ISSN: 2985-7236 (P); 2985-7244(e)

AE INNOVATION
AGRICULTURAL ENGINEERING INNOVATION JOURNAL

AE Innovation Vol. 3, No. 02, July 2025
https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/AEI
Page 99-106
Article history:
Submitted: March 21th, 2025
Accepted : November 18th, 2026
DOI: 10.55180/aei.v3i2.1848

Analisis Kinerja dari *Sludge Centrifuge* Berdasarkan Umur Alat

Hassyim Asyarai*), Gani Supriyanto, Arief Ika Uktoro
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta
Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. 55281
*)E-mail penulis : hassyimasyari2004@gmail.com

ABSTRACT

Sludge centrifuge is an important equipment in the palm oil industry that functions to separate oil from sludge. This study aims to identify the age of the equipment on each sludge centrifuge by looking at the hours meter/lifetime, identifying the rotation of the sludge centrifuge, analyzing the effect of the age of the equipment on the oil content and RPM. The study was conducted using the correlation analysis method using primary data obtained from direct measurements in the field. The results of the study showed that There is an increase in oil loss along with the age of the sludge centrifuge. Along with the increasing age of the equipment, the rotation of the sludge centrifuge does not have a significant effect. This means that there is an increase and decrease in the rotation of the sludge centrifuge along with the age of the equipment. The method used in the study was to identify the hour meter, identify the RPM on each sludge centrifuge, take samples from the fat pit, and analyze oil losses in the laboratory.

Keywords : *Equipment life; Oil losses; Palm oil; Separation efficiency; Sludge centrifuge*.

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit memiliki peran yang sangat strategis bagi perekonomian Indonesia, tidak hanya sebagai sumber devisa tetapi juga sebagai penyedia lapangan kerja bagi jutaan masyarakat. Minyak kelapa sawit yang dihasilkan dari pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) digunakan di berbagai sektor industri, seperti pangan, kosmetik, hingga bahan bakar nabati. Namun, dalam proses pengolahannya, banyak tantangan teknis yang harus dihadapi, salah satunya adalah upaya untuk meminimalisir *oil losses* atau kehilangan minyak yang terjadi selama proses ekstraksi dan pemurnian. *Oil losses* terjadi ketika minyak yang seharusnya dipisahkan dari sludge terbuang bersama limbah, dan ini dapat memengaruhi efisiensi operasional serta keuntungan perusahaan (Nugraha et al., 2023).

Proses pengolahan minyak kelapa sawit melalui beberapa tahapan utama, mulai dari sterilisasi, pengepresan, hingga klarifikasi. Pada tahap klarifikasi, minyak mentah yang telah dipisahkan dari serat dan ampas diproses lebih lanjut untuk memisahkan minyak dengan air dan padatan melalui berbagai alat seperti *sludge centrifuge*. *Sludge centrifuge* berfungsi memisahkan minyak yang masih terkandung dalam sludge, menggunakan gaya sentrifugal untuk memisahkan tiga fase: minyak, air, dan padatan. Namun, seperti peralatan lainnya, kinerja *sludge centrifuge* akan menurun seiring bertambahnya usia alat. Keausan komponen-

komponen seperti *nozzle*, *bowl*, dan *screw conveyor* menjadi penyebab utama berkurangnya efisiensi pemisahan minyak dan meningkatnya *oil losses* (Kramanandita, 2019).

Menurut (Nugraha et al., 2023) kandungan minyak dalam sludge dapat mencapai 0,35%, dengan kadar air sekitar 87,88% dan kandungan padatan sebesar 0,020%. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun proses pemisahan sudah berlangsung, masih ada minyak yang hilang bersama sludge yang terbuang. *Oil losses* ini menjadi salah satu masalah utama yang dihadapi oleh industri kelapa sawit, karena bukan hanya merugikan dari segi produksi, tetapi juga dapat menambah biaya pengelolaan limbah serta berdampak pada lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk memaksimalkan kinerja sludge centrifuge agar minyak yang hilang dapat diminimalkan.

