

Meningkatkan Operasional Pabrik Kelapa Sawit melalui Digitalisasi Manajemen Kedatangan Truk: Studi Kasus ParkFleetPro

Johannes Sabam Siregar^{1,2*}, Yanto¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Sudirman 51, Jakarta 12930

²PTPN IV Regional I Jalan Sei Batanghari No.2, Medan, Sumatera Utara

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i> Received 28 October 2025 Accepted 23 January 2026 <i>Keywords:</i> ParkFleetPro, Cost Benefit Analysis, Operational Efficiency, Digital Transformation, Palm Oil Mill	<i>The operational efficiency of palm oil mills (POMs) is strongly influenced by logistics and Fresh Fruit Bunch (FFB) truck queuing systems. Common problems include delays in transportation and long unloading queues, which lead to FFB backlogs and reduced extraction efficiency. This study aims to evaluate the feasibility of implementing the web-based digital system ParkFleetPro to improve FFB truck unloading efficiency. The research applies a Cost Benefit Analysis (CBA) approach using actual operational data covering annual operating costs (OPEX) and economic benefits derived from oil loss reduction and document efficiency. The results show a reduction in queueing time by 25%, unloading time by 65%, and total processing time by 45%. Financially, the benefit-cost ratio (B/C Ratio) is 16.48, with a payback period of less than one month. The system also contributes to reduced paper usage, lower fuel consumption, and improved transparency and discipline, as well as a 62.76% reduction in FFB backlogs caused by truck congestion at the mill. Based on these findings, the ParkFleetPro project is deemed highly feasible for sustainable implementation.</i>

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i> Diserahkan: 28 Oktober 2025 Diterima: 23 Januari 2026 <i>Kata Kunci:</i> ParkFleetPro, Cost Benefit Analysis, Efisiensi Operasional, Transformasi Digital, Pabrik Kelapa Sawit	<i>Efisiensi operasional pabrik kelapa sawit (PKS) sangat dipengaruhi oleh sistem logistik dan proses antrian truk tandan buah segar (TBS). Permasalahan umum yang dihadapi yaitu restan akibat keterlambatan pengangkutan dan antrian panjang di area bongkar muat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan implementasi sistem digital berbasis web ParkFleetPro dalam meningkatkan efisiensi waktu antri dan bongkar TBS. Metode penelitian menggunakan pendekatan Cost Benefit Analysis (CBA) dengan data operasional aktual yang meliputi biaya operasional tahunan (OPEX) dan manfaat ekonomis dari penghematan losses minyak serta efisiensi dokumen. Hasil menunjukkan penurunan waktu antri 25%, waktu bongkar 65%, dan total waktu proses 45%. Secara finansial, diperoleh B/C Ratio sebesar 16,48 dan payback period kurang dari satu bulan. Sistem ini juga berkontribusi terhadap pengurangan penggunaan kertas, efisiensi energi, peningkatan disiplin dan transparansi kerja, serta pengurangan restan TBS di kebun sebesar 62,76% akibat antrian truk di pabrik. Berdasarkan hasil, proyek ParkFleetPro dinyatakan sangat layak (Highly Feasible) untuk diimplementasikan.</i>

*Corresponding author. Johannes Sabam Siregar
Email address: jogarbam@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis perekonomian Indonesia dengan kontribusi signifikan terhadap ekspor nonmigas dan penyerapan tenaga kerja nasional. Pada tahun 2023, Indonesia memproduksi lebih dari 54 juta ton Crude Palm Oil (CPO) dan menyerap sekitar 16 juta tenaga kerja langsung maupun tidak langsung, menjadikannya produsen sawit terbesar di dunia. Namun, keunggulan produksi tersebut sangat bergantung pada kinerja hilir, khususnya Pabrik Kelapa Sawit (PKS), yang menuntut pengelolaan pasokan Tandan Buah Segar (TBS) secara tepat waktu dan efisien. Keterlambatan pengolahan TBS lebih dari 24 jam diketahui dapat menurunkan rendemen minyak sebesar 1–3%, yang secara kumulatif berdampak signifikan terhadap profitabilitas pabrik (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2023).

