

Perbandingan Efektivitas *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum* untuk Pemisahan Kernel Pabrik Kelapa Sawit

Rafi Candra Muhaemin Rami¹ dan Muhamad Mustangin^{1*)}

¹ Teknologi Rekayasa Mesin Industri Perkebunan, Politeknik LPP Yogyakarta

*) Corresponding author: mst@polteklpp.ac.id

Abstrak

Industri kelapa sawit memerlukan proses pemisahan kernel dan *nut* yang efektif untuk meningkatkan *kernel recovery*, menurunkan *kernel losses*, dan menjaga kualitas *Palm Kernel Oil* (PKO). Penelitian ini bertujuan membandingkan efektivitas pemisahan antara *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum* pada Stasiun Kernel PT ABC. Penelitian dilakukan menggunakan metode observasi pada kondisi operasi aktual dengan pengambilan sampel campuran kernel dan *nut* secara berkala. Sampel dipisahkan secara manual, kemudian ditimbang untuk menentukan persentase kernel yang terbawa menuju *recycle nut conveyor* dan menghitung efektivitas pemisahan masing-masing alat. Data dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan berdasarkan nilai rata-rata setiap parameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Vibrating Trough* menghasilkan rata-rata kernel terbawa sebesar 35,65% dengan efektivitas pemisahan 64,35%, sedangkan *Kernel Grading Drum* hanya menghasilkan kernel terbawa sebesar 3,97% dengan efektivitas pemisahan 96,03%. Selain itu, *Kernel Grading Drum* memiliki konsumsi daya yang lebih rendah (2,5 kW), membutuhkan perawatan yang lebih sederhana, dan memiliki kestabilan operasi yang lebih baik dibandingkan *Vibrating Trough*. Perbedaan kinerja tersebut dipengaruhi oleh mekanisme pemisahan menggunakan drum berputar yang mampu mengelompokkan material berdasarkan ukuran secara lebih efektif. Dengan demikian, *Kernel Grading Drum* lebih efektif dan efisien dibandingkan *Vibrating Trough* dalam meningkatkan *kernel recovery* serta mengurangi *kernel losses* pada stasiun kernel.

Kata kunci: *Kernel Grading Drum*, *Vibrating Trough*, efektivitas pemisahan, *kernel recovery*, *kernel losses*.

Abstract

The palm oil industry requires an effective kernel–nut separation process to improve kernel recovery, reduce kernel losses, and maintain the quality of Palm Kernel Oil (PKO). This study aimed to compare the separation effectiveness of a *Vibrating Trough* and a *Kernel Grading Drum* at the Kernel Station of PT Letawa. The research was conducted using an observational method under actual mill operating conditions by periodically collecting mixed kernel and nut samples. The samples were manually separated and weighed to determine the percentage of kernels carried to the recycle nut conveyor and to calculate the separation effectiveness of each device. The data were analyzed descriptively and compared based on the average value of each parameter. The results showed that the *Vibrating Trough* produced an average kernel carry-over of 35.65% with a separation effectiveness of 64.35%, whereas the *Kernel Grading Drum* resulted in only 3.97% kernel carry-over with a separation effectiveness of 96.03%. In addition, the *Kernel Grading Drum* required lower power consumption (2.5 kW), simpler maintenance, and provided better operational stability than the *Vibrating Trough*. The superior performance of the

Kernel Grading Drum was mainly attributed to its rotating drum mechanism, which classified materials based on particle size more effectively. Therefore, the Kernel Grading Drum is more effective and efficient than the Vibrating Trough in improving kernel recovery and reducing kernel losses at the kernel station.

Keywords: Kernel Grading Drum, Vibrating Trough, separation effectiveness, kernel recovery, kernel losses.

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor agroindustri utama di Indonesia yang menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO) dan inti sawit (palm kernel) sebagai produk bernilai ekonomi tinggi. Inti sawit merupakan bahan baku utama dalam produksi *Palm Kernel Oil* (PKO) yang banyak dimanfaatkan pada industri pangan, kosmetik, oleokimia, dan bioenergi. Oleh karena itu, proses pemisahan kernel pada stasiun kernel menjadi tahapan penting karena berpengaruh langsung terhadap kualitas kernel, tingkat kehilangan (kernel losses), dan efisiensi proses pengolahan (Hasbullah et al., 2024).

