

Analisis Kehilangan Minyak pada Stasiun Press di Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Oil Loss Analysis at the Pressing Station of a Palm Oil Mill Using Fault Tree Analysis (FTA)

**Fina Pradika Putri^{1*}, Tasya Ariani¹, Nina Hairiyah¹, Nuryati¹, Raden Rizki Amalia¹,
Ema Lestari¹**

¹ Program Studi Agroindustri, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut, JL. A. Yani Km. 06 Desa Panggung, Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia, Kode Pos 70815, Indonesia

*Email: fina@politala.ac.id

Naskah diterima: 20 April 2026; Naskah disetujui: 25 Juni 2026

ABSTRACT

Palm oil processing is an agro-industrial sector that requires high operational efficiency to maximize oil recovery and minimize oil loss. This study aimed to analyze oil loss at the pressing station of a palm oil mill in South Kalimantan, Indonesia, using Fault Tree Analysis (FTA) supported by 5 Why Analysis. Data were collected from November 2024 to February 2025 through field observations, interviews, and company operational records. The company's internal standard for oil loss at the pressing station was 4.0%. The results showed that oil loss increased from 3.78% in November 2024 to 4.07% in February 2025, exceeding the company standard, with the highest value recorded at Press 1 (4.12%). This excess oil loss of 0.07% resulted in an estimated financial loss of IDR 75,600,000 in a single month. The FTA results revealed that oil loss was influenced by four main factor groups: human resources (insufficient process control and non-compliance with standard operating procedures), machinery (wear of screw press components and inadequate maintenance), materials (imperfect sterilization and inconsistent fruit ripeness levels), and methods (suboptimal steam pressure and cone gap control). Based on the identified root causes, improvement recommendations were formulated, including operator competency enhancement, implementation of preventive maintenance, strengthening quality control of raw materials and sterilization processes, and regular monitoring of operational parameters. The findings indicate that FTA combined with 5 Why Analysis can be used as a systematic approach to identify the root causes of oil loss and provide a basis for developing improvement strategies at the pressing station.

Keywords: crude palm oil, fault tree analysis, oil loss, palm oil mill, pressing station

ABSTRAK

Pengolahan kelapa sawit merupakan sektor agroindustri yang memerlukan efisiensi proses yang tinggi untuk memaksimalkan perolehan minyak dan meminimalkan kehilangan minyak (oil loss). Penelitian ini bertujuan menganalisis kehilangan minyak pada stasiun pengepresan di salah satu pabrik kelapa sawit di Kalimantan Selatan, Indonesia menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) yang didukung oleh 5 Why Analysis. Data dikumpulkan selama periode November 2024–Februari 2025 melalui observasi

lapangan, wawancara, dan data operasional perusahaan. Standar internal perusahaan untuk kehilangan minyak pada stasiun pengepresan adalah 4,0%. Hasil analisis menunjukkan bahwa kehilangan minyak mengalami peningkatan dari 3,78% pada November 2024 menjadi 4,07% pada Februari 2025 sehingga melampaui standar perusahaan, dengan nilai tertinggi sebesar 4,12% pada Press 1. Kelebihan kehilangan minyak sebesar 0,07% tersebut menyebabkan potensi kerugian finansial sebesar Rp75.600.000 dalam satu bulan. Hasil FTA menunjukkan bahwa kehilangan minyak dipengaruhi oleh empat kelompok faktor utama, yaitu sumber daya manusia (kurangnya kontrol proses dan ketidakpatuhan terhadap SOP), mesin (keausan komponen screw press dan perawatan yang belum optimal), material (sterilisasi yang kurang sempurna dan tingkat kematangan TBS yang tidak seragam), serta metode (pengendalian tekanan uap dan cone gap yang belum optimal). Berdasarkan akar penyebab yang teridentifikasi, disusun rekomendasi perbaikan yang meliputi peningkatan kompetensi operator, penerapan preventive maintenance, penguatan pengendalian kualitas bahan baku dan proses sterilisasi, serta pemantauan parameter operasi secara berkala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FTA yang didukung 5 Why Analysis dapat digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kehilangan minyak secara sistematis dan menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan pada stasiun pengepresan.

Kata kunci: crude palm oil, fault tree analysis, kehilangan minyak, pabrik kelapa sawit, stasiun pengepresan

PENDAHULUAN

Minyak sawit merupakan salah satu komoditas strategis dalam perdagangan minyak nabati global. Indonesia tercatat sebagai produsen minyak sawit terbesar di dunia sehingga efisiensi pengolahan menjadi aspek penting dalam mendukung daya saing komoditas ini (Nugrahapsari et al., 2024). Minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil/CPO*) yang dihasilkan dari daging buah (mesokarp) kelapa sawit digunakan secara luas sebagai bahan baku industri pangan, kosmetik, oleokimia, dan bioenergi. Tingginya permintaan terhadap produk turunan minyak sawit menuntut perusahaan untuk meningkatkan efisiensi proses pengolahan guna memperoleh rendemen minyak yang optimal dan meminimalkan kerugian produksi.