Dalam praktik operasional, sebagian besar PKS di Indonesia masih menghadapi permasalahan serius berupa antrian truk TBS di area bongkar, terutama pada jam puncak panen. Studi empiris menunjukkan bahwa waktu tunggu truk dapat mencapai 3–6 jam per unit, jauh melebihi standar operasional ideal (<2 jam), yang disebabkan oleh keterlambatan pengiriman, sistem antrian manual, serta keterbatasan kapasitas loading ramp (Hidayat, 2022; Sipayung, 2021). Kondisi ini tidak hanya menyebabkan terjadinya restan TBS, tetapi juga meningkatkan konsumsi bahan bakar, biaya lembur tenaga kerja, serta risiko degradasi mutu bahan baku. Di sisi lain, pencatatan administrasi manual pada gate pass berpotensi menimbulkan kesalahan input hingga 5–10%, duplikasi data, dan lemahnya traceability pengiriman, yang menyulitkan pengambilan keputusan berbasis data (Pane & Sinaga, 2023). Sejalan dengan perkembangan Industri 4.0, transformasi digital pada sistem logistik menjadi salah satu strategi kunci untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi operasional PKS. Di tingkat global, pabrik kelapa sawit di Malaysia, Thailand, dan Brasil telah mulai mengadopsi digital queue management system, real-time fleet tracking, serta integrasi data berbasis web dan IoT untuk mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan utilisasi aset. Implementasi sistem serupa dilaporkan mampu menurunkan truck turnaround time hingga 30–40% dan meningkatkan akurasi data operasional secara signifikan (Rahman, 2021). Efisiensi pergerakan truk dalam rantai pasok TBS berpengaruh langsung terhadap produktivitas dan kualitas pasokan bahan baku pabrik kelapa sawit, di mana sistem transportasi yang kurang efisien dapat menyebabkan stagnasi aliran bahan baku dan degradasi mutu produk akhir (Krisdiarto & Wisnubhadra, 2023). Pendekatan teori antrian telah digunakan untuk mengoptimalkan waktu tunggu kendaraan dalam rantai pasok, dengan tujuan meminimalkan keterlambatan dan dampaknya terhadap efisiensi operasional sistem logistik secara keseluruhan (Paksaz *et al.*, 2024).

Dalam konteks tersebut, sistem berbasis web ParkFleetPro, yang dikembangkan dan diimplementasikan secara internal, dirancang untuk mengintegrasikan data antara kebun, transportir, dan pabrik secara real-time. Sistem ini mencakup fitur penjadwalan kedatangan truk, digital gate pass, serta pemantauan aktivitas bongkar muat dan sortasi, yang bertujuan meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan efisiensi operasional PKS. Namun demikian, implementasi digitalisasi tidak terlepas dari berbagai risiko, antara lain resistensi pengguna, keterbatasan literasi digital operator lapangan, ketergantungan pada infrastruktur jaringan, risiko keamanan data, serta potensi gangguan operasional pada fase awal implementasi. Risiko-risiko ini perlu dikaji secara sistematis agar manfaat digitalisasi tidak tereduksi oleh kegagalan adopsi di tingkat operasional.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain fokus pada satu lokasi PKS dengan karakteristik operasional tertentu, sehingga hasilnya belum tentu sepenuhnya merepresentasikan seluruh PKS di Indonesia. Selain itu, analisis belum mencakup integrasi

sistem dengan teknologi lanjutan seperti IoT sensor atau kecerdasan buatan, serta masih bergantung pada data historis operasional dalam periode observasi terbatas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi perubahan efisiensi operasional sebelum dan sesudah penerapan ParkFleetPro di PKS, (2) menganalisis kelayakan proyek menggunakan metode Cost Benefit Analysis (CBA), dan (3) menilai manfaat teknis, operasional, ekonomi, sosial, dan lingkungan dari penerapan sistem digitalisasi antrian TBS. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi praktis dan akademik bagi implementasi digitalisasi logistik TBS di PKS lain, sekaligus berkontribusi pada penguatan transformasi industri menuju Palm Oil Mill 4.0 yang berdaya saing global dan berkelanjutan.