Stasiun kernel terdiri atas beberapa tahapan, yaitu pemisahan serat dan nut, pemecahan nut menggunakan ripple mill, pemisahan kernel dan cangkang, pengeringan, hingga penyimpanan kernel. Keberhasilan setiap tahapan saling berkaitan dan sangat dipengaruhi oleh efektivitas peralatan pemisahan yang digunakan. Proses pemisahan bertujuan menghasilkan kernel dengan tingkat kemurnian tinggi, kandungan kotoran (dirt content) rendah, serta kehilangan kernel seminimal mungkin. Namun, pada praktiknya masih sering dijumpai kernel yang terbawa bersama cangkang atau nut akibat proses pemisahan yang kurang optimal, sehingga menurunkan mutu bahan baku PKO dan efisiensi produksi (Ilmannafian, 2023).

Salah satu alat yang digunakan pada stasiun kernel adalah Vibrating Trough, yaitu alat yang memanfaatkan getaran mekanis untuk memisahkan material berdasarkan ukuran dan karakteristik fisiknya. Efektivitas alat ini dipengaruhi oleh frekuensi getaran, amplitudo, kapasitas umpan, kemiringan bidang, serta kondisi permukaan ayakan. Pengaturan parameter operasi yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pemisahan dan mengurangi kernel losses (Mohamed Halim et al., 2016). Selain itu, *Kernel Grading Drum* digunakan untuk mengelompokkan campuran kernel dan nut berdasarkan ukuran menggunakan drum berlubang yang berputar. Pengelompokan ukuran yang lebih seragam mampu meningkatkan kernel recovery, menurunkan kandungan kotoran, serta mengurangi kehilangan kernel pada proses pemisahan berikutnya (J, Olaoye et al., 2018).

Efektivitas pemisahan tidak hanya dipengaruhi oleh desain alat, tetapi juga oleh karakteristik material dan kondisi operasional. Ukuran partikel, massa jenis, porositas, kapasitas umpan, kondisi mesin, kualitas hasil pemecahan ripple mill, serta pemeliharaan peralatan merupakan faktor-faktor yang menentukan keberhasilan proses pemisahan (Adama et al., 2022; Syarif & Profita, 2023). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa kinerja alat pemisahan seperti *Light Tenera Dry Separator* (LTDS) dan claybath

sangat dipengaruhi oleh pengaturan parameter operasi, sehingga setiap jenis alat memiliki karakteristik dan performa yang berbeda dalam meminimalkan kernel losses (Akbar et al., 2022; Syam et al., 2011).

Kualitas kernel yang dihasilkan sangat menentukan mutu Palm Kernel Oil (PKO). Parameter seperti kadar air, kadar asam lemak bebas (Free Fatty Acid/FFA), dan kandungan kotoran menjadi indikator utama mutu kernel. Kadar air yang tinggi dapat mempercepat hidrolisis dan meningkatkan nilai FFA sehingga menurunkan kualitas PKO. Oleh karena itu, keberhasilan proses pemisahan tidak hanya diukur dari besarnya kernel recovery, tetapi juga dari kemampuan menghasilkan kernel dengan tingkat kemurnian tinggi dan kehilangan yang rendah (O.M et al., 2017).

Berbagai penelitian terdahulu umumnya berfokus pada evaluasi kinerja LTDS, claybath, hydrocyclone, maupun analisis kernel losses pada masing-masing unit proses. Namun, penelitian yang secara langsung membandingkan efektivitas Vibrating Trough dan *Kernel Grading Drum* pada kondisi operasi aktual di pabrik kelapa sawit masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja kedua alat tersebut terhadap efektivitas pemisahan kernel dan nut sebagai dasar untuk meningkatkan kernel recovery, menurunkan kernel losses, serta meningkatkan efisiensi proses pengolahan di Stasiun Kernel PT ABC (Bakri et al., 2020).

