



PAPER – OPEN ACCESS

Penerapan Metode Six Sigma untuk Permasalahan Kadar Air Minyak Kelapa Sawit pada Vacuum Oil Dryer PT XYZ

Author : Jesslyn, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2825
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



Penerapan Metode *Six Sigma* untuk Permasalahan Kadar Air Minyak Kelapa Sawit pada *Vacuum Oil Dryer* PT XYZ

Jesslyn^{a*}, Abel A. Dhyra^a, Philip Kwek^b, Josceline Siawinnata^c

^aProgram Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia

^cProgram Studi Perpajakan, Fakultas Vokasi, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia

wangjesslyn168@gmail.com, abelageshwara@gmail.com, philipelzers@gmail.com, siawinnata.js@gmail.com

Abstrak

Vacuum oil dryer merupakan salah satu mesin yang digunakan pada proses produksi PT XYZ. *Vacuum oil dryer* digunakan untuk mengurangi kadar air pada *crude oil* sebelum dialirkan menuju *daily tank*. Proses pengeringan pada *vacuum oil dryer* penting untuk menjaga kualitas minyak kelapa sawit dan mencegah peningkatan kadar *free fatty acid* (FFA) selama penyimpanan. Data kadar air rata-rata minyak kelapa sawit hasil pengeringan *vacuum oil dryer* PT XYZ sejak tanggal 16 Juni 2025 hingga 16 Juli 2025 menunjukkan adanya hasil pengeringan yang berada di luar batas standar. Metode *Six Sigma* merupakan pengembangan dari pendekatan *Total Quality Management* (TQM) yang mulai berkembang pada era 1980-an. Konsep *Six Sigma* berfokus pada upaya mengurangi kesalahan atau cacat produk secara sistematis melalui tahapan DMAIC, yaitu *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*. Tahap *analyze* menggunakan *fishbone diagram* menunjukkan bahwa penyebab tingginya kadar air pada minyak kelapa sawit terdiri dari faktor material, mesin, metode, dan manusia. Tahap *improve* menghasilkan saran-saran perbaikan dari setiap faktor, misalnya pengawasan yang lebih baik terhadap operator, pergantian jenis mesin, pemrosesan material yang lebih terintegrasi, dan penetapan SOP serta dokumentasi yang lebih terstruktur.

Kata Kunci: kadar air; minyak kelapa sawit; *Six Sigma*

Abstract

A *vacuum oil dryer* is one of the machines used in the production process at PT XYZ. The *vacuum oil dryer* is used to reduce the moisture content in *crude oil* before it is transferred to the *daily tank*. The drying process in the *vacuum oil dryer* is crucial for maintaining the quality of palm oil and preventing an increase in *free fatty acid* (FFA) levels during storage. Data on the average moisture content of palm oil after drying in the *vacuum oil dryer* in PT XYZ from June 16, 2025, to July 16, 2025, indicates that some drying results fall outside the standard limits. The *Six Sigma* method is a development of the *Total Quality Management* (TQM) approach that began to grow in the 1980s. The *Six Sigma* concept focuses on systematically reducing errors or product defects through the DMAIC stages, namely *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, and *Control*. In the *analyze* stage, the use of a *fishbone diagram* shows that the causes of high moisture content in palm oil consist of material, machine, method, and man factors. The *improve* stage produces recommendations for improvements for each factor, such as better supervision of operators, changing the type of machine, more integrated material processing, and the establishment of more structured SOPs and documentation.

Keywords: moisture content; palm oil; *Six Sigma*

1. Latar Belakang

PT XYZ merupakan perusahaan dengan lingkup kerja pengolahan kelapa sawit. Salah satu tahapan dalam proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit menjadi *crude palm oil* (CPO) di pabrik kelapa sawit adalah proses klarifikasi atau pemurnian minyak. Pada stasiun klarifikasi tersebut, terdapat tahap pengeringan yang dilakukan menggunakan unit *vacuum dryer*.