2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus (case study approach) untuk mengevaluasi penerapan sistem digitalisasi antrian Tandan Buah Segar (TBS) pada Pabrik Kelapa Sawit. Pendekatan studi kasus dipilih karena memungkinkan analisis mendalam terhadap fenomena operasional nyata dalam konteks spesifik, khususnya pada sistem logistik TBS yang memiliki kompleksitas tinggi dan keterkaitan lintas fungsi. Studi kasus ini dilakukan pada PKS Rambutan PTPN IV Regional I, sebuah pabrik kelapa sawit dengan kapasitas olah sebesar 30 ton TBS per jam, yang merepresentasikan karakteristik operasional PKS skala menengah di Indonesia. Adapun tahapan penelitian ini sebagai berikut (Gambar 1):

Tahap 1: Penetapan Studi Kasus dan Ruang Lingkup Penelitian

Tahap awal penelitian difokuskan pada penetapan lokasi dan ruang lingkup studi kasus. Lingkup penelitian dibatasi pada sistem logistik TBS dari titik kedatangan truk di area pabrik hingga proses bongkar muat dan sortasi di loading ramp. Pembatasan ruang lingkup ini bertujuan untuk memastikan fokus analisis pada area operasional yang secara langsung memengaruhi terjadinya antrian truk dan restan TBS, serta memungkinkan evaluasi dampak digitalisasi secara terukur dan kontekstual.

Tahap 2: Observasi Operasional Terstruktur

Observasi lapangan dilakukan secara langsung dan terstruktur untuk memperoleh gambaran kondisi operasional aktual (as-is condition). Observasi mencakup tiga aktivitas utama, yaitu: (1) pola dan durasi antrian truk TBS di area pabrik, (2) mekanisme koordinasi kedatangan transportasi dari kebun, serta (3) proses bongkar muat dan sortasi TBS di loading ramp. Observasi ini bertujuan mengidentifikasi alur kerja, titik kemacetan operasional, serta praktik administrasi yang berpotensi memengaruhi efisiensi sistem antrian.

Tahap 3: Identifikasi Permasalahan Kritis Operasional

Data kualitatif diperoleh melalui sesi brainstorming terstruktur bersama tim operasional pabrik yang melibatkan unsur kebun, transportasi, dan pabrik. Melalui proses ini, permasalahan utama yang menyebabkan terjadinya restan TBS diidentifikasi dan dikelompokkan ke dalam tiga titik kritis, yaitu: (1) kebun, terkait ketidaktepatan jadwal panen dan pengiriman; (2) transportasi, terkait ketidakaturan waktu kedatangan truk; dan (3) pabrik, terkait sistem antrian dan administrasi bongkar yang masih bersifat manual. Tahap ini menghasilkan pemetaan masalah yang menjadi dasar perancangan solusi.

Tahap 4: Perancangan Solusi Digital

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan, dilakukan perancangan solusi berbasis teknologi informasi berupa digitalisasi sistem antrian dan jadwal kedatangan truk. Solusi dirancang untuk mengatasi ketidakraturan alur kedatangan dan meningkatkan visibilitas logistik TBS secara real-time. Sistem digital yang digunakan adalah ParkFleetPro, yang dirancang untuk mengintegrasikan penjadwalan kedatangan truk, digital gate pass, serta pemantauan aktivitas bongkar muat. Perancangan solusi menitikberatkan pada kesesuaian dengan kebutuhan operasional pabrik serta kemudahan adopsi oleh pengguna lapangan.

Tahap 5: Implementasi Sistem Digital

Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan sistem ParkFleetPro dalam aktivitas operasional harian PKS. Implementasi mencakup penggunaan sistem digital pada proses masuk truk, pengaturan urutan antrian, serta pencatatan aktivitas bongkar muat dan sortasi. Pada tahap ini, sistem dijalankan secara operasional untuk menggantikan mekanisme manual sebelumnya, sehingga memungkinkan pengamatan langsung terhadap perubahan pola antrian dan koordinasi logistik.

Tahap 6: Evaluasi Kinerja Sistem

Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan pendekatan before–after analysis, dengan membandingkan kondisi operasional sebelum dan sesudah penerapan sistem digital. Indikator evaluasi meliputi: (1) waktu tunggu truk TBS, (2) tingkat keteraturan antrian, dan (3) penurunan jumlah restan TBS. Data hasil evaluasi dianalisis secara deskriptif dan komparatif untuk menilai efektivitas penerapan sistem digitalisasi antrian dalam meningkatkan efisiensi operasional pabrik.