Penelitian oleh (Abdiansyah et al., 2023) menunjukkan bahwa metode pencucian *nozzle* pada *sludge centrifuge* dapat mempengaruhi tingkat oil losses. Ketika nozzle tersumbat atau tidak berfungsi optimal, kadar minyak yang terbawa dalam sludge dapat meningkat signifikan, dari 0,91% menjadi 1,52%. Ini menunjukkan bahwa kondisi alat sangat menentukan kualitas pemisahan minyak dari *sludge*. Keausan dan penyumbatan yang terjadi pada komponen-komponen utama *sludge centrifuge* seiring bertambahnya umur alat dapat menghambat aliran dan efisiensi pemisahan. Oleh karena itu, pemeliharaan alat secara berkala sangat diperlukan untuk menjaga kualitas pemisahan dan meminimalkan oil losses.

Selain keausan pada komponen-komponen utama, penurunan kinerja sludge centrifuge juga dapat disebabkan oleh penurunan kecepatan putaran (RPM) akibat gesekan yang lebih besar seiring bertambahnya umur alat. Penelitian oleh (Adtomi, 2021), menemukan bahwa optimalisasi sludge centrifuge dapat menurunkan oil losses hingga 0,56%, tergantung pada kondisi operasional dan perawatan alat. Penurunan kinerja ini, jika tidak dikelola dengan baik, dapat mengakibatkan peningkatan biaya operasional karena frekuensi perawatan yang lebih sering serta peningkatan konsumsi energi. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang komprehensif mengenai pengaruh umur alat terhadap kinerja sludge centrifuge untuk menentukan strategi perawatan yang optimal.

Lebih lanjut, komponen Non-Oil Solid (NOS) dalam sludge, seperti serat dan partikel padat lainnya, juga menjadi indikator penting dalam menilai kinerja *sludge centrifuge*. Seiring bertambahnya umur alat, peningkatan kadar NOS dalam sludge menunjukkan bahwa alat semakin kurang efektif dalam memisahkan minyak dari padatan. Peningkatan kandungan NOS ini bukan hanya mengurangi efisiensi pemisahan minyak, tetapi juga meningkatkan biaya pengelolaan limbah. Menurut (Edwin Harsiga & Novianto, 2017), semakin tua usia alat, semakin tinggi kemungkinan terjadinya *downtime* akibat kerusakan komponen, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas pabrik.

Analisis kinerja *sludge centrifuge* berdasarkan umur alat sangat penting untuk mengidentifikasi kapan perawatan atau penggantian alat perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh umur alat terhadap oil losses dan kandungan NOS dalam proses pengolahan kelapa sawit. Dengan menggunakan data dari lapangan, penelitian ini akan menganalisis hubungan antara umur alat dan penurunan efisiensi pemisahan minyak. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi perusahaan kelapa sawit dalam melakukan perawatan alat secara berkala agar efisiensi produksi tetap optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, yaitu pada Mei sampai dengan Juli 2024, di PT. Karyamas Adi Nusantara, Sungai Tawang Mill, Kapuas Hulu Kalimantan Barat. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi berbagai peralatan laboratorium yang mendukung proses analisis minyak. **Beaker glass 100** ml digunakan untuk menampung dan mengukur

volume cairan selama pengujian minyak, sementara **botol sampel** berfungsi sebagai wadah untuk mengumpulkan dan menyimpan sampel heavy phase yang akan dianalisis.

Flat bottom flask 250 ml digunakan untuk proses pemanasan atau penguapan cairan dalam reaksi kimia, dan **thimble** berfungsi sebagai alat penyaring partikel padat dari cairan. **Beaker tong** digunakan untuk memindahkan gelas kimia yang panas selama percobaan, dan **oven microwave** dipakai untuk pengeringan sampel secara cepat. Untuk menjaga kelembaban, **desikator** digunakan sebagai alat penyimpan sampel yang telah dikeringkan. **Timbangan neraca analitik** adalah alat presisi yang digunakan untuk mengukur massa sampel secara akurat, sedangkan **electrothermal 250 ml** digunakan untuk pemanasan sampel cair. **Soxhlet extractor** dan **kondensor alih pendingin 300** mm berperan dalam proses ekstraksi minyak dari sampel padat. Selain itu, **oven konvensional** digunakan untuk pengeringan sampel secara bertahap, **corong kaca** membantu dalam proses pemisahan cairan, ***sludge centrifuge*** digunakan untuk memisahkan minyak dari lumpur menggunakan gaya sentrifugal, dan **fat pit** berfungsi sebagai tangki penampung cairan yang masih mengandung minyak untuk pemulihan minyak yang tersisa, **Tachometer** berfungsi untuk mengatahui rpm pada alat.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi **sample heavy phase**, yang merupakan sampel lumpur yang mengandung minyak untuk diuji; **en hexane**, pelarut yang digunakan untuk mengekstraksi minyak dari sampel; serta **kapas**, yang digunakan sebagai bahan penyaring dalam proses filtrasi.

