



Minimalisasi Potensi Kerugian Kehilangan Minyak Dan Nut Pecah Menggunakan Pengaturan Arus Kerja Mesin Press (Studi Kasus di Pabrik Minyak Kelapa Sawit XYZ, Kalimantan Barat)

Minimizing Potential Losses of Oil Loss and Broken Nuts Using Press Machine Working Current Electric Control (Case Study at XYZ Palm Oil Mill, West Kalimantan)

Petrus Jaya Simanjuntak¹, Andreas Wahyu Krisdiarto^{1,*}, Suparman¹

¹ Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta, Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta 55282

ABSTRAK

Arus listrik pada mesin press pabrik kelapa sawit umumnya disetel pada 50–56 ampere. Setiap pengaturan arus menghasilkan tingkat kehilangan minyak dan nut pecah yang berbeda, sehingga menghasilkan nilai kerugian finansial yang berbeda pula. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaturan arus antara 50–56 A yang meminimalkan total kerugian finansial gabungan. Studi kasus dilakukan pada mesin press Tanner P25 di PT XYZ, Kalimantan Barat. Tiga rentang arus kerja diuji: 50–52 A, 52–54 A, dan 54–56 A, dengan tekanan cone hidrolik konstan 50 bar. Sampel press cake diambil dari empat titik keluaran berbeda pada empat waktu berbeda setiap hari untuk menjamin representativitas data secara statistik. Kadar minyak dalam serat diukur menggunakan metode ekstraksi Soxhlet dengan pelarut n-heksana, sementara broken nut dihitung dengan menyortir dan menimbang setiap kategori secara manual. Data dianalisis menggunakan One-Way ANOVA dan uji post-hoc Tukey HSD. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan arus kerja menurunkan oil losses dari 4,76% menjadi 3,82%. Namun persentase broken nut meningkat signifikan dari 40,97% menjadi 50,89%. Dari sisi potensi kerugian gabungan, penggunaan arus kerja 50–52 ampere memberikan total kerugian harian paling rendah (Rp271,86 juta), dibandingkan pengaturan arus 52–54 ampere (Rp278,30 juta) dan 54–56 ampere (Rp281,31 juta). Pengaturan arus kerja 50–52 A merupakan parameter kontrol operasional paling optimal dan ekonomis.

Kata Kunci: inti sawit pecah, kehilangan minyak, bungkil hasil pengepresan, kempa ulir, dan arus kerja

ABSTRACT

The electric current in palm oil mill press machines is generally set at 50–56 amperes. Each current setting results in different levels of oil loss and broken nuts, resulting in different total financial values. This study aims to determine a current setting between 50–56 A that minimizes total combined financial loss. The case study was conducted on the Tanner P25 press machine at PT XYZ, West Kalimantan. Three working current ranges were tested: 50–52 A, 52–54 A, and 54–56 A, with a constant hydraulic cone pressure of 50 bar. Press cake samples were collected from four different outlet points at four different times each day to ensure statistical representativeness. Oil content in the fiber was measured using the Soxhlet extraction method with n-hexane solvent, while broken nut was calculated by manually sorting and weighing each category. Data were analyzed using One-Way ANOVA and Tukey HSD post-hoc test. The results showed that increasing the working current reduced oil losses from 4.76% to 3.82%. However, the percentage of broken nut increased significantly from 40.97% to 50.89%. In terms of potential combined losses, the use of a working current of 50–52 amperes provides the lowest total daily financial loss (Rp271.86 million), compared to current settings of 52–54 amperes (Rp278.30 million) and 54–56 amperes (Rp281.31 million). Controlling the working current at 50–52 A offers the most optimal operational and economic parameter.

Keywords: broken nut, oil losses, press cake, screw press, working current

PENDAHULUAN

***Corresponding author: Andreas Wahyu Krisdiarto**

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta, Indonesia.

