

Meningkatkan Keberlanjutan dalam Logistik dengan Synch: Analisis Komprehensif Manajemen Rantai Pasok Hijau melalui Integrasi Teknologi

Enhancing Sustainability in Logistics with Synch: A Comprehensive Analysis of Green Supply chain Management through Technology Integration

Siti Annisafa Oceania ^{a,1*}, Narantaka ^{a,2}

^a Logistik Kelautan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Ciracas No.18, Kota Serang, Indonesia

^{1*} annisafaoceania@gmail.com, ² naranaran022@gmail.com

*corresponding e-mail: annisafaoceania@gmail.com

ABSTRACT

This study evaluates the implementation of Synch, an innovative digital solution designed to enhance sustainability and operational efficiency in logistics at PT XYZ. Using a case study approach combined with literature review, the research investigates the application of Artificial Intelligence (AI) and Blockchain technology to optimize logistics processes, including reducing operational costs and carbon emissions through route optimization and sustainable packaging practices. Findings indicate that Synch integration solidifies PT XYZ's position as a pioneer in sustainable logistics. These results highlight Synch's potential as a scalable tool for transforming the logistics industry towards a more environmentally friendly direction.

Keywords : Synch, Green Supply chain Management, Green Distribution Logistic, Reverse Logistic, Artificial Intelligence (AI)

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi penerapan Synch, sebuah solusi digital inovatif untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi operasional logistik di PT XYZ. Dengan pendekatan metodologi studi kasus dan tinjauan literatur, penelitian ini mengeksplorasi penggunaan teknologi Kecerdasan Buatan (AI) dan Blockchain dalam mengoptimalkan proses logistik, termasuk pengurangan biaya operasional dan emisi karbon melalui optimasi rute pengiriman dan kemasan berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Synch memperkuat posisi PT XYZ sebagai pelopor dalam logistik berkelanjutan. Temuan ini mendukung potensi Synch sebagai alat skalabel untuk mentransformasi industri logistik ke arah yang lebih ramah lingkungan.

Kata kunci : Synch, Green Supply chain Management, Green Distribution Logistic, Reverse Logistic, Kecerdasan Buatan (AI)

A. Pendahuluan

Di tengah meningkatnya kesadaran global akan isu keberlanjutan, perhatian terhadap keberlanjutan lingkungan telah meningkat secara signifikan dan mendorong perusahaan untuk mengadopsi praktik ramah lingkungan dalam setiap aspek operasional mereka. Dalam sektor logistik, isu ini menjadi semakin kompleks, mengingat dampak lingkungan yang signifikan dari kegiatan pengiriman barang. Data dari McKinsey (2005) menunjukkan bahwa 89 persen dari total emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dihasilkan oleh moda transportasi darat. Sementara itu, moda transportasi laut, udara, dan perkeretaapian berkontribusi masing-masing sebesar tujuh persen, tiga persen, dan satu persen terhadap total emisi tersebut.

Selain itu, statistik yang dipublikasikan oleh Statista berdasarkan data *International Energy Agency* (IEA) pada tahun 2022 menunjukkan bahwa mobil dan van menyumbang sekitar 48% dari total emisi karbon dioksida dalam sektor transportasi global. Kontribusi selanjutnya berasal dari kendaraan angkutan berat (16%), pengiriman internasional (10%), kendaraan angkutan barang (9%), serta penerbangan internasional dan bus yang masing-masing menyumbang enam persen, dengan

penerbangan domestik menyumbang lima persen. Penelitian dari Database Emisi untuk Penelitian Atmosfer Global juga mengindikasikan bahwa sektor transportasi secara global menghasilkan emisi karbon dioksida sebesar 20,7% pada tahun 2022.

Pada tingkat nasional, sektor transportasi di Indonesia menyumbang sekitar 27% dari total emisi GRK, dengan sekitar 90% dari emisi tersebut berasal dari subsektor transportasi darat. Situasi ini menuntut adanya inovasi dan tindakan mendesak untuk mendekarbonisasi sektor transportasi darat, guna mendukung pencapaian target pengurangan emisi GRK serta mewujudkan visi besar Indonesia dalam mencapai emisi nol bersih pada tahun 2060. Laporan dari LCDI menggarisbawahi bahwa sektor transportasi merupakan salah satu kontributor utama terhadap emisi gas rumah kaca di dunia.