Unit ini berperan dalam menurunkan kadar air pada minyak, sehingga dihasilkan minyak dengan kandungan air dan asam lemak bebas (ALB) yang rendah, serta memenuhi standar kualitas CPO [1].

Kadar air (*moisture content*) merupakan parameter penting dalam menentukan tingkat kemurnian minyak atau lemak, serta berkaitan dengan umur simpan, aroma, dan cita rasa. Selain itu, kadar air juga menjadi faktor utama dalam menentukan kualitas minyak atau lemak yang dihasilkan, karena berperan dalam mempercepat proses oksidasi dan hidrolisis yang dapat menyebabkan ketengikan. Kadar air yang semakin tinggi artinya semakin cepat minyak mengalami ketengikan [2]. Pada PT XYZ, harapan kadar air pada *output* minyak kelapa sawit berada di bawah 0,20%.

Prinsip kerja *vacuum dryer* didasarkan pada kondisi vakum, di mana minyak dari *oil purifier tank* disemprotkan melalui *nozzle*. Dalam proses ini, air akan terhisap ke atas oleh pompa vakum, sementara minyak disemprotkan dan jatuh ke bawah dan kemudian dipompa menuju *storage tank*. Tekanan yang digunakan sangat rendah, yaitu di bawah tekanan atmosfer, dengan tujuan mempercepat proses penguapan air atau fluida meskipun belum mencapai titik didihnya. Karena minyak bertitik didih lebih tinggi dibandingkan air, maka air akan lebih dahulu menguap sebelum mencapai titik didihnya [3]. Pada PT XYZ, pengaturan tekanan dalam *vacuum oil dryer* diupayakan berada pada sekitar -740 hingga -760 mmHg. Dengan pengaturan tersebut, data produksi sejak tanggal 16 Juni 2025 hingga 16 Juli 2025 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Operating Time, Total Output, dan Kadar Air Vacuum Oil Dryer*

No.	Tanggal	Operating Time (menit)	Total Output (ton)	Kadar Air Rata-Rata (%)
1	16/06/2025	672	69,553	0,16
2	17/06/2025	612	63,343	0,18
3	18/06/2025	676	70,023	0,21
4	19/06/2025	684	71,110	0,17
5	20/06/2025	612	63,482	0,16
6	21/06/2025	648	67,788	0,11
7	23/06/2025	801	82,443	0,17
8	24/06/2025	605	62,714	0,14
9	25/06/2025	774	80,710	0,10
10	26/06/2025	711	74,006	0,13
11	28/06/2025	705	73,833	0,17
12	30/06/2025	809	85,500	0,13
13	1/07/2025	654	68,130	0,21
14	2/07/2025	702	72,986	0,13
15	3/07/2025	546	57,545	0,19
16	4/07/2025	600	62,488	0,13
17	5/07/2025	648	67,173	0,21
18	7/07/2025	731	76,605	0,16
19	8/07/2025	641	66,733	0,18
20	9/07/2025	747	77,389	0,15
21	10/07/2025	792	81,886	0,16
22	11/07/2025	624	64,769	0,23
23	12/07/2025	702	72,288	0,24
24	14/07/2025	678	70,313	0,25
25	15/07/2025	561	58,303	0,18
26	16/07/2025	534	55,865	0,20

Data kadar air rata-rata minyak kelapa sawit hasil pengeringan *vacuum oil dryer* sejak tanggal 16 Juni 2025 hingga 16 Juli 2025 menunjukkan adanya hasil pengeringan yang berada di luar batas standar, yaitu pada tanggal 18 Juni, 1 Juli, 5 Juli, 11 Juli, 12 Juli, dan 14 Juli. Kadar air tinggi dapat menurunkan kualitas minyak kelapa sawit dan jika melewati standar pengiriman yang telah disepakati dengan pembeli dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

2. Metodologi Penelitian

Metode *Six Sigma* merupakan pengembangan dari pendekatan *Total Quality Management* (TQM) yang mulai berkembang pada era 1980-an. Konsep *Six Sigma* berfokus pada upaya mengurangi kesalahan atau cacat produk secara sistematis melalui tahapan DMAIC, yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*. DMAIC merupakan metode terstruktur yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan kompleks dalam proses bisnis, baik pada bidang manufaktur maupun layanan [4].