Email: andre@instiperjogja.ac.id

Masuk: 06 Mei 2026;

Direvisi: 14 Juli 2026;

Diterima: 15 September 2026;

Terbit: 21 September 2026;

Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) merupakan tempat untuk mengubah buah kelapa sawit menjadi produk Minyak Mentah (CPO) dan Minyak Inti (PKO). Pengolahan tersebut mencakup serangkaian tahap, dari penerimaan buah segar, perebusan, pemisahan buah dari tandannya, penggilingan, pengekstrakan, hingga pembersihan minyak (Basiron et al., 2007). Salah satu indikator utama efisiensi dan keberhasilan operasional PMKS adalah kemampuan meminimalkan kehilangan minyak (*oil losses*) serta kerusakan inti (*broken nut*) selama proses ekstraksi di stasiun pengepresan (Devani & Marwiji, 2014). Efisiensi yang maksimal hanya dapat dicapai apabila pabrik mampu menekan kehilangan minyak pada ampas kempa (*press cake*) dan menjaga persentase kerusakan inti seminimal mungkin, karena kedua parameter ini berbanding terbalik terhadap keuntungan finansial perusahaan (Jaeba et al., 2021).

Setelah melalui pemasakan dan penebahan, buah kelapa sawit melalui tahap utama pengutipan minyak, yakni pengepresan dengan mesin *screw press*. Pengepresan bertujuan untuk memisahkan minyak dari daging buah dengan kerugian seminimal mungkin. Namun, proses ini kadang menyebabkan biji sawit pecah, yang disebut *broken nut*. Besarnya *broken nut* dipengaruhi oleh kualitas buah, jenis mesin *press*, dan tekanan yang diterapkan mesin (Vasdazara, et al., 2018). Menurut (Rizal & Rahmawati, 2021), *oil losses* adalah minyak yang mestinya bisa didapatkan, namun malah hilang saat proses pengolahan.

Pada unit *screw press*, ekstraksi mekanis dilakukan dengan menekan massa buah yang telah dilumatkan di *digester* menggunakan ulir ganda (*twin screw*) di dalam silinder berlubang (*press cage*). Tekanan kontra diatur melalui penyempitan celah keluar oleh kerucut hidrolik (*cone*) (Hasballah & Siahaan, 2018). Besarnya tekanan mekanis ini sangat memengaruhi mutu hasil ekstraksi. Tekanan yang terlalu rendah mengakibatkan *oil losses* pada serat (*fiber*) tetap tinggi karena minyak gagal terperas optimal (Rizal & Rahmawati, 2021). Sebaliknya, tekanan yang berlebihan akan menghancurkan biji (*nut*), meningkatkan angka *broken nut*, serta menyebabkan *kernel* pecah yang menyulitkan proses pemisahan hilir di stasiun *kernel* (Vasdazara, et al., 2018). Sejauh ini, sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada variasi dan manipulasi tekanan kerja hidrolik (dalam satuan bar) pada *cone* ekstrusi sebagai variabel pengendali utama. Sebagai contoh, (Wibowo & Supriyanto, 2023) meneliti pengaruh fluktuasi tekanan hidrolik terhadap tingkat *oil losses* pada berbagai variasi jenis mesin *press*. Sementara itu, (Munif et al., 2024) dan (Wahyudi et al., 2012) mengevaluasi dampak langsung variasi tekanan hidrolik terhadap persentase kerusakan *nut* dan *kernel*.

Meskipun demikian, terdapat *research gap* (celah penelitian) dalam literatur operasional PMKS. Evaluasi langsung terhadap pemantauan arus kerja listrik (dalam satuan Ampere) motor penggerak *screw press* sebagai parameter kendali utama belum dikaji secara mendalam. Padahal, arus listrik (Ampere) merupakan indikator riil dari torsi dan total beban mekanis aktual di dalam *press cage*. Pada kondisi praktis di lapangan, meskipun tekanan hidrolik *cone* disetel konstan, kerapatan massa bahan di dalam silinder mengalami fluktuasi dinamis akibat variasi laju umpan dan sifat fisik material, yang langsung tercermin pada naik-turunnya arus listrik motor listrik (Hamdani & Hasibuan, 2019). Pengaturan batasan rentang arus kerja mesin *press* menawarkan kebaruan (*novelty*) metode kendali proses yang lebih responsif dan aplikatif bagi operator di ruang kendali (*control room*).