Di tengah persaingan industri yang semakin ketat, PT XYZ dihadapkan pada sejumlah tantangan krusial yang perlu segera diatasi. Tantangan pertama adalah keterbatasan infrastruktur hijau di wilayah rural, yang menjadi hambatan utama dalam mewujudkan logistik ramah lingkungan secara menyeluruh. Walaupun penerapan teknologi hijau di area perkotaan sudah berjalan, penerapan di wilayah pedesaan yang minim infrastruktur hijau masih

menjadi tantangan besar yang perlu dihadapi oleh perusahaan.

Selain itu, optimasi sistem energi dan biaya juga menjadi pertimbangan penting. Meskipun penggunaan kendaraan listrik dan pusat distribusi bertenaga surya telah menunjukkan potensi besar dalam mengurangi emisi, biaya operasional yang terkait dengan teknologi hijau ini masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode konvensional. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi inovatif yang mampu menekan biaya tanpa mengorbankan komitmen terhadap keberlanjutan. Tantangan lainnya adalah pengelolaan limbah dan penerapan pengemasan berkelanjutan, terutama dalam segmen B2C yang terus berkembang pesat. Pengemasan berkelanjutan belum sepenuhnya diimplementasikan di seluruh rantai pasok PT XYZ.

Di luar tantangan internal, PT XYZ juga menghadapi persaingan yang semakin sengit dari perusahaan logistik lainnya yang juga berfokus pada keberlanjutan dan penerapan teknologi hijau. Agar tetap kompetitif, perusahaan perlu meningkatkan efisiensi operasional serta memperluas penerapan infrastruktur hijau di seluruh wilayah operasionalnya. Dengan begitu, perusahaan dapat memperkuat posisi di tengah persaingan dan mempertahankan

komitmennya terhadap praktik logistik yang ramah lingkungan.

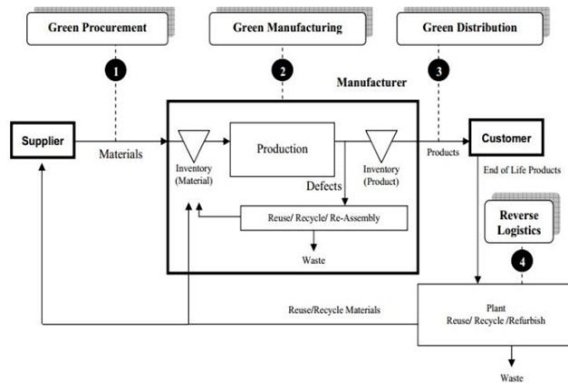
Sebagai solusi atas tantangan ini, Synch hadir sebagai inovasi dengan aplikasi yang berfokus pada keberlanjutan. Aplikasi ini dirancang untuk mengoptimalkan proses logistik, meminimalkan konsumsi energi, serta meningkatkan transparansi dalam proses pengiriman barang. Melalui pendekatan berkelanjutan yang komprehensif, Synch bertujuan menciptakan ekosistem logistik yang ramah lingkungan, sekaligus tetap memenuhi kebutuhan operasional perusahaan. Diharapkan, melalui langkah-langkah strategis yang diambil, PT XYZ dapat berkontribusi lebih jauh dalam mitigasi perubahan iklim serta berperan aktif dalam pencapaian target-target keberlanjutan global.

Tinjauan Pustaka

Green Supply chain Management

Green Supply chain Management (GSCM) adalah proses pemanfaatan bahan baku ramah lingkungan menjadi produk yang dapat digunakan kembali, mendukung rantai pasok yang berkelanjutan (Penfield, 2007). GSCM mengintegrasikan prinsip lingkungan dalam manajemen rantai pasok, mencakup desain produk, pemilihan material, pemilihan pemasok, manufaktur,

dan distribusi (Srivastava, 2007). Praktik ini mengutamakan kriteria lingkungan dalam keputusan pembelian dan hubungan jangka panjang dengan pemasok (Gilbert, 2000).



