XYZ

Standar *oil losses* yang terdapat pada PT. XYZ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Oil Losses di PT. XYZ

Losses CPO	
Parameter	Norma
Air Rebusan	<0,80%
Tandan Kosong	<2,00%
Biji	<0,83%
Ampas	<4,00%

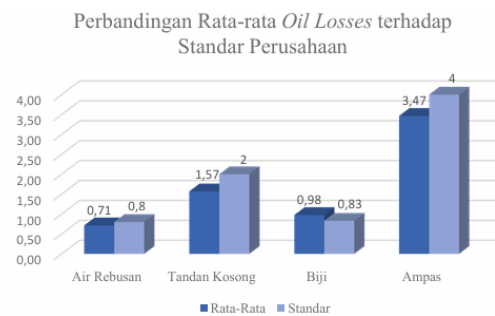
2.1.2. Data Kadar Oil Losses

Penelitian dilakukan dengan mengambil data hasil pengujian banyaknya *oil losses* pada air rebusan, tandan kosong, biji, dan ampas. Data kadar *oil losses* PT. XYZ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kadar *Oil Losses*

Air Rebusan	Tandan Kosong	Biji	Ampas
1,74	1,61	0,76	3,43
0,27	2,18	0,97	3,61
0,86	1,58	0,97	3,41
0,30	2,02	1,10	3,02
0,78	1,48	1,00	3,50
0,51	1,91	0,92	3,44
0,66	1,41	0,85	3,99
0,51	1,15	1,09	3,69
0,15	1,97	1,13	3,71
0,78	1,30	0,87	3,36
0,22	1,22	0,99	3,50
0,73	1,91	0,98	3,21
0,75	2,08	0,88	3,22
1,13	0,94	1,01	3,26
0,62	1,48	1,04	3,45
1,42	0,88	1,05	3,68
11,43	25,12	15,61	55,48
0,71	1,57	0,98	3,47

Adapun perbandingan antara *oil losses* dengan standar perusahaan yang ditetapkan adalah sebagai berikut.

Gambar 1. Perbandingan *Oil Losses* dengan Standar Perusahaan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Peta Moving Range

Berdasarkan data pada Tabel 3, maka dapat dihitung untuk memperoleh peta *Moving Range* pada air rebusan, tandan kosong, biji, serta ampas. Peta *moving range* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$MR = \frac{\sum MR_i}{n}$$

Hasil perhitungan nilai MR dari air rebusan, tandan kosong, biji, dan ampas adalah sebagai terlihat pada Tabel 3.

Maka diperoleh nilai MR pada air rebusan ialah sebesar 0,4960. Rekapitulasi nilai MR air rebusan, tandan kosong, biji, dan ampas adalah sebagai terlihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Nilai MR

No.	MR Air Rebusan	MR Tandan Kosong	MR Biji	MR Ampas
1.	-	-	-	-
2.	1,47	0,57	0,21	0,18
3.	0,59	0,60	0,00	0,20
4.	0,56	0,44	0,13	0,39
5.	0,48	0,54	0,10	0,48
6.	0,27	0,43	0,08	0,06
7.	0,15	0,50	0,07	0,55
8.	0,15	0,26	0,24	0,30
9.	0,36	0,82	0,04	0,02
10.	0,63	0,67	0,26	0,35
11.	0,56	0,08	0,12	0,14
12.	0,51	0,69	0,01	0,29
13.	0,02	0,17	0,10	0,01
14.	0,38	1,14	0,13	0,04
15.	0,51	0,54	0,03	0,19
16.	0,80	0,60	0,01	0,23
Jumlah	7,44	8,05	1,53	3,43

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai MR

Losses	MR
Air Rebusan	0,4960
Tandan Kosong	0,5367
Biji	0,1020
Ampas	0,2287

UCL & LCL dihitung agar dapat diketahui apakah data tetap ada pada batas kontrol atau tidak. Adapun perhitungan UCL & LCL pada air rebusan adalah sebagai berikut.

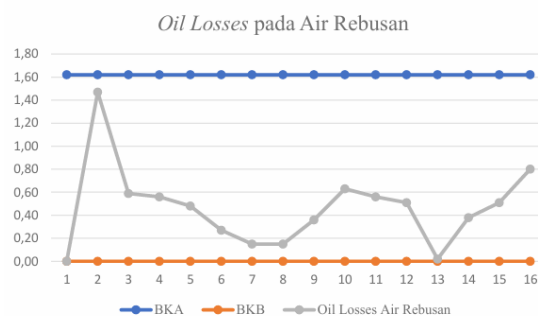
$$\begin{aligned}
 \text{UCL} &= D_4 \times \text{MR} & \text{LCL} &= D_3 \times \text{MR} \\
 &= 3,267 \times 0,4960 & &= 0 \times 0,4960 \\
 &= 1,6204 & &= 0
 \end{aligned}$$

Maka rekapitulasi perhitungan UCL dan LCL pada air rebusan, tandan kosong, biji, dan ampas adalah sebagai berikut.