2.1. Define

Pendekatan DMAIC diawali dengan tahap *Define*, yaitu ketika perusahaan menetapkan masalah atau tujuan spesifik yang ingin dicapai terkait kualitas produk. Tahap *Define* menjadi sangat penting karena menjadi landasan bagi seluruh langkah berikutnya [5].

2.2. Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap kinerja proses yang sedang berlangsung serta pengumpulan data tambahan. Tujuannya adalah untuk memahami kondisi aktual proses dan mengukur secara kuantitatif permasalahan maupun peluang yang ada [6].

2.3. Analyze

Tahap *Analyze* merupakan tahap ketiga yang berfokus pada evaluasi penyebab terjadinya cacat. Pada tahap ini analisis dilakukan terhadap data yang telah terkumpulkan sebelumnya guna mengidentifikasi akar penyebab dari cacat yang diprioritaskan, dengan menggunakan alat bantu, contohnya diagram *fishbone* [7].

2.4. Improve

Langkah berikutnya adalah menentukan metode perbaikan untuk setiap penyebab yang telah diidentifikasi. Tujuannya adalah mendapatkan solusi yang tepat serta dapat diterapkan secara efektif oleh perusahaan [8].

2.5. Control

Tahap *Control* berfungsi sebagai proses supervisi dan pemantauan terhadap rencana perbaikan yang telah disusun dan dijadwalkan. Dengan kata lain, pada tahap ini hasil improvement dipertahankan agar tetap berjalan sesuai yang diharapkan [9].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Define

Tingginya kadar air pada minyak kelapa sawit hasil pengeringan *vacuum oil dryer* menunjukkan *vacuum oil dryer* belum efektif menjalankan fungsinya.

3.2. Measure

Perhitungan efektivitas *vacuum oil dryer* dilakukan dengan perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE). OEE merupakan nilai yang menunjukkan tingkat efektivitas suatu mesin atau peralatan. Perhitungan OEE dilakukan dengan mengukur tingkat ketersediaan (*availability*) mesin/peralatan, efisiensi kinerja proses, serta tingkat kualitas produk yang dihasilkan [10]. Nilai OEE berstandar dunia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai OEE Standar Dunia

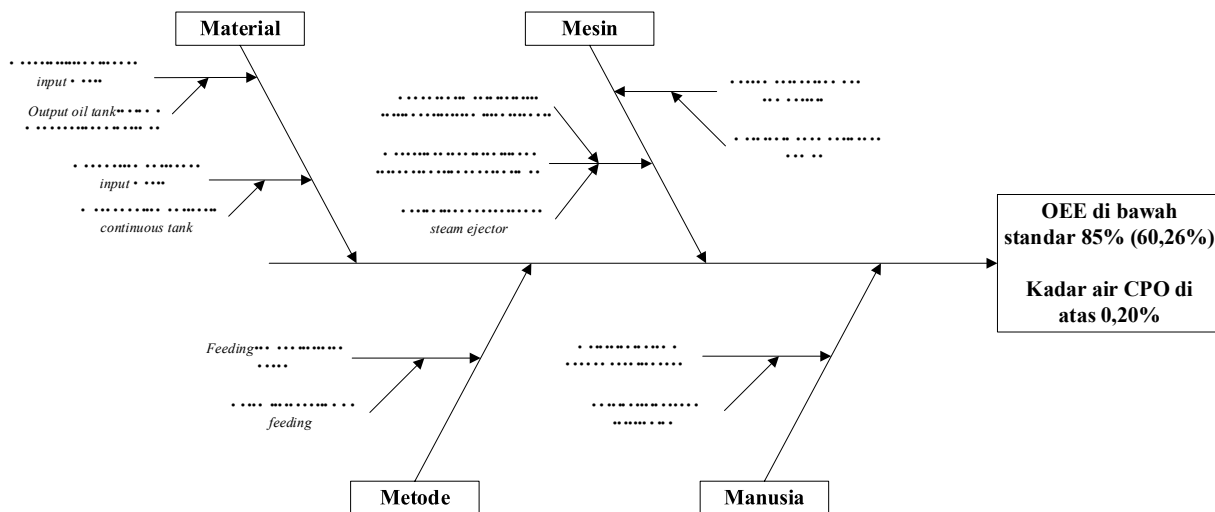
Faktor	Value
<i>Availability</i>	≥ 90%
<i>Performance</i>	≥ 95%
<i>Quality</i>	≥ 99%
OEE	≥ 85%

