

ANALISIS KERJA MESIN RIPPLE MILL UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PEMECAHAN BIJI DI STASIUN KERNEL

Jonatan Sormin¹, Rahmadsyah^{2*}, Moraida Hasanah³

Universitas Asahan, Asahan

e-mail: ¹jonatansormin2000@gmail.com, ²syahuna10@gmail.com,

³hasanahmoraida@gmail.com

Abstract: *The ripple mill is a nut-cracking machine at the kernel station of a palm oil mill that determines the quantity and quality of palm kernels. This study aims to analyze the performance and efficiency of a ripple mill at two rotor bar to ripple plate clearances, 8 mm and 5.5 mm, and to compare the results with the mill standard of 96%. The study was carried out at PT Bukit Harapan II through direct observation and literature review. Cracked mixture samples were reduced by quartering to 1000 g, taken once a day for three days at each clearance, and manually sorted into whole nuts, whole kernels, broken kernels, and shell. Efficiency was calculated by subtracting the percentages of whole nuts and broken kernels from 100%. The average efficiency was 86.22% at 8 mm and 96.01% at 5.5 mm. Whole nuts decreased from 5.38% to 1.60% and broken kernels from 8.40% to 2.40%. The 5.5 mm clearance gave better cracking performance and met the standard on average, but not on every sampling day (95.77% on the third day), so the findings need to be confirmed with a larger number of samples.*

Keyword: *ripple mill; nut cracking efficiency; rotor bar clearance; kernel station; ripple plate.*

Abstrak: Ripple mill merupakan mesin pemecah biji di stasiun kernel pabrik kelapa sawit yang menentukan kuantitas dan kualitas inti sawit. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja dan efisiensi ripple mill pada dua variasi jarak rotor bar ke ripple plate, yaitu 8 mm dan 5,5 mm, serta membandingkannya dengan standar pabrik 96%. Penelitian dilakukan di PT Bukit Harapan II melalui observasi langsung dan studi pustaka. Sampel cracked mixture direduksi dengan metode quartering menjadi 1000 g, diambil satu kali sehari selama tiga hari pada setiap jarak, lalu dipilah secara manual menjadi biji utuh, inti utuh, inti pecah, dan cangkang. Efisiensi dihitung dengan mengurangkan persentase biji utuh dan inti pecah dari 100%. Efisiensi rata-rata sebesar 86,22% pada jarak 8 mm dan 96,01% pada jarak 5,5 mm. Biji utuh turun dari 5,38% menjadi 1,60% dan inti pecah dari 8,40% menjadi 2,40%. Jarak 5,5 mm menghasilkan kinerja pemecahan yang lebih baik dan memenuhi standar secara rata-rata, tetapi belum pada setiap hari pengambilan sampel (95,77% pada hari ketiga), sehingga temuan ini perlu dikonfirmasi dengan jumlah sampel yang lebih banyak.

Kata kunci: ripple mill; efisiensi pemecahan biji; jarak rotor bar; stasiun kernel; ripple plate.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) menempati posisi strategis dalam sektor pertanian karena mampu memberikan nilai ekonomi per hektar yang jauh lebih tinggi dibandingkan tanaman penghasil minyak dan lemak

nabati lainnya (Fazli Abas & Munawir, 2022). Peningkatan permintaan global yang sejalan dengan pertumbuhan penduduk mendorong kenaikan produksi minyak sawit (Satriawisti & Parung, 2024). Pabrik kelapa sawit (PKS) berada di sektor hulu rantai industri sawit karena mengubah tandan buah segar menjadi

minyak sawit mentah (*crude palm oil*/CPO) dan inti sawit (Muslih & Iswarini, 2022).

Ripple mill adalah unit mesin di stasiun kernel yang memecahkan biji sawit dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Biji terbawa putaran rotor, terlempar, dan membentur dinding pemecah sehingga cangkangnya pecah dan terpisah dari inti (Fahlai & Supardi, 2023). Proses ini menentukan secara langsung kuantitas dan kualitas inti sawit yang keluar dari stasiun kernel, sementara mesin ini dikenal lebih sering mengalami gangguan dibandingkan mesin lain di stasiun tersebut (Qistan et al., 2023). Perluasan perkebunan sawit juga meningkatkan kebutuhan akan mesin pemecah biji (Siahaan et al., 2024).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kinerja ripple mill sangat bergantung pada kondisi operasi dan kondisi mesin. Zulfahmi dan Saputra (2022) melaporkan efisiensi rata-rata ripple mill hanya 85,5% akibat tingginya frekuensi kerusakan. Devani dan Muhammad (2025) menemukan bahwa jarak bukaan (*bar clearance*) berpengaruh signifikan terhadap keluaran mesin ($P = 0,001$) dan menurunkan persentase kernel pecah hingga 14,74% setelah penerapan SOP berbasis *design of experiments*. Permasalahan yang umum teridentifikasi meliputi keausan rotor bar, ketidaksesuaian *bar clearance*, kecepatan putar rotor yang kurang optimal, dan kadar air biji yang tinggi (Leksi Siregar et al., 2024). Hikmawan et al. (2021) menunjukkan bahwa efisiensi pemecahan turun ketika jarak rotor melebar, dengan jarak 5,5 mm yang memenuhi standar efisiensi pabrik sebesar 96%. Lesmana (2021) menyimpulkan bahwa efisiensi pemecahan bergantung pada kualitas dan kuantitas biji, kondisi *ripple plate* dan *rotor bar*, jarak antara keduanya, serta kecepatan putaran mesin. Namun, penelitian terdahulu umumnya dilakukan pada PKS dengan kapasitas dan karakteristik biji yang berbeda, sehingga temuannya tidak dapat langsung digeneralisasi ke PKS lain.

Penelitian ini bertujuan menganalisis hasil kinerja dan efisiensi mesin ripple mill di stasiun pengolahan biji pada dua variasi jarak rotor bar ke *ripple plate*, yaitu 8 mm dan 5,5 mm, serta mengkaji faktor-faktor yang kemungkinan menyebabkan kinerja mesin belum memenuhi standar.

METODE

Penelitian dilaksanakan di stasiun kernel PT Bukit Harapan II. Objek penelitian adalah mesin ripple mill merek Hendra Jaya model 16/18 HJ dengan kapasitas 6 ton/jam dan daya 15 HP, yang digerakkan elektromotor ABB berdaya 11 kW pada putaran 1455 rpm. Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap mesin saat PKS beroperasi dan studi pustaka dari buku serta jurnal yang relevan. Dua variasi jarak *rotor bar* ke *ripple plate* diuji, yaitu 8 mm dan 5,5 mm.

Prosedur pengambilan sampel dilakukan sebagai berikut. Jarak antara *rotor bar* dan *ripple plate* diukur dan diatur sesuai variasi. *Cracked mixture* yang keluar dari pintu bawah *conveyor* ditampung dalam wadah, lalu dihomogenkan dan direduksi dengan metode *quartering* hingga diperoleh sampel representatif seberat 1000 g. Sampel diambil satu kali setiap hari selama tiga hari berturut-turut pada masing-masing jarak. Setiap sampel dipilah secara manual menjadi empat komponen, yaitu biji utuh (biji yang lolos tanpa pecah), inti utuh, inti pecah, dan cangkang, kemudian setiap komponen ditimbang.

Persentase setiap komponen dihitung terhadap berat sampel menggunakan Persamaan (1), dengan P_i adalah persentase komponen ke- i (%), m_i massa komponen ke- i (g), dan m_s berat sampel (g). Efisiensi ripple mill (η) dihitung dengan mengurangkan persentase kehilangan, yaitu biji utuh dan inti pecah, dari 100% menggunakan Persamaan (2), dengan m_{bu} adalah massa

biji utuh (g) dan m_{ip} massa inti pecah (g). Hasil perhitungan dibandingkan dengan standar efisiensi pabrik sebesar 96% yang dirujuk oleh Hikmawan et al. (2021).

$$P_i = \frac{m_i}{m_s} \times 100\%$$

$$\eta = 100\% - \left(100\% \times \frac{m_{bu} + m_{ip}}{m_s}\right)$$

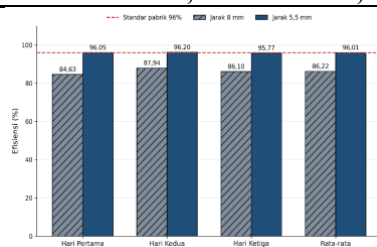
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada jarak *rotor bar* ke *ripple plate* 8 mm, efisiensi pemecahan biji pada tiga hari pengambilan sampel adalah 84,63%, 87,94%, dan 86,10% dengan rata-rata 86,22%. Nilai ini berada jauh di bawah standar pabrik 96% sehingga kinerja mesin pada jarak 8 mm dinyatakan belum memenuhi standar. Hasil ini sejalan dengan Hikmawan et al. (2021) yang melaporkan penurunan efisiensi pada jarak rotor yang lebih lebar, dengan efisiensi sekitar 86% pada jarak sekitar 8,0 mm.

Setelah jarak diatur menjadi 5,5 mm, efisiensi harian meningkat menjadi 96,05%, 96,20%, dan 95,77% dengan rata-rata 96,01%. Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa efisiensi pada jarak 5,5 mm lebih tinggi pada setiap hari pengamatan. Efisiensi rata-rata naik 9,79 poin persentase, dengan selisih terbesar pada hari pertama (11,42 poin) dan terkecil pada hari kedua (8,26 poin).

Tabel . Efisiensi Harian Ripple Mill pada Jarak 8 mm dan 5,5 mm

Hari	8 mm (%)	5,5 mm (%)
Pertama	84,63	96,05
Kedua	87,94	96,20
Ketiga	86,10	95,77
Rata-rata	86,22	96,01



Gambar 1 Perbandingan Efisiensi Ripple Mill pada Jarak 8 mm dan 5,5 mm

Peningkatan efisiensi tersebut bersumber dari berkurangnya kedua komponen kehilangan (Tabel 2). Biji utuh turun dari rata-rata 5,38% menjadi 1,60%, artinya lebih sedikit biji yang lolos tanpa pecah pada jarak yang lebih sempit. Inti pecah turun dari 8,40% menjadi 2,40%, sedangkan inti utuh naik dari 16,94% menjadi 34,19%, sehingga inti yang terlepas dalam kondisi baik jauh lebih banyak.

Tabel 2 Rata-Rata Persentase Komponen Hasil Pemecahan

Komponen	8 mm (%)	5,5 mm (%)	Selisih (poin)
Biji utuh	5,38	1,60	-3,78
Inti pecah	8,40	2,40	-6,00
Inti utuh	16,94	34,19	+17,25
Cangkang	69,29	61,82	-7,47
Efisiensi	86,22	96,01	+9,79

Terhadap standar pabrik 96%, efisiensi rata-rata pada jarak 5,5 mm (96,01%) telah tercapai, tetapi hanya unggul tipis dan belum konsisten karena efisiensi hari ketiga (95,77%) masih sedikit di bawah standar. Efisiensi ini juga 0,57 poin lebih rendah daripada 96,58% pada jarak yang sama yang dilaporkan Hikmawan et al. (2021). Selain itu, persentase inti utuh pada jarak 5,5 mm (34,19%) masih di bawah batas minimal 38% yang dirujuk oleh Hikmawan et al. (2021), sedangkan inti pecah (2,40%) berada jauh di bawah batas maksimal 12%. Perbedaan-perbedaan ini kemungkinan dipengaruhi kondisi lapangan, seperti ukuran dan kadar air biji, tingkat keausan *rotor bar* dan *ripple plate* (Leksi Siregar et al., 2024), serta jumlah sampel yang terbatas.

Peningkatan efisiensi pada jarak yang lebih sempit berkaitan dengan ruang antara *rotor bar* dan *ripple plate* yang mengecil. Pada jarak 5,5 mm, biji yang terlempar oleh putaran rotor mengalami benturan dan gesekan yang lebih besar sebelum keluar dari ruang pemecahan, sehingga lebih banyak biji yang pecah. Turunnya inti pecah pada jarak yang lebih sempit patut dicermati karena jarak

sempit umumnya diperkirakan meningkatkan kerusakan inti. Salah satu kemungkinannya, pada jarak 8 mm biji tidak langsung pecah sempurna sehingga benturan yang diterima tidak merata dan inti ikut retak atau hancur, sedangkan pada jarak 5,5 mm biji pecah lebih bersih dan inti terlepas utuh. Dugaan ini sejalan dengan naiknya inti utuh, tetapi penyebab pastinya perlu dikaji lebih lanjut karena ukuran biji, kondisi *ripple plate*, dan kecepatan rotor tidak diukur dalam penelitian ini.

Hasil penelitian ini memiliki keterbatasan. Sampel hanya diambil tiga kali pada setiap jarak, dan faktor lain seperti ukuran dan kadar air biji tidak dikendalikan secara khusus. Oleh karena itu, temuan ini lebih tepat dipandang sebagai gambaran kecenderungan pengaruh jarak *rotor bar* ke *ripple plate* terhadap efisiensi pemecahan biji.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa jarak antara *rotor bar* dan *ripple plate* merupakan parameter operasi yang sangat memengaruhi kinerja ripple mill di stasiun pengolahan biji. Pada jarak 8 mm, mesin belum memenuhi standar efisiensi pabrik, sedangkan penyempitan jarak menjadi 5,5 mm mengurangi biji yang lolos tanpa pecah dan inti yang rusak sehingga efisiensi rata-rata mencapai standar.

Capaian tersebut masih tipis dan belum konsisten dari hari ke hari, yang menandakan bahwa pengaturan jarak perlu dipandang sebagai salah satu faktor di antara faktor-faktor lain, seperti karakteristik biji dan kondisi komponen mesin, dalam menjaga kinerja pemecahan biji. Dengan demikian, penelitian ini memberi gambaran empiris dari kondisi operasi aktual PKS tentang bagaimana pengaturan jarak dapat dikaitkan dengan efisiensi pemecahan biji.

DAFTAR PUSTAKA

- Devani, V., & Muhammad, N. W. (2025). Usulan peningkatan kualitas kernel dengan menggunakan metode PDCA. *Journal of Integrated System*, 8(2), 205–215. <https://doi.org/10.28932/jis.v8i2.13289>
- Fahlai, S., & Supardi, J. (2023). Analisa kerusakan rotor bar pada mesin ripple mill dengan metode perhitungan biji sawit utuh/lolos pada proses pemecahan biji kelapa sawit (studi kasus: PT Beurata Subur Persada). *Jurnal Mahasiswa Mesin UTU*, 2(1), 26–32. <https://doi.org/10.35308/jmm.v2i1.7109>
- Fazli Abas, M., & Munawir, A. (2022). Analisa hasil pemecahan biji pada mesin ripple mill dengan kapasitas produksi 24 ton/jam di PT Socfindo Kebun Seunagan. *Jurnal Mahasiswa Mesin UTU*, 1(1), 66–75. <https://doi.org/10.35308/jmm.v1i1.5713>
- Hikmawan, O., Naufa, M., & Indriani, B. M. (2021). Pengaruh jarak rotor terhadap efisiensi pemecahan biji pada stasiun ripple mill di pabrik kelapa sawit. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 14–21. <https://doi.org/10.21776/jrm.v15i1.1840>
- Leksi Siregar, A., Zulfiah, R. D., Rahardja, I. B., Rantawi, A. B., & Saputera, H. (2024). Efficiency analysis of ripple mill capacity 6 ton/hours on maintenance machine introduction. *Journal of Applied Science and Advanced Technology*, 6(2), 75–82. <https://doi.org/10.24853/JASAT.6.2.75-82>
- Lesmana, A. (2021). *Analisis hasil kinerja mesin ripple mill di stasiun pengolahan biji pabrik kelapa sawit* [Skripsi, Universitas Medan Area].
- Muslih, G., & Iswarini, H. (2022). Analisis manajemen produksi agribisnis pabrik kelapa sawit PT. Buluh Cawang Plantation Dabuk Rejo Kecamatan Lempuing

- Kabupaten Ogan Komering Ilir. *Societa*, 11(1), 50–59. <https://doi.org/10.32502/jsct.v11i1.4718>
- Qistan, I. M., Satriana, & Juanda. (2023). Efisiensi kinerja mesin ripple mill pada stasiun kernel di PT X Jambi. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3), 6217–6225. <https://ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/6080/4495>
- Satriawisti, G., & Parung, J. (2024). Keberlanjutan industri kelapa sawit: Literature review. *Jurnal Teknik Industri*, 19(3), 122–135. <https://doi.org/10.14710/jati.19.3.122>
- Siahaan, D., Siahaan, E., & Tarigan, K. (2024). Perencanaan mesin ripple mill di stasiun pengolahan biji pada pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 20 ton/jam TBS di PKS Hapesong PTPN III. *Jurnal Teknologi Mesin*, 5(1), 153–157. <https://doi.org/10.46930/teknologimesin.v5i1.4503>
- Zulfahmi, & Saputra, A. (2022). Analisis risiko kerusakan mesin (downtime) ripple mill stasiun kernel (studi kasus PT. Ujong Neubok Dalam). *SITEKIN*, 19(2), 241–247. <https://doi.org/10.24014/sitekin.v19i2.17296>