Gambar 1. Aktifitas dalam Green Supply Chain Management

Sumber: Ninlawan C., Seksan P., Tosapol K and Pilada W, 2009

1. Pengadaan Hijau (*Green Procurement*) Fokus pada aspek lingkungan dalam pembelian, mengurangi pembelian, serta memanfaatkan kembali dan mendaur ulang bahan untuk dampak lingkungan minimal.
2. Manufaktur Hijau (*Green Manufacturing*) Proses produksi yang menggunakan input dengan dampak rendah, beroperasi efisien dengan sedikit atau tanpa limbah, mengurangi biaya, meningkatkan efisiensi, dan memperbaiki citra perusahaan.
3. Distribusi Hijau (*Green Distribution*) Melibatkan pengemasan ramah lingkungan dan *green* logistik, termasuk pengurangan bahan kemasan dan

penggunaan kendaraan alternatif, serta distribusi produk dalam jumlah besar.

4. Logistik Balik (*Reverse Logistics*) Proses pengumpulan produk dari konsumen untuk meningkatkan nilai dan memastikan pembuangan yang tepat, meliputi pemeriksaan, pemulihan, dan redistribusi.

Distribution Logistic

Logistik merupakan pengelolaan aliran sumber daya dari titik awal ke titik akhir untuk memenuhi kebutuhan pelanggan maupun perusahaan. Aktivitas dalam logistik distribusi meliputi beberapa aspek berikut:

1. Pengadaan Logistik: Merupakan serangkaian kegiatan seperti riset pasar, perencanaan kebutuhan, keputusan pembuatan atau pembelian (*make-or-buy*), manajemen pemasok, pemesanan, dan pengendalian. Dalam pengadaan, sering terjadi konflik antara efisiensi penggunaan sumber daya dan fokus pada kompetensi inti, serta upaya untuk menekan biaya pengadaan sambil menjaga keamanan dalam proses penyediaan.
2. Produksi Logistik: Menghubungkan pengadaan dengan distribusi. Tugas utamanya adalah memanfaatkan kapasitas produksi yang ada untuk

menghasilkan produk yang diperlukan. Kegiatan terkait mencakup organisasi, perencanaan tata letak, perencanaan produksi, dan pengendalian.

3. **Distribusi Logistik:** Bertugas utama untuk mengirimkan produk jadi ke pelanggan, yang mencakup pemrosesan pesanan, manajemen gudang, dan transportasi. Distribusi sangat penting karena terdapat ketidaksesuaian antara waktu, lokasi, dan jumlah produksi dengan waktu, lokasi, dan jumlah konsumsi.
4. **Pembuangan/Penghapusan Logistik:** Fungsi utama dari pembuangan logistik adalah untuk mengurangi biaya logistik serta meningkatkan layanan terkait pengelolaan limbah yang dihasilkan selama operasi bisnis.
5. **Reverse Logistics:** Melibatkan pemindahan barang dari lokasi akhir kembali ke titik asal untuk digunakan kembali atau dibuang dengan benar. Proses ini juga mencakup manajemen dan penjualan surplus, termasuk pengembalian produk ke vendor oleh pembeli.

Green Distribution Logistic

Dalam distribusi logistik berkelanjutan, terdapat beberapa kegiatan yang dapat diimplementasikan, antara lain:

1. **Pengemasan Ramah Lingkungan (*Green Packaging*)** Menekankan pada pengurangan penggunaan kemasan melalui penerapan efisiensi, pemilihan bahan yang ramah lingkungan, dan kolaborasi dengan pemasok untuk standarisasi kemasan. Langkah ini juga meliputi pengurangan material dan waktu yang diperlukan untuk proses pembongkaran serta promosi program daur ulang yang berkelanjutan.
2. **Transportasi Ramah Lingkungan (*Green Transportation*)** Meliputi pengiriman produk secara langsung kepada konsumen akhir, penggunaan kendaraan berbahan bakar alternatif, serta mendistribusikan barang dalam jumlah besar untuk mengurangi frekuensi perjalanan

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk menggali dan menganalisis efektivitas Synch, sebuah aplikasi inovatif yang bertujuan meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi dalam operasi logistik PT XYZ. Metodologi yang diadopsi dalam penelitian ini melibatkan dua pendekatan utama: studi literatur dan analisis sintesis, yang dipadukan untuk memberikan wawasan komprehensif tentang dampak aplikasi teknologi terhadap keberlanjutan lingkungan dan operasional perusahaan.