Hasil perhitungan *availability* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 80,71%, hasil perhitungan *performance* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 96,91%, dan hasil perhitungan *quality* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 76,92%. Hasil perhitungan OEE menunjukkan nilai rata-rata sebesar 60,26%.

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa OEE *vacuum oil dryer* pada PT XYZ belum mencapai standar internasional, dengan satu dari tiga parameter telah mencapai standar internasional yaitu *performance*. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengeringan minyak oleh *vacuum oil dryer* belum optimal.

3.3. Analyze

Penyebab rendahnya kualitas proses produksi dianalisis menggunakan diagram Ishikawa atau diagram *fishbone* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



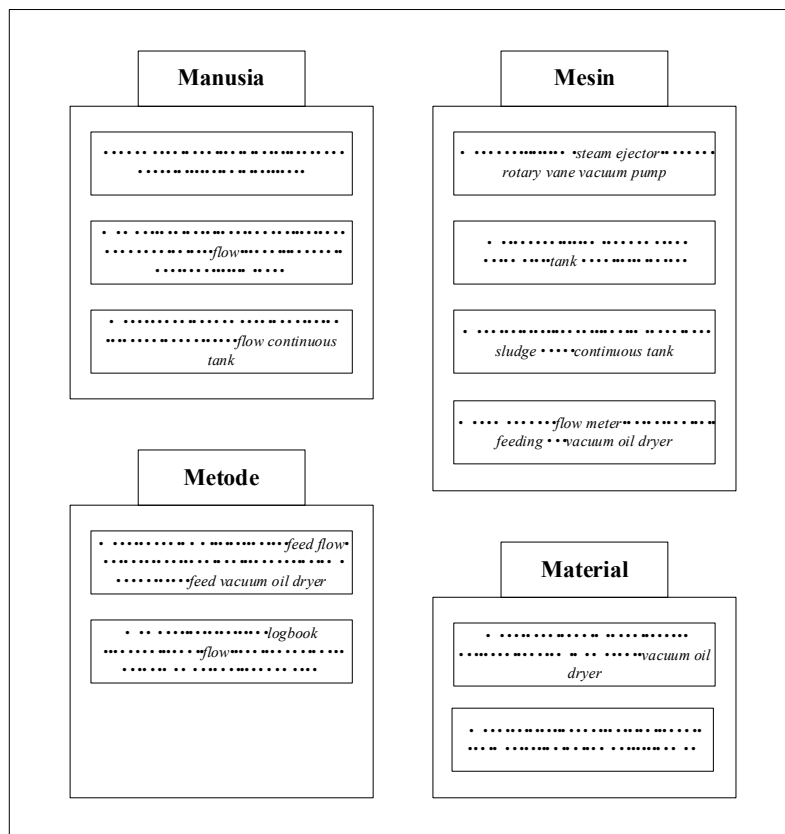
Gambar 1. Diagram Fishbone Proses Produksi Vacuum Oil Dryer

Penyebab dapat dikategorikan dalam beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

