



Studi Kelayakan Perluasan Pabrik Kelapa Sawit dalam Meningkatkan Efisiensi Sistem Logistik dan Operasional

^{1,*}Yelita Anggiane Iskandar, ²Syathirastra Sakhiyllani Rachman, ³Indriani Syafira, ⁴Army Wahyu Ramadhani, ⁵Fyinkha Vanessa Lumban Tobing
^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Logistik, Universitas Pertamina, Jakarta, Indonesia

E-mail: ¹yelita.ai@universitaspertamina.ac.id,
²102423031@student.universitaspertamina.ac.id, ³102423032@student.universitaspertamina.ac.id,
⁴102423037@student.universitaspertamina.ac.id, ⁵102423034@student.universitaspertamina.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan volume pasokan Tandan Buah Segar (TBS) pada industri kelapa sawit menuntut kesiapan sistem logistik dan kapasitas produksi yang memadai untuk menjamin kelancaran proses operasional. PT Inecda Plantation, yang merupakan produsen minyak sawit, menghadapi ketidakseimbangan antara volume TBS yang diterima dan kapasitas fasilitas penerimaan serta pengolahan yang tersedia, sehingga berpotensi menimbulkan *bottleneck* dan menurunkan efisiensi operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan logistik dan finansial dari alternatif pengembangan fasilitas melalui proyek perluasan pabrik. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mempertimbangkan aspek teknis dan finansial. Analisis teknis dilakukan melalui evaluasi alur proses serta perbandingan antara tata letak (*layout*) saat ini dan usulan. Sementara itu, analisis finansial dilakukan menggunakan metode ekonomi teknik yang meliputi *Net Present Value* (NPV), *Equivalent Uniform Annual Worth* (EUAW), *Internal Rate of Return* (IRR), *Modified Internal Rate of Return* (MIRR), *Discounted Payback Period* (DPP), dan *Benefit-Cost Ratio* (B/C). Hasil analisis menunjukkan bahwa proyek perluasan pabrik mampu meningkatkan kapasitas penerimaan dan pengolahan TBS serta mendukung kelancaran sistem logistik. Dari aspek finansial, proyek menghasilkan nilai NPV yang positif, nilai IRR dan MIRR yang melampaui MARR, periode pengembalian investasi yang relatif singkat, serta nilai B/C yang lebih besar dari satu. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa proyek perluasan pabrik PT Inecda Plantation layak untuk direalisasikan baik dari aspek teknis maupun finansial guna meningkatkan efisiensi logistik dan kinerja operasional perusahaan.

Kata kunci: Efisiensi Logistik, Kelayakan Investasi, Ekonomi Teknik, Pabrik Minyak Sawit, Perencanaan Fasilitas

ABSTRACT

The increasing volume of Fresh Fruit Bunches (FFB) supply in the palm oil industry requires adequate logistics systems and production capacity to ensure smooth operational processes. PT Inecda Plantation, a palm oil producer, faces an imbalance between the volume of incoming FFB and the capacity of its receiving and processing facilities, which may lead to bottlenecks and reduced operational efficiency. This study aims to analyze the logistical and financial feasibility of a facility development project through a mill expansion. A quantitative approach was employed by considering both technical and financial aspects. The technical analysis was conducted through an evaluation of the production flow and a comparison between the existing and proposed facility layouts. Meanwhile,

the financial analysis was carried out using engineering economic methods, including the Net Present Value (NPV), Equivalent Uniform Annual Worth (EUAW), Internal Rate of Return (IRR), Modified Internal Rate of Return (MIRR), Discounted Payback Period (DPP), and Benefit-Cost Ratio (B/C). The results indicate that the mill expansion project can enhance the receiving and processing capacity of FFB while improving the effectiveness of the logistics system. From a financial perspective, the project generates a positive NPV, IRR, and MIRR values exceeding the MARR, a relatively short investment payback period, and a B/C ratio greater than one. These findings suggest that the proposed expansion project at PT Inecda Plantation is feasible from both technical and financial perspectives and has the potential to improve logistics efficiency and overall operational performance.

Keywords: *Logistics Efficiency, Investment Feasibility, Engineering Economics, Palm Oil Mill, Facility Planning*

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis di Indonesia yang berperan penting dalam perekonomian nasional, baik dari sisi kontribusi terhadap ekspor maupun penyerapan tenaga kerja. Peningkatan produksi kelapa sawit berdampak langsung pada meningkatnya aktivitas logistik, khususnya pada tahap penerimaan bahan baku di pabrik pengolahan. Kinerja sistem logistik menjadi faktor penentu dalam menjaga kelancaran proses produksi serta efisiensi biaya operasional. Menurut (Chopra & Meindl, 2016), efektivitas rantai pasok sangat bergantung pada kemampuan fasilitas dalam mengelola aliran material secara tepat waktu dan terkoordinasi. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan fasilitas logistik memegang peranan penting dalam mendukung keberlangsungan operasi industri pengolahan kelapa sawit.

Tandan buah segar (TBS) sebagai bahan baku utama industri kelapa sawit memiliki karakteristik mudah rusak sehingga memerlukan penanganan yang cepat dan tepat. Keterlambatan dalam proses penerimaan dan pengolahan TBS dapat menurunkan kualitas produk serta menimbulkan inefisiensi operasional. Selain itu, aktivitas logistik yang tidak optimal dapat meningkatkan pemborosan sumber daya dan biaya produksi. (Mbevi & Ndeti, 2024) menyatakan bahwa penerapan konsep manajemen rantai pasok yang efisien berperan penting dalam meningkatkan kinerja operasional industri manufaktur. Sementara itu, (Acquavia et al., 2021) menegaskan bahwa pengelolaan material yang tidak tepat dalam sektor agroindustri dapat berdampak pada penurunan kualitas produk serta meningkatnya permasalahan lingkungan.