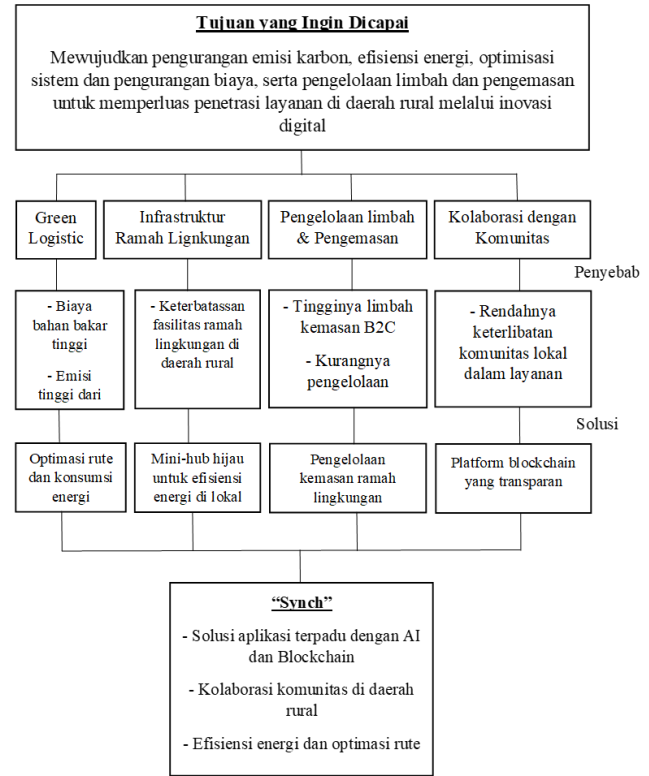
Pengumpulan Data dan Informasi

Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur yang ekstensif, memanfaatkan sumber-sumber sekunder yang meliputi jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian, dan publikasi relevan lainnya. Pendekatan ini memungkinkan penelitian untuk mengidentifikasi dan memahami tren saat ini, tantangan, dan solusi yang telah diteliti sebelumnya dalam konteks pengelolaan logistik berkelanjutan. Studi literatur juga membantu dalam menetapkan dasar teoretis yang kuat serta mendukung validitas analisis yang dilakukan.

Teknik Analisis Data

Data dan informasi yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik analisis sintesis, yang berfokus pada pengintegrasian berbagai temuan untuk menyusun pemahaman yang lebih mendalam dan komprehensif. Pendekatan AIC (*Abstract, Introduction, Conclusion*) digunakan untuk mengekstrak informasi kritis dan relevan dari sumber data, memastikan bahwa setiap aspek dari masalah penelitian dijelaskan dengan jelas. Ini termasuk identifikasi masalah utama, pengembangan solusi berbasis bukti, dan penarikan kesimpulan yang informasi yang dapat diaplikasikan dalam praktik nyata.

Kerangka Pemikiran



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Inovasi Synch

Penelitian ini dikembangkan berdasarkan kerangka pemikiran yang berstruktur, yang berfungsi sebagai landasan dalam menganalisis dan menyusun rekomendasi. Kerangka ini menyediakan panduan sistematis dalam mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyusun solusi yang inovatif. Kerangka berpikir ini juga membantu dalam mempertajam fokus penelitian, memastikan bahwa setiap tahapan dari studi mulai dari formulasi masalah, pengumpulan data, hingga penyusunan rekomendasi dilakukan dengan pendekatan yang terstruktur dan metodis.