- **Manusia.** Operator yang bertanggung jawab terhadap stasiun klarifikasi pada PT XYZ adalah sebanyak 1 orang. Operator stasiun klarifikasi bertanggung jawab terhadap *continuous tank*, *decanter*, *oil tank*, *sludge tank*, dan *vacuum oil dryer*. Perbedaan level ketinggian dan cakupan area yang luas pada stasiun klarifikasi tanpa pola kerja yang terstruktur menyebabkan operator kewalahan dalam melakukan pengawasan.
- **Mesin.** Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya kadar air pada minyak kelapa sawit hasil pengeringan *vacuum oil dryer* yaitu tekanan yang belum optimal. *Vacuum oil dryer* yang digunakan PT XYZ masih menggunakan sistem *steam ejector* yang memerlukan waktu satu jam untuk mencapai kekuatan vakum maksimalnya. Selain memakan waktu yang lama, kekuatan vakum maksimal yang dapat dicapai *vacuum oil dryer* yang digunakan saat ini yaitu tekanan hanya sebesar -600 hingga -620 mmHg (dengan adanya *feed*), sedangkan pada SOP tekanan yang seharusnya tercapai adalah -740 hingga -760 mmHg. Dengan tekanan yang diperoleh saat ini, suhu *crude oil* dari *feed* harus mencapai sekitar 90°C untuk dapat menguap secara optimal. Hal ini dapat memburuk jika terjadi kebocoran pada *steam ejector* sehingga tekanan bahkan tidak dapat mencapai -600 mmHg. Mempertimbangkan kebocoran *steam* yang sulit dideteksi, perbaikan kebocoran dapat memakan waktu yang lama pula. Permasalahan lain yang dapat ditemui pada faktor mesin yaitu tersumbatnya pompa yang mengalirkan air pada sistem *steam vacuum oil dryer*. Hal ini dapat terjadi karena kotoran seperti lumpur pada air yang menumpuk dan menyumbat pompa.
- **Material.** *Crude oil* yang memasuki *vacuum oil dryer* berasal dari *oil tank* yang dilengkapi dengan *heating coil* untuk menjaga suhu *crude oil* pada sekitar 90°C. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan emulsifikasi minyak dan air yang akan menyulitkan pengeringan *crude oil* tersebut, sedangkan suhu yang terlalu rendah menyebabkan pengeringan yang tidak optimal pada *vacuum oil dryer*. Suhu 90°C dicapai oil tank setelah sekitar 2 jam beroperasi, yang artinya sebelum suhu tersebut dicapai, minyak kelapa sawit hasil pengeringan *vacuum oil dryer* masih memiliki kadar air yang tinggi. Permasalahan lain yang dapat ditemui pada faktor material yaitu adanya lumpur pada *feed vacuum oil dryer*. Lumpur atau *sludge* sebagai salah satu komponen hasil klarifikasi pada *continuous tank* dapat masuk pada *oil tank* hingga ke *vacuum oil dryer* jika operator tidak mengawasi level ketinggian fase *oil* dan *sludge* dengan baik.
- **Metode.** Salah satu tanggung jawab operator pada *vacuum oil dryer* yaitu mengatur *flow feed* yang masuk pada *vacuum oil dryer*. *Feed flow* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan waktu kontak *crude oil* yang terlalu singkat, penurunan kekuatan vakum karena ketidakseimbangan *inflow* dan *outflow*, hingga *overflow* minyak kelapa sawit hasil pengeringan karena telah melebihi kapasitas *vacuum oil dryer*. Saat ini, belum terdapat *standard operating procedure* (SOP) terkait pengaturan *flow feed vacuum oil dryer* sehingga pengaturan *flow* didasarkan pada penilaian pribadi operator.

3.4. Improve

Observasi langsung serta diskusi dengan tekniker dan operator pabrik menghasilkan beberapa solusi yang dapat ditawarkan untuk menyelesaikan masalah OEE yang rendah dan digambarkan melalui suatu diagram afinitas yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Afinitas Proses Produksi Vacuum Oil Dryer

Diagram afinitas mengategorikan solusi dalam 4 faktor yaitu sebagai berikut.