Gambar 1.
Flowchart Implementasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Sebelum Implementasi ParkFleetPro

Berdasarkan hasil *brainstorming* dan catatan penyebab restan TBS meliputi kondisi sistem antrian manual dan kurangnya kontrol terpusat sehingga terjadi stagnasi bongkar di loading ramp dan adanya stagnasi kerusakan mesin dan peralatan pabrik. Restan di kebun dapat terjadi akibat jalan rusak, hujan deras, keterlambatan jadwal panen, dan jarak tempuh yang jauh ke PKS. Sedangkan pada tahap pengangkutan karena tenaga muat kurang, jenis/keandalan truk, jumlah armada terbatas, serta jam tiba truk yang tidak terdisiplin (Gambar 2).

Pada tahap ini penelitian berfokus solusi pada masalah gangguan koordinasi antara kebun–transportir–PKS yang menyebabkan *miscommunication* dan *under control* pada beberapa titik operasional penerimaan TBS di pabrik. Proses penerimaan TBS di pabrik sebelum penerapan masih menggunakan sistem pencatatan manual yang berdampak pada tingkat akurasi rendah, pengaturan truk tidak terkordinasi dengan baik, waktu tunggu lama, rentan terhadap penyalahgunaan proses timbang, serta dapat meningkatkan oil losses tidak terukur di pelataran loading ramp akibat intensitas penggunaan alat berat wheel loader untuk menyorong TBS ke peron (Gambar 3). Hal ini tentu dapat mempengaruhi kualitas CPO khususnya Asam Lemak Bebas (ALB).

3.2 Kondisi Setelah Implementasi ParkFleetPro

Perubahan setelah penerapan ParkFleetPro meliputi: (1) digitalisasi penjadwalan kedatangan truk dan pencatatan gate pass sehingga mengurangi waktu antrian, (2) monitoring kendaraan dan status bongkar secara real-time yang memudahkan identifikasi potensi bottleneck, (3) peningkatan ketertiban antrian, transparansi data timbangan, dan akuntabilitas terhadap transportir, (4) penurunan restan TBS akibat kondisi PKS, dan (5) penurunan nilai losis minyak sawit di pelataran loading ramp. Dari Gambar 3 dan 5 terlihat bahwa sebelum implementasi waktu antrian turun dari 100 menjadi 75 menit, dan waktu bongkar turun dari 100 menjadi 37 menit. Total waktu turun dari 207 menjadi 113 menit.

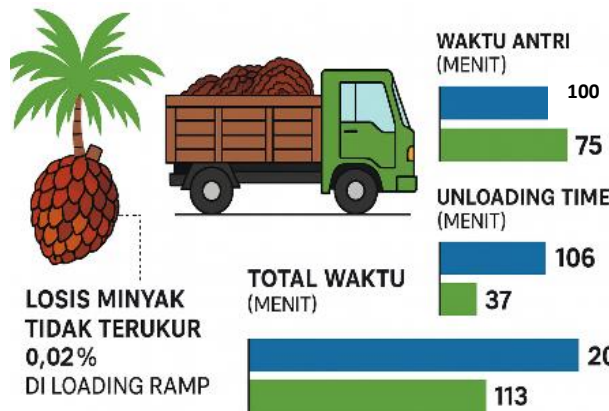
3.3 Perbandingan Sebelum vs Sesudah

Ilustrasi transformasi digital menggunakan ParfeelPro disajikan pada Gambar 2 dalam bentuk perbandingan. Sementara dampak transformasi digital ParfleetPro disajikan pada Gambar 3. Data sebelum implementasi ParfleetPro dan sesudah implementasi ParfleetPro disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Sementara itu, diagram alir fungsi utama ParkFleetPro disajikan pada Gambar 6.