Pengambilan sampel untuk menganalisis kinerja Sludge centrifuge berdasarkan hour meter harus dilakukan dengan cermat untuk memastikan hasil yang representatif. Sampel perlu diambil pada beberapa titik kritis sepanjang proses pemisahan, yaitu pada outlet minyak, untuk menganalisis kualitas minyak yang terpisah dan mengukur kadar minyak serta air dalam hasil pemisahan; pada outlet padatan, untuk mengetahui komposisi padatan yang terpisah dan efisiensi pemisahan solid; serta pada outlet air, untuk memastikan kualitas air yang keluar dan memverifikasi tingkat pemisahan air. Frekuensi pengambilan sampel disarankan dilakukan pada interval waktu yang teratur, seperti setiap 1 jam operasional atau saat ada perubahan kondisi operasional yang signifikan. Sampel harus diambil dengan menggunakan wadah yang sesuai untuk masing-masing alat dilakukan secara merata untuk memastikan bahwa sampel yang diambil mewakili keseluruhan komposisi.

Pada penelitian kali ini di gunakan rancangan percobaan dengan variasi perlakuan Umur Alat (variable x) terhadap O/WM dan NOS (variable y). variasi Umur Alat (variable x) terdiri atas 7 perlakuan dan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali untuk masing-masing perlakuan yang ada.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi sederhana. Metode ini digunakan untuk menentukan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen dengan cara mengevaluasi pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Regresi sederhana cocok digunakan ketika hanya terdapat satu variabel independen yang mempengaruhi satu variabel dependen, sehingga dapat diukur seberapa besar perubahan pada variabel dependen ketika variabel independen mengalami perubahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Umur terhadap Kehilangan Minyak.

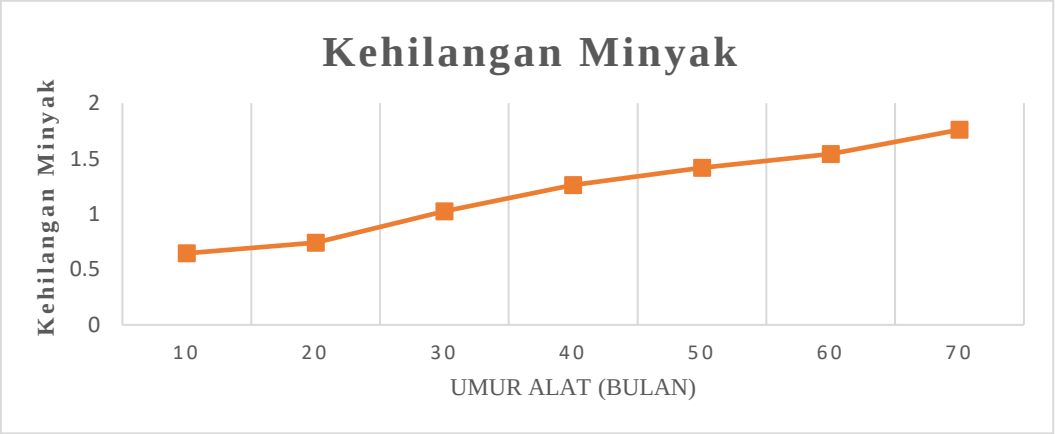
Data umur alat dan kehilangan minyak dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Table 1. Umur dan Kehilangan Minyak

Umur Alat (Bulan)	OWM

14,6	0,646
65,63	0,742
74,76	1,026
75	1,262
81,38	1,418
83	1,542
92,44	1,76

Tabel 1 menunjukkan bahwa terlihat adanya peningkatan rasio Kehilangan Minyak seiring dengan bertambahnya umur alat. Pada umur alat 14,61 bulan, kehilangan minyak tercatat sebesar 0,646%, yang menunjukkan keseimbangan antara minyak dan air yang relatif rendah. Namun, seiring bertambahnya umur alat, rasio ini mengalami peningkatan secara signifikan. Pada umur 65,63 bulan, rasio kehilangan minyak naik menjadi 0,742%, dan terus meningkat hingga mencapai 1,76% pada umur alat 92,44 bulan. Peningkatan ini dapat menunjukkan bahwa alat menjadi kurang efisien dalam memisahkan minyak dari air seiring dengan bertambahnya umur dan pemakaian. Mungkin ada faktor-faktor seperti keausan pada komponen utama alat atau perubahan karakteristik bahan baku yang mempengaruhi kemampuan alat dalam mencapai pemisahan yang lebih baik.