- **Manusia.** Operator sebaiknya diawasi dengan lebih baik dalam pengawasan tekanan, suhu, dan level minyak pada stasiun klarifikasi. Hal ini dilakukan untuk mencegah kelalaian operator dalam melaksanakan tugasnya. Selain itu, operator sebaiknya diberikan pemahaman mengenai hubungan antara *flow*, suhu, tekanan, dan kadar air supaya dapat mengambil tindakan yang lebih akurat dalam melaksanakan tugasnya.
- **Mesin.** Salah satu saran perbaikan yang dapat diberikan yaitu menggunakan *vacuum pump* sebagai pengganti *steam ejector*. *Vacuum pump* seperti *rotary vane vacuum pump* memberikan keunggulan dalam durasi yang lebih pendek untuk mencapai tekanan vakum yang diinginkan serta kekuatan vakum maksimal yang lebih tinggi dibandingkan *steam ejector*. Proses pengeringan yang lebih optimal dapat meningkatkan kualitas minyak kelapa sawit yang disalurkan kepada pembeli. Pemasangan alat ukur seperti sensor level minyak dan *flow meter* serta perancangan sistem pengawasan yang terintegrasi terhadap parameter-parameter tangki dan mesin seperti suhu *oil tank*, tekanan *vacuum oil dryer*, dan sebagainya dapat mempermudah pengawasan operator. Monitor pada satu tempat memungkinkan operator untuk mengetahui kondisi setiap tangki dan mesin secara *real time* dan mengambil tindakan yang tepat sesuai kondisi tersebut.
- **Material.** Suhu *crude oil* sebaiknya mulai ditingkatkan sejak tahap awal klarifikasi. Suhu *crude oil* pada *sand trap* dipertahankan pada suhu 80–85°C, *crude oil tank* pada suhu 60–70°C, dan *continuous tank* pada suhu 90°C [11]. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan sistem *steam sparging*, di mana *steam* akan diinjeksikan secara langsung pada *crude oil* dalam tangki untuk menaikkan suhunya dalam waktu singkat. Dengan demikian, waktu yang diperlukan oleh *crude oil* pada *oil tank* untuk mencapai suhu 90°C dapat diminimalisir. Permasalahan tersumbatnya pompa air dapat diatasi dengan melakukan *water treatment* terlebih dahulu, misalnya dengan penyaringan atau sedimentasi.
- **Metode.** Penetapan *standard operating procedure* (SOP) yang jelas terkait pengaturan *feed flow* berdasarkan suhu dan tekanan tertentu penting dilakukan untuk meminimalisir kesalahan penilaian operator. SOP memastikan adanya instruksi yang jelas mengenai *feed flow* yang tepat saat tekanan *vacuum oil dryer* atau suhu *oil tank* berada pada titik tertentu. Selain itu, pembuatan *logbook* yang mencantumkan catatan tekanan, suhu, *feed flow*, dan sebagainya dapat menjadi alat bantu dalam mengidentifikasi faktor penyebab tingginya kadar air hasil pengeringan *vacuum oil dryer*.

3.5. Control

Tahap *control* dilakukan untuk memantau dan menjaga efektivitas perubahan yang telah diterapkan pada tahap-tahap metode *Six Sigma* sebelumnya. Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan bersifat berkelanjutan dan tetap selaras dengan sasaran awal. Selain itu, melalui tahap *control*, potensi permasalahan baru dapat teridentifikasi, membuka peluang untuk dilakukan perbaikan lanjutan sebagai bagian dari upaya *continuous improvement*.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kinerja *vacuum oil dryer* di PT XYZ belum optimal, ditunjukkan oleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 60,26% yang masih di bawah standar dunia, dengan hanya parameter *performance* yang memenuhi target, sementara *availability* dan *quality* masih rendah sehingga menyebabkan tingginya kadar air pada minyak kelapa sawit. Permasalahan utama berasal dari faktor manusia, mesin, material, dan metode, seperti keterbatasan operator, tekanan vakum yang tidak optimal, kondisi suhu dan kandungan material yang belum ideal, serta belum adanya SOP yang jelas. Usulan perbaikan meliputi peningkatan pengawasan dan kompetensi operator, penggunaan *vacuum pump*, penerapan sistem *monitoring* terintegrasi, pengendalian suhu material sejak awal proses, serta penyusunan SOP dan *logbook*. Tahap *control* menekankan pentingnya pemantauan berkelanjutan agar perbaikan dapat dipertahankan dan mendukung upaya *continuous improvement*.