Salah satu indikator penting dalam efisiensi pengolahan kelapa sawit adalah tingkat kehilangan minyak (*oil loss*). Kehilangan minyak (*oil loss*) merupakan bagian minyak yang tidak berhasil diperoleh atau bahkan hilang selama proses pengolahan sehingga berpotensi menurunkan rendemen dan menyebabkan kerugian ekonomi bagi perusahaan (Hartati et al., 2022; Ranika et al., 2023). Semakin tinggi nilai *oil loss*, semakin besar pula jumlah minyak yang tertinggal pada produk samping seperti serat (*fiber*), cangkang, lumpur (*sludge*), maupun limbah proses lainnya. Oleh karena itu, pengendalian

oil loss menjadi salah satu fokus utama dalam upaya peningkatan efisiensi pengolahan di pabrik kelapa sawit.

Proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi CPO melibatkan beberapa stasiun utama, yaitu penerimaan buah, sterilisasi (*sterilization*), perontokan (*threshing*), pelumatan (*digestion*), pengepresan (*pressing*), klarifikasi (*clarification*), dan pengolahan inti (*kernel*). Di antara tahapan tersebut, stasiun pengepresan merupakan salah satu titik kritis karena berfungsi mengekstraksi minyak dari bubur buah hasil pelumatan. Kinerja stasiun pengepresan sangat menentukan tingkat kehilangan minyak karena proses ekstraksi mekanis berlangsung pada tahap ini. Ketidaksesuaian parameter operasi, kondisi mesin yang kurang optimal, maupun kualitas bahan baku yang tidak seragam dapat menyebabkan minyak masih tertinggal pada ampas *press* sehingga meningkatkan nilai *oil loss* (Haris et al., 2023; Primandari et al., 2024).

Pada salah satu pabrik kelapa sawit di Kalimantan Selatan, Indonesia kehilangan minyak pada stasiun *press* menjadi salah satu permasalahan yang perlu mendapat perhatian karena berpengaruh terhadap efisiensi pengolahan. Data historis perusahaan menunjukkan bahwa nilai *oil loss* selama periode Januari–Oktober 2024 masih berada pada kisaran 3,5–3,9%, sehingga memenuhi standar internal perusahaan sebesar 4,0%. Namun, sejak November 2024 terjadi kecenderungan peningkatan yang berlanjut hingga melampaui standar perusahaan pada awal tahun 2025. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya penurunan efisiensi proses pengepresan yang berpotensi mengurangi perolehan minyak dan meningkatkan kerugian finansial perusahaan. Berdasarkan observasi awal, peningkatan *oil loss* diduga dipengaruhi oleh berbagai faktor operasional yang berkaitan dengan kondisi peralatan, parameter proses, dan pelaksanaan prosedur kerja. Kompleksitas faktor-faktor tersebut menunjukkan perlunya suatu pendekatan analisis yang sistematis untuk mengidentifikasi akar penyebab kehilangan minyak pada stasiun *press*.

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengendalikan dan mengurangi *oil loss* pada industri kelapa sawit. Hartati et al. (2022) menggunakan pendekatan *Statistical Process Control* (SPC) untuk mengendalikan kehilangan minyak pada titik kehilangan CPO. Ranika et al. (2023) menerapkan metode *Six Sigma* untuk mengevaluasi kinerja pengendalian *oil loss*, sedangkan Kasim dan Saputra (2022) menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi penyebab kehilangan minyak pada stasiun *sterilizer*. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada parameter teknis tertentu atau hanya mengevaluasi satu tahapan proses pengolahan. Penelitian yang secara khusus mengintegrasikan faktor sumber daya

manusia, mesin, material, dan metode pada stasiun pengepresan masih relatif terbatas, terutama pada kasus kehilangan minyak yang melebihi standar operasional perusahaan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan analisis yang mampu mengidentifikasi keterkaitan berbagai faktor penyebab kehilangan minyak secara sistematis.

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan metode analisis yang bersifat deduktif dan sistematis untuk mengidentifikasi hubungan logis antara suatu kejadian puncak (*top event*) dengan berbagai penyebab yang mendasarinya (Kasim & Saputra, 2022; Panjaitan et al., 2025). Metode ini mampu memetakan hubungan sebab-akibat secara terstruktur sehingga memudahkan identifikasi akar penyebab suatu permasalahan operasional. Dalam konteks kehilangan minyak pada stasiun pengepresan, FTA dapat digunakan untuk menelusuri keterkaitan antara faktor manusia, mesin, material, dan metode yang secara bersama-sama berkontribusi terhadap peningkatan *oil loss*.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi analisis tren kehilangan minyak, identifikasi akar penyebab menggunakan kombinasi *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *5 Why Analysis*, serta estimasi kerugian finansial akibat kehilangan minyak berlebih dalam satu kerangka analisis yang komprehensif. Pendekatan ini tidak hanya mengidentifikasi penyebab permasalahan, tetapi juga memberikan dasar yang lebih sistematis dalam penyusunan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan efisiensi proses pengepresan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis tren kehilangan minyak pada stasiun pengepresan, (2) mengidentifikasi akar penyebab kehilangan minyak menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), dan (3) menyusun rekomendasi perbaikan berdasarkan akar penyebab yang teridentifikasi.

METODE PENELITIAN







***Fault Tree Analysis* (FTA)**

Penelitian ini menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi akar penyebab kehilangan minyak pada stasiun pengepresan. Analisis diawali dengan penetapan kejadian puncak (*top event*), yaitu kehilangan minyak pada stasiun pengepresan yang melebihi standar perusahaan sebesar 4,0%. Selanjutnya dilakukan pengumpulan informasi mengenai kondisi operasional melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pihak terkait. Informasi yang diperoleh digunakan untuk menyusun diagram *fault tree* secara deduktif dengan mengelompokkan faktor penyebab ke dalam kategori sumber daya manusia, mesin, material, dan metode. Diagram yang telah

disusun kemudian divalidasi bersama asisten pengolahan dan operator senior ($n = 3$) untuk memastikan kesesuaian hubungan sebab-akibat, penentuan kejadian dasar (*basic event*), serta penggunaan gerbang logika AND dan OR sesuai dengan kondisi operasional di lapangan. Setiap kejadian dasar (*basic event*) selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan *5 Why Analysis* guna mengidentifikasi akar penyebab yang lebih mendalam.

Penyusunan diagram *fault tree* menggunakan simbol dan gerbang logika standar dalam metode FTA. Simbol-simbol yang digunakan dalam penelitian ini beserta deskripsinya disajikan pada Tabel 1. Penggunaan simbol yang terstandarisasi bertujuan untuk memudahkan interpretasi hubungan logis antar kejadian dalam diagram *fault tree*.

Tabel 1. Simbol standar yang digunakan dalam *Fault Tree Analysis* (FTA)

Simbol	Nama Simbol	Deskripsi
	<i>Top Event</i>	Kejadian puncak yang tidak diinginkan
	<i>Logic Event OR</i>	Kejadian keluaran terjadi jika salah satu masukan terjadi
	<i>Logic Event AND</i>	Kejadian keluaran terjadi hanya jika semua masukan terjadi
	<i>Transferred Event</i>	Simbol transfer ke halaman lain
	<i>Undeveloped Event</i>	Kejadian dasar yang tidak dikembangkan karena keterbatasan informasi
	<i>Basic Event</i>	Akar penyebab yang tidak perlu dikembangkan lagi

Sumber: Kasim dan Saputra (2022)

Analisis FTA dalam penelitian ini bersifat kualitatif karena keterbatasan data historis frekuensi kejadian dasar. Analisis difokuskan pada penelusuran hubungan logis antara kejadian puncak dengan faktor-faktor penyebab yang mendasarinya. Hasil identifikasi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan akar penyebab dan menyusun rekomendasi perbaikan yang sesuai.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap proses pengolahan CPO, khususnya pada stasiun pengepresan, serta wawancara dan diskusi dengan personel yang terlibat dalam operasional pabrik, meliputi operator press, teknisi, asisten pengolahan, dan asisten *quality assurance* (QA). Observasi dilakukan selama periode Oktober 2024 hingga Maret 2025 untuk memperoleh informasi mengenai kondisi operasional, parameter proses, serta faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan kehilangan minyak. Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan berupa laporan harian kehilangan minyak pada stasiun pengepresan selama periode November 2024 hingga Februari 2025.

Pengukuran kehilangan minyak dilakukan menggunakan perangkat *Foss Near-Infrared Spectroscopy* (NIRS) (Irfan et al., 2023). Sampel ampas *press* (± 1 kg) diambil setiap dua jam selama operasi pabrik yang berlangsung selama 12 jam per hari pada masing-masing unit *press*. Sampel kemudian dianalisis menggunakan subsampel sebanyak 10 gram untuk menentukan persentase *oil loss*. Pengambilan sampel dilakukan secara rutin selama periode November 2024 hingga Februari 2025 untuk memantau nilai *oil loss* pada stasiun pengepresan.

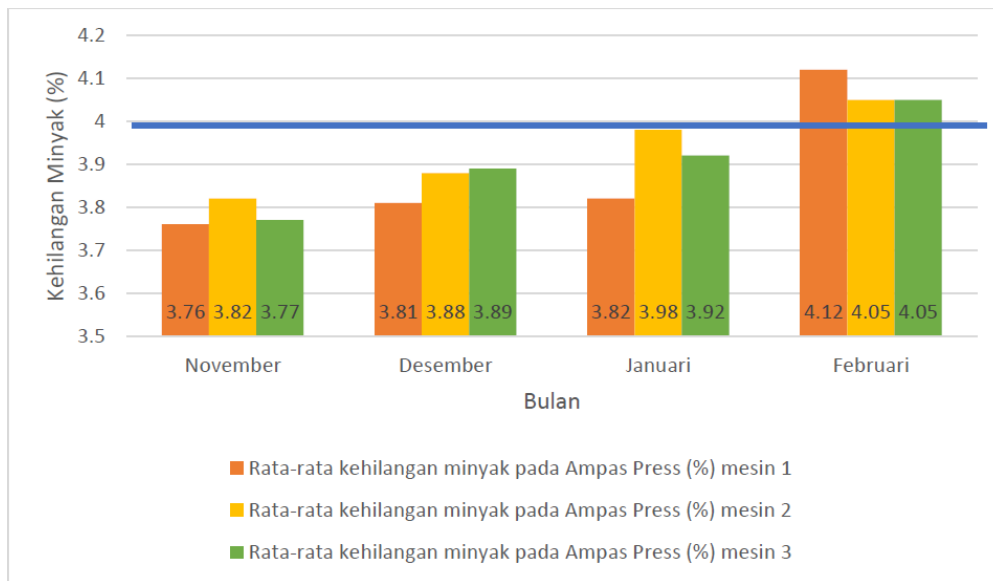
Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk mengevaluasi kehilangan minyak pada stasiun pengepresan. Tahap awal dilakukan dengan memvisualisasikan tren kehilangan minyak bulanan menggunakan histogram untuk membandingkan nilai *oil loss* dengan standar internal perusahaan sebesar 4,0%. Selanjutnya dilakukan perhitungan estimasi kerugian finansial akibat kehilangan minyak yang melebihi standar perusahaan berdasarkan kapasitas olah pabrik, jumlah kehilangan minyak berlebih, dan harga *Crude Palm Oil* (CPO) pada periode penelitian. Tahap berikutnya dilakukan identifikasi akar penyebab kehilangan minyak menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang didukung oleh pendekatan *5 Why Analysis* pada setiap kejadian dasar (*basic event*) yang teridentifikasi. Hasil keseluruhan analisis digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan untuk menurunkan kehilangan minyak dan meningkatkan efisiensi proses pengepresan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tren Kehilangan Minyak di Stasiun Pengepresan

Analisis data kehilangan minyak dari November 2024 hingga Februari 2025 menunjukkan peningkatan persentase kehilangan minyak secara bertahap (Gambar 1). Pada bulan November 2024 (3,78%), Desember 2024 (3,86%), dan Januari 2025 (3,91%), nilai rata-rata kehilangan minyak masih berada di bawah standar internal perusahaan sebesar 4,0%. Namun, pada Februari 2025 nilai rata-rata kehilangan minyak meningkat menjadi 4,07% sehingga melampaui batas yang ditetapkan perusahaan. Kehilangan minyak tertinggi terjadi pada *Press 1* sebesar 4,12%, sedangkan *Press 2* dan *Press 3* masing-masing sebesar 4,05%.



Gambar 1. Histogram Kehilangan Minyak di Stasiun Pengepresan (November 2024 – Februari 2025)

Peningkatan kehilangan minyak dari 3,78% pada November 2024 menjadi 4,07% pada Februari 2025 menunjukkan adanya penurunan efisiensi proses pengepresan secara bertahap. Kenaikan sebesar 0,29% dalam periode empat bulan mengindikasikan bahwa peningkatan kehilangan minyak tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan berkembang secara bertahap akibat adanya faktor-faktor operasional yang memengaruhi kinerja proses ekstraksi minyak. Kondisi ini menyebabkan sebagian minyak masih tertinggal pada ampas *press* sehingga jumlah minyak yang berhasil diperoleh menjadi lebih rendah. Temuan ini sejalan dengan Maulana et al. (2023) yang menyatakan bahwa penurunan kinerja proses pengepresan dapat berkontribusi terhadap peningkatan *oil loss* apabila tidak diikuti pengendalian operasional yang memadai. Panjaitan et al. (2025) juga menyatakan bahwa kehilangan minyak pada stasiun press dipengaruhi oleh berbagai faktor operasional, termasuk kondisi mesin dan prosedur kerja sehingga diperlukan identifikasi akar penyebab secara sistematis. Oleh karena itu, peningkatan kehilangan minyak yang terjadi perlu mendapat perhatian karena berpotensi menurunkan efisiensi pengolahan dan menimbulkan dampak ekonomi yang signifikan. Dampak ekonomi dari kondisi tersebut dapat ditinjau melalui estimasi kerugian finansial akibat kehilangan minyak yang melebihi standar perusahaan.

Estimasi Kerugian Finansial Akibat Kehilangan Minyak Berlebih

Peningkatan kehilangan minyak yang melebihi standar perusahaan tidak hanya berdampak pada penurunan efisiensi proses pengolahan, tetapi juga menimbulkan kerugian

finansial yang signifikan. Pada bulan Februari 2025, rata-rata kehilangan minyak di stasiun pengepresan mencapai 4,07%, atau melebihi standar internal perusahaan sebesar 4,0%. Dengan demikian, kelebihan kehilangan minyak yang terjadi adalah sebesar 0,07%.

Kapasitas olah pabrik sebesar 30 ton TBS/jam dengan waktu operasi 12 jam per hari dan 25 hari kerja per bulan menghasilkan total pengolahan TBS sebesar 9.000 ton per bulan. Berdasarkan nilai kelebihan kehilangan minyak sebesar 0,07%, jumlah minyak yang hilang dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kehilangan minyak} = 9.000 \text{ ton} \times 0,07\% = 6,3 \text{ ton}$$

Jumlah tersebut setara dengan 6.300 kg minyak yang tidak berhasil diperoleh selama proses pengolahan. Dengan asumsi harga rata-rata *Crude Palm Oil* (CPO) sebesar Rp12.000/kg pada periode penelitian, maka estimasi kerugian finansial yang ditimbulkan adalah:

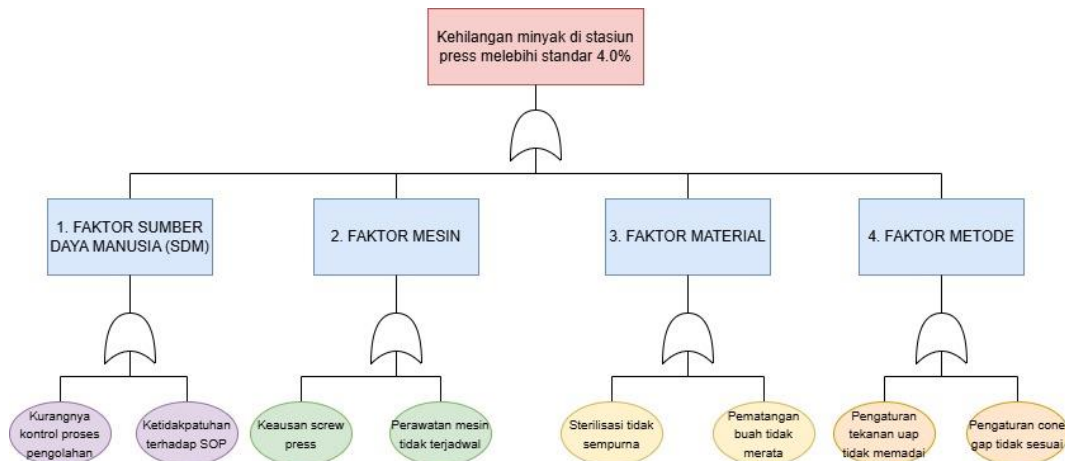
$$\text{Kerugian finansial} = 6.300 \text{ kg} \times \text{Rp}12.000/\text{kg} = \text{Rp}75.600.000$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, kelebihan kehilangan minyak sebesar 0,07% menyebabkan potensi kerugian finansial sebesar Rp75.600.000 dalam satu bulan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa peningkatan *oil loss* yang relatif kecil tetap dapat memberikan dampak ekonomi yang cukup besar bagi perusahaan. Apabila kondisi ini berlangsung secara terus-menerus tanpa adanya tindakan perbaikan, akumulasi kerugian dalam jangka panjang dapat mengurangi efisiensi operasional dan profitabilitas perusahaan. Oleh karena itu, identifikasi akar penyebab kehilangan minyak menjadi penting untuk mendukung upaya pengendalian *oil loss* dan peningkatan kinerja pengolahan.

***Fault Tree Analysis* (FTA) Kehilangan Minyak**

Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) pada Gambar 2 digunakan untuk memetakan hubungan logis antara kejadian puncak (*top event*), yaitu kehilangan minyak pada stasiun pengepresan yang melebihi standar perusahaan dengan berbagai faktor penyebab yang teridentifikasi. Penentuan kejadian dasar (*basic event*) dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan operator dan asisten pengolahan, serta analisis akar penyebab menggunakan metode *5 Why Analysis*. Diagram FTA yang telah disusun kemudian divalidasi bersama pihak perusahaan, yaitu asisten pengolahan dan operator senior, untuk memastikan kesesuaian hubungan sebab-akibat serta penggunaan gerbang logika AND dan OR dengan kondisi operasional yang terjadi di lapangan. Hasil FTA menunjukkan bahwa kehilangan minyak pada stasiun pengepresan dipengaruhi oleh faktor

sumber daya manusia, mesin, material, dan metode yang saling berinteraksi dalam proses pengolahan.



Gambar 2. Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk kehilangan minyak di stasiun pengepresan

Berdasarkan hasil FTA, terdapat empat kelompok faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan kehilangan minyak, yaitu faktor sumber daya manusia, mesin, material, dan metode. Analisis lebih lanjut menggunakan pendekatan *5 Why Analysis* dilakukan pada setiap faktor untuk memastikan bahwa kejadian dasar yang ditetapkan benar-benar merepresentasikan akar penyebab permasalahan. Hasil analisis masing-masing faktor disajikan pada bagian berikut.

Faktor Sumber Daya Manusia (SDM)

Hasil *Fault Tree Analysis* (FTA) menunjukkan bahwa faktor sumber daya manusia (SDM) berkontribusi terhadap peningkatan kehilangan minyak melalui kurangnya kontrol proses pengolahan dan ketidakpatuhan terhadap prosedur operasi standar (SOP). Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa pemantauan proses pengolahan oleh operator belum dilakukan secara konsisten selama operasi berlangsung. Kondisi tersebut mengakibatkan perubahan parameter proses tidak selalu teridentifikasi dengan cepat sehingga proses pengepresan berpotensi berjalan kurang optimal. Selain itu, penerapan SOP operasional belum dilakukan secara konsisten, terutama dalam pemantauan parameter proses dan pelaksanaan pemeriksaan rutin selama operasi. Ketidaksesuaian pelaksanaan SOP tersebut menyebabkan tindakan korektif terhadap perubahan kondisi operasi tidak selalu dilakukan tepat waktu sehingga berpotensi meningkatkan kehilangan minyak pada ampas press.

Hasil 5 *Why Analysis* menunjukkan bahwa kurangnya kontrol proses berkaitan dengan belum optimalnya pengawasan terhadap jalannya proses pengolahan. Sementara itu, ketidakpatuhan terhadap SOP dipengaruhi oleh rendahnya konsistensi dalam penerapan prosedur kerja yang telah ditetapkan perusahaan. Kondisi tersebut dapat menyebabkan proses ekstraksi minyak tidak berlangsung secara optimal sehingga meningkatkan jumlah minyak yang masih tertinggal pada ampas *press*. Temuan ini sejalan dengan Hartati et al. (2022) yang menyatakan bahwa faktor manusia memiliki peran penting dalam pengendalian proses pengolahan kelapa sawit. Kasim dan Saputra (2022) juga menjelaskan bahwa kepatuhan operator terhadap prosedur operasi merupakan faktor yang memengaruhi stabilitas proses dan dapat berkontribusi terhadap terjadinya kehilangan minyak apabila tidak dijalankan secara konsisten.

Faktor Mesin

Hasil FTA menunjukkan bahwa faktor mesin berkontribusi terhadap peningkatan kehilangan minyak melalui kondisi mesin yang mengalami keausan, khususnya pada komponen *screw press*, serta pelaksanaan perawatan yang belum dilakukan secara terjadwal. Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa beberapa komponen *screw press* telah mengalami penurunan kondisi akibat penggunaan yang berlangsung secara terus-menerus dalam proses produksi. Selain itu, kegiatan perawatan masih cenderung dilakukan setelah terjadi gangguan operasional sehingga potensi penurunan kinerja mesin tidak selalu teridentifikasi sejak dini.

Hasil 5 *Why Analysis* menunjukkan bahwa penurunan kinerja mesin berkaitan dengan keausan komponen *screw press* yang menyebabkan proses pengepresan tidak berlangsung secara optimal. Kondisi tersebut mengurangi efektivitas ekstraksi minyak sehingga meningkatkan jumlah minyak yang masih tertinggal pada ampas *press*. Sementara itu, pelaksanaan perawatan yang belum dilakukan secara teratur menyebabkan potensi penurunan performa mesin tidak teridentifikasi dan ditangani lebih awal. Perawatan mesin yang belum dilakukan secara terjadwal menyebabkan penurunan performa komponen berlangsung secara bertahap tanpa tindakan korektif yang memadai. Kombinasi kedua kondisi tersebut dapat menurunkan efisiensi proses pengepresan dan meningkatkan nilai *oil loss*. Temuan ini sejalan dengan Haris et al. (2023) yang menyatakan bahwa kondisi *screw press* berpengaruh terhadap tingkat kehilangan minyak selama proses pengolahan kelapa sawit. Penelitian Tarigan et al. (2025) juga menunjukkan bahwa pemeliharaan mesin yang kurang optimal dapat menurunkan efisiensi ekstraksi minyak dan meningkatkan nilai

oil loss. Hasil penelitian Kasim dan Saputra (2022) turut menjelaskan bahwa faktor mesin merupakan salah satu faktor yang sering muncul sebagai penyebab utama dalam analisis kehilangan minyak.

Faktor Material

Hasil FTA menunjukkan bahwa faktor material berkontribusi terhadap peningkatan kehilangan minyak melalui kondisi bahan baku yang kurang sesuai untuk proses pengolahan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, kondisi tersebut berkaitan dengan proses sterilisasi yang kurang sempurna serta tingkat kematangan tandan buah segar (TBS) yang tidak seragam. Sterilisasi yang kurang sempurna dapat menyebabkan pelunakan daging buah tidak berlangsung secara optimal sehingga proses pelepasan minyak pada tahap pengepresan menjadi kurang efektif. Selain itu, buah yang kurang matang maupun terlalu matang memiliki karakteristik yang berbeda sehingga dapat memengaruhi efisiensi ekstraksi minyak. Buah yang kurang matang cenderung memiliki daging buah yang masih keras sehingga minyak lebih sulit dipisahkan, sedangkan buah yang terlalu matang berpotensi meningkatkan kehilangan minyak selama proses pengolahan.

Hasil *5 Why Analysis* menunjukkan bahwa sterilisasi yang tidak optimal berkaitan dengan kondisi proses perebusan yang belum mampu menghasilkan tingkat pelunakan buah secara merata. Sementara itu, ketidaksesuaian tingkat kematangan buah berkaitan dengan variasi kualitas bahan baku yang diterima pabrik. Kedua kondisi tersebut menyebabkan proses pengepresan tidak berlangsung secara optimal sehingga sebagian minyak masih tertinggal pada ampas *press*. Selain itu, kualitas bahan baku yang tidak seragam juga dapat menyebabkan perbedaan karakteristik proses pengolahan yang berpengaruh terhadap efisiensi ekstraksi minyak. Temuan ini sejalan dengan Panjaitan et al. (2025) yang menyatakan bahwa tingkat kematangan TBS berpengaruh terhadap perolehan minyak dan kehilangan minyak selama proses pengolahan. Hartati et al. (2022) juga mengidentifikasi bahwa perebusan yang kurang sempurna serta kualitas buah yang buruk (busuk dan mentah) merupakan faktor material yang berkontribusi terhadap kehilangan minyak. Yuselin et al. (2025) juga menjelaskan bahwa kualitas bahan baku yang baik merupakan salah satu faktor penting dalam menekan nilai *oil loss* dan meningkatkan efisiensi pengolahan kelapa sawit.

Faktor Metode

Hasil FTA menunjukkan bahwa faktor metode berkontribusi terhadap peningkatan kehilangan minyak melalui pengaturan tekanan uap yang tidak memadai dan pengaturan *cone gap* yang kurang sesuai. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa ketidaksesuaian pengaturan parameter operasi dapat menyebabkan proses pengepresan tidak berlangsung secara optimal. Pengaturan tekanan uap yang tidak sesuai dapat memengaruhi kondisi proses ekstraksi minyak, sedangkan pengaturan *cone gap* yang terlalu longgar atau terlalu sempit dapat memengaruhi tekanan yang dihasilkan oleh *screw press*. Penelitian oleh Kurniawan et al. (2022) dan Wahyudi et al. (2012) menunjukkan bahwa peningkatan *oil loss* pada stasiun pengepresan juga dapat dipengaruhi oleh tekanan operasi yang tidak optimal, di mana tekanan yang terlalu rendah menyebabkan minyak masih tertinggal dalam serat, sementara tekanan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan jumlah kernel pecah (Wahyudi et al., 2012; Kurniawan et al., 2022).

Hasil *5 Why Analysis* menunjukkan bahwa kondisi tersebut berkaitan dengan belum optimalnya pengawasan dan evaluasi terhadap parameter operasi selama proses pengolahan. Akibatnya, penyesuaian tekanan uap dan *cone gap* tidak selalu dilakukan sesuai kondisi aktual di lapangan sehingga efisiensi ekstraksi minyak menurun dan kehilangan minyak meningkat. Temuan ini sejalan dengan Primandari et al. (2024) yang menyatakan bahwa pengaturan parameter operasi, termasuk tekanan proses dan pengaturan sistem pengepresan, berpengaruh terhadap efisiensi ekstraksi minyak. Haris et al. (2023) juga menjelaskan bahwa ketidaksesuaian parameter operasi pada stasiun pengepresan dapat menyebabkan proses ekstraksi berlangsung kurang optimal sehingga meningkatkan nilai *oil loss*. Selain itu, perhitungan neraca massa pada unit *screw press* menjadi penting untuk memastikan keseimbangan antara bahan baku yang masuk dan produk yang dihasilkan, sehingga kehilangan minyak dapat diidentifikasi secara kuantitatif (Rosmiati et al., 2024).

Implikasi Manajerial dan Rekomendasi Perbaikan

Hasil *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *5 Why Analysis* menunjukkan bahwa kehilangan minyak pada stasiun pengepresan tidak disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan oleh interaksi antara faktor sumber daya manusia, mesin, material, dan metode. Keempat faktor tersebut saling berkaitan dalam menentukan efektivitas proses ekstraksi minyak. Peningkatan nilai *oil loss* yang melampaui standar perusahaan pada Februari 2025 mengindikasikan adanya akumulasi berbagai permasalahan operasional yang memengaruhi efisiensi proses pengepresan. Temuan ini mengindikasikan bahwa upaya perbaikan tidak

dapat difokuskan hanya pada satu aspek, tetapi perlu dilakukan secara terpadu pada seluruh faktor yang teridentifikasi. Oleh karena itu, rekomendasi perbaikan yang disajikan pada Tabel 2 disusun berdasarkan akar penyebab yang diperoleh melalui FTA dan 5 *Why Analysis* untuk mendukung peningkatan efisiensi proses pengepresan serta menekan kehilangan minyak pada ampas *press*.

Tabel 2. Rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil FTA dan 5 *Why Analysis*

Faktor	Akar Penyebab	Rekomendasi Perbaikan	Referensi
Sumber Daya Manusia (SDM)	Kurangnya kontrol proses pengolahan dan ketidakpatuhan terhadap SOP	1) Melaksanakan pelatihan dan penyegaran SOP secara berkala bagi operator stasiun pengepresan 2) Meningkatkan pengawasan terhadap pelaksanaan prosedur kerja serta melakukan evaluasi rutin terhadap pemantauan parameter proses selama operasi berlangsung	Hartati et al., 2022; Kasim & Saputra, 2022
Mesin	Keausan komponen <i>screw press</i> dan perawatan yang belum dilakukan secara optimal	1) Menerapkan program <i>preventive maintenance</i> secara terjadwal, termasuk inspeksi berkala terhadap kondisi <i>screw press</i> dan komponen pendukung lainnya 2) Melakukan penggantian komponen yang mengalami keausan sebelum memengaruhi kinerja pengepresan serta memastikan sistem penyediaan uap beroperasi secara stabil	Tarigan et al., 2025; Aini et al., 2024
Material	Sterilisasi yang kurang sempurna dan tingkat kematangan TBS yang tidak seragam	1) Memperketat pengawasan kualitas bahan baku pada saat penerimaan TBS serta memastikan proses sterilisasi berlangsung sesuai parameter operasi yang ditetapkan 2) Pengendalian kualitas bahan baku perlu dilakukan secara konsisten untuk memperoleh kondisi buah yang sesuai bagi proses ekstraksi minyak	Hartati et al., 2022; Panjaitan et al., 2025
Metode	Pengendalian parameter tekanan uap dan <i>cone gap</i> yang belum optimal	1) Melakukan pemantauan dan evaluasi parameter tekanan uap dan <i>cone gap</i> secara berkala 2) Hasil analisis laboratorium terhadap ampas <i>press</i> dapat digunakan sebagai umpan balik dalam penyesuaian parameter operasi guna meningkatkan efisiensi ekstraksi minyak	Aini et al., 2024; Tarigan et al., 2025; Kurniawan et al., 2022; Wahyudi et al., 2012

Implementasi rekomendasi tersebut diharapkan dapat menurunkan nilai *oil loss* pada stasiun pengepresan sehingga efisiensi ekstraksi minyak meningkat dan potensi kerugian finansial akibat kehilangan minyak dapat diminimalkan. Rekomendasi yang diusulkan juga didukung oleh temuan penelitian terdahulu yang relevan mengenai pengendalian kehilangan minyak pada pabrik kelapa sawit. Namun demikian, efektivitas

rekomendasi tersebut belum divalidasi secara empiris pada objek penelitian ini dan masih perlu dievaluasi lebih lanjut melalui penerapan serta pengukuran kinerja pada kondisi operasional yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kehilangan minyak (*oil loss*) pada stasiun pengepresan mengalami peningkatan dari 3,78% pada November 2024 menjadi 4,07% pada Februari 2025 sehingga melampaui standar internal perusahaan sebesar 4,0%. Kelebihan kehilangan minyak sebesar 0,07% tersebut menyebabkan potensi kerugian finansial sebesar Rp75.600.000 dalam satu bulan. Hasil *Fault Tree Analysis* (FTA) yang didukung oleh *5 Why Analysis* menunjukkan bahwa kehilangan minyak pada stasiun pengepresan dipengaruhi oleh interaksi faktor sumber daya manusia, mesin, material, dan metode. Faktor-faktor tersebut meliputi kurangnya kontrol proses dan ketidakpatuhan terhadap SOP, keausan komponen *screw press* dan perawatan yang belum optimal, sterilisasi yang kurang sempurna serta tingkat kematangan TBS yang tidak seragam, serta pengendalian tekanan uap dan *cone gap* yang belum optimal. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kehilangan minyak tidak disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan akumulasi berbagai permasalahan operasional yang saling berkaitan sehingga diperlukan upaya perbaikan secara terpadu pada seluruh faktor yang teridentifikasi. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena analisis FTA yang dilakukan masih bersifat kualitatif. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan FTA kuantitatif dengan data frekuensi kejadian dasar sehingga dapat dilakukan perhitungan probabilitas *top event* dan penentuan prioritas perbaikan yang lebih objektif. Selain itu, diperlukan pengujian statistik terhadap data kehilangan minyak dan evaluasi implementasi rekomendasi perbaikan pada kondisi operasional aktual guna mengetahui efektivitasnya dalam menurunkan nilai *oil loss*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Tanah Laut, manajemen dan staf pabrik kelapa sawit di Kalimantan Selatan yang telah memberikan izin dan bantuan selama pengambilan data.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Z., Alaqa, T. R. S., & Basriati, S. (2024). Steam requirements and mass balance in digesters and screw presses at palm oil mill. *JEMMME (Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering)*, 9(2), 109–120.
- Haris, M., Supriyanto, G., & Hermantoro. (2023). Pengaruh tekanan press dan umur screw terhadap kehilangan minyak kelapa sawit (oil losses) di stasiun press. *AGROFORETECH*, 1(1), 56–63.
- 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), 145–155.
- Irfan, I., Aji, I. F., & Yunita, D. (2023). Application of near infrared spectroscopy (NIRS) in the measurement of oil loss and its accuracy compared to soxhlet method. *Jurnal Agroindustri*, 13(2), 107–120.
- Kasim, M., & Saputra, A. (2022). Penelitian kehilangan minyak (oil losses) tandan kosong dan air rebusan pada stasiun sterilizer menggunakan metode fault tree analysis. *SITEKIN*, 19(2), 262–269.
- Kurniawan, E. W., Sitorus, F. N., Rahman, M., Lisnawati, A., Aryani, F., & Zamroni, A. (2022). Pengaruh tekanan pada mesin pres terhadap persentase kehilangan minyak (oil losses) pada stasiun pengepresan di pabrik minyak sawit PT. Sentosa Kalimantan Jaya Berau. *Jurnal Teknologi Hasil Perkebunan*, 18(2), 111–116.
- Maulana, S., Setijogiarto, N. E., Yuwono, B., & Noval, R. (2023). Optimalisasi performa mesin press AIDA 250 ton dengan metode total productive maintenance (TPM) melalui pendekatan OEE dan six big losses pada PT. XYZ. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 13(1), 339–349.
- Nugrahapsari, R. A., Harianto, Nurmalina, R., & Fariyanti, A. (2024). The position of Indonesia's palm oil in the vegetable oil international market. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1379, 012014.
- Panjaitan, N., Lubis, J. A., Silitonga, N. K., & Faris, M. Z. (2025). Root cause analysis of oil losses in press machines using fault tree analysis method. *Engineering Proceedings*, 84(1), Article 96.
- Primandari, S. R. P., Wulansari, R. E., Nurrahmawati, P., & Kusnanda, A. J. (2024). Oil losses and broken nut parameters on the palm oil industry. *Proceedings of the 2024 IEEE International Conference on Agrosystem Engineering, Technology and Applications (AGRETA)*, 1–5.

- Ranika, A. P., Meutia, S., & Irwansyah, D. (2023). Analisis pengendalian kehilangan minyak (oil losses) pada crude palm oil (CPO) menggunakan metode six sigma. *Industrial Engineering Journal*, 12(2), 68–74.
- Rosmiati, Kurnia, D., & Lumbantoruan, S. (2024). Perhitungan oil losses pada ampas press di proses pengepresan unit screw press PT. XYZ. *Jurnal Vokasi Teknik (JuVoTek)*, 2(1), 15–23.
- Tarigan, D. E., Zuliantoni, & Bismantolo, P. (2025). Analisis tekanan hidrolis terhadap oil losses pada mesin press kapasitas 15 ton. *Rekayasa Mekanika*, 9(1), 7–11.
- Wahyudi, J., Renjani, R. A., & Hermantoro. (2012). Analisis oil losses pada fiber dan broken nut di unit screw press dengan variasi tekanan. *Prosiding Seminar Nasional* (pp. 399–404).
- Yuselin, N., Rosyidi, E., & Adetya, E. (2025). Efforts to reduce oil losses at press stations from 6.91% to 6% in crude palm oil (CPO) processing at PT. ABC. *Proceedings of the ASTRAtech International Conference*, 2, 89–98.