Seiring meningkatnya volume pasokan bahan baku, perusahaan agroindustri sering menghadapi permasalahan ketidakseimbangan antara kapasitas fasilitas dan kebutuhan operasional. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya antrean, penumpukan bahan baku, serta menurunnya efisiensi proses logistik. (Zhovnirchuk et al., 2023) menjelaskan bahwa pengelolaan logistik yang tidak terintegrasi dapat menghambat keberlanjutan sistem agroindustri dan menurunkan kinerja operasional secara keseluruhan. Selain itu, (Dijkstra & Roodbergen, 2017) menunjukkan bahwa perencanaan tata letak dan kapasitas fasilitas yang kurang optimal meningkatkan jarak tempuh *material handling* dan menurunkan produktivitas gudang keseluruhan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perusahaan perlu mengevaluasi sistem logistik dan fasilitas pendukung yang digunakan. Keputusan terkait pengembangan fasilitas melalui perluasan pabrik memerlukan analisis yang matang karena melibatkan investasi dalam jumlah besar. (Barker et al., 2018) menyatakan bahwa pengambilan keputusan investasi pada sistem logistik harus mempertimbangkan aspek keandalan, risiko, serta keberlanjutan sistem secara menyeluruh. Oleh karena itu, analisis kelayakan ekonomi menjadi langkah penting untuk menentukan alternatif pengembangan fasilitas yang paling menguntungkan dan berkelanjutan.

PT Inecda Plantation sebagai perusahaan pengolahan kelapa sawit menghadapi permasalahan peningkatan pasokan TBS yang tidak diimbangi dengan kapasitas fasilitas yang memadai. Kondisi ini menuntut adanya evaluasi investasi untuk menentukan apakah perluasan pabrik merupakan alternatif yang menguntungkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan ekonomi dari alternatif perluasan pabrik menggunakan metode ekonomi teknik berupa *Net Present Value* (NPV), *Equivalent Uniform Annual Worth* (EUAW), *Internal Rate of Return* (IRR), *Modified Internal Rate of Return* (MIRR), *Discounted Payback Period* (DP), dan *Benefit-Cost Ratio* (BCR). Hasil penelitian

diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan investasi yang rasional serta mendukung peningkatan efisiensi sistem logistik perusahaan secara berkelanjutan (Hardjomidjojo et al., 2022).

2. LANDASAN TEORI

2.1 Logistik *Inbound* pada Industri Kelapa Sawit

Logistik *inbound* merupakan bagian dari manajemen rantai pasok yang berfokus pada pengelolaan aliran material dari pemasok menuju fasilitas produksi (Komara, 2014). Aktivitas ini mencakup transportasi, penerimaan, penanganan, dan koordinasi bahan baku agar tersedia tepat waktu dan dalam kondisi yang sesuai dengan kebutuhan proses produksi. Pada industri berbasis agro seperti kelapa sawit, logistik *inbound* memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi karena bahan baku bersifat mudah rusak dan sangat dipengaruhi oleh waktu serta kondisi penanganan (Chopra & Meindl, 2016).

Dalam pabrik kelapa sawit, logistik *inbound* berperan penting dalam menjaga kesinambungan proses produksi melalui pengaturan arus masuk TBS dari berbagai pemasok. Keterlambatan atau ketidakefisienan pada sistem *inbound* dapat menyebabkan penurunan kualitas bahan baku dan menurunnya produktivitas pabrik secara keseluruhan. Oleh karena itu, perencanaan dan pengelolaan logistik *inbound* yang efektif menjadi faktor strategis dalam meningkatkan kinerja operasional dan daya saing industri kelapa sawit (Moustakas et al., 2020).

2.2 Ekonomi Teknik

Ekonomi teknik merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengevaluasi berbagai alternatif keputusan teknik berdasarkan pertimbangan biaya dan manfaat. Tujuan utama dari ekonomi teknik adalah membantu pengambil keputusan dalam memilih alternatif terbaik yang memberikan keuntungan maksimal dengan risiko yang dapat diterima.

Dalam analisis ekonomi teknik, konsep dasar yang digunakan meliputi aliran kas (*cash flow*), nilai waktu dari uang (*time value of money*), tingkat suku bunga, serta metode evaluasi investasi seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit-Cost Ratio* (BCR), dan *Payback Period*. (Prayudi & Fitria, 2015) menunjukkan bahwa penggunaan metode ekonomi teknik sangat efektif dalam menilai kelayakan suatu usaha, terutama dalam menentukan tingkat keuntungan dan periode pengembalian modal. Selain itu, pendekatan ekonomi teknik juga digunakan dalam pengambilan keputusan investasi pada sektor industri dan logistik (Zhudro & Zhudro, n.d.), khususnya ketika melibatkan investasi berskala besar dan berdampak jangka panjang terhadap operasional perusahaan.

2.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai analisis kelayakan dan pengelolaan logistik telah banyak dilakukan sebagai dasar pengambilan keputusan investasi. (Prayudi & Fitria, 2015) melakukan analisis kelayakan usaha menggunakan metode NPV, IRR, dan *Payback Period*, dan menyimpulkan bahwa analisis finansial mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai kelayakan suatu usaha.

Penelitian lain yang relevan dilakukan oleh (Hardjomidjojo et al., 2022) yang membahas solusi logistik agroindustri berbasis analisis spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan logistik yang baik, berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan industri agro. Selain itu, (Zhovnirchuk et al., 2023) menyatakan bahwa pengembangan sistem logistik yang terencana dan terintegrasi mampu meningkatkan daya saing sektor agroindustri, khususnya dalam menghadapi peningkatan volume produksi dan kompleksitas distribusi.

2.4 Perencanaan Fasilitas

Perencanaan fasilitas merupakan salah satu aspek penting dalam sistem logistik karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi operasional dan biaya yang dikeluarkan perusahaan. Perencanaan ini mencakup penentuan kapasitas, tata letak, serta pemanfaatan fasilitas yang optimal.