C. Hasil dan Pembahasan

Mengatasi Keterbatasan Infrastruktur Hijau di Daerah Rural

PT XYZ menghadapi tantangan dalam memperluas layanan logistik berkelanjutan di daerah rural akibat keterbatasan infrastruktur hijau. Untuk mengatasi masalah ini, perusahaan dapat menggunakan aplikasi Synch berbasis *Artificial Intelligence* untuk merancang rute pengiriman yang efisien dan ramah lingkungan. Teknologi ini mempertimbangkan faktor seperti kondisi jalan, cuaca, dan dampak lingkungan, sehingga meminimalkan jejak karbon selama pengiriman. Menurut Indonesia *Environment Energy Center* (IEC), memahami dan menghitung jejak karbon adalah kunci untuk mengatasi perubahan iklim, terutama di daerah pedesaan yang terhambat oleh infrastruktur kurang berkembang. Dengan mengoptimalkan rute, PT XYZ dapat mengurangi waktu tempuh, biaya operasional, dan dampak negatif terhadap lingkungan.

Selain itu, PT XYZ dapat membangun kemitraan dengan komunitas lokal untuk menciptakan infrastruktur hijau. Kolaborasi ini memungkinkan pendirian *mini-hub* yang dikelola komunitas, berfungsi sebagai titik distribusi lokal untuk mengurangi jarak tempuh dan emisi.

Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memberikan manfaat ekonomi lokal, seperti penciptaan lapangan kerja. Dengan teknologi dan kemitraan lokal, PT XYZ dapat mengatasi keterbatasan infrastruktur hijau di daerah rural, memastikan komitmennya terhadap logistik berkelanjutan tanpa terhambat oleh batasan geografis.

Menurunkan Biaya Operasional Teknologi Hijau

Untuk meminimalkan biaya operasional yang terkait dengan teknologi hijau seperti kendaraan listrik dan pusat distribusi bertenaga surya, PT XYZ perlu menerapkan pendekatan yang terintegrasi dengan memanfaatkan aplikasi Synch. Apabila manajemen mampu menekan biaya operasional, peningkatan efisiensi ini akan berdampak signifikan terhadap kenaikan keuntungan (Zulifiah, 2014). Dengan aplikasi ini, perusahaan dapat memantau konsumsi energi secara *Real-time* dari armada dan pusat distribusi, mengidentifikasi pola konsumsi yang tidak efisien dan area yang memerlukan perbaikan. Penggunaan perangkat lunak manajemen energi yang efisien memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan penggunaan energi, yang

pada gilirannya dapat menekan biaya operasional. Selain itu, aplikasi ini juga membantu perusahaan dalam melacak emisi karbon dari setiap pengiriman, memungkinkan mereka untuk membuat keputusan yang lebih sadar tentang penggunaan teknologi hijau dan dampaknya terhadap lingkungan.

Penting juga untuk membangun kemitraan dengan penyedia energi terbarukan, yang dapat menawarkan perjanjian pembelian energi dengan harga yang lebih rendah dan stabil. Dengan berinvestasi dalam panel surya dan infrastruktur energi efisien lainnya, PT XYZ tidak hanya dapat mengurangi biaya energi, tetapi juga memperkuat posisinya sebagai pelopor dalam keberlanjutan di industri logistik. Melalui langkah-langkah ini, PT XYZ dapat mencapai keseimbangan antara keberlanjutan dan profitabilitas, menjadikan teknologi hijau sebagai solusi yang tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing di pasar yang semakin memperhatikan tanggung jawab sosial.

Manajemen Limbah dan Pengemasan dalam Rantai Pasok B2C

Dalam upaya menangani pengemasan ramah lingkungan dan manajemen limbah

dalam rantai pasok B2C, PT XYZ dapat menerapkan solusi inovatif yang ditawarkan oleh aplikasi Synch. Melalui sistem yang diintegrasikan, perusahaan dapat menawarkan pilihan kemasan biodegradable dan berbasis daur ulang, serta memberikan informasi kepada pelanggan tentang proses daur ulang dan mendorong mereka untuk berpartisipasi dalam pengurangan limbah kemasan. Dengan menjalin kemitraan dengan pemasok kemasan ramah lingkungan, PT XYZ dapat memastikan bahwa semua kemasan memenuhi standar keberlanjutan yang ditetapkan.