Gambar 1. Grafik Kehilangan Minyak

Pada Gambar 1 terlihat penggunaan alat (sekitar 10 bulan), kehilangan minyak masih relatif rendah, tetapi seiring waktu terjadi peningkatan secara bertahap. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa performa alat semakin menurun seiring bertambahnya usia pemakaian. Faktor-faktor seperti keausan komponen, efisiensi pemisahan yang menurun, dan kemungkinan adanya penyumbatan pada *nozzle* dapat berkontribusi terhadap peningkatan kehilangan minyak. Pola kenaikan ini menunjukkan bahwa semakin lama alat digunakan, semakin besar minyak yang tidak terpisahkan dengan optimal, sehingga meningkatkan potensi kehilangan minyak selama proses produksi. Menurut (Haris, 2022) memang ada peningkatan kehilangan minyak seiring dengan bertambahnya *lifetime* alat, hal ini mengindikasikan bahwa ada penuruan perfoma alat. Penelitian oleh (Abdiansyah et al., 2023), menunjukkan bahwa metode pencucian *nozzle* pada *sludge centrifuge* dapat mempengaruhi tingkat *oil losses*. Ketika *nozzle* tersumbat atau tidak berfungsi optimal, kadar minyak yang terbawa dalam sludge dapat meningkat signifikan, dari 0,91% menjadi 1,52%.

Pengaruh umur terhadap Kehilangan Minyak dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Table 1. Regresi Pengaruh Umur terhadap Kehilangan Minyak

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.334	.329		4.050	.010
	Umur	-.007	.006	-.462	-1.163	.297

a. Dependent Variable: Kehilangan Minyak

Nilai signifikansi sebesar 0,297>0,05, yang berarti umur tidak berpengaruh signifikan terhadap kehilangan minyak. Koefisien regresi menunjukkan nilai sebesar -0,007 (negatif) yang berarti semakin tua umur alat, semakin kecil nilai kehilangan minyak. Namun, karena nilai ini kecil dan negatif, penurunan tersebut sangat kecil dan tidak signifikan. Dengan kata lain, meskipun ada hubungan terbalik antara umur alat dan OWM, efeknya sangat lemah sehingga tidak memberikan dampak signifikan terhadap hasil keseluruhan.

Tabel 3. Koefisien Determinasi (R Square)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.462[a]	.213	.056	.28100

a. Predictors: (Constant), Umur

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai R Square sebesar 0,213 atau 21,3%. Hal ini menunjukkan bahwa 21,3% dari variabel kehilangan minyak dapat dijelaskan oleh variabel umur alat. Ini berarti bahwa hubungan antara umur alat dan kehilangan minyak relatif lemah, dan sebagian besar kehilangan minyak disebabkan oleh faktor-faktor lain yang tidak termasuk dalam model ini. Sederhananya, umur alat bukan merupakan faktor dominan yang mempengaruhi kehilangan minyak dalam penelitian ini.

Pengaruh Umur terhadap Putaran Sludge Centrifuge

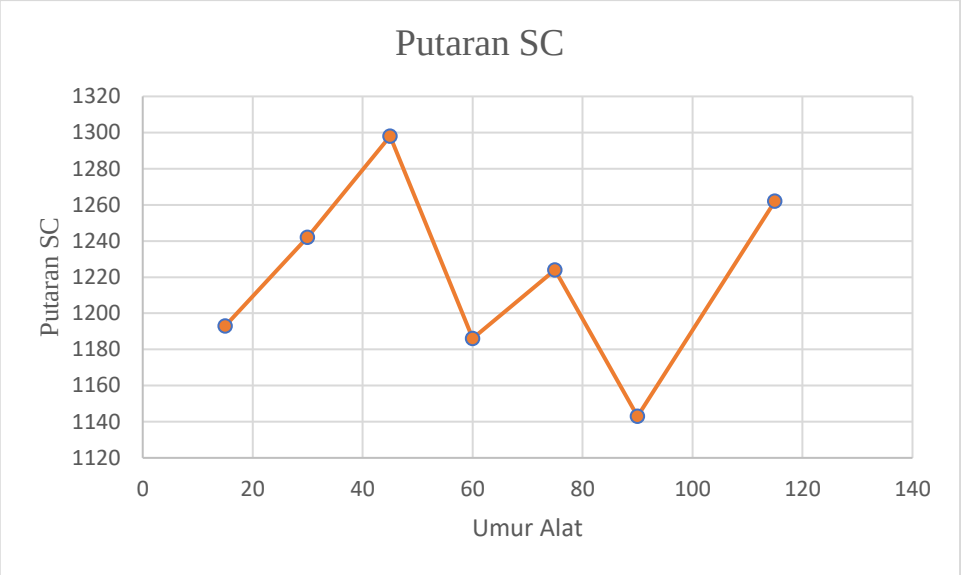
Data umur alat dan putaran sludge centrifuge dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Umur dan Putaran *Sludge Centrifuge*