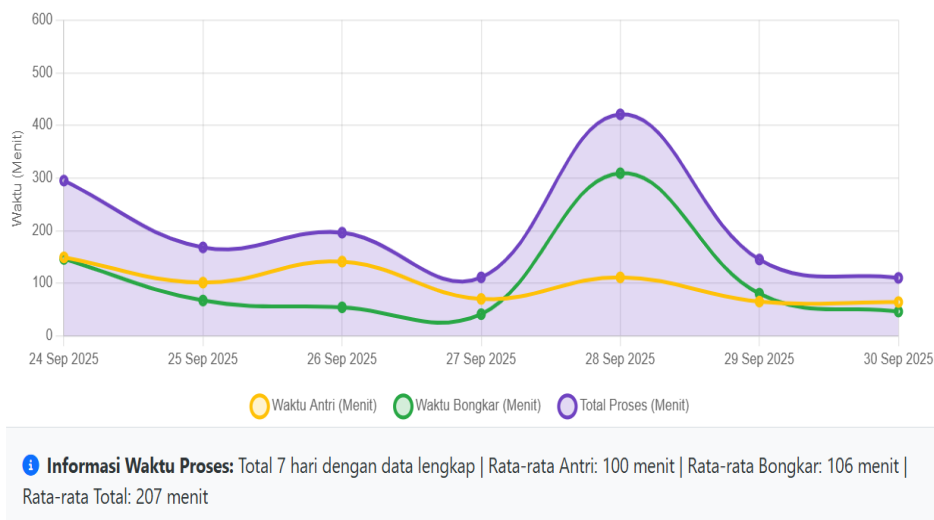


Gambar 2.

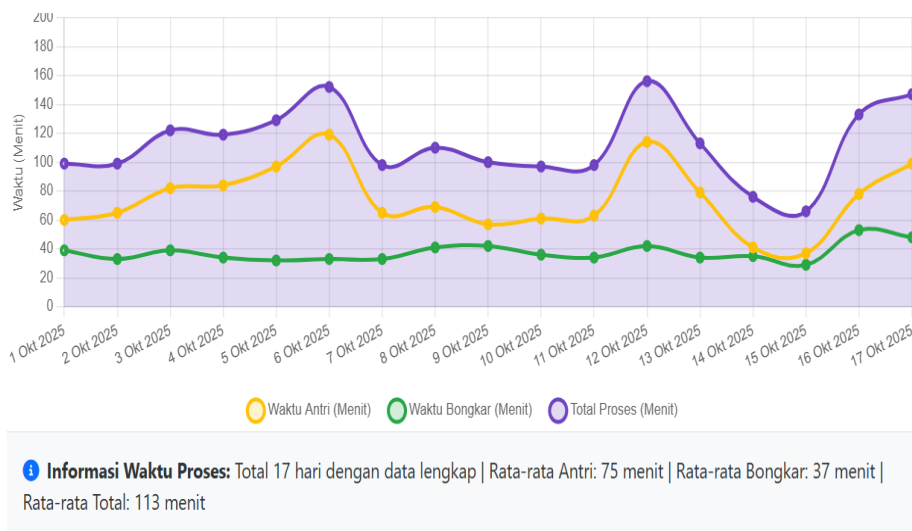
Ilustrasi Transformasi Digital ParfleetPro



Gambar 3.
Dampak Trasformasi Digital ParfleetPro



Gambar 4.
Data sebelum Implementasi ParfleetPro
(Sumber : ParkfeelPro, 2025)



Gambar 5.
Data setelah Implementasi ParfleetPro
(Sumber: ParkfeelPro, 2025)

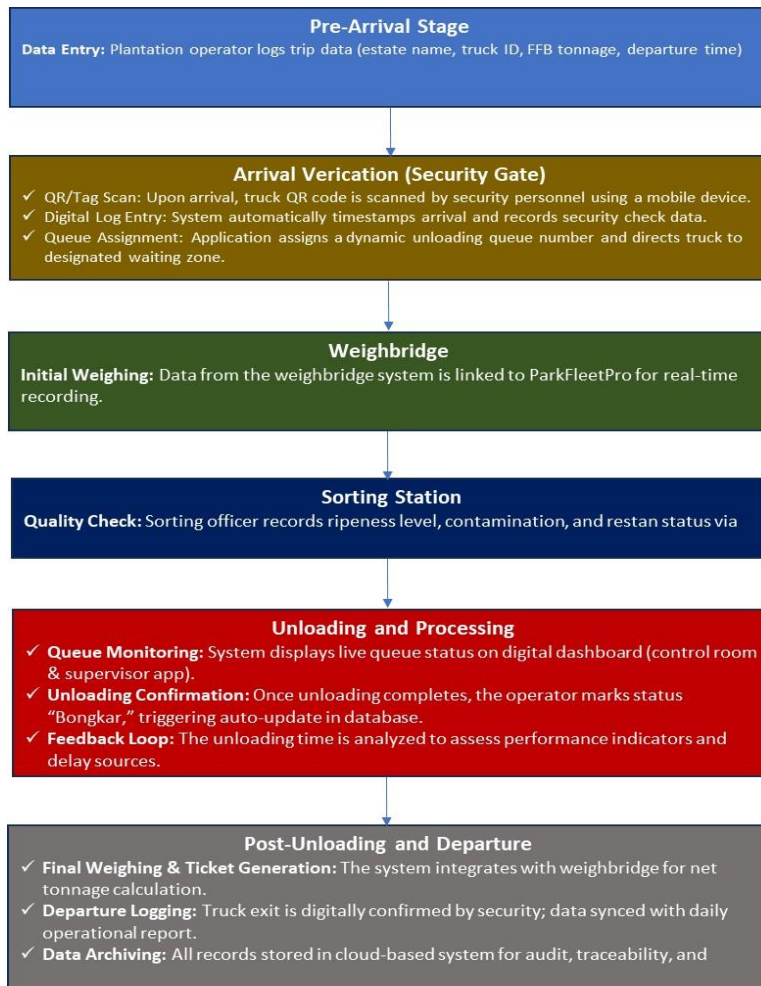
**Gambar 6.**

Diagram alir fungsi utama ParkFleetPro: registrasi, penjadwalan, pemantauan real-time, pengecekan gerbang, dan pencatatan bongkar.

3.4. Biaya Pembuatan Aplikasi ParkFeetPro dan Analisa Cost Benefit Analysis

Tabel 1 menyajikan biayan pembuatan aplikasi ParkfeetPro.

Tabel 1.**Tabel Biaya Pembuatan Aplikasi ParkFleetPro**

CAPEX					
1	Tablet	pcs		6.000.000	1 unit di pos security, 1 unit di sortasi
2	Printer Termal	pcs		250.000	
3	Display Smart TV	pcs		3.000.000	
4	Speaker + Amplifier	pcs		2.000.000	
5	Upah Kerja	lot		5.000.000	
Total CAPEX				16.250.000	
OPEX					
1	Maintenance sistem & update software	Paket tahunan 1 × / tahun		5.000.000	Biaya perawatan server, pembaruan database, backup sistem.
2	Server hosting & domain	Bulanan	Rp 400.000/bulan × 12	4.800.000	Hosting aplikasi & penyimpanan cloud untuk data parkir dan log.
3	Pelatihan & kalibrasi pengguna (training)	Tahunan	1 kali / tahun	2.000.000	Pelatihan tahunan bagi operator dan admin sistem.
4	Perangkat pendukung & perawatan	Tahunan	1 kali / tahun	3.200.000	Kalibrasi dan pemeliharaan peralatan pendukung sistem digital.
TOTAL OPEX Tahunan			Total	15.000.000	

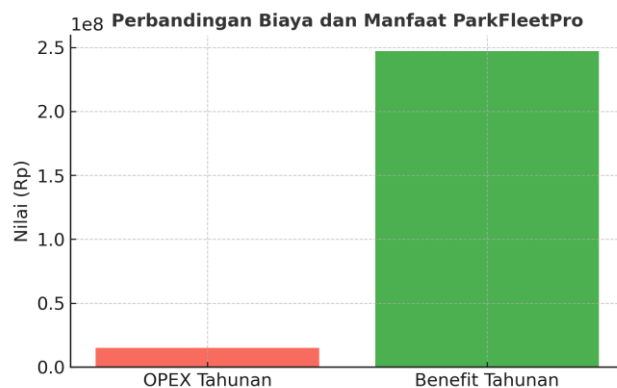
3.5 Cost Benefit Analysis

Analisis ini dilakukan untuk menilai kelayakan finansial, operasional, dan teknis dari implementasi sistem digital ParkFleetPro di Pabrik Kelapa Sawit (Tabel 2). Grafik perbandingan, serta proporsi biaya dan manfaat ParkFleetPro disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Tabel 2.

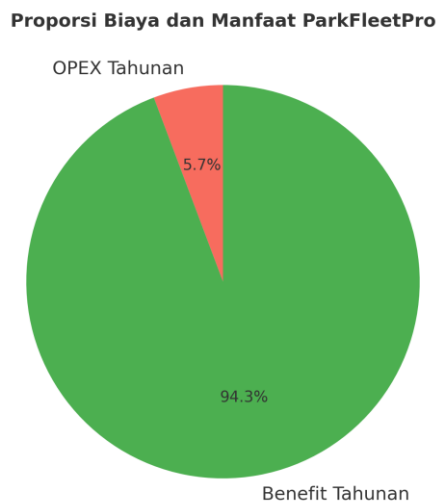
Ringkasan Hasil Analisis Biaya dan Manfaat

Komponen	Nilai (Rp/tahun)	Keterangan
Total OPEX	15.000.000	Biaya operasional tahunan sistem ParkFleetPro
Total Benefit	247.200.000	Penghematan losses & efisiensi operasional
Net Benefit (B-C)	232.200.000	Selisih manfaat dikurangi biaya
B/C Ratio	16,48	Setiap Rp 1 biaya menghasilkan Rp 16,48 manfaat
Payback Period	< 1 bulan	Investasi kembali sebelum akhir bulan pertama



Gambar 7.

Grafik Perbandingan Biaya dan Manfaat ParkFleetPro



Gambar 8.

Grafik Proporsi Biaya dan Manfaat ParkFleetPro

3.6 Dampak Restan TBS akibat antrian Truk di PKS

Berdasarkan sampel data produksi TBS dari pemasok terdekat yakni dari Kebun Rambutan periode tanggal 01 sd 30 September 2025 (sebelum implementasi) dan periode tanggal 01 sd 17 Oktober 2025 (setelah implementasi), ditemukan data sebagai berikut:

Tabel 3.

Produksi dan Restan TBS Kebun Rambutan Sebelum dan Sesudah Implementasi ParkFleetPro

Produksi TBS Kebun Rambutan	Vol Produksi (Ton)	Restan (Ton)	% Restan thdp Prod	Perbandingan Sep vs Okt	
				+/-	%
Tgl 1 sd 30 September 2025	10.263	166	1,62	1,01	-62,76
Tgl 1 sd 17 Oktober 2025	5.817	35	0,60		

Dari data tersebut diperoleh adanya penurunan restan TBS akibat antrian di PKS dari sebelumnya 1,62% menjadi 0,60% atau mengalami penurunan sebanyak 62,76%. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi ParkFleetPro dapat mengurangi waktu proses antrian dan pembongkaran sehingga dapat mengurangi restan TBS di lapangan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis biaya–manfaat menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi, implementasi sistem ParkFleetPro tetap mengandung sejumlah risiko yang berpotensi memengaruhi realisasi manfaat finansial. Risiko utama meliputi ketergantungan pada kedisiplinan pengguna dalam mengikuti jadwal digital, resistensi terhadap perubahan prosedur operasional, serta gangguan teknis sistem atau jaringan yang dapat menurunkan tingkat pemanfaatan sistem pada fase awal implementasi. Selain itu, terdapat risiko bahwa manfaat yang dihitung tidak sepenuhnya terealisasi apabila terjadi perubahan volume TBS, pola panen, atau kondisi operasional eksternal seperti cuaca dan ketersediaan armada transportasi. Risiko-risiko tersebut menunjukkan bahwa hasil CBA perlu dipahami sebagai potensi manfaat optimal yang bergantung pada keberhasilan implementasi operasional.