References

- [1] A. Muarif, R. Mulyawan, and M. Fitria, "Analysis of Crude Palm Oil (CPO) Quality Based on Vacuum Dryer Performance at Primajasa Palm Oil Mill," *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, vol. 7, no. 1, pp. 24–28, Apr. 2022, doi: 10.31942/INTEKA.V7I1.6045.
- [2] A. Aldi, G. Giyanto, and H. Purwanto, "Pengaruh Kadar Air, Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Kenaikan Asam Lemak Bebas pada Crude Palm Oil (CPO)," *Jurnal Agro Fabrica*, vol. 6, no. 2, pp. 96–106, 2024.
- [3] Z. Amra and M. Anggriawin, "Pengaruh Kadar Air Terhadap Asam Lemak Bebas Crude Palm Oil (CPO) yang Terdapat pada Vacuum Dryer di PT Socfindo Kebun Seunagan," *Jurnal Pertanian Agros*, vol. 25, no. 1, pp. 276–282, 2023, doi: 10.37159/JPA.V25I1.2596.
- [4] D. Khalisan and A. Hasibuan, "Penggunaan Metode Six Sigma dalam Meningkatkan Kualitas Produk," *VARIABLE RESEARCH JOURNAL*, vol. 2, no. 01, pp. 88–91, Jan. 2025.
- [5] D. Khalisan and A. Hasibuan, "Penggunaan Metode Six Sigma dalam Meningkatkan Kualitas Produk," *Variable Research Journal*, vol. 2, no. 1, Jan. 2025.
- [6] F. Gunawan, N. T. Putri, and A. Hasan, "Implementasi Six Sigma dalam Menurunkan Cacat Kemasan pada Industri Minyak Goreng," *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 6, no. 6, pp. 2394–2407, Sep. 2024, doi: 10.38035/RRJ.V6I6.1116.
- [7] M. Faisal and W. Setiafindari, "Upaya Perbaikan Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma dan FMEA di PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri: FMEA, Six sigma, Pengendalian Kualitas," *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI*, vol. 2, no. 4, pp. 1–16, Oct. 2024, doi: 10.59024/JISI.V2I4.803.
- [8] F. Febriansyah, N. Ilmi, and A. Lawi, "Penerapan Metode Six Sigma dalam Menganalisis dan Menanggulangi Defect Rate pada Pengelasan Tubular," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 1, no. 2, pp. 128–137, Dec. 2022, doi: 10.30659/JURTI.1.2.128-137.
- [9] I. Ibrahim, D. Arifin, and A. Khairunnisa, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma dengan Tahapan DMAIC Untuk Mengurangi Jumlah Cacat pada Produk Vibrating Roller Compactor di PT Sakai Indonesia," *Jurnal KaLIBRASI : Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 18–36, Jun. 2020, doi: 10.37721/KAL.V3I1.639.
- [10] H. Ariyah, "Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Peningkatan Efisiensi Mesin Batching Plant (Studi Kasus: PT. Lutvindo Wijaya Perkasa)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 1, no. 2, pp. 70–77, 2022.
- [11] A. Ruswanto, *Mengenal Teknologi Pengolahan Tandan Buah Sawit (TBS) Menjadi Minyak Kelapa Sawit*. Instipr Press, 2019.