METODE

a. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui beberapa tahapan yang disajikan pada Gambar 1. Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh dasar teori dan referensi yang relevan. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel pada kondisi operasi aktual, kemudian setiap sampel dipisahkan dan ditimbang untuk memperoleh data berat kernel dan nut. Data hasil penimbangan digunakan untuk menghitung persentase kernel yang terbawa dan efektivitas pemisahan masing-masing alat. Hasil perhitungan selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan kinerja *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum*, sehingga diperoleh kesimpulan mengenai efektivitas kedua alat dalam proses pemisahan kernel dan nut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

b. Parameter

Berat sampel kernel yang ikut ke jalur nut (g)

Berat sampel nut yang berhasil dipindahkan ke recycle conveyor (g)

Berat seluruh sampel (g)

Persentase kernel yang ikut ke recycle nut conveyor (%)

Rumus yang dapat digunakan:

$$\text{Persentase kernel (\%)} = \frac{\text{berat kernel pada sampel}}{\text{berat kernel} + \text{berat nut pada sampel}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

- Efektivitas pemisahan (%)
- Efektivitas pemisahan dapat dihitung sebagai:
- Efektivitas = 100% - Persentase Kernel Terbawa

c. Metode Pengambilan Data

Data yang digunakan merupakan data primer yang diperoleh melalui hasil pengukuran langsung terhadap sampel pada kondisi operasi aktual pabrik.

- Tahapan pengambilan data dilakukan sebagai berikut:
- Mengambil sampel campuran kernel dan nut selama proses produksi berlangsung.
- Memisahkan kernel dan nut secara manual pada setiap sampel yang diperoleh.
- Menimbang berat kernel dan berat nut menggunakan timbangan digital.
- Mencatat hasil penimbangan.
- Melakukan pengambilan sampel secara berulang untuk memperoleh data yang representatif dan meningkatkan tingkat kepercayaan hasil penelitian.

d. Metode Analisis

Data yang diperoleh dari hasil pengambilan sampel dianalisis secara kuantitatif dan deskriptif untuk membandingkan kinerja *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum* terhadap efektivitas pemisahan kernel dan nut. Tahapan analisis data dilakukan sebagai berikut:

- Mengelompokkan data hasil pengukuran berdasarkan jenis alat pemisah, yaitu *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum*.
- Menghitung persentase kernel yang ikut ke *recycle nut conveyor* menggunakan persamaan yang telah ditetapkan.
- Menghitung efektivitas pemisahan masing-masing alat berdasarkan nilai persentase kernel yang terbawa.
- Menghitung nilai rata-rata dari setiap parameter hasil pengukuran untuk masing-masing alat.
- Membandingkan nilai persentase kernel terbawa dan efektivitas pemisahan antara *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum*.

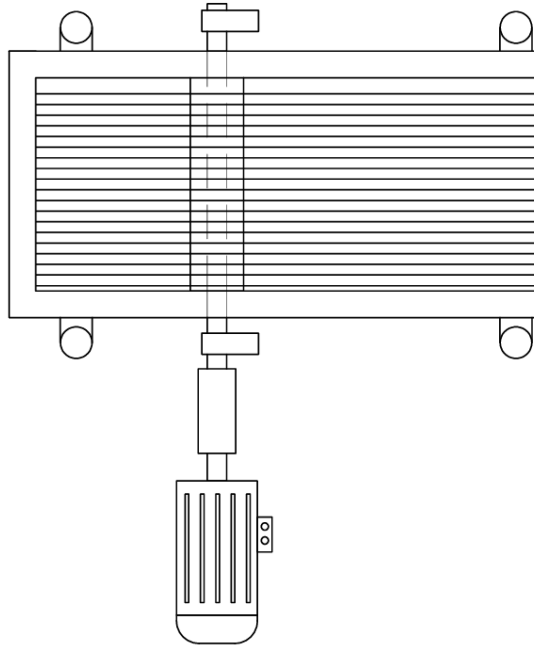
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Konstruksi Peralatan

Vibrating Trough

Vibrating Trough pada Gambar 2 merupakan peralatan pemisahan yang digunakan pada stasiun kernel pabrik kelapa sawit untuk memisahkan campuran kernel dan nut berdasarkan perbedaan ukuran. Alat ini terdiri atas sebuah bak bergetar (*trough*) yang dilengkapi dengan kisi-kisi atau *screen* sebagai media penyaringan. Getaran dihasilkan oleh motor listrik yang diteruskan melalui mekanisme penggetar sehingga menyebabkan

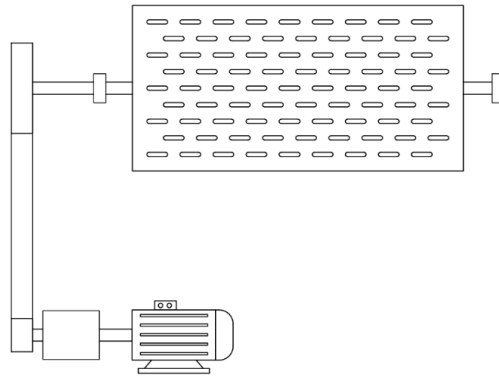
trough berosilasi secara kontinu. Selama proses tersebut, material bergerak di atas permukaan screen menuju saluran keluaran sambil mengalami proses pemisahan.



Gambar 2. Konstruksi Vibrating Trough

Kernel Grading Drum

Kernel Grading Drum pada Gambar 3 merupakan alat pemisah pada stasiun kernel pabrik kelapa sawit yang bekerja berdasarkan perbedaan ukuran antara kernel dan nut. Alat ini berbentuk drum silinder berlubang yang berputar menggunakan motor listrik melalui sistem transmisi gearbox, sprocket, dan rantai dengan kecepatan sekitar 24 rpm. Selama drum berputar, kernel yang berukuran lebih kecil lolos melalui lubang screen, sedangkan nut yang berukuran lebih besar tetap berada di dalam drum hingga keluar melalui saluran keluaran. Mekanisme ini menghasilkan proses pemisahan yang lebih efektif, sehingga mampu mengurangi kernel loss dan meningkatkan kernel recovery pada stasiun kernel.



Gambar 3. Konstruksi *Kernel Grading Drum*

Data Hasil Penelitian

Analisis data terhadap hasil penelitian untuk mengetahui efektivitas pemisahan kernel dan nut pada alat *Vibrating Trough* dan *kernel grading drum* dilakukan melalui persamaan 1.

Vibrating Trough

Tabel 1. Persentase Kernel Pada *Vibrating Trough*

Minggu ke	kernel (g)	nut (g)	sampel (g)	%kernel
1	342.63	694.39	1037.02	33.04
2	377.43	632.8	1010.23	37.36
3	374.58	668.93	1043.51	35.90
4	364.26	638.63	1002.89	36.32
Rata-rata	364.72	658.68	1023.4125	35.65446

Berdasarkan Tabel 1, persentase kernel yang lolos pada *Vibrating Trough* selama periode pengamatan menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Persentase kernel yang terbawa bersama aliran nut berkisar antara 33,04% hingga 37,36%. Nilai tertinggi terjadi pada minggu kedua sebesar 37,36%, sedangkan nilai terendah terjadi pada minggu pertama sebesar 33,04%.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata persentase kernel yang lolos pada *Vibrating Trough* sebesar 35,65%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat sejumlah kernel yang belum terpisah secara optimal dan ikut terbawa menuju recycle nut conveyor. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kinerja pemisahan pada *Vibrating Trough*

masih dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ukuran campuran material, kondisi getaran alat, serta laju aliran umpan yang masuk ke alat pemisah.

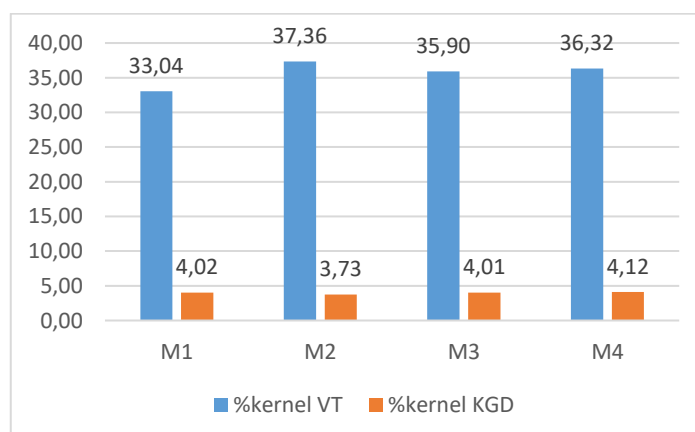
Kernel Grading Drum

Tabel 2. Persentase Kernel Pada *Kernel Grading Drum*

Minggu ke	kernel (g)	nut (g)	sampel (g)	%kernel
1	40.42	964.25	1004.67	4.02
2	37.46	967.28	1004.74	3.73
3	38.83	930.47	969.3	4.01
4	42.3	983.26	1025.56	4.12
Rata-rata	39.75	961.31	1001.067	3.97

Berdasarkan Tabel 2 merupakan persentase kernel yang lolos pada *Kernel Grading Drum* selama periode pengamatan menunjukkan nilai yang relatif rendah dan stabil. Persentase kernel yang terbawa bersama aliran nut berada pada rentang 3,73% hingga 4,12%. Nilai tertinggi diperoleh pada minggu kedua bulan Desember sebesar 4,12%, sedangkan nilai terendah terjadi pada minggu keempat bulan November sebesar 3,73%.

Dari hasil pengamatan diperoleh rata-rata persentase kernel yang lolos sebesar 3,97%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa proses pemisahan kernel dan nut pada *Kernel Grading Drum* berlangsung lebih baik dibandingkan *Vibrating Trough*. Rendahnya persentase kernel yang terbawa mengindikasikan bahwa alat ini mampu melakukan proses pengelompokan berdasarkan ukuran secara lebih efektif sehingga kehilangan kernel dapat diminimalkan.



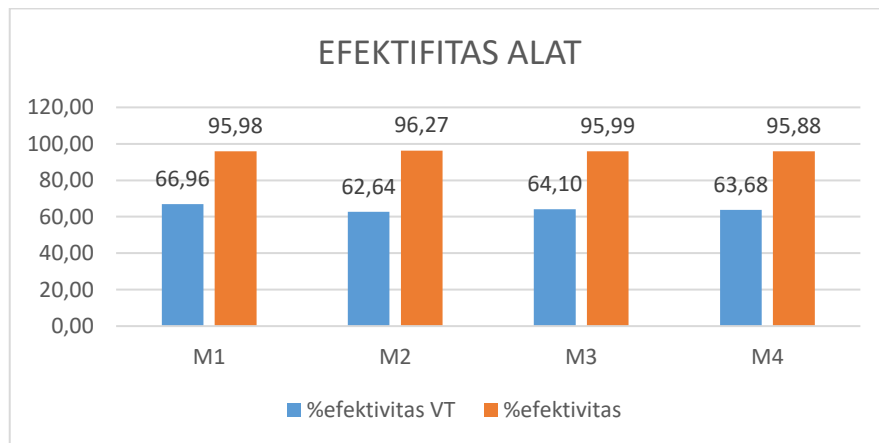
Gambar 3. Grafik perbandingan *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum*

Grafik perbandingan pada Gambar 3 menunjukkan perbedaan persentase kernel yang lolos antara *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum* selama periode pengamatan. Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa persentase kernel yang lolos pada *Vibrating Trough* berada pada kisaran 33–37%, sedangkan pada *Kernel Grading Drum* hanya berada pada kisaran 3–4%.

Perbedaan nilai yang cukup besar tersebut menunjukkan bahwa *Kernel Grading Drum* memiliki kemampuan pemisahan yang lebih baik dibandingkan *Vibrating Trough*. Rata-rata persentase kernel yang lolos pada *Vibrating Trough* sebesar 35,65%, sedangkan pada *Kernel Grading Drum* hanya sebesar 3,97%. Dengan demikian, *Kernel Grading Drum* lebih efektif dalam mengurangi jumlah kernel yang ikut terbawa bersama nut menuju recycle nut conveyor.

Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan *Kernel Grading Drum* memberikan kontribusi yang lebih baik terhadap peningkatan efisiensi pemisahan kernel dan nut. Semakin kecil persentase kernel yang lolos, maka semakin sedikit kernel yang hilang selama proses pemisahan, sehingga potensi kehilangan produk dapat ditekan dan *kernel recovery* menjadi lebih optimal.

Efektivitas Pemisahan Kernel Pada *Kernel Grading Drum*



Gambar 4. Efektifitas *Vibrating Through* vs *Kernel Grading Drum*

Grafik efektivitas kedua alat pada Gambar 4 menyajikan perbandingan kinerja *Vibrating Trough* dan *Kernel Grading Drum* dalam memisahkan kernel dan nut. Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa nilai efektivitas *Kernel Grading Drum* secara konsisten berada di atas 95%, sedangkan efektivitas *Vibrating Trough* hanya berada pada kisaran 62% hingga 67%. Perbandingan nilai rata-rata menunjukkan bahwa *Kernel Grading Drum* memiliki efektivitas pemisahan sebesar 96,03%, sedangkan *Vibrating*

Trough hanya mencapai 64,35%. Selisih efektivitas sebesar 31,68% menunjukkan adanya perbedaan kinerja yang signifikan antara kedua alat dalam proses pemisahan kernel dan nut.

Hasil ini membuktikan bahwa *Kernel Grading Drum* lebih efektif dalam meminimalkan kernel yang terbawa bersama nut menuju *recycle nut conveyor*. Dengan efektivitas yang lebih tinggi, penggunaan *Kernel Grading Drum* dapat meningkatkan *recovery* kernel dan mengurangi potensi kehilangan produk pada stasiun kernel. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian ini, *Kernel Grading Drum* dapat dikatakan memiliki kinerja pemisahan yang lebih baik dibandingkan *Vibrating Trough* pada kondisi operasi yang diamati.

Berdasarkan Tabel 3, *Kernel Grading Drum* memiliki keunggulan dibandingkan *Vibrating Trough* dari aspek operasional. *Kernel Grading Drum* memerlukan perawatan yang lebih sederhana, konsumsi daya lebih rendah (2,5 kW), pengawasan operator lebih sedikit, serta memiliki kestabilan operasi yang lebih baik. Sebaliknya, *Vibrating Trough* membutuhkan perawatan dan pembersihan *screen bar* secara rutin, konsumsi daya lebih tinggi (4,79 kW), pengawasan yang lebih intensif, serta lebih rentan mengalami downtime akibat kerusakan *screen bar* atau gangguan getaran. Dengan demikian, selain memberikan efektivitas pemisahan yang lebih tinggi, *Kernel Grading Drum* juga lebih efisien dari sisi operasional dan pemeliharaan

Tabel 3. Perbandingan kedua alat

NO	Parameter	<i>Kernel grading drum</i>	<i>Vibrating through</i>
1.	Perawatan	Membutuhkan perawatan yang relatif minim, hanya grease	Membutuhkan perawatan rutin karena <i>screen bar</i> harus dibersihkan rutin
2.	Daya	2,5 kw	4,79 kW
3.	Pengawasan	Rendah, Operasional sederhana, kontrol mudah.	Tinggi, Operator harus sering mengecek tingkat kebersihan
4.	Kestabilan operasional	Stabil, jarang mengalami downtime	Rentan rusak pada <i>screen bar</i> rusak, getaran abnormal

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin kecil kernel yang terbawa menuju *recycle nut conveyor*, semakin tinggi *kernel recovery*. Temuan ini sejalan dengan

(Mohamed Halim et al., 2016) yang melaporkan bahwa optimasi sistem pemisahan kering mampu menurunkan *kernel losses* sekaligus meningkatkan *kernel recovery*. Efektivitas *Kernel Grading Drum* yang mencapai 96,03% menunjukkan bahwa mekanisme pemisahan berbasis drum berputar mampu meningkatkan peluang kernel lolos melalui media pemisah. Hasil ini konsisten dengan (Olasumboye & Koya, 2014) yang melaporkan bahwa *rotary separator* memberikan *kernel recovery* dan efisiensi pemisahan yang tinggi pada sistem pemisahan kering. Hasil ini memperkuat bahwa parameter operasi merupakan faktor penting dalam menekan *kernel losses*, sebagaimana juga ditemukan pada sistem LTDS yang sangat dipengaruhi oleh daya hisap separator (Siregar et al., 2026).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kernel Grading Drum memiliki efektivitas pemisahan kernel dan nut yang lebih baik dibandingkan *Vibrating Trough* pada Stasiun Kernel PT ABC. *Vibrating Trough* menghasilkan efektivitas pemisahan rata-rata sebesar 64,35% dengan persentase kernel yang masih terbawa menuju recycle nut conveyor sebesar 35,65%, sedangkan *Kernel Grading Drum* mencapai efektivitas pemisahan rata-rata sebesar 96,03% dengan kernel terbawa hanya 3,97%, sehingga telah memenuhi standar operasional perusahaan yang menetapkan kernel terbawa maksimum 6%.

Perbedaan efektivitas kedua alat terutama dipengaruhi oleh perbedaan prinsip kerja. *Kernel Grading Drum* mampu melakukan proses pengelompokan material secara kontinu berdasarkan ukuran sehingga menghasilkan pemisahan yang lebih optimal, sedangkan kinerja *Vibrating Trough* lebih dipengaruhi oleh kondisi getaran, kapasitas umpan, dan distribusi material pada permukaan screen. Selain itu, kondisi operasi, karakteristik campuran kernel dan nut, kebersihan screen, serta pemeliharaan peralatan juga berkontribusi terhadap efektivitas pemisahan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dan pertimbangan bagi pabrik kelapa sawit (PKS) dalam memilih serta mengoptimalkan penggunaan peralatan pemisahan kernel dan nut pada stasiun kernel. Pemilihan peralatan yang memiliki efektivitas pemisahan lebih tinggi diharapkan mampu meningkatkan recovery kernel, mengurangi kernel losses, serta mendukung tercapainya efisiensi proses pengolahan dan kualitas produk yang lebih baik sesuai dengan standar operasional perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adama, J. C., Arocha, C. G., & Ogbobe, P. O. (2022). Determination of some physical properties, angles of repose and frictional properties of a local variety of kernel and nut of oil palm. *Nigerian Journal of Technology*, 41(2), 365–369.
<https://doi.org/10.4314/njt.v41i2.18>
- Akbar, A., Akli, K., Putri, D. K., Putri, M., & Hidayah, S. (2022). Pengaruh Densitas Larutan Kalsium Karbonat Terhadap Kernel Losses Pada Unit Clay Bath Di Industri Pengolahan Cpo. *SAINTI: Majalah Ilmiah Teknologi Industri*, 19(2), 47.
<https://doi.org/10.52759/sainti.v19i2.141>
- Bakri, A. J., Ajayi, T. B., Oladerin, K. O., & Mogbojuri, A. O. (2020). Development and Assessment of Cracking and Sorting Processes of Palm Kernel Nut Machine. *European Journal of Engineering Research and Science*, 5(12), 145–151.
<https://doi.org/10.24018/ejers.2020.5.12.2258>
- Hasbullah, M. H., Darmawan, M. I., Linangsari, T., Ningsih, Y., & Meldayanoor, M. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Kernel Pada Stasiun Nut Dan Kernel Di PT X. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 11(1), 59–68.
<https://doi.org/10.34128/jtai.v11i1.194>
- Ilmannafian, A. G. (2023). *Analisis Kehilangan Produksi Kernel Pada*. 9, 32–42.
- Mohamed Halim, R., Ramli, R., Che Mat, C. R., Yuen May, C., Abu Bakar, N., & Abdul Hadi, N. (2016). Dry Separation of Palm Kernel and Palm Shell Using a Novel Five-Stage Winnowing Column System. *Technologies*, 4(2), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/technologies4020013>
- O.M, A., D.B, K.-K., & L.I, B. (2017). Palm Kernel Separation Efficiency and Kernel Quality from Different Methods Used in Some Communities in Rivers State, Nigeria. *Journal of Food Technology Research*, 4(2), 46–53.
<https://doi.org/10.18488/journal.58.2017.42.46.53>
- OLAOYE, J. O., & ADEKANYE, T. A. (2018). Properties influencing cracking and separation of palm nuts in a mechanical cracker cum separator. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 10(1), 42–50.
<https://doi.org/10.17508/cjfst.2018.10.1.07>
- Olasumboye, A., & Koya, O. (2014). A Rotary Separator for the Dry Mixture of Palm Kernel and Shell. *Innovative Systems Design and Engineering*, 5(7), 2222–1727.
<http://iiste.org/Journals/index.php/ISDE/article/view/14194/14502>
- Siregar, A. L., Hendra Saputra, Azhar Basyir Rantawi, Istianto Budhi Raharja, Rafael Billy, & Kelvin Syahdan. (2026). The Effectiveness of Vibrating Screen on the Composition of Feeds at PT KSP AGRO. *Jurnal Inotera*, 11(1), 71–80.
<https://doi.org/10.31572/inotera.vol11.iss1.2026.id608>
- Syam, A. M., Renjani, R. A., & Dharmawati, N. D. (2011). Analisis Losses pada Nut and Kernel Station Melalui Proses Pendekatan di Setiap Peralatan. *Prosiding Seminar Nasional PERTETA*, 134–137.
- Syarif, N. A., & Profita, A. (2023). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Kernel Losses Dengan Menerapkan Metode Statistical Procces Control (SPC). *Jurnal Teknik Industri (JATRI)*, 1(2), 11–23. <https://doi.org/10.30872/jatri.v1i2.883>