Berdasarkan data laporan operasional PT XYZ tahun 2024–2025, PMKS nya menghadapi masalah serius berupa tingginya persentase *broken nut* yang mencapai kisaran 34–65%, melampaui batas standar maksimal perusahaan sebesar 10%. Di sisi lain, rata-rata *oil losses* pada *fiber* berada pada kisaran 3,5–4,2%, mendekati ambang batas toleransi maksimal yang sebesar 4,64%. Fluktuasi tidak terkontrol ini berpotensi menyebabkan kerugian finansial yang cukup besar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi batasan arus kerja *screw press* terhadap tingkat *oil losses* dan *broken nut*, menganalisis mekanisme keterkaitan parameter elektrik terhadap beban mekanis kempa, serta menghitung total potensi kerugian ekonomi gabungan guna memberikan rekomendasi setelan arus kerja paling optimal untuk dapat diterapkan di PMKS.

METODE

Penelitian dilaksanakan di PMKS PT. XYZ, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, pada bulan Oktober hingga Desember 2023. Instrumen utama yang digunakan meliputi mesin *screw press* Taner P25 dengan motor penggerak 30 kW, perangkat ekstraksi Soxhlet, *microwave oven*, neraca analitik, pengukur arus (Amperemeter digital), dan desikator. Bahan baku pengujian adalah daging buah terumat (press cake) dan pelarut kimia n-heksana.

Rancangan Percobaan dan Pengendalian Variabel

Penelitian ini menggunakan rancangan acak dengan perlakuan tiga variasi batasan rentang arus kerja listrik motor *screw press*, yaitu: Perlakuan A (50–52 A), Perlakuan B (52–54 A), dan Perlakuan C (54–56 A). Sepanjang pengujian, tekanan sistem hidrolik *cone* dijaga konstan pada level 50 bar. Untuk mengisolasi pengaruh arus kerja dan mencegah bias data akibat variabel pengganggu eksternal, beberapa parameter operasional penting dikendalikan sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) pabrik, yaitu:

1. Mutu Bahan Baku: Hanya mengolah Tandan Buah Segar (TBS) dengan tingkat kematangan optimal (fraksi 2 dan 3, kematangan $\geq 90\%$).
2. Kondisi Mesin: Menggunakan komponen *worm screw* dan *press cage* baru/kondisi prima dengan tingkat keausan $< 5\%$ untuk menjamin kestabilan volume ruang kempa.
3. Kondisi Proses: Suhu pelumatan pada stasiun *digester* dijaga stabil pada rentang 90–95°C dengan volume pengisian konstan sebesar 3/4 kapasitas tabung *digester*.
4. Kapasitas Olah: *Feed rate* (laju umpan) dari *digester* ke *screw press* diatur menggunakan *feeder screw* otomatis guna menjaga pasokan konstan rata-rata 30 ton TBS/jam per lini.

Metode Sampling dan Justifikasi Statistik

Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* yang dikombinasikan dengan metode sampling berstrata berdasarkan waktu. Sampel komposit *press cake* seberat ± 1 kg diambil dari empat posisi titik keluaran corong mesin *press* (sisi atas, bawah, kiri, dan kanan) untuk mengeliminasi bias homogenitas spasial material.

Sampling dibagi ke dalam empat blok waktu operasional setiap harinya (Pagi hari pukul 09.00, Siang pukul 14.00, Sore pukul 17.00, dan Malam pukul 21.00) selama periode pengamatan. Strategi ini bertujuan agar fluktuasi karakteristik buah dan stabilitas tegangan listrik harian dapat terepresentasi dalam data.

Total ukuran sampel yang dikumpulkan disesuaikan dengan kebutuhan justifikasi kekuatan uji statistik ANOVA, yakni:

- Untuk analisis *oil losses*, dilakukan pengambilan sampel sebanyak 7 kali per perlakuan rentang arus (total $n = 21$ sampel harian).
- Untuk analisis *broken nut* dan fraksi kernel, dilakukan sampling sebanyak 16 kali per perlakuan rentang arus (total $n = 48$ sampel) untuk mengakomodasi variabilitas keretakan fisik biji kelapa sawit yang lebih tinggi.

Prosedur Analisis Laboratorium

1. **Kadar Kehilangan Minyak (*Oil Losses*):** Sampel serat (*fiber*) dikeringkan menggunakan *microwave oven* selama 20 menit hingga kadar air konstan, kemudian didinginkan di desikator. Sebanyak 10 gram sampel kering diekstraksi menggunakan metode Soxhlet dengan pelarut n-heksana selama 4 jam pada suhu konstan 80°C. Residu pelarut diuapkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, ditimbang, dan persentase *oil losses* dihitung berbasis bobot kering (*dry basis*) (Rosmiati et al., 2024).
2. **Nut Pecah (*Broken Nut*):** Analisis fraksi dilakukan dengan menyortir manual 1 kg sampel *press cake* menjadi sub-kategori: nut utuh (NU), nut pecah (NP), kernel utuh, kernel pecah, dan cangkang lepas. Persentase *broken nut* total dihitung berdasarkan rumus standar (Anonim, 2023):

$$TN \text{ (gr)} = NU + NP$$

[1]

$$PNU (\%) = \frac{NU}{TN} \times 100 \quad [2]$$

$$PNP (\%) = \frac{NP}{TN} \times 100 \quad [3]$$

di mana:

TN = Total *Nut* (gr)

NU = *Nut* Utuh (gr)

NP = *Nut* Pecah (gr)

PNU = Persentase *Nut* Utuh (%)

PNP = Persentase *Nut* Pecah (%)

Data kuantitatif diuji secara statistik lewat analisis varians One-Way ANOVA pada taraf kepercayaan 95%. Jika terdapat pengaruh nyata (nilai Sig. < 0,05), analisis dilanjutkan dengan uji post-hoc Tukey's *Honestly Significant Difference* (HSD) menggunakan SPSS versi 26.

Analisis Sensitivitas Finansial

Potensi kerugian ekonomi harian dihitung secara integratif dengan menggabungkan nilai kehilangan minyak dan kerusakan kernel. Rumus matematis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kerugian OL (Rp)} = (\% \text{ OL} \times \text{Kapasitas Produksi Harian} \times \% \text{ Fiber}) \times \text{Harga CPO} \quad [4]$$

$$\text{Kerugian BN (Rp)} = (\% \text{ Kernel Pecah} \times \text{Kapasitas Produksi Harian} \times \% \text{ Nut}) \times \text{Harga Kernel} \quad [5]$$

Asumsi dasar perhitungan ditetapkan secara riil berdasarkan rata-rata baseline industri dan data PT XYZ tahun 2024–2025: Kapasitas olah pabrik 2.000 ton TBS/hari; persentase berat fiber terhadap TBS 12%; persentase berat nut terhadap TBS 11%; nilai acuan harga CPO Rp15.000/kg; dan harga kernel Rp8.000/kg. Guna menjamin validitas hasil perhitungan ekonomi dari fluktuasi pasar, dilakukan analisis sensitivitas terhadap variasi harga komoditas utama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pengaturan Arus Kerja terhadap Kehilangan Minyak (*Oil Losses*)

Oil losses menunjukkan seberapa banyak minyak yang gagal terekstraksi selama proses pengepresan. Semakin kecil angkanya, semakin efisien kerja mesin. Hasil pengujian laboratorium memperlihatkan peningkatan batasan arus kerja terbukti secara konsisten menurunkan kadar kehilangan minyak (*oil losses*) pada serat ampas kempa (sisa pemerasan). Hasil ringkasan pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan arus kerja terhadap rata-rata kehilangan minyak (*oil losses*)

Arus Kerja Motor (Ampere)	Ukuran Sampel (n)	Rata-rata Oil Losses (%)	Standar Deviasi (SD)	Interval Kepercayaan 95% (95% CI)
50–52 A	7	4,76	0,25	[4,53% ; 4,99%]
52–54 A	7	4,24	0,20	[4,05% ; 4,43%]
54–56 A	7	3,82	0,18	[3,65% ; 3,99%]

Pada setelan arus rendah (50–52 A), rata-rata *oil losses* berada pada tingkat tertinggi yaitu 4,76%. Secara mekanis, kondisi ini terjadi karena beban kerja motor yang dibatasi berakibat pada ketidakmampuan ulir (*worm*) screw untuk memadatkan ampas secara maksimal di ujung silinder. Rongga antar-serat (*inter-fiber voids*) masih relatif longgar, sehingga kapiler daging buah tidak terperas seutuhnya dan menyisakan fraksi minyak bebas terperangkap di dalam serat ampas kempa.

Seiring dinaikkannya batasan arus listrik menuju rentang 52–54 A dan 54–56 A, kadar *oil losses* turun masing-masing menjadi 4,24% dan mencapai titik terendah 3,82%. Penurunan ini sejalan dengan temuan kuantitatif (Wibowo & Supriyanto, 2023) yang menyatakan bahwa tekanan kerja mesin *press* yang lebih optimal dapat menekan *oil losses* pada fiber dan (Rizal & Rahmawati, 2021) yang mencatat *losses* berkisar 3,5–4,2% pada kondisi tekanan optimal pabrik.

Tabel 2. Ringkasan uji ANOVA dan Uji Lanjut Tukey HSD untuk *Oil Losses*

Parameter Statistik	Antar Kelompok (Perlakuan)	Dalam Kelompok (Galat)	Nilai F-Hitung	Nilai Signifikansi (Sig.)	Simpulan Uji Tukey HSD ($\alpha=0,05$)
Oil Losses (%)	df = 2	df = 18	32,193	0,000	Semua kelompok berbeda nyata ($p < 0,05$)

Hasil analisis varians (One-Way ANOVA) pada Tabel 2 memperlihatkan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), membuktikan bahwa pengaturan batas arus listrik berpengaruh signifikan nyata terhadap tingkat kehilangan minyak. Uji post-hoc Tukey HSD menunjukkan seluruh pasangan rentang arus memiliki perbedaan rata-rata yang signifikan nyata ($p < 0,05$). Hal ini juga membuktikan bahwa setiap kenaikan step arus 2 A memberikan efek penekanan minyak yang terukur secara ilmiah. Rincian hasil uji Tukey pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perbedaan terbesar adalah antara pengaturan arus 50-52 A dan 54-56 A (selisih rata-rata 0,0094, sig. 0,000).

Tabel 3. Hasil analisis uji Tukey HSD pada *oil losses*

(I) Arus Kerja	(J) Arus Kerja	Perbedaan Rata-Rata (I-J)	Std. Error	Sig.
50-52 A	52-54 A	0,0051714	0,001	0,001
50-52 A	54-56 A	0,0094429	0,001	0,000
52-54 A	54-56 A	0,0042714	0,001	0,005

Pengaruh Pengaturan Arus Kerja terhadap Kerusakan Biji (*Broken Nut*)

Menjaga biji sawit tetap utuh dalam proses pengepresan sangat penting karena biji yang pecah akan menyebabkan kernel ikut pecah dan menyulitkan proses pemisahan di stasiun Kernel. Meskipun arus tinggi menguntungkan bagi reduksi kehilangan minyak, dampak parametriknya berbanding terbalik terhadap integritas fisik biji sawit. Ringkasan data pengukuran *broken nut* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan data *broken nut* pada tiap perlakuan arus kerja *screw press*

Arus Kerja Motor (Ampere)	Ukuran Sampel (n)	Rata-rata Broken Nut (%)	Standar Deviasi (SD)	Interval Kepercayaan 95% (95% CI)
50–52 A	16	40,97	3,09	[39,32% ; 42,62%]
52–54 A	16	47,78	5,69	[44,75% ; 50,81%]
54–56 A	16	50,89	4,29	[48,60% ; 53,18%]

Data pada Tabel 4 memperlihatkan efek pengaturan arus terhadap tingkat *broken nut* yang berbeda dengan terhadap kehilangan minyak. Peningkatan arus kerja justru menaikkan persentase *broken nut*. Lonjakan tajam persentase broken nut terjadi dari 40,97% (pada 50–52 A) hingga mencapai 50,89% (pada 54–56 A). Hal ini mengindikasikan lebih dari separuh total biji kelapa sawit yang masuk ke dalam mesin mengalami pecah fisik sebelum masuk stasiun kernel. Angka ini secara signifikan melampaui batas standar aman industri ($\leq 10\%$) (Wahyudi et al., 2012).

Secara teoritis-mekanis, fenomena ini dikarenakan karakteristik motor induksi tiga fasa pembawa beban konstan: peningkatan pembatasan arus (Ampere) memberikan asupan daya listrik yang berbanding lurus dengan peningkatan torsi mekanis poros *screw* (Hamdani & Hasibuan, 2019). Ketika arus dibiarkan naik hingga 54–56 A, *screw* menekan massa bahan dengan gaya dorong linier

yang sangat kuat menembus tahanan pintu cone. Akibat celah ekstrusi yang sangat sempit dan padat, gaya geser (*shear stress*) dan gaya kompresi radikal langsung mengenai permukaan cangkang biji (nut). Tanpa adanya bantalan ruang gerak yang cukup di antara jalinan serat, cangkang yang keras akan retak dan pecah seketika, menghancurkan inti (kernel) di dalamnya (Munif et al., 2024). Selain itu kemudahan pecah nut juga dapat dipengaruhi oleh temperatur digester, dimana suhu yang lebih tinggi dapat membantu melunakkan mesokarp, sehingga tekanan *press* tidak langsung menghantam biji secara keras (Bachtiyar, 2011).

Tabel 5. Ringkasan uji ANOVA dan Uji Lanjut Tukey HSD untuk Broken Nut

Parameter Statistik	Antar Kelompok (Perlakuan)	Dalam Kelompok (Galat)	Nilai F-Hitung	Nilai Signifikansi (Sig.)	Simpulan Uji Tukey HSD ($\alpha=0,05$)
Broken Nut (%)	df = 2	df = 45	19,776	0,000	50–52 A berbeda nyata dengan rentang di atasnya

Analisis ANOVA pada Tabel 5 menghasilkan nilai F-hitung = 19,776 dengan nilai Sig = 0,000, menunjukkan pengaruh yang sangat nyata perlakuan penelitian terhadap prosen *broken nut*. Namun, hasil uji lanjut Tukey HSD menyajikan temuan menarik, yakni perbandingan antara kelompok 52–54 A dan 54–56 A menghasilkan nilai Sig = 0,143 ($p > 0,05$), yang berarti tidak ada perbedaan signifikan kerusakan biji di antara kedua perlakuan tersebut. Hal ini membuktikan secara ilmiah bahwa kerusakan mekanis pada biji kelapa sawit diduga telah mencapai titik jenuh struktural (*maximum structural fatigue point*) sejak arus menyentuh batas 52–54 A. Pengaturan (*setting*) arus lebih tinggi ke 54–56 A tidak lagi menambah kerusakan secara linier, namun tetap memperparah kehancuran kernel secara internal.

Analisis Kelayakan Finansial Mutlak dan Sensitivitas Finansial

Untuk menghitung potensi kerugian kernel akibat *broken nut*, harus diketahui persentase kernel pecah terhadap *broken nut*. Prosentase kernel pecah terhadap *broken nut* dari tiap perlakuan arus kerja *screw press* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Data Kernel Pecah Terhadap Broken Nut Pada Tiap Perlakuan Arus Kerja Screw Press

No	Sampel	Arus 50-52 A (%)	Arus 52-54 A (%)	Arus 54-56 A (%)
1	1	7,89	8,68	9,49
2	2	7,00	8,91	10,29
3	3	6,25	8,00	8,51
4	4	5,95	9,67	8,52
5	5	6,71	8,46	8,68
6	6	5,98	8,45	9,93
7	7	5,74	8,09	8,75
8	8	5,55	7,18	9,12
9	9	5,27	5,69	7,36
10	10	5,93	6,47	7,24
11	11	4,67	6,83	7,98
12	12	5,01	6,48	6,91
13	13	5,02	5,91	6,75
14	14	5,11	5,07	6,60
15	15	4,99	5,76	7,05
16	16	4,22	4,54	7,54
Rata-Rata		5,71	7,14	8,17

Guna memberikan landasan keputusan operasional bagi manajemen pabrik, evaluasi perlu diintegrasikan ke dalam neraca ekonomi gabungan. Dua parameter utama, yaitu *oil losses* dan kernel pecah harus digabungkan. Kerugian dari kernel pecah dihitung dengan mengkonversi nilai riil rata-

rata pecahan inti (*kernel*) komersial yang hancur. Beberapa asumsi yang digunakan dalam simulasi perhitungan ini, yaitu: 1) kapasitas pabrik 2.000 ton TBS/hari, 2) fiber di *press cake* 12%, 3) harga CPO = Rp15.000/kg, 4) *nut* sebesar 11% dari TBS, dan 5) harga kernel Rp8.000/kg. Kemudian potensi kerugian finansial dihitung dengan rumus (4) dan (5).

Tabel 7. Integrasi data potensi total kerugian finansial harian

Arus Kerja Motor	Potensi Kerugian Oil Losses (Rp/hari)	Rata-rata Kernel Pecah (%)	Potensi Kerugian Kernel (Rp/hari)	Total Potensi Kerugian Gabungan (Rp/hari)
50–52 A	171.360.000	5,71%	100.496.000	271.856.000
52–54 A	152.640.000	7,14%	125.664.000	278.304.000
54–56 A	137.520.000	8,17%	143.792.000	281.312.000

Analisis finansial terpadu pada Tabel 7 memperlihatkan sebuah paradoks operasional yang penting, yakni meskipun pengoperasian *screw press* pada rentang arus tertinggi (54–56 A) dapat menghemat kehilangan minyak dan menghasilkan biaya kerugian *oil losses* terendah (Rp137,52 juta), alternatif pengaturan ini di sisi lain menyebabkan kenaikan biaya akibat kehancuran inti sawit (*kernel losses*) hingga mencapai Rp143,79 juta per hari. Selisih keduanya kurang lebih 4,3%. Secara akumulatif, pengoperasian mesin pada rentang arus rendah 50–52 A terbukti menghasilkan total kerugian gabungan paling minimum, yaitu sebesar **Rp271,85 juta per hari**. Pengaturan ini dapat menghemat selisih kerugian sebesar Rp9,45 juta per hari dibandingkan setelan arus tinggi 54–56 A (Rp281,31 juta/hari). Dalam skala makro operasional (ekstrapolasi 30 hari kerja), penerapan batas arus 50–52 A mampu mencegah kehilangan finansial perusahaan hingga **Rp283,5 juta per bulan**.

Untuk membuktikan validitas dan keandalan keputusan ekonomi ini terhadap dinamika pasar, dilakukan analisis sensitivitas melalui simulasi fluktuasi harga komoditas sebesar $\pm 10\%$ dari harga *baseline*. Hasil dari 2 skenario tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Simulasi total kerugian pada pengaturan arus 50-52 A dan 54-56 A dengan fluktuasi harga CPO dan kernel $\pm 10\%$

Skenario	Total kerugian pada arus 50–52 A	Total kerugian pada arus 54–56 A	Kesimpulan Skenario
Harga CPO (+10%, menjadi Rp16.500/kg; Harga Kernel Tetap)	naik menjadi Rp289,00 juta/hari.	naik menjadi Rp295,06 juta/hari	Pengaturan arus 50–52 A tetap menjadi pilihan paling ekonomis karena selisih efisiensi penghematan kernel tetap berkontribusi pada nilai profitabilitas total.
Harga Kernel (-10%, menjadi Rp7.200/kg; Harga CPO Tetap)	berkurang menjadi Rp261,81 juta/hari.	berkurang menjadi Rp266,93 juta/hari.	Struktur keputusan matematis tetap konsisten, yakni pengaturan arus kerja listrik pada batasan rendah (50–52 A) memiliki keunggulan ilmiah mutlak sebagai parameter kontrol terbaik bagi manajemen pabrik dalam meminimalkan risiko biaya operasional.

KESIMPULAN

Pengendalian variabel mesin press pada PMKS melalui pengaturan batasan arus kerja listrik (*current electric control*) motor *screw press* memberikan dampak parametrik yang saling bertolak belakang antara penurunan kehilangan minyak (*oil losses*) dan peningkatan kerusakan biji (*broken nut*). Pengaturan arus kerja yang tinggi (54–56 A) menghasilkan angka *oil losses* terendah (3,82%), namun mengorbankan mutu fisik biji dengan angka *broken nut* tertinggi (50,89%). Kontribusi praktis

dan ilmiah utama dari penelitian ini adalah pergeseran paradigma kontrol operasional di PMKS: manajemen pabrik direkomendasikan untuk beralih menggunakan indikator arus kerja listrik motor (Amperemeter) sebagai parameter kontrol utama di ruang kendali (*control room*), bukan hanya pada indikator tekanan hidrolik mekanis. Secara akumulatif-ekonomis, pengoperasian mesin *screw press* Taner P25 pada batasan rentang **50–52 Ampere** (pada kondisi tekanan hidrolik konstan 50 bar) dinyatakan sebagai pengaturan paling optimal karena menghasilkan total potensi kerugian finansial gabungan terendah, yaitu sebesar Rp271,86 juta per hari. Temuan ini memberikan acuan operasional yang sah bagi pabrik minyak kelapa sawit dalam mengoptimalkan keuntungan komersial terintegrasi. Untuk penelitian lanjutan, disarankan melakukan pemodelan multi-variabel dengan mengintegrasikan fluktuasi laju umpan buah dinamis dan optimasi suhu *digester*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak manajemen dan seluruh karyawan Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) PT. Kapuasindo Palm Industry, Kalimantan Barat, yang telah memberikan dukungan dan izin pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2023). *Standar prosedur operasional (SOP)* (1st ed.). PT Kapuasindo Palm Industry.
- Bachtiyar, C. (2011). *Setting parameter mesin press dengan metode respon permukaan pada pabrik kelapa sawit*. V(2), 153–160.
- Basiron, Y., Palm, M., Council, O., Perbandaran, J., & Jaya, K. (2007). Palm oil production through sustainable plantations. *Lipid Science and Technology*, 109, 289–295. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600223>
- Devani, V., & Marwiji. (2014). Analisis kehilangan minyak pada *crude palm oil* (CPO) dengan menggunakan metode *statistical process control*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 13(1), 28–42.
- Hamdani, & Hasibuan, A. (2019). Analisis pengaruh jatuh tegangan terhadap kerja motor induksi tiga fasa berbasis MATLAB. *Rekayasa Elektrikal dan Energi: Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 70–76.
- Hasballah, I. T., & Siahaan, E. W. B. (2018). Pengaruh tekanan *screw press* pada proses pengepresan daging buah menjadi *crude palm oil*. *Jurnal Darma Agung*, XXVI(1), 722–729.
- Jaeba, K. A., Lestari, E. T., & Adelino, M. I. (2021). *Oil losses* pada *fibre* dari *press cake* di pabrik minyak kelapa sawit Perkebunan PT AMP. *Jurnal Teknologi dan Informasi Bisnis*, 3(1), 234–239. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i1.220>
- Munif, F. H., Supriyanto, G., & Purboseno, S. (2024). Analisis pengaruh tekanan mesin *screw press* terhadap persentase *broken nut*. *AE Innovation Journal*, 2(1), 51–61. <https://doi.org/10.55180/aei.v2i1.765>
- Rizal, S., & Rahmawati, L. (2021). Analisis *losses* minyak pada stasiun *press* di PT Palmina Utama. *Agrisains: Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan*, 6(2), 37–41.
- Rosmiati, Kurnia, D., & Lumbantoruan, S. (2024). Perhitungan *oil losses* pada ampas *press* di proses pemerasan di unit *screw press* PT XYZ. *Jurnal Vokasi Teknik (JuVoTek)*, 2(1), 1–5. <https://mentech.id/jurnal/index.php/juvotek/article/view/20/34>
- Vasdazara, L., Ardhyanta, H., & Wicaksono, S. T. (2018). Pengaruh penambahan serat cangkang kelapa sawit terhadap sifat mekanik dan stabilitas termal komposit epoksi/serat cangkang kelapa sawit. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 119–123.
- Wahyudi, J., Renjani, R. A., & Pertanian, J. T. (2012). Analisis *oil losses* pada *fiber* dan *broken nut* di unit *screw press*. *Seminar Nasional PERTETA 2012*, 13–14.
- Wibowo, A. A., & Supriyanto, G. (2023). Pengaruh tekanan terhadap *oil losses* keluaran *press* pada berbagai mesin *press*. *Agroforetech*, 1(3), 2086–2096. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/802/607>