(Dijkstra & Roodbergen, 2017) menjelaskan bahwa perencanaan tata letak dan kapasitas gudang yang tidak tepat, dapat menyebabkan peningkatan jarak tempuh *material handling* dan penurunan produktivitas sistem. Selain itu, (Boysen et al., 2019) menegaskan bahwa perencanaan fasilitas yang baik sangat penting dalam mendukung kelancaran operasional, terutama pada sistem logistik dengan volume aliran barang yang tinggi. Dalam industri kelapa sawit, peningkatan pasokan bahan baku harus diimbangi dengan kesiapan fasilitas penerimaan. Oleh karena itu, perencanaan fasilitas menjadi faktor

penting dalam menentukan apakah perusahaan perlu melakukan perluasan gudang atau membangun fasilitas baru.

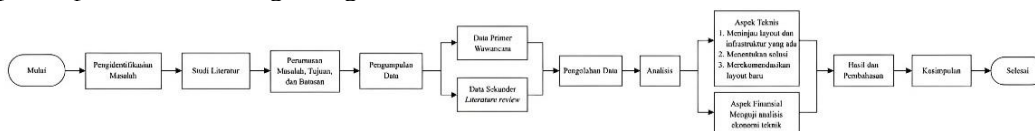
2.5 Analisis Kelayakan Investasi

Analisis kelayakan investasi merupakan proses evaluasi untuk menentukan apakah suatu rencana investasi layak dilaksanakan dari sisi ekonomi dan finansial. Analisis ini penting karena investasi fasilitas logistik umumnya memerlukan dana besar dan berdampak jangka panjang terhadap kinerja perusahaan. (Hosseini et al., 2019) menyatakan bahwa pengambilan keputusan investasi dalam sistem logistik harus mempertimbangkan risiko dan ketidakpastian agar sistem tetap tangguh terhadap gangguan. Selain itu, (Govindan et al., 2015) menekankan pentingnya integrasi aspek ekonomi, efisiensi, dan keberlanjutan dalam pengambilan keputusan terkait fasilitas logistik.

(Ivanov & Dolgui, 2020) menambahkan bahwa ketahanan sistem logistik sangat dipengaruhi oleh kemampuan perusahaan dalam memilih strategi investasi yang tepat. Oleh karena itu, pada penelitian ini analisis kelayakan investasi digunakan untuk membandingkan alternatif pengembangan fasilitas, yaitu perluasan gudang yang ada dan pembangunan gudang baru, sehingga dapat diperoleh keputusan yang paling menguntungkan bagi perusahaan.

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan alur kerja yang sistematis untuk memastikan evaluasi kelayakan logistik dan finansial dilakukan secara konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan. Tahapan penelitian menggambarkan urutan kegiatan mulai dari identifikasi masalah, penetapan batasan kajian, pengumpulan dan pengolahan data primer dan sekunder, hingga analisis dan penarikan kesimpulan. Diagram alir pada Gambar 1 menunjukkan keterkaitan antartahap penelitian tersebut, dengan dua fokus utama: analisis aspek teknis untuk merumuskan kebutuhan kapasitas dan rancangan pengembangan fasilitas, serta analisis aspek finansial untuk menilai kelayakan investasi berdasarkan arus kas, penetapan MARR sebagai tingkat diskonto, dan indikator ekonomi teknik.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.1 Objek dan Ruang Lingkup Penelitian

Objek penelitian di sini adalah PT Inecda Plantation, sebuah pabrik kelapa sawit (PKS) yang berlokasi di Desa Petala Bumi, Kecamatan Seberida, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Perusahaan ini memiliki aktivitas bisnis yang mencakup penerimaan bahan baku TBS, pengolahan menjadi *crude palm oil* (CPO), serta distribusi produk (termasuk aktivitas perdagangan seperti ekspor-impor); namun ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada tahapan saat TBS tiba di PT Inecda Plantation hingga pemrosesannya di dalam pabrik. Perusahaan menerima pasokan TBS dari 66 pemasok aktif yang mencakup petani swadaya dan independen, dengan volume pasokan sekitar ± 1.800 ton per hari. Sementara itu, kapasitas olah pabrik berada pada kisaran 1.080-1.200 ton TBS per hari atau sekitar 45 ton per jam, sehingga terdapat potensi ketidakseimbangan antara volume TBS yang masuk dengan kemampuan pabrik dalam menerima dan mengolah bahan baku. Kondisi ini menjadi fokus utama penelitian karena berpotensi menimbulkan antrean kendaraan, penumpukan TBS, dan keterlambatan penanganan yang dapat memengaruhi kelancaran operasional.

3.2 Analisis Aspek Teknis

Analisis aspek teknis pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan *layout* eksisting (pabrik lama) dan usulan (hasil perluasan pabrik). Perbandingan difokuskan pada perbedaan alur pergerakan material dan kendaraan, keterhubungan antarsatuan proses, serta kecukupan kapasitas dan kebutuhan area kerja yang berpotensi memengaruhi timbulnya *bottleneck*. Pendekatan perbandingan *layout* ini relevan karena rancangan tata letak dan jaringan/alur *material handling* saling memengaruhi, dan

ketidakterpaduan keduanya dapat menyebabkan jarak perpindahan material melebihi ekspektasi desain sehingga menurunkan efisiensi aliran proses (Klausnitzer & Lasch, 2019).