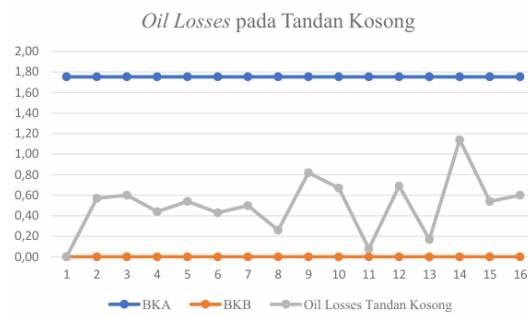
Tabel 5. Rekapitulasi UCL dan LCL

Batas	Air Rebusan	Tandan Kosong	Biji	Ampas
UCL	1,6204	1,7533	0,3332	0,7471
LCL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

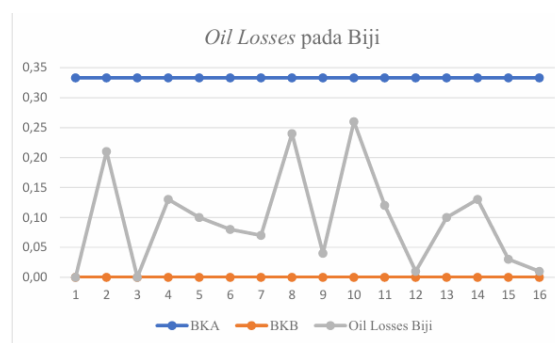
Grafik hasil pengujian *oil losses* pada air rebusan adalah sebagai berikut.

Gambar 2. Grafik *Oil Losses* pada Air Rebusan

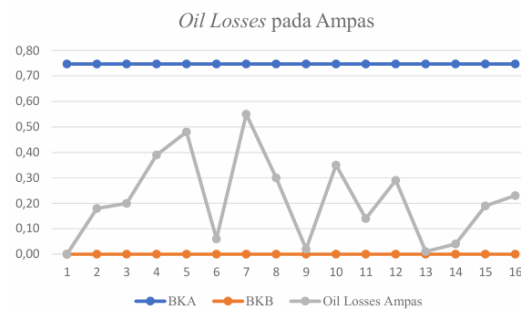
Grafik hasil pengujian *oil losses* pada tandan kosong adalah sebagai berikut.

Gambar 3. Grafik *Oil Losses* pada Tandan Kosong

Grafik hasil pengujian *oil losses* pada biji adalah sebagai berikut.

Gambar 4. Grafik *Oil Losses* pada Biji

Grafik hasil pengujian *oil losses* pada ampas adalah sebagai berikut.

Gambar 5. Grafik *Oil Losses* pada Ampas

3.2. Peta I-MR

Berdasarkan tabel data kadar *oil losses*, maka dapat selanjutnya dihitung untuk membuat peta I-MR air rebusan, tandan kosong, biji, serta ampas menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Hasil perhitungan nilai X_i dari air rebusan, tandan kosong, biji, dan ampas dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai X_i

No.	Air Rebusan	Tandan Kosong	Biji	Ampas
1.	1,74	1,61	0,76	3,43
2.	0,27	2,18	0,97	3,61
3.	0,86	1,58	0,97	3,41
4.	0,30	2,02	1,10	3,02
5.	0,78	1,48	1,00	3,50
6.	0,61	1,91	0,92	3,44
7.	0,66	1,41	0,85	3,99
8.	0,51	1,15	1,09	3,69
9.	0,15	1,97	1,13	3,71
10.	0,78	1,30	0,87	3,36
11.	0,22	1,22	0,99	3,50
12.	0,73	1,91	0,98	3,21
13.	0,75	2,08	0,88	3,22
14.	1,13	0,94	1,01	3,26
15.	0,62	1,48	1,04	3,45
16.	1,42	0,88	1,05	3,68
Jumlah	11,43	25,12	15,61	55,48

Maka diperoleh nilai $\bar{X}$ pada air rebusan yaitu sebesar 0,7144, dengan rekapitulasi pada tabel berikut.

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai $\bar{X}$

<i>Losses</i>	$\bar{X}$
Air Rebusan	0,7144
Tandan Kosong	1,5700
Biji	0,9756
Ampas	3,4675

Adapun perhitungan UCL & LCL pada air rebusan dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 UCL &= \bar{X} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} & LCL &= \bar{X} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \\
 &= 0,7144 + 3 \frac{0,4650}{1,128} & &= 0,7144 - 3 \frac{0,4650}{1,128} \\
 &= 1,9511 & &= - 0,5223 = 0
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi nilai UCL dan LCL pada peta I-MR.

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai UCL dan LCL Peta I-MR

Batas	Air Rebusan	Tandan Kosong	Biji	Ampas
UCL	1,9511	2,9081	1,2299	4,0476
LCL	0,0000	0,2319	0,7213	2,8974

3.3. Process Capability

Berdasarkan pada tabel data kadar oil losses dilakukan perhitungan untuk process capability pada air rebusan, tandan kosong, biji dan ampas. Contoh perhitungan nilai CP untuk air rebusan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CP &= \frac{USL - LSL}{6\sigma} \\
 CP &= \frac{1,9511 - (- 0,5223)}{6(0,4306)} = 0,9573
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi nilai CP pada air rebusan, tandan kosong, biji, dan ampas.

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai CP

<i>Losses</i>	<i>CP</i>
Air Rabusan	0,9573
Tandan Kosong	1,0000
Biji	0,8483
Ampas	0,8045

3.4. Defect per Million Opportunity (DPMO)

Untuk perhitungan DPMO dapat dilihat sebagai berikut.

$$\text{Defect per Unit} = \frac{\text{Defect}}{\text{Unit}} = \frac{6,73\%}{4} = 1,68\% = 0,0168$$

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPU} \times 1.000.000 \\ &= 0,0168 \times 1.000.000 \\ &= 16.818,75 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai sigma adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Six Sigma Level} &= \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 16.818,75}{1.000.000} \right) + 1,5 \\ &= \text{NORMSINV} (0,9832) + 1,5 \\ &= 2,1244 + 1,5 = 3,6244 \end{aligned}$$

Nilai Six Sigma level = 3,6244 menunjukkan tingkat kapabilitas suatu proses produksi dalam menghasilkan produk bebas cacat, berdasarkan perhitungan statistik terhadap jumlah defect dan peluang cacat (*opportunity*).

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis *oil losses* pada proses pengolahan CPO di PT. XYZ dengan menggunakan metode *Six Sigma* mengindikasikan masih adanya potensi kehilangan minyak pada beberapa tahapan produksi, seperti pada air rebusan, tandan kosong, biji, dan ampas. Nilai kapabilitas proses (*Process Capability/CP*) yang diperoleh mengungkapkan bahwa tidak seluruh proses telah berjalan pada tingkat kinerja yang optimal. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai DPMO sebesar 16.818,75 dengan level sigma sebesar 3,6244, yang menandakan bahwa performa proses produksi tergolong cukup baik, meskipun masih terdapat peluang perbaikan untuk menekan tingkat cacat dan meningkatkan efisiensi operasional. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan pengendalian dan pemantauan proses secara konsisten agar kehilangan minyak dapat diminimalkan serta kualitas dan rendemen CPO dapat terus ditingkatkan. Di samping itu, faktor-faktor operasional seperti penyetelan mesin, efektivitas pengawasan proses, dan ketelitian operator juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besarnya *oil losses* yang terjadi selama proses pengolahan.

References

- [1]A. Adyatama and N. U. Handayani, "PERBAIKAN KUALITAS MENGGUNAKAN PRINSIP KAIZEN DAN 5 WHY ANALYSIS: STUDI KASUS PADA PAINTING SHOP KARAWANG PLANT 1, PT TOYOTA MOTOR MANUFACTURING INDONESIA," 2018.
- [2]F. R. and K. W., "Integration of Six Sigma and Fuzzy FMEA to Reduce Oil Losses in The Crude Palm Oil (CPO) Processing Industry," *International Journal of Social Service and Research*, vol. 4, no. 1, 2024.
- [3]M. Nur, "Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil (CPO) di PT. Sebang Multi Sawit," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 8, no. 1, 2022.
- [4]P. I., "Analisis Pengendalian Mutu CPO dengan Metode Six Sigma di Pabrik Kelapa Sawi," *Jurnal Citra Widya Edukasi*, vol. 7, no. 1, 2015.
- [5]G. R., "Quality Control Analysis of Crude Palm Oil (CPO) Using Six Sigma Method," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 3, 2020.
- [6]A. P. R. Meutia and I. D., "Analisis Pengendalian Kehilangan Minyak (Oil Losses) Pada Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Metode Six Sigma," *Industrial Engineering Journal*, vol. 12, no. 2, 2023.
- [7]M. Safrizal, "Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma," *Jurnal Manajemen dan Keuangan*, vol. 5, no. 2.

- [8]S. N, “Pengendalian Kualitas Produk Crude Palm Oil (CPO) dengan Metode Six Sigma,” vol. 11, no. 4, 2022.
- [9]I. Siregar, “Lean Six Sigma for Manufacturing Industry,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 309, no. 1, 2018.
- [10]S. D.P and M. R. Rosyidi, “Analisis Pengendalian Kualitas Produksi CPO Menggunakan Metode Six Sigma,” *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [11]R. Ginting, *Metode Perancangan Produk* . Medan: USU Press, 2021.