Lebih jauh lagi, aplikasi Synch dapat berfungsi sebagai alat edukasi yang mendorong pelanggan untuk lebih sadar akan dampak lingkungan dari pilihan kemasan mereka. Dengan melacak jejak karbon dari setiap pengiriman, PT XYZ tidak hanya berperan sebagai penyedia layanan, tetapi juga sebagai mitra dalam upaya keberlanjutan. Selain itu, implementasi sistem pengembalian kemasan melalui proses logistik balik dapat membantu mengurangi limbah secara signifikan, sekaligus meningkatkan loyalitas pelanggan. Dengan pendekatan inovatif ini, PT XYZ tidak hanya dapat mengurangi jejak lingkungannya tetapi juga menciptakan hubungan yang lebih kuat

dengan konsumen, menjadikannya sebagai pionir dalam tren keberlanjutan global di sektor logistik.

Fitur Utama Synch



Gambar 3. Logo Inovasi Synch

Synch merupakan sebuah gebrakan dalam bentuk aplikasi inovatif yang dirancang khusus untuk mendukung keberlanjutan dalam industri logistik. Dengan teknologi canggih, Synch membantu PT XYZ mengatasi tantangan lingkungan yang dihadapi dalam operasionalnya. Aplikasi ini mengintegrasikan berbagai *smart feature* untuk meningkatkan efisiensi pengiriman, mengurangi jejak karbon, dan mempromosikan penggunaan kemasan ramah lingkungan. Synch tidak hanya berfokus pada pengelolaan logistik, tetapi juga membangun kolaborasi dengan komunitas lokal untuk menciptakan infrastruktur hijau yang mendukung layanan logistik di daerah terpencil. Dengan pendekatan ini, Synch menjadi alat yang vital bagi PT. XYZ keberlanjutan dan menciptakan dampak positif bagi lingkungan.



Gambar 4. Prototype Aplikasi Synch

Berikut merupakan beberapa fitur-fitur utama dari Synch ini:

1. *Smart Route Optimization*

Fitur *Smart Route Optimization* adalah langkah inovatif yang memanfaatkan kecerdasan buatan (AI) untuk menciptakan rute pengiriman yang paling efisien dan ramah lingkungan. Dalam dunia yang semakin peduli terhadap keberlanjutan, fitur ini menjadi pilar utama bagi PT XYZ untuk

meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti kondisi jalan, cuaca, dan prioritas lingkungan, aplikasi ini mampu merancang solusi pengiriman yang tidak hanya cepat tetapi juga memperhatikan jejak karbon. Ini sangat penting, terutama ketika beroperasi di daerah pedesaan yang sering terhambat oleh infrastruktur yang kurang berkembang. Dalam pengembangan fitur ini, PT XYZ memanfaatkan teknologi mutakhir seperti Google Maps API untuk pengambilan data rute dan kondisi jalan, serta algoritma optimasi seperti Dijkstra untuk menghitung rute tercepat. Selain itu, sistem ini akan menggunakan platform AI seperti TensorFlow untuk menganalisis data historis pengiriman dan memprediksi kondisi jalan yang mungkin berubah, serta mengintegrasikan data cuaca *Real-time* dan informasi lalu lintas untuk memprediksi dan menghindari kemacetan, sehingga mengoptimalkan pengiriman. Model AI bahkan telah terbukti berhasil mengurangi waktu pengiriman rata-rata sebesar 25% dibandingkan metode tradisional, berkat kemampuannya memprediksi

kondisi lalu lintas dan cuaca secara *Real-time* serta menyesuaikan rute secara dinamis (Hafizh et.al., 2024). Data rute dan informasi terkait akan disimpan dalam database PostgreSQL, yang memungkinkan pengelolaan data yang efisien dan akses cepat untuk analisis lebih lanjut serta didukung pernyataan (Irawan, 2020) jika PostgreSQL sangat cocok untuk digunakan dalam menyimpan data perusahaan.

Dengan mengoptimalkan rute, PT XYZ dapat secara signifikan mengurangi waktu tempuh, biaya operasional, dan emisi karbon, menjadikannya solusi yang tidak hanya cerdas tetapi juga bertanggung jawab. Namun, manfaat fitur ini tidak berhenti di situ. *Smart Route Optimization* juga berkontribusi pada revolusi efisiensi logistik secara keseluruhan. Dengan mengurangi jarak tempuh dan meningkatkan pemanfaatan armada yang ada, PT XYZ dapat meningkatkan produktivitas tanpa harus memperbanyak jumlah kendaraan. Di era di mana keberlanjutan menjadi fokus utama, inovasi ini tidak hanya menciptakan efisiensi biaya, tetapi juga menempatkan PT XYZ sebagai pemimpin dalam industri logistik hijau.

Melalui penerapan teknologi mutakhir ini, perusahaan dapat menunjukkan komitmennya terhadap keberlanjutan, memperkuat citra sebagai pelopor yang tidak hanya menguntungkan secara ekonomi tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan untuk generasi mendatang. Dengan demikian, fitur ini tidak hanya memberikan solusi praktis, tetapi juga menjadikan PT XYZ sebagai bagian dari perubahan positif dalam cara kita mendefinisikan keberhasilan di dunia bisnis modern.

2. *Carbon Footprint Tracker*

Fitur *Carbon Footprint Tracker* memungkinkan pelanggan untuk melacak jejak karbon dari setiap pengiriman. Transparansi ini membantu pelanggan memahami dampak lingkungan dari keputusan pengiriman mereka dan terlibat dalam upaya pengurangan emisi karbon. Mengingat pembakaran bahan bakar sebagai sumber utama emisi GRK dari sektor energi (Rusdiani, 2018), fitur ini mendukung pilihan pengiriman yang lebih ramah lingkungan. Persamaan yang digunakan untuk menilai emisi GRK adalah:

$$\text{Emisi}_{\text{GRK, BB}} = \text{Konsumsi}_{\text{BB}} \times \text{Faktor}_{\text{Emisi}_{\text{GRK, BB}}}$$

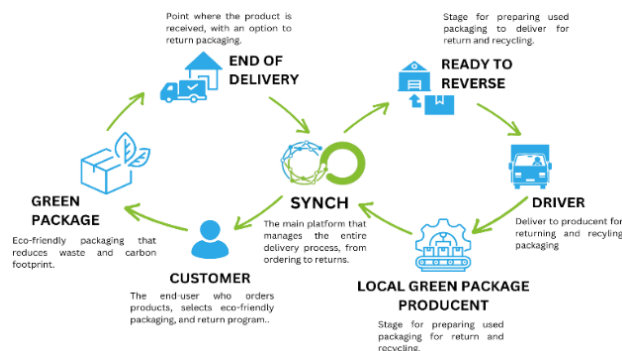
(Nurcahyono et. al., 2019)

Fitur ini juga berfungsi sebagai alat edukasi, mendorong pelanggan untuk berkontribusi pada keberlanjutan dan meningkatkan loyalitas mereka terhadap merek PT XYZ. Dengan memberikan wawasan tentang dampak pilihan mereka, PT XYZ berperan sebagai mitra dalam perjalanan menuju keberlanjutan. Lebih dari sekadar alat pemantauan, fitur ini memberikan nilai signifikan dalam pemasaran dan branding. Di tengah meningkatnya kesadaran lingkungan, kemampuan melacak jejak karbon menjadi keunggulan kompetitif. Data yang dihasilkan dapat digunakan untuk laporan keberlanjutan yang transparan, memperkuat posisi PT XYZ sebagai pemimpin dalam industri *green* logistik. Dengan komitmen terhadap keberlanjutan dan transparansi, perusahaan dapat membangun kepercayaan di antara pelanggan dan pemangku kepentingan, menciptakan reputasi positif di mata publik. Dalam bisnis yang semakin memperhatikan tanggung jawab lingkungan, fitur ini menjadi langkah strategis bagi PT XYZ sebagai pelopor *green* logistik.

Untuk membangun sistem *Carbon Footprint Tracker*, langkah pertama adalah menentukan parameter yang

diukur, seperti emisi karbon berdasarkan jarak dan jenis kendaraan. PostgreSQL akan digunakan untuk menyimpan data pengiriman dan emisi, dengan API yang dikembangkan menggunakan Django untuk mengelola logika bisnis. Algoritma machine learning dengan TensorFlow akan diintegrasikan untuk menghitung emisi karbon secara akurat berdasarkan data historis. TensorFlow merupakan alat efektif dan mudah diakses dalam bidang sains dan *machine learning* (Guntara et al., 2023). Setelah pengembangan, sistem perlu diuji sebelum dideploy ke *cloud* seperti AWS untuk memastikan skalabilitas. Pemantauan performa dan pemeliharaan berkala juga diperlukan untuk menjaga akurasi sistem. Edukasi pengguna melalui kampanye penting untuk meningkatkan pemahaman dan penggunaan fitur ini. Dengan langkah-langkah ini, PT XYZ dapat menciptakan fitur yang inovatif dan berdampak positif bagi pengguna serta lingkungan.

3. Green Packaging Manager



Gambar 5. Green Packing Manager

Fitur *Green Packaging Manager* dirancang untuk membantu PT XYZ dalam memilih dan mengelola kemasan ramah lingkungan, seperti *biodegradable* dan bahan daur ulang. Sistem ini memberikan pelanggan opsi kemasan berkelanjutan saat *checkout*, serta mengelola data produk dan kemasan dalam PostgreSQL. Langkah awalnya adalah menentukan jenis kemasan yang tepat, diikuti dengan pengembangan platform menggunakan Django untuk mengelola logika bisnis. Sistem terintegrasi dengan pemasok kemasan ramah lingkungan untuk sinkronisasi stok otomatis, sementara algoritma *machine learning* digunakan untuk menganalisis pola penggunaan dan merekomendasikan opsi terbaik. Setelah pengembangan, sistem diuji sebelum di-deploy di AWS, yang memudahkan PT XYZ dalam mengelola infrastruktur dan mempercepat implementasi solusi

ramah lingkungan. Pemantauan berkala dan kampanye edukasi pengguna dilakukan untuk meningkatkan kesadaran akan keberlanjutan.

Fitur ini tidak hanya mengatasi masalah limbah kemasan, tetapi juga mengurangi jejak karbon perusahaan dan mendorong pelanggan berperilaku lebih bertanggung jawab. Selain itu, Manajer Kemasan Ramah Lingkungan membuka peluang bagi PT XYZ untuk berkolaborasi dengan produsen kemasan lokal, mendukung ekosistem inovasi dalam industri kemasan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan teori inovasi Schumpeter (1934) yang menunjukkan bahwa kolaborasi dengan pemasok baru dapat memicu inovasi besar. Inisiatif seperti program pengembalian kemasan memperpanjang siklus hidup produk, mengurangi limbah, dan menghemat biaya, sekaligus memperkuat posisi PT XYZ sebagai pemimpin inovasi di industri logistik menuju masa depan yang lebih berkelanjutan.

4. *Real-time Blockchain Transparency*

Fitur *Real-time Blockchain Transparency* dirancang untuk memberikan transparansi dan akurasi dalam proses pengiriman melalui

teknologi *Blockchain*. Teknologi ini memungkinkan pencatatan dan audit transaksi secara terdesentralisasi (Djumadi, 2024). Dengan fitur ini, PT XYZ dapat melacak data pengiriman secara *Real-time* dan memastikan keamanan transaksi melalui smart contracts otomatis. Semua aktivitas dalam rantai pasokan dicatat dalam *Blockchain*, memfasilitasi verifikasi langsung, mengurangi risiko penipuan, dan menjamin akurasi informasi bagi pelanggan.

Untuk mengimplementasikan sistem ini, PT XYZ perlu mengidentifikasi kebutuhan pelacakan dan keamanan, serta memilih platform *Blockchain* yang sesuai, seperti Ethereum atau Hyperledger. Sistem harus dirancang dengan arsitektur yang mengintegrasikan database untuk informasi pengguna, API berbasis framework seperti Django, dan smart contracts untuk otomatisasi transaksi. Melalui penerapan ini, PT XYZ dapat meningkatkan kepercayaan pelanggan, meminimalkan kesalahan operasional, dan meningkatkan efisiensi proses.

Fitur ini juga membuka peluang bagi PT XYZ untuk mengