

Teknik Kimia

Pengaruh Kecepatan Putaran Terhadap Efisiensi Pemecahan Biji Pada Ripple Mill PT. X PKS

Ratna Kristina Tarigan¹, Rifki Al Farisi Nasution²

^{1,2} Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 10 Agustus 2025
Revisi Akhir: 11 Agustus 2025
Diterbitkan Online: 12 Agustus 2025

KATA KUNCI

Biji Kelapa Sawit, Efisiensi, Ripple Mill

Keywords:

Palm Oil Seeds, Efficiency, Ripple Mill

KORESPONDENSI

E-mail : ratnakristinatarigan70@gmail.com

A B S T R A K

Ripple mill merupakan alat yang digunakan untuk memecahkan biji kelapa sawit sehingga terpisah antara inti dan cangkang. Efisiensi pemecahan biji pada ripple mill adalah persentase kemampuan ripple mill untuk memecahkan biji menjadi inti dan cangkang dengan parameter penentu adalah banyaknya biji utuh yaitu biji yang tidak berhasil dipecah dan biji pecah yang merupakan inti yang masih melekat pada cangkang pecah. Target pemecahan adalah sebanyak mungkin menghasilkan inti kelapa sawit yang tidak pecah (inti utuh) dengan efisiensi pemecahan minimal 98% dan inti pecah maksimal 12%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi hasil pemecahan biji, efisiensi pemecahan biji dan kecepatan putar rotor yang tepat pada ripple mill. Penelitian dilakukan dengan cara menghitung persentase masing-masing komponen cracked mixture output ripple mill. Dengan menggunakan 4 variasi kecepatan putar rotor yaitu 876 Rpm, 1168 Rpm, 1460 Rpm, dan 1752 Rpm maka diperoleh efisiensi pemecahan biji pada Ripple Mill berturut-turut sebesar 93,14%; 95,71%; 97,02%; dan 98,87%. Dengan inti pecah yang dihasilkan berturut-turut adalah 10,32%, 10,64%; 11,74%; 12,28%. Sehingga kecepatan putaran rotor yang paling tepat adalah 1752 Rpm

A B S T R A C T

Ripple mill is a tool used to crack palm kernels so that they separate the kernel and shell. The efficiency of cracking kernels in a ripple mill is the percentage of the ripple mill's ability to crack kernels into kernels and shells with the determining parameters being the number of intact kernels, namely kernels that were not successfully cracked and cracked kernels, which are kernels that are still attached to the cracked shell. The target for cracking is to produce as many uncracked palm kernels (intact kernels) as possible with a minimum cracking efficiency of 98% and a maximum of 12% cracked kernels. The purpose of this study was to determine the composition of the kernel cracking results, the efficiency of the kernel cracking and the appropriate rotor rotation speed in a ripple mill. The study was conducted by calculating the percentage of each component of the ripple mill's cracked mixture output. By using 4 variations in rotor rotation speed, namely 876 Rpm, 1168 Rpm, 1460 Rpm, and 1752 Rpm, the efficiency of cracking kernels in the Ripple Mill was obtained as many as 93.14%; 95.71%; 97.02%; and 98.87%, respectively. With broken cores produced respectively were 10.32%, 10.64%; 11.74%; 12.28%. So the most appropriate rotor rotation speed is 1752 Rpm

PENDAHULUAN

Artikel PT. X PKS merupakan salah satu unit perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan kelapa sawit dengan produk utama minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) dan inti (kernel) sawit[1]. Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. X PKS mengelola Tandan Buah Segar (TBS) dari hasil kebun sendiri dengan kapasitas olah pabrik yaitu 30 ton/jam[2]. Proses pengolahan pada PKS ini terdiri dari pengolahan minyak dan pengolahan inti. Pengolahan minyak untuk memperoleh CPO dimulai dari penerimaan buah, perebusan, pemipilan, pelumatan, pengempaan dan pemurnian minyak[3]. Sementara pengolahan inti merupakan tahapan-tahapan pemrosesan dari biji sawit sehingga dihasilkan inti sawit yang memiliki kualitas sebaik mungkin dan dapat dipasarkan dengan harga yang layak. Pengolahan inti terdiri dari pemecahan gumpalan ampas kempa, pemisahan biji dan serat, pembersihan biji, pemeraman biji, pemecahan biji, pemisahan inti dan cangkang, pengeringan inti serta penyimpanan atau penimbunan inti[4].

Stasiun kernel merupakan stasiun pengolahan inti dimana proses pengolahannya berawal dari ampas *press* dari screw press dipecah atau diuraikan di *Cake Breaker Conveyor* (CBC) dan diumpankan ke *vertical column* (*depericarper*) kemudian udara akan menghisap serat (*fiber*) sehingga memisahkan fiber dari biji[5]. Sementara biji akan melewati polishing drum yang berada tepat di bawah *depericarper* yang akan membersihkan sisa fiber yang masih terikat pada biji (nut). Nut yang telah bersih dari fiber kemudian dikeringkan untuk menurunkan kadar airnya di nut silo sebelum dilakukan pemecahan pada alat pemecah biji yaitu Ripple Mill. (Halim, 2015). Salah satu alat mesin pabrik kelapa sawit yang penting keberadaannya adalah mesin Ripple Mill yang fungsinya adalah sebagai alat pemecah biji agar inti lepas dari cangkangnya[6]. Karena fungsinya yang penting dan mengeluarkan biaya jika terjadi kerusakan, untuk itu perusahaan harus merawat mesin agar alat tidak rusak sewaktu mesin beroperasi yang dapat merugikan perusahaan. Ripple Mill merupakan suatu alat yang digunakan pada PKS dalam proses pengolahan inti yang berperan dalam memecahkan nut sehingga inti terlepas dari cangkang. Pada Ripple Mill terdapat rotor (bagian yang berputar) dan ripple plate (bagian yang diam) yang berbentuk plat bergerigi. Biji masuk di antara rotor dan ripple plate sehingga saling berbenturan dan memecahkan biji[7]. Biji yang masuk melalui rotor akan mengalami gaya sentrifugal (menjauhi pusat putaran) sehingga biji keluar dari rotor dan terbanting dengan kuat yang menyebabkan cangkang pecah. Hasil pemecahan biji di Ripple Mill yang disebut dengan cracked mixture akan dipisahkan antara inti dan cangkang melalui sebuah sistem winnowing, hydrocyclone atau claybath. Inti sawit harus dibersihkan dari serabut, cangkang, dan pengotor lainnya agar mampu memenuhi syarat mutu dalam proses pengolahan selanjutnya untuk menghasilkan minyak inti sawit atau Palm Kernel Oil (PKO) yang juga bermutu baik[8]. Dalam mendukung keberhasilan proses pengolahan maka dibutuhkan mesin-mesin yang berfungsi dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi tingkat operasional suatu alat dengan memperhatikan efisiensi alat tersebut sehingga produk yang dihasilkan mencapai target yang telah ditentukan oleh perusahaan. Secara umum efisiensi adalah kemampuan dari suatu alat untuk melakukan kerja. Sementara efisiensi pemecahan biji pada Ripple Mill merupakan persentase kemampuan Ripple Mill untuk memecahkan biji menjadi cangkang dan inti kelapa sawit. Adapun faktor yang mempengaruhi efisiensi pemecahan biji pada Ripple Mill diantaranya kondisi Ripple Mill, dimana keadaan plat bergerigi yang tumpul dan rod yang bengkok dapat menyebabkan pemecahan tidak efektif. Jarak rotor dengan plat bergerigi, jarak yang terlalu rapat akan menyebabkan persentase inti pecah cukup tinggi dan bila jarak terlalu renggang maka pemecahan biji tidak sempurna. Putaran rotor, putaran rotor yang terlalu cepat akan menyebabkan persentase inti pecah tinggi dan putaran rotor yang terlalu rendah menyebabkan banyak biji yang tidak pecah. Ukuran biji, ukuran biji yang heterogen, bentuk biji yang gepeng dan lonjong akan menyebabkan efisiensi pemecahan biji yang rendah. Kualitas dan kuantitas umpan biji, pengisian yang terlalu banyak dapat menyebabkan banyak biji yang tidak pecah, serta tingkat kelekangan biji sangat mempengaruhi proses pemecahan. Standar efisiensi pemecahan biji pada PT. X PKS adalah minimal 98%.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang multi guna. Hal ini karena hampir semua bagian pohon kelapa sawit dapat dimanfaatkan. Batang pohon sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pulp, bahan kimia turunan, sumber energi, papan partikel, serta bahan konstruksi. Sementara buah kelapa sawit dapat diolah menjadi minyak sawit yang bermanfaat untuk bidang pangan maupun non pangan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Bagian lainnya seperti sabut, cangkang, tandan kosong, sludge, minyak inti sawit dan bungkilnya juga dapat dimanfaatkan. [9].

Ripple Mill adalah alat yang berperan sebagai pemecah biji sehingga inti terlepas dari cangkang. Pada Ripple Mill terdapat rotating rotor (bagian yang berputar) dan stationary plate (bagian yang diam). Rotating rotor terdiri dari 30 batang rotor rod yang terbuat dari lingkaran carbon steel yang terbagi menjadi 2 lapisan, yaitu 15 batang dipasang di bagian luar dan 15 batang di bagian dalam. Stationary plate terbuat dari high carbon steel dengan permukaan bergerigi tajam [10]. Pada alat ini dilengkapi dengan pengatur umpan dan penangkap selanjutnya adalah pengoprasian Ripple Mill yang melewati masa pakai yang di rekomendasikan dari pabrikan Ripple Mill.

Efisiensi pemecahan biji sangat dipengaruhi oleh :

1. Kondisi Ripple Mill, dimana keadaan plat bergerigi yang tumpul dan rod yang bengkok dapat menyebabkan pemecahan tidak efektif. Kondisi Ripple Mill yang seperti ini dapat disebabkan karena pengisian biji yang terlalu banyak.
2. Jarak rotor dengan plat bergerigi, jarak yang terlalu rapat akan menyebabkan persentase inti pecah cukup tinggi dan bila jarak terlalu renggang maka pemecahan biji tidak sempurna.
3. Putaran rotor, putaran rotor yang terlalu cepat akan menghasilkan banyak inti pecah dan putaran rotor yang terlalu rendah menyebabkan banyak biji yang tidak pecah.
4. Ukuran biji, ukuran biji yang heterogen, bentuk biji yang gepeng dan lonjong akan menyebabkan efisiensi pemecahan biji yang rendah. Untuk mendapatkan efisiensi pemecahan yang optimal bagi beraneka ragam ukuran biji sawit, maka ruang antara rotor dan ripple plate dapat diatur jarak kerenggannya sesuai dengan ukuran biji sawit yang diumpankan.
5. Kualitas dan kuantitas umpan biji, tingkat kelekangan biji sangat mempengaruhi proses pemecahan (apabila biji tidak lekang maka inti lengket pada cangkang akan semakin tinggi) serta pengisian yang terlalu banyak menyebabkan banyak biji yang tidak pecah [11].

Perhitungan efisiensi pemecahan biji pada ripple mill didasarkan pada banyaknya biji utuh yaitu biji yang tidak berhasil dipecah dan biji pecah yang merupakan inti yang masih melekat pada cangkang pecah. Konsep itu dirumuskan sebagai berikut :

Rumus Efisiensi Ripple Mill

$$Efisiensi = 100 \% - (\% Biji Utuh + \% Biji Pecah) \dots \dots \dots (1)$$

Analisa gravimetri merupakan metode analisa secara kuantitatif untuk menentukan jumlah suatu komponen dalam sampel serta menentukan komponen-komponen utama dan tambahan dalam sampel berdasarkan prinsip penimbangan. Dengan menggunakan metode gravimetri maka dapat diperoleh persentase komponen-komponen output dari Ripple Mill yang berupa inti utuh, inti pecah, cangkang, biji utuh, dan biji pecah [12].

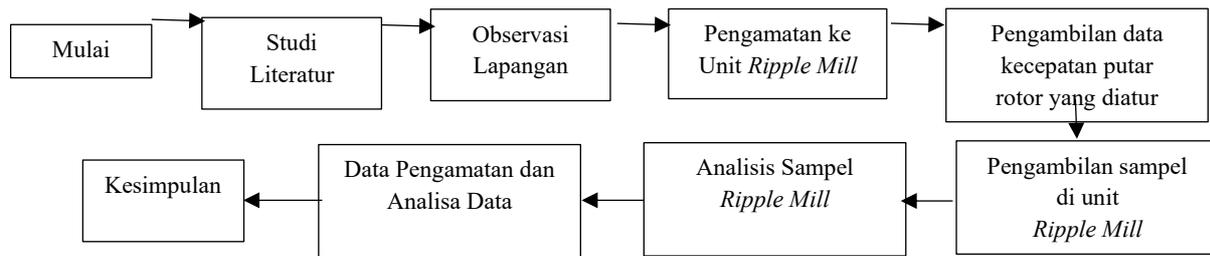
Rumus Gravimetri :

$$Kada(\%) = \frac{Massa \text{ Komponen } X}{Massa \text{ Sampel}} \times 100\%$$

Keterangan :

X = Komponen yang telah dipisah dari sampel (Biji utuh, Biji pecah, Inti utuh, Inti pecah, dan Cangkang)

METODOLOGI



Alat yang Digunakan

1. Ripple Mill

Sebagai alat pemecah biji agar inti terlepas dari cangkang. Spesifikasi Ripple Mill

Model : MSB Ripple Mill

Kapasitas : 6 ton

Nomor Seri : RM 1531

Kecepatan : RPM 1752

Motor : 440 V, 3 Phase, 60 Hz Tahun 2019

2. Necaca Digital

Sebagai alat ukur untuk menimbang berat sampel .

3. Wadah Timbangan

Sebagai wadah sampel yang akan ditimbang

4. Ember

Sebagai wadah sampel yang akan diambil dari Ripple Mill

Bahan yang Digunakan

1. Cracked Mixture output Ripple Mill

2. Nut dari Nut Silo

Metode

Metode Kerja di Lapangan

1. Melakukan pengamatan langsung di lapangan (pabrik) bersama-sama dengan pembimbing lapangan untuk mempelajari secara seksama proses pengolahan buah kelapa sawit dari TBS hingga menjadi CPO dan inti (kernel) sawit, khususnya pada proses pemecahan biji kelapa sawit.
2. Perumusan data yang hendak diambil sesuai dengan pokok permasalahan atau yang menyangkut judul karya akhir. Data yang diambil yaitu biji utuh, biji pecah, inti utuh, inti pecah, dan cangkang.
3. Pengambilan data yang sesuai dengan pokok permasalahan atau yang menyangkut judul karya akhir.
4. Pengolahan data yang diperoleh.
5. Penyajian data sesuai dengan permasalahan pokok.

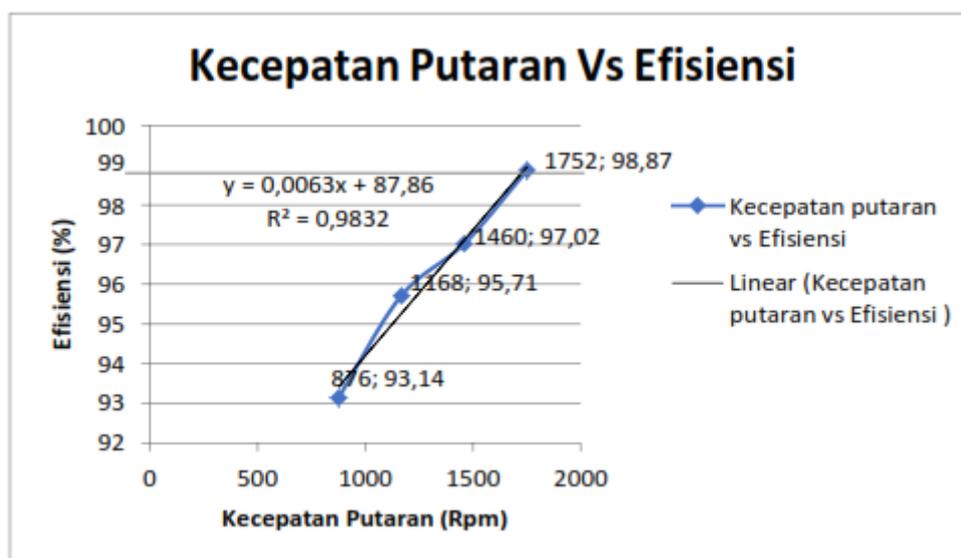
Metode Kerja di Laboratorium

1. Diambil sampel Cracked Mixture dari Ripple Mill dengan wadah yang sudah ditentukan.
2. Dibawa sampel tersebut ke laboratorium untuk dianalisa.
3. Dituangkan sampel ke tempat yang sudah disediakan dan dihomogenkan secara merata.
4. Ditimbang sampel sebanyak 500 gram.
5. Kemudian dipisahkan sampel menjadi lima bagian antara biji utuh, biji pecah, inti utuh, inti pecah, dan cangkang. Kemudian ditimbang masing-masing dari hasil pemisahan pada neraca.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengamatan

| No | Kecepatan rotor (Rpm) | Komponen | | | | | Total (gr) |
|----|--------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------------|
| | | Biji Utuh (gr) | Biji Pecah (gr) | Inti Utuh (gr) | Inti Pecah (gr) | Cangkang (gr) | |
| 1 | 876 | 21,65 | 12,65 | 140,3 | 51,6 | 273,8 | 500 |
| 2 | 1168 | 14,2 | 7,25 | 153,7 | 53,2 | 271,65 | 500 |
| 3 | 1460 | 7,4 | 7,5 | 158,6 | 58,7 | 267,8 | 500 |
| 4 | 1752 | 1,5 | 4,15172,5 | 172,5 | 61,4 | 270,15 | 500 |



Grafik 1. Hubungan kecepatan putaran rotor vs efisiensi pemecahan biji

Dari hasil perhitungan korelasi didapatkan nilai $r = 0,9921$ yang menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan putaran dengan % efisiensi pemecahan biji pada alat ripple mill berbanding lurus, maka dapat disimpulkan semakin cepat putaran rotor ripple mill maka % efisiensi pemecahan biji semakin besar. Seperti yang dapat dilihat pada grafik 1.

Tabulasi Data Hasil Perhitungan Pada *Ripple Mill*

Ripple mill merupakan alat yang digunakan untuk memecahkan biji sehingga inti terlepas dari cangkang. Pada ripple mill terdapat dua bagian utama yang bekerja secara sinergis yaitu rotor (bagian yang berputar) dan ripple plate (bagian yang diam). Biji masuk diantara rotor dan ripple plate sehingga saling berbenturan dan memecahkan cangkang dari inti. Biji yang masuk akan mengalami gaya sentrifugal sehingga biji keluar dari rotor dan terbanting dengan kuat yang menyebabkan cangkang pecah. Efisiensi pemecahan biji pada ripple mill merupakan persentase kemampuan ripple mill untuk memecahkan biji menjadi inti dan cangkang kelapa sawit dengan parameter penentu efisiensi adalah banyaknya biji utuh yang tidak berhasil dipecah dan biji pecah yang merupakan inti yang melekat pada cangkang pecah. Semakin sedikit biji utuh dan biji pecah yang dihasilkan dari proses pemecahan biji di ripple mill maka akan semakin baik pula efisiensi pemecahan biji di ripple mill, karena tujuan dari pemecahan biji pada Ripple Mill yaitu untuk menghasilkan inti utuh sebanyak mungkin. Semakin tinggi kecepatan putaran rotor juga akan meningkatkan efisiensi pemecahan biji pada Ripple Mill. PT. Perkebunan Nusantara II PKS Sawit Seberang mempunyai standar efisiensi pemecahan biji minimal 98% dengan inti pecah maksimal 12%. Untuk mengetahui efisiensi pemecahan

biji pada ripple mill, dilakukan penelitian dengan cara pengambilan sampel dari pintu bawah conveyor cracked mixture. Pada penelitian ini, sebelum dilakukan pengambilan sampel terlebih dahulu dilakukan pengaturan kecepatan putar rotor pada ripple mill yang diatur melalui inverter. Setelah itu, sampel output dari ripple mill diambil dengan wadah dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisa. Setiap sampel ditimbang sebanyak 500 gram. Sampel tersebut dituang pada baki dan dibagi menjadi lima bagian. Kemudian sampel dipisahkan berdasarkan komponennya yaitu biji utuh, biji pecah, inti utuh, inti pecah, dan cangkang lalu ditimbang kembali. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui berapa kecepatan putar rotor yang tepat sehingga efisiensi pemecahan biji pada ripple mill yang dihasilkan sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Dengan menggunakan 4 variasi kecepatan putar rotor yaitu 876 Rpm, 1168 Rpm, 1460 Rpm, dan 1752 Rpm maka diperoleh efisiensi pemecahan biji pada ripple mill untuk kecepatan 876 Rpm yaitu 93,14 %, untuk kecepatan 1168 Rpm diperoleh 95,71 %, sementara untuk kecepatan 1460 Rpm diperoleh 97,02 %, dan untuk kecepatan 1752 Rpm diperoleh 98,87%. Efisiensi pemecahan biji pada ripple mill meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan putar rotor. Pada hasil perhitungan, kecepatan putar rotor yang menghasilkan efisiensi pemecahan yang memenuhi standar adalah kecepatan 1752 Rpm. Namun demikian, kecepatan putar rotor akan mempengaruhi banyaknya inti pecah yang dihasilkan. Banyaknya inti pecah akan mempersulit proses pemisahan antara inti dengan cangkang dan akan menurunkan harga jual inti sawit serta akan mempengaruhi kualitas minyak inti yang akan dihasilkan karena inti yang pecah cenderung menunjukkan kecepatan reaksi pembentukan asam lemak bebas yang lebih cepat dibandingkan inti yang utuh. Inti sawit yang utuh dari hasil pemecahan di Ripple Mill adalah penentu keberhasilan kerja Ripple Mill, karena semakin banyak inti utuh maka losses inti sawit semakin kecil dan harga jual inti sawit semakin tinggi. Standar inti pecah pada PT. Perkebunan Nusantara II PKS Sawit Seberang Adalah maksimal 12%.

KESIMPULAN

Pengaruh kecepatan putaran terhadap efisiensi pemecahan biji pada alat Ripple Mill adalah semakin tinggi kecepatan putaran, maka biji akan mengalami tumbukan dengan piringan bergerigi secara lebih intensif. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi pemecahan biji karena lebih banyak biji yang akan terpecah menjadi bagian yang lebih kecil. Pada analisa data yang dilakukan putaran 876 RPM menghasilkan efisiensi 93,14%, untuk 1168 RPM menghasilkan efisiensi 95,71%, untuk 1460 RPM menghasilkan efisiensi 97,02%, dan untuk 1752 RPM menghasilkan efisiensi 98,87%, sehingga kecepatan putaran yang sesuai dengan standar efisiensi yaitu pada 1752 RPM. Komposisi hasil pemecahan biji pada Ripple Mill yang berupa biji utuh, biji pecah, inti utuh, inti pecah dan cangkang untuk kecepatan 876 Rpm yaitu berturut-turut 4,33%; 2,53%; 28,06%; 10,32%; 54,76%; untuk kecepatan 1168 Rpm yaitu 2,84%; 1,45%; 30,74%; 10,64%; 54,33%; untuk kecepatan 1460 Rpm yaitu 1,48%; 1,50%; 31,72%; 11,74%; 53,56%; dan untuk kecepatan 1752 Rpm yaitu 0,30%; 0,83%; 34,50%; 12,28%; 54,03%; Rata-rata komposisi biji utuh, biji pecah, inti utuh, inti pecah dan cangkang pada kecepatan rotor 876 Rpm – 1752 Rpm berturut-turut adalah 2,24%; 1,58%; 31,25%; 11,24%; dan 54,17%. Efisiensi pemecahan biji pada Ripple Mill untuk kecepatan putar rotor 876 Rpm adalah 93,14%; untuk kecepatan putar rotor 1168 Rpm adalah 95,71%; untuk kecepatan putar rotor 1460 Rpm adalah 97,02%; dan untuk kecepatan rotor 1752 Rpm adalah 98,87%. Rata-rata efisiensi pemecahan biji pada Ripple Mill pada kecepatan rotor 876 Rpm – 1752 Rpm adalah 96,18%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Darmadi, G. Gultom, D. Kurnia, and I. Syabil, "PENGARUH GESEKAN MATERIAL RAW MIX PENYEBAB KEAUSAN TERHADAP VERTICAL MILL PADA TYRE VERTICAL MILL," *Jurnal Mekanova*, vol. 9, no. 1, pp. 118–121, 2023.
- [2] F. K. Pelawi, N. D. Dharmawati, and Hermantoro, "Analisis Perbandingan Jumlah Rotor terhadap Efisiensi Ripple Mill," *AGROFORETECH*, vol. 2, no. 3, pp. 1607–1617, 2024.
- [3] H. Darmadi, D. Kurnia, and F. A. Malau, "BESARNYA DEFORMASI YANG DISEBABKAN OLEH TEKANAN TBR (TANDAN BUAH REBUS) TERHADAP POROS BUNCH CRUSHER," *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 9, no. 2, pp. 63–68, 2023.
- [4] H. Darmadi, M. Mustakim, Irwansyah, J. V. A. Wawuru, M. Ginting, and A. B. Prasetya, "Variation of Agitator Blades in Continous Settling Tank to Reduce Oil Losses in Oil Refining Process in Palm Palm Factories," *Jurnal Inotera*, vol. 9, no. 2, pp. 267–274, Jul. 2024, doi: 10.31572/inotera.vol9.iss2.2024.id351.
- [5] M. Anggara and A. Jibril, "Science and Technology PENGARUH PUTARAN PULLY (RPM) DAN TEKANAN TERHADAP PRODUKTIVITAS MESIN PEMECAH BIJI KEMIRI," *JURNAL TAMBORA*, vol. 5, no. 2, pp. 8–15, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.uts.ac.id>
- [6] M. Ikkal Mawazin Qistan, J. Teknologi Hasil Pertanian, and F. Pertanian, "Efisiensi Kinerja Mesin Ripple Mill pada Stasiun Kernel di PT X Jambi," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. VIII, no. 3, pp. 6217–6225, 2023.

- [7] M. I. A. Lubis, A. Andasuryani, and H. S. Hasibuan, "Studi Kinerja Mesin Nutcracker pada Pabrik Kelapa Sawit PTPN VWXYZ," *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 11, no. 2, pp. 147–157, Aug. 2023, doi: 10.21776/ub.jkptb.2023.011.02.04.
- [8] A. F. N. Tahsin, Taufikurahman, E. Sundari, and Syafei, "Teknika 19 (2): 511-517 Analisa Kegagalan Rotor Bar pada Mesin Ripple Mill di Pabrik Kelapa Sawit PT. Hindoli Mill Sungai Lilin," *TEKNIKA*, vol. 19, no. 2, pp. 511–517, 2025.
- [9] O. Hikmawan, M. Naufa, and B. M. Indriani, "PENGARUH JARAK ROTOR TERHADAP EFISIENSI PEMECAHAN BIJI PADA STASIUN RIPPLE MILL DI PABRIK KELAPA SAWIT THE EFFECT OF ROTOR DISTANCE ON SEED CRACKING EFFICIENCY AT RIPPLE MILL STATION IN PALM OIL FACTORY," 2016.
- [10] K. Siregar and H. Rizkiansyah, "TALENTA Conference Series: Energy & Engineering Analisis Efektivitas Mesin Ripple Mill Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)," *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, 2022, pp. 129–135. doi: 10.32734/ee.v5i2.1556.
- [11] M. Fazli Abas and A. Munawir, "ANALISA HASIL PEMECAHAN BIJI PADA MESIN RIPPLE MILL DENGAN KAPASITAS PRODUKSI PABRIK 24 TON/JAM DI PT SOCFINDO KEBUN SEUNAGAN"," *Jurnal Mahasiswa Mesin (JMM)*, vol. 1, no. 1, pp. 66–75, 2022.
- [12] B. Sihotang and B. Soebagio, "PERANCANGAN TRAINER RIPPLE MILL PEMECAH BIJI KELAPA SAWIT," *Majalah Ilmiah Politeknik Mandiri Bina Prestasi*, vol. 3, no. 2, pp. 108–121, 2014.