Umur Alat (Bulan)	RPM (Menit)
14,6	1193.26
65,63	1242.66
74,76	1298.40
75	1186.20
81,38	1224.60
83	1143.00
92,44	1262.70

Tabel 4 menunjukkan data hubungan antara umur alat (dalam bulan) dan RPM (putaran per menit) dari sebuah mesin. Data tersebut menggambarkan variasi sludge centrifuge seiring bertambahnya umur alat. Pada umur alat 14,6 bulan, sludge centrifuge yang tercatat adalah 1193,26. Ketika umur alat mencapai 65,63 bulan, *sludge centrifuge* naik menjadi 1242,66, diikuti dengan peningkatan sludge centrifuge lebih tinggi pada 74,76 bulan sebesar 1298,40. Namun, pada umur 75 bulan, sludge centrifuge turun kembali menjadi 1186,2. Selanjutnya,

pada umur 81,38 bulan, *sludge centrifuge* sedikit meningkat menjadi 1224,6, tetapi mengalami penurunan lagi menjadi 1143,00 pada umur 83 bulan. Akhirnya, pada umur alat 92,44 bulan, RPM kembali meningkat ke 1262,7. Data ini menunjukkan adanya fluktuasi RPM yang tidak selalu linier dengan bertambahnya umur alat, dengan beberapa penurunan dan peningkatan seiring waktu (K. Nugroho & Rahayu, 2011).



Gambar 2. Grafik Putaran Sludge Centrifuge

Pada gambar 2 Grafik menunjukkan hubungan antara Putaran SC dan umur alat dengan pola fluktuatif seiring bertambahnya usia peralatan. Pada awalnya, Putaran SC mengalami peningkatan dari sekitar 1180 ke 1300 saat umur alat mencapai 40 bulan, yang mungkin menunjukkan kondisi operasional yang masih optimal. Namun, setelah mencapai titik puncak, RPM mengalami penurunan tajam hingga sekitar 1200 pada usia 60 bulan, yang bisa disebabkan oleh keausan komponen atau perubahan beban kerja. Selanjutnya, terjadi kenaikan kecil sebelum Putaran SC kembali turun ke titik terendah sekitar 1130 pada usia 80 bulan, yang kemungkinan besar disebabkan oleh degradasi performa alat. Setelah itu, Putaran SC kembali meningkat hingga 1240 pada 90 bulan. Hal ini disebabkan seperti kondisi operasional, kualitas pemeliharaan, atau jenis material yang diproses kemungkinan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap variasi Putaran SC (Prabhu & Mutnuri, 2016). Artinya, semakin bertambahnya umur alat, secara umum RPM cenderung meningkat, tetapi pengaruh tersebut tidak cukup kuat untuk dianggap bermakna dalam konteks statistik. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan umur alat bukanlah faktor utama yang mempengaruhi kinerja RPM dari mesin *sludge centrifuge* ini (Hartati et al., 2022). Kondisi perawatan yang konsisten dan berkala mungkin memiliki dampak yang lebih signifikan pada stabilitas dan peningkatan RPM dibandingkan dengan usia mesin itu sendiri (B. Nugroho et al., 2021). Pengaruh umur terhadap Putaran *Sludge Centrifuge* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Regresi Pengaruh Umur terhadap Putaran *Sludge Centrifuge*

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1193.261	65.462		18.228	.000
	Umur	.407	.891	.200	.457	.667

a. Dependent Variable: RPM

Nilai signifikansi sebesar 0,667>0,05, yang berarti umur tidak berpengaruh signifikan terhadap Putaran Sludge Centrifuge. Koefisien regresi menunjukkan nilai sebesar 0,407 (positif) yang berarti semakin tua umur alat, semakin besar RPM-nya. Dengan kata lain, ada hubungan searag antara umur alat dan RPM.

Tabel 6. Koefisien Determinasi (R Square)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.200[a]	.040	-.152	55.89826

a. Predictors: (Constant), Umur

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai R Square sebesar 0,040 atau 4%. Hal ini menunjukkan bahwa 4% dari variabel RPM dapat dijelaskan oleh variabel umur alat. Ini berarti bahwa hubungan antara umur alat dan NOS lemah, dan sebagian besar RPM disebabkan oleh faktor-faktor lain yang tidak termasuk dalam model ini. Sederhananya, umur alat bukan merupakan faktor dominan yang mempengaruhi RPM dalam penelitian ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan berikut ini:

1. Berdasarkan hasil identifikasi, umur alat yang ditemukan bervariasi, yaitu 14,6 bulan, 65,63 bulan, 74,76 bulan, 75 bulan, 81,38 bulan, 83 bulan, dan 92,44 bulan.
2. Ada peningkatan kehilangan minyak seiring dengan bertambahnya umur alat *sludge centrifuge*.
3. Seiring dengan bertambahnya umur alat putaran *sludge centrifuge* tidak berpengaruh signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdiansyah, W., Dharmawati, N. D., & Renjani, R. A. (2023). Analisa Pengaruh Metode Pencucian Nozzle Sludge Centrifuge terhadap Kehilangan Minyak pada Final Effluent. 1(02), 94–112. https://doi.org/10.55180/aei.v1i2.706

Adtomi, M. S. (2021). KAJIAN PENGARUH TEMPERATUR UMPAN SLUDGE CENTRIFUGE TERHADAP OIL LOSS PADA FINAL EFFLUENT KOTA DELTAMAS AGUSTUS 2021.

Edwin Harsiga, & Novianto, E. I. (2017). ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT ARTICULATED DUMP TRUCK CAT D400E DITINJAU DARI PENGARUH PERAWATAN , UMUR ALAT ANGKUT PADA Corresponding Author : edwinharsiga@pap.ac.id Corresponding Author : edwinharsiga@pap.ac.id. 10–18.

Haris, M., & Supriyanto, G. (n.d.). Pengaruh Tekanan Press Dan Umur Screw Terhadap Kehilangan Minyak Kelapa Sawit (Oil Losses) Di Stasiun Press. XX.

Hartati, R., Marlinda, M., Hidjrawan, Y., & Puspita, R. (2022). Pengendalian Oil Losses pada Titik Losses Crude Palm Oil dengan Metode Statistical Process Control di PT. Ujong Neubok Dalam. Jurnal Optimalisasi, 8(2). https://doi.org/10.35308/jopt.v8i2.6220

Kramanandita, R. (2019). PRAKTEK-PRAKTEK OPERASI PABRIK BERBASIS PEMBANGUNAN PENGOLAHAN KELAPA SAWIT Ridzky Kramanandita Politeknik STMI Jakarta Minyak kelapa sawit mentah (untuk selanjutnya disebut CPO) merupakan penyumbang terbesar bagi perdagangan minyak nabati global . Prod. 1(2), 1–19.

Nugraha, A., Iftari, W., Mirnandaulia, M., Fallah, M., & Rachmiadji, I. (2023). PERHITUNGAN KOMPOSISI AIR , LUMPUR & MINYAK KELAPA SAWIT PADA HEAVY PHASE DI UNIT

TRICANTER PMKS PT . HERFINTA FARM & PLANTATION , LABUHAN BATU SELATAN , SUMATERA UTARA. 2(1), 19–26.

Nugroho, B., Dharmawati, N. D., & Faizah, K. (2021). Analisis Efisiensi Sludge Centrifuge Guna Pengendalian Losses Minyak Kelapa Sawit Di Stasiun Klarifikasi. Majamecha, 3(2). https://doi.org/10.36815/majamecha.v3i2.1547

Nugroho, K., & Rahayu, A. (2011). ANALISA PENGARUH RETENTION TIME TERHADAP PERSENTASE KADAR KOTORAN PADA CRUDE PALM OIL (CPO). 20–30.

Prabhu, M. S., & Mutnuri, S. (2016). Anaerobic co-digestion of sewage sludge and food waste. Waste Management and Research, 34(4). https://doi.org/10.1177/0734242X16628976