Analisis kelayakan ekonomi dalam penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, data biaya dan manfaat diperoleh dari satu unit operasional, yaitu PKS Rambutan PTPN IV Regional I, sehingga hasil analisis belum tentu dapat digeneralisasi pada PKS dengan skala, konfigurasi loading ramp, atau tingkat kematangan digital yang berbeda. Kedua, estimasi manfaat didasarkan pada periode observasi yang relatif singkat dan belum sepenuhnya merepresentasikan fluktuasi musiman produksi, variasi jumlah truk, maupun kondisi puncak panen. Ketiga, sebagian data manfaat dihitung berdasarkan estimasi operasional dan penghematan waktu, bukan pengukuran finansial langsung, sehingga berpotensi mengandung bias estimasi.

Perhitungan biaya–manfaat dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa asumsi kunci. Total biaya tahunan sebesar Rp 15 juta mencakup biaya operasional sistem, pemeliharaan, dan dukungan teknis, dengan asumsi tidak terdapat investasi awal perangkat keras tambahan yang signifikan. Total manfaat tahunan sebesar Rp 247,2 juta diasumsikan berasal dari akumulasi penghematan biaya bahan bakar akibat berkurangnya waktu tunggu truk, penurunan biaya lembur tenaga kerja, peningkatan efisiensi bongkar muat, serta pengurangan potensi kerugian akibat restan TBS. Asumsi-asumsi tersebut didasarkan pada kondisi operasional normal dan tingkat adopsi sistem yang stabil. Oleh karena itu, nilai net

benefit, rasio B/C, dan payback period yang diperoleh bersifat indikatif dan sensitif terhadap perubahan parameter biaya, tingkat pemanfaatan sistem, serta volume TBS yang diolah.

Untuk meminimalkan risiko dan meningkatkan keberlanjutan manfaat ekonomi, beberapa strategi mitigasi disarankan. Strategi tersebut meliputi penerapan sistem secara bertahap, pelatihan dan pendampingan berkelanjutan bagi operator, serta penetapan prosedur darurat (*fallback*) apabila sistem digital mengalami gangguan. Selain itu, pemantauan berkala terhadap realisasi manfaat dibandingkan dengan asumsi CBA diperlukan untuk menyesuaikan parameter biaya dan manfaat secara dinamis.

Sebagai alternatif atau pelengkap sistem digital, peningkatan efisiensi juga dapat dilakukan melalui penyempurnaan pengaturan jadwal transportasi manual, optimalisasi kapasitas fisik loading ramp, atau penambahan shift bongkar pada periode puncak panen. Pendekatan ini menegaskan bahwa ParkFleetPro sebaiknya diposisikan sebagai bagian dari strategi perbaikan operasional terpadu, bukan sebagai satu-satunya solusi peningkatan efisiensi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Board Regional Management PTPN IV Regional 1, Kepala Bagian Teknik, General Manajer Distrik Serdang 2 dan Manajemen PKS Rambutan yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adedeji, A., Grunfelder, T., Bates, F., Macosko, C. W., Stroup-Gardiner, M., & Direktorat Jenderal Perkebunan. (2023). *Statistik Perkebunan Indonesia: Kelapa Sawit 2023*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
2. Hidayat, S. N. (2022). Analisis efisiensi waktu bongkar tandan buah segar di loading ramp pabrik kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 12(3), 45–54.
3. Krisdiarto, A. W., & Wisnubhadra, I. (2023). Kajian pergerakan truk transport tandan buah segar sebagai bagian dari rantai pasok bahan pabrik kelapa sawit. *Agrotechno. Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 8(1), 20–27
4. Pane, A., & Sinaga, R. (2023). Penerapan sistem *gate pass* digital di pabrik kelapa sawit untuk peningkatan akurasi data timbangan. *Jurnal Keteknikan Pertanian Indonesia*, 11(2), 66–75.
5. ParkFleetPro. (2025). *Official Website ParkFleetPro*. online (<https://myparkfleet.id>). Diakses tanggal 20 Oktober 2025.
6. Paksaz, A., Beinabadi, H.Z., Moradi, B., Mamoudan, M.M., & Aghsami, A. (2024). Advanced queueing and location-allocation strategies for sustainable food supply chains. *Logistics*, 8(3), 91.
7. Rahman, W. (2021). Green productivity implementation in palm oil mills. *Journal of Sustainable Agro-Industry*, 9(1), 30–38.
8. Sipayung, T. (2021). *Manajemen Operasional Pabrik Kelapa Sawit*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.