3.3 Analisis Aspek Finansial

3.3.1 Minimum Attractiveness Rate of Return

MARR ditetapkan sebagai tingkat pengembalian minimum yang menjadi acuan kelayakan investasi sekaligus tingkat diskonto untuk mengonversi arus kas menjadi nilai saat ini. Dalam proyek pengembangan fasilitas penerimaan dan pengolahan TBS pada pabrik kelapa sawit (PKS), MARR digunakan untuk merepresentasikan *opportunity cost of capital* serta risiko proyek (misalnya risiko investasi, ketidakpastian volume pasokan efektif, dan risiko operasional saat implementasi perluasan). Secara umum, MARR dapat didekati melalui konsep biaya modal perusahaan (*cost of capital*), misalnya menggunakan *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), di mana tingkat diskonto merefleksikan biaya pendanaan dari kombinasi ekuitas dan utang serta mempertimbangkan efek pajak pada biaya utang (Brealey et al., 2018). Rumus WACC yang digunakan untuk menentukan MARR adalah sebagai berikut pada Eq. 1.

$$WACC = w_e k_e + w_d k_d (1 - \tau) \quad (1)$$

Keterangan:

w_e = bobot ekuitas dalam struktur pendanaan (proporsi ekuitas)
 k_e = bobot utang dalam struktur pendanaan (proporsi utang)
 w_d = biaya ekuitas (*cost of equity*)
 k_d = biaya utang sebelum pajak (*cost of debt*)
 τ = tarif pajak (*tax rate*)

Jika biaya ekuitas dinyatakan dengan CAPM, maka:

$$k_e = r_f + \beta (r_m - r_f) \quad (2)$$

Keterangan variabel:

r_f = *risk-free rate* (tingkat bebas risiko)
 β = beta (risiko sistematis)
 $(r_m - r_f)$ = *market risk premium* (premi risiko pasar)

3.3.2 Net Present Value

Net Present Value (NPV) menghitung nilai kini bersih proyek dengan menjumlahkan seluruh arus kas bersih yang didiskontokan pada tingkat i ; proyek umumnya dinilai layak jika $NPV > 0$ karena menunjukkan nilai tambah pada tingkat diskonto tersebut (Sullivan et al., 2019).

Rumus:

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Keterangan variabel:

CF_t = arus kas bersih (*net cash flow*) pada tahun ke- t
 i = tingkat diskonto (MARR)
 n = umur analisis (tahun)
 I_0 = investasi awal pada $t = 0$

3.3.3 Internal Rate of Return (IRR)

IRR adalah tingkat diskonto r yang membuat NPV sama dengan nol, sehingga merepresentasikan tingkat pengembalian internal proyek dari pola arus kasnya; keputusan umum: proyek layak jika $IRR \geq MARR$ (Sullivan et al., 2019).

Rumus:

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (4)$$

3.3.4 Modified Internal Rate of Return

Modified Internal Rate of Return (MIRR) digunakan untuk memperbaiki kelemahan IRR terkait asumsi reinvestasi dan potensi *multiple IRR* pada arus kas tertentu, dengan memisahkan perlakuan arus kas negatif (didanai pada *finance rate*) dan arus kas positif (direinvestasikan pada *reinvestment rate*) (Sullivan et al., 2019).

Rumus:

$$MIRR = \left(\frac{\sum_{t=0}^n CF_t^+ (1+r)^{(n-t)} - \sum_{t=0}^n \frac{CF_t^-}{(1+f)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{CF_t^-}{(1+f)^t}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (5)$$

Keterangan variabel:

CF_t^- = komponen arus kas negatif pada tahun t (mis. investasi, biaya besar)
 CF_t^+ = komponen arus kas positif pada tahun t (mis. manfaat/pendapatan bersih)
 f = *finance rate* (tingkat pembiayaan arus kas negatif)
 r = *reinvestment rate* (tingkat reinvestasi arus kas positif)

3.3.5 Equivalent Uniform Annual Worth

Equivalent Uniform Annual Worth (EUAW) mengonversi nilai ekuivalen proyek menjadi nilai tahunan seragam sehingga interpretasi kelayakan dapat dibaca dalam basis tahunan; proyek umumnya layak jika $EUAW > 0$ untuk proyek yang menghasilkan manfaat bersih (Sullivan et al., 2019).

Rumus:

$$EUAW = PW(A/P, i, n) \quad (6)$$

dengan faktor:

$$(A/P, i, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (7)$$

Keterangan variabel:

PW = *present worth* (nilai kini) dari arus kas proyek (sering setara dengan NPV jika sudah mencakup semua *cash flow*)
 $(A/P, i, n)$ = *capital recovery factor* (faktor konversi *present* ke *annual*)

3.3.6 Discounted Payback Period

Discounted payback period mengukur waktu pengembalian investasi dengan memakai arus kas yang sudah didiskontokan (bukan arus kas nominal), sehingga memasukkan *time value of money*; kriteria kelayakan biasanya dibandingkan terhadap batas maksimum *payback* yang ditetapkan manajemen (Sullivan et al., 2019).

Rumus:

$$\sum_{t=1}^k \frac{CF_t}{(1+i)^t} \geq I_0 \quad (8)$$

Jika interpolasi dalam tahun k :

$$DPP = (k - 1) + \frac{I_0 - \sum_{t=1}^{k-1} \frac{CF_t}{(1+i)^t}}{\frac{CF_k}{(1+i)^k}} \quad (9)$$

Keterangan variabel:

k = tahun ketika PV kumulatif arus kas pertama kali menutup investasi awal

CF_k = arus kas bersih pada tahun k
 I_0 = investasi awal
 i = tingkat diskonto (MARR)

3.3.7 Benefit-Cost Ratio

Benefit-Cost (B/C) Ratio membandingkan nilai kini dari manfaat (*benefits*) terhadap nilai kini dari biaya (*costs*); proyek umumnya dikatakan layak jika $B/C > 1$ karena manfaat terdiskonto lebih besar daripada biaya terdiskonto (Sullivan et al., 2019).

Rumus:

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (10)$$

Keterangan variabel:

B_t = manfaat pada tahun t
 C_t = biaya pada tahun t

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aspek Teknis

4.1.1 Proses Pengolahan Tandan Buah Segar

Proses pengolahan TBS di PKS PT Inecda Plantation dimulai pada saat TBS tiba di pabrik dan dilakukan pembongkaran. Setelah itu, TBS dimasukkan ke mesin rebus dengan kapasitas 25 ton per *batch*, yang memerlukan waktu sekitar 30 menit untuk pemrosesannya. Proses ini bertujuan untuk mematangkan buah sawit sehingga mudah dipisahkan dari tandannya. Setelah perebusan, TBS dialirkan ke mesin *thresher* selama sekitar 20 menit per *batch* untuk memisahkan buah sawit dari janjangan kosongnya, yang selanjutnya diproses melalui *band press*. Setelah itu, buah sawit yang sudah dipisahkan dimasukkan ke mesin *press* untuk dilakukan ekstraksi minyak. Ekstraksi ini menghasilkan pemisahan antara cangkang dan daging buah, di mana cangkang akan dikumpulkan sebagai produk samping yang bisa dijual atau digunakan sebagai bahan bakar. Daging buah yang mengandung minyak kemudian diproses lebih lanjut di stasiun klarifikasi untuk memisahkan minyak dari air dan kotoran menggunakan beberapa peralatan seperti *blue stener*, *cyclone*, dan *cyterfuse*. Setelah proses klarifikasi, minyak yang dihasilkan disalurkan ke *storage tank* yang berada di luar stasiun klarifikasi, namun masih dalam satu area pabrik. Minyak ini kemudian didistribusikan menggunakan mobil tangki ke Dumai, dengan kapasitas angkut masing-masing mobil sekitar 32.000 kiloliter per armada dan rata-rata pengiriman mencapai 10 armada per hari.

Bottleneck dalam proses pengolahan terjadi pada bagian penerimaan TBS dan pemisahan bahan baku, yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara volume pasokan TBS yang masuk dan kapasitas pengolahan pabrik yang terbatas. Hal ini berpotensi menyebabkan antrean kendaraan dan penumpukan TBS yang dapat memengaruhi kelancaran operasional. Berdasarkan analisis ini, keputusan yang lebih bijak adalah melakukan perluasan pabrik untuk meningkatkan kapasitas pengolahan dan memperbaiki alur *material handling*, sehingga mampu mengurangi *bottleneck* yang terjadi tanpa menanggung biaya besar yang dibutuhkan untuk membangun pabrik baru.



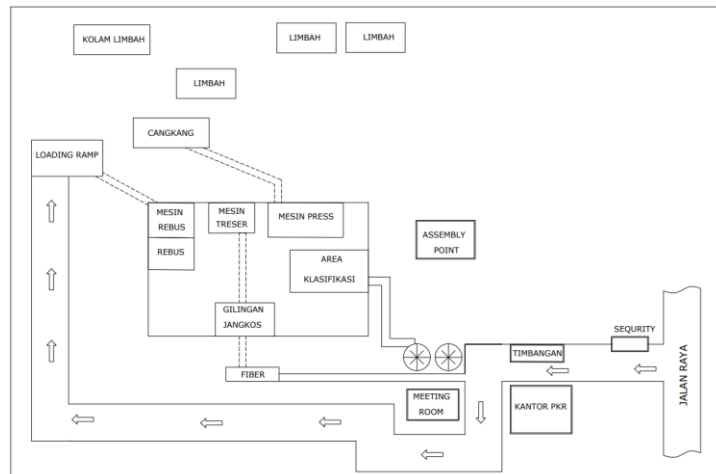
Gambar 2. Proses Pengelolaan TBS

4.1.2 Tata Letak Pabrik

Pada *layout* awal pabrik PT Inecda Plantation, fasilitas penerimaan TBS tidak mampu mengakomodasi volume pasokan yang sangat besar, terutama karena area penerimaan yang sempit. Dengan kapasitas pengolahan pabrik yang terbatas, proses penerimaan TBS menjadi salah satu titik

utama yang menyebabkan *bottleneck*. Antrean kendaraan sering terjadi karena keterbatasan tempat untuk membongkar TBS dan memindahkannya ke proses berikutnya. Hal ini menyebabkan penundaan yang berdampak pada kelancaran keseluruhan proses pengolahan.

Selain itu, pengaturan aliran *material handling* di *layout* awal masih kurang efisien, dengan kurangnya integrasi antara area penerimaan, proses perebusan, pemisahan, dan pengolahan lebih lanjut. Ketidakseimbangan kapasitas antara volume pasokan dan kemampuan pengolahan pabrik memperburuk kondisi ini, mengakibatkan penumpukan TBS di area penerimaan yang pada akhirnya menghambat kelancaran distribusi material ke berbagai stasiun pengolahan. Gambar 3 memperlihatkan *layout* awal pabrik di mana area penerimaan TBS dan alur *material handling* yang terbatas menjadi sumber utama *bottleneck* yang menghambat kelancaran operasional.

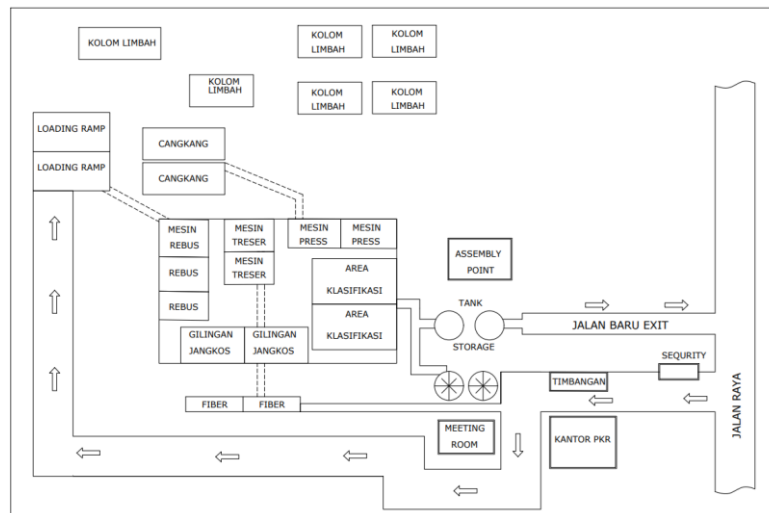


Gambar 3. *Layout* Awal Pabrik

Sebagai solusi *layout* yang diusulkan, perluasan pabrik akan mencakup peningkatan kapasitas penerimaan TBS serta perbaikan alur *material handling*. Dengan menambah luas area penerimaan, pabrik akan dapat menampung lebih banyak TBS pada satu waktu, yang memungkinkan pengolahan lebih cepat dan mengurangi waktu tunggu. Fasilitas pembongkaran yang lebih besar dan lebih efisien juga akan mempercepat proses penerimaan, sehingga antrean kendaraan dapat diminimalkan. Selain itu, transportasi internal yang lebih efisien akan mempermudah pergerakan TBS dari satu stasiun ke stasiun berikutnya, mengurangi waktu perjalanan antarproses dan memperbaiki alur produksi secara keseluruhan.

Di samping itu, solusi *layout* ini juga mencakup penambahan jalur khusus untuk keluar-masuknya armada mobil tangki yang mengangkut CPO. Jalur ini akan terpisah dari jalur pengangkutan TBS untuk menghindari kemacetan yang sering terjadi karena jalur keluar-masuk yang sama. Dengan bertambahnya kapasitas pabrik, volume pengiriman CPO melalui armada mobil tangki akan meningkat, dan untuk menghindari hambatan operasional, penting bagi pabrik untuk memiliki jalur yang terdedikasi khusus untuk armada pengangkut CPO. Hal ini akan memastikan kelancaran distribusi produk tanpa gangguan, sehingga kemacetan yang dapat menyebabkan penundaan dalam pengiriman dapat dihindari, dan distribusi CPO ke Dumai dapat berjalan lebih lancar dan efisien.

Dengan adanya perluasan pabrik, kapasitas pengolahan akan meningkat secara signifikan, yang akan mengurangi ketidakseimbangan antara volume pasokan dan kapasitas pengolahan pabrik. Perbaikan *layout* juga akan mencakup peningkatan kapasitas pengolahan mesin di setiap tahapan, seperti perebusan, pemisahan buah, dan ekstraksi minyak, untuk meningkatkan efisiensi waktu dan mempercepat proses produksi. Gambar 4 merupakan *layout* pabrik setelah perluasan yang menunjukkan perbaikan signifikan dalam kapasitas penerimaan, pengolahan, dan alur *material handling* yang lebih efisien. Perubahan *layout* ini diharapkan dapat mengurangi potensi *bottleneck*, mempercepat proses produksi, dan mengurangi waktu tunggu serta biaya operasional secara keseluruhan.



Gambar 4. *Layout Usulan Pabrik*

4.2 Aspek Finansial

4.2.1 Evaluasi Komponen Investasi Tetap dan Pembiayaan Proyek

Evaluasi awal proyek dilakukan dengan mengidentifikasi seluruh kebutuhan investasi tetap yang relevan untuk pelaksanaan perluasan fasilitas penerimaan dan pengolahan TBS di PT Inecda Plantation. Investasi ini mencakup elemen-elemen konstruksi, pengadaan mesin utama proses, serta dukungan utilitas dan akses pendukung. Total investasi tetap yang diperlukan adalah sebesar Rp43.217.000.000, dengan rincian yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Komponen jasa kontraktor meliputi struktur gudang, betonisasi lantai, sistem drainase, dan pengadaan akses jalan internal. Mesin dan peralatan yang diinvestasikan mencakup mesin turbin, *boiler*, unit rebusan, *press*, *thresher*, *storage tank*, alat berat, dan timbangan. Komponen utilitas terdiri atas sambungan daya listrik dari PLN, panel distribusi, dan pencahayaan kawasan. Infrastruktur akses meliputi pembangunan jalan truk, saluran air, pemadatan tanah, dan penyediaan ruang parkir kendaraan. Biaya jasa rekayasa dan supervisi mencakup layanan desain teknis dan pengawasan pelaksanaan proyek. Cadangan biaya tak terduga (*contingency*) sebesar 10% dialokasikan sebagai langkah mitigasi risiko teknis dan biaya, sebagaimana umum diterapkan dalam proyek infrastruktur (Ammar et al., 2023).

Tabel 1. Rincian Komponen Investasi Tetap Proyek Perluasan Pabrik

Komponen Investasi	Nilai Investasi (Rp)
Jasa Kontraktor	Rp3.500.000.000
Mesin dan Peralatan	Rp32.500.000.000
Utilitas dan Kelistrikan	Rp500.000.000
Infrastruktur Akses	Rp1.500.000.000
Jasa Teknisi dan Supervisi	Rp300.000.000
Kontijensi (10%)	Rp4.317.000.000
Modal Kerja	Rp600.000.000
Total Investasi	Rp43.217.000.000

Investasi ini tidak melibatkan biaya pembelian lahan karena perluasan dilakukan pada kawasan milik perusahaan yang sudah tersedia. Seluruh pembiayaan diasumsikan berasal dari modal internal perusahaan, tanpa penggunaan skema pinjaman atau kredit usaha. Komposisi alokasi anggaran ini serupa dengan pola pembelanjaan modal pada studi-studi agribisnis lainnya, di mana mayoritas belanja dialokasikan pada mesin dan fasilitas produksi utama (Vaz et al., 2019)

4.2.2 Penetapan *Minimum Attractive Rate of Return*

Dalam studi ini, MARR dihitung berdasarkan pendekatan *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) yang telah disesuaikan untuk kondisi pasar negara berkembang. Pendekatan ini mempertimbangkan

unsur risiko bebas, premi risiko negara, beta pasar, serta tingkat pengembalian pasar global. Komponen yang digunakan dalam perhitungan meliputi tingkat imbal hasil obligasi pemerintah Amerika Serikat (*US Treasury*) 10 tahun sebesar 3,85% sebagai proksi risiko bebas, premi risiko negara Indonesia sebesar 2,5%, dan tingkat pengembalian pasar global sebesar 10%. Nilai beta industri agribisnis diasumsikan sebesar 1,0 berdasarkan rata-rata perusahaan sejenis (Damodaran, 2023). Dengan mempertimbangkan seluruh komponen tersebut, diperoleh *Producer Capital Cost* (PCC) sebesar kurang lebih 12,5% per tahun. Nilai PCC ini digunakan sebagai tingkat diskonto dalam seluruh perhitungan nilai kini dan indikator kelayakan proyek. Penetapan nilai tersebut sejalan dengan referensi akademik dan studi empiris mengenai evaluasi kelayakan investasi di sektor agribisnis (Abuamsha, 2021).

Tabel 2. Parameter Perhitungan *Producer Capital Cost* (PCC)

Komponen	Nilai (per tahun)
Tingkat Imbal Hasil Bebas Risiko	3,85%
Premi Risiko Negara (Indonesia)	2,5%
Beta Negara	1
Beta Industri Agribisnis	~1,0
Tingkat Pengembalian Pasar Globa	~10,0%
<i>Producer Capital Cost</i> (PCC)	~12,5%

4.2.3 Proyeksi Arus Kas

Arus kas diproyeksi untuk menilai kapasitas keuangan proyek dalam menghasilkan aliran kas bersih setelah memperhitungkan biaya operasional, pajak, depresiasi, dan kebutuhan modal kerja. Arus kas ini digunakan sebagai dasar evaluasi kelayakan investasi melalui berbagai indikator finansial seperti NPV, IRR, dan lainnya. Penyusunan arus kas ini didasarkan pada parameter pendapatan dan biaya tahunan yang telah dijelaskan sebelumnya, serta diasumsikan tetap (konstan) selama umur proyek 10 tahun. Biaya investasi awal sebesar Rp43.217.000.000 mencakup seluruh pengeluaran modal tetap dan modal kerja yang terjadi pada tahun ke-0. Pendapatan tahunan dari penjualan CPO diproyeksikan sebesar Rp550.800.000.000, sedangkan beban operasional dan administrasi berjumlah total Rp20.700.000.000.

Tabel 3. Proyeksi Arus Kas Bebas Tahunan

Tahun	Arus Kas
0	Rp47.538.700.000
1	Rp415.792.136.000
2	Rp415.792.136.000
3	Rp415.792.136.000
4	Rp415.792.136.000
5	Rp415.792.136.000
6	Rp415.792.136.000
7	Rp415.792.136.000
8	Rp415.792.136.000
9	Rp415.792.136.000
10	Rp415.792.136.000

Selama periode proyek, nilai PFCF tahunan bernilai positif, dimulai dari Rp415.792.136.000 pada tahun pertama. Ini menunjukkan kemampuan proyek dalam menghasilkan surplus kas setelah memenuhi kewajiban operasional dan fiskal. Analisis ini disusun berdasarkan pendekatan terperinci agar memberikan informasi kuantitatif yang memadai untuk pengambilan keputusan, serta menghindari penyajian kas secara ringkas yang umum digunakan dalam studi kelayakan ringkas. Hal ini sejalan dengan praktik dalam studi kelayakan agribisnis modern, di mana arus kas yang komprehensif penting untuk mendukung justifikasi investasi jangka panjang.

4.2.4 Analisis Kelayakan Ekonomi dan Finansial

Untuk menilai kelayakan ekonomi dan finansial dari proyek perluasan fasilitas produksi PT Inecda Plantation, digunakan pendekatan evaluasi investasi berdasarkan metode *capital budgeting*. Indikator yang dianalisis yaitu *Net Present Value* (NPV), *Equivalent Uniform Annual Worth* (EUAW), *Internal Rate of Return* (IRR), *Modified Internal Rate of Return* (MIRR), *Discounted Payback Period* (DPP), dan *Benefit/Cost Ratio* (B/C). Pemilihan metode ini mengacu pada studi-studi terdahulu yang menekankan pentingnya penggunaan lebih dari satu indikator kelayakan, terutama dalam proyek agribisnis dengan skala investasi menengah hingga besar (Chen et al., 2025).

Tabel 4. Indikator Kelayakan Ekonomi dan Finansial Proyek

Indikator	Perluasan Pabrik
NPV	Rp2.254.465.695.940
EUA	Rp407.205.611.295
IRR	≈ 875%
MIRR	≈ 65,83%
PP	≈ 0,11 tahun
DP	≈ 0,13 tahun
B/C	≈ 48,42

Hasil NPV yang sangat positif menunjukkan bahwa nilai bersih dari pendapatan proyek melebihi seluruh biaya investasi awal. Hal ini menjadi indikator utama bahwa proyek sangat layak dilaksanakan secara finansial. Demikian pula, nilai EUAW sebesar Rp407 miliar per tahun mengindikasikan potensi arus kas rata-rata tahunan yang signifikan selama umur proyek.

Nilai IRR yang mencapai lebih dari 875% menunjukkan tingkat pengembalian internal yang jauh melampaui tingkat biaya modal minimum sebesar 12,5%. Bahkan setelah disesuaikan melalui metode MIRR untuk mengakomodasi asumsi reinvestasi yang lebih realistis, hasilnya tetap tinggi pada 65,83% per tahun. Kedua nilai ini memperkuat posisi proyek sebagai investasi yang sangat menarik.

Periode pengembalian investasi hanya sekitar 1,56 bulan atau kurang dari 0,2 tahun. Ini menandakan bahwa arus kas masuk cukup untuk menutupi seluruh investasi awal dalam waktu sangat singkat, memberikan keamanan tinggi terhadap risiko finansial jangka pendek.

Selain itu, B/C sebesar 48,42 mengindikasikan bahwa setiap Rp1,00 investasi akan menghasilkan nilai manfaat sebesar Rp48,42. Nilai ini jauh di atas ambang batas minimal kelayakan, yang memperkuat kesimpulan bahwa proyek sangat layak untuk direalisasikan.

Dengan memperhitungkan semua indikator ini, proyek perluasan pabrik PT Inecda Plantation terbukti memiliki potensi ekonomi dan finansial yang sangat tinggi, serta menawarkan pengembalian yang cepat, stabil, dan jauh melampaui tingkat minimum yang disyaratkan oleh investor. Evaluasi ini menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan investasi jangka panjang pada sektor pengolahan kelapa sawit.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis aspek teknis dan finansial yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa peningkatan volume pasokan Tandan Buah Segar (TBS) di PT Inecda Plantation menyebabkan ketidakseimbangan antara kapasitas fasilitas penerimaan dan pengolahan yang ada, yang menimbulkan *bottleneck* pada sistem logistik *inbound*. Evaluasi teknis menunjukkan bahwa alternatif perluasan pabrik mampu memperbaiki alur *material handling*, meningkatkan kapasitas penerimaan, serta mengurangi potensi antrean serta penumpukan TBS.

Dari sisi finansial, hasil evaluasi menggunakan metode ekonomi teknik menunjukkan bahwa proyek perluasan pabrik memiliki kinerja finansial yang sangat baik, ditunjukkan oleh nilai NPV dan EUAW yang besar, IRR dan MIRR yang jauh melebihi MARR, periode pengembalian investasi yang sangat singkat, serta nilai *Benefit-Cost Ratio* yang jauh di atas satu. Dengan demikian, proyek perluasan pabrik PT Inecda Plantation dinyatakan sangat layak untuk direalisasikan dan dapat menjadi solusi strategis dalam meningkatkan efisiensi logistik, kapasitas produksi, serta keberlanjutan operasional perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuamsha, M. K. (2021). Valuation Methods in Emerging Financial Markets: Literature Review Study. *Academy of Strategic Management Journal*, 20, 1–27.
- Acquavia, M. A., Pascale, R., Martelli, G., Bondoni, M., & Bianco, G. (2021). *Natural Polymeric Materials: A Solution to Plastic Pollution from the Agro-Food Sector*. *Polymers* 2021, 13, 158. s
Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in
- Ammar, T., Abdel-Monem, M., & El-Dash, K. (2023). Appropriate budget contingency determination for construction projects: State-of-the-art. *Alexandria Engineering Journal*, 78, 88–103.
- Barker, K., Ramirez-Marquez, J. E., & Hosseini, S. (2018). *Improved Acquisition for System Sustainment: Resilient Supplier Evaluation and Selection with Bayesian Networks*.
- Boysen, N., De Koster, R., & Weidinger, F. (2019). Warehousing in the e-commerce era: A survey. *European Journal of Operational Research*, 277(2), 396–411.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., Allen, F., & Mohanty, P. (2018). *Principles of corporate finance*, 12/e (Vol. 12). McGraw-Hill Education.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management–Strategy, Planning, and Operation 6 th Edition*.
- Damodaran, A. (2023). Country Risk: Determinants, Measures and Implications–The 2023 Edition. *Measures and Implications–The*.
- Dijkstra, A. S., & Roodbergen, K. J. (2017). Exact route-length formulas and a storage location assignment heuristic for picker-to-parts warehouses. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 102, 38–59.
- Govindan, K., Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2015). Lean, green and resilient practices influence on supply chain performance: interpretive structural modeling approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(1), 15–34.
- Hardjomidjojo, H., Yusianto, R., Marimin, M., & Suprihatin, S. (2022). Sustainable Agro-industry Logistics Solutions using Spatial Analysis. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 15(1), 41–55.
- Hosseini, S., Tajik, N., Ivanov, D., Sarder, M. D., Barker, K., & Al Khaled, A. (2019). Resilient supplier selection and optimal order allocation under disruption risks. *International Journal of Production Economics*, 213, 124–137.
- Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *International Journal of Production Research*, 58(10), 2904–2915.
- Klausnitzer, A., & Lasch, R. (2019). Optimal facility layout and material handling network design. *Computers & Operations Research*, 103, 237–251.
- Komara, J. (2014). Studi Deskriptif Aktivitas Inbound Outbound Logistik pada UD Sumber Baru di Jember. *CALYPTRA*, 3(1), 1–23.
- Mbevi, P. M., & Ndeto, C. (2024). LEAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND PERFORMANCE OF CEMENT MANUFACTURING FIRMS IN MACHAKOS COUNTY, KENYA. *International Journal of Social Sciences Management and Entrepreneurship (IJSSME)*, 8(2).
- Moustakas, K., Loizidou, M., Rehan, M., & Nizami, A. S. (2020). A review of recent developments in renewable and sustainable energy systems: Key challenges and future perspective. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 119, p. 109418). Elsevier.
- Prayudi, F., & Fitria, L. (2015). ANALISIS KELAYAKAN USAHA PENYEWAAN SOUND SYSTEM DI KOTA BANDUNG. *REKA INTEGRA*, 3(3).
- Sullivan, W. G., Wicks, E. M., & Koelling, C. P. (2019). *Engineering Economy (17th Editi)*. Pearson Higher Education.
- Vaz, E. D.-G., Toesca-Borges, R. M., Rossi-Cavalheiro, J. A., Todescato-Kremer, R., & Maria, A. (2019). Own Grain Storage Structures: Is It Worth Investing? *Journal of Agricultural Studies*, 8(2), 42–67.

- Zhovnirchuk, Y., Bondarchuk, N., Cherkaska, V., Terletska, V., & Gusiev, V. (2023). Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex through Modeling Aspects of Logistics Management. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 18(6).
- Zhudro, M. K., & Zhudro, N. V. (n.d.). Methodology for Evaluating Logistics Smart Business Using Engineering and Economic Analysis. *Опубликованы Избранные Материалы Международной Научной Конференции На Английском Языке Совместно с Ташкентским Государственным Экономическим Университетом «Science, Industrial and Educational Integration»*(3 Октября 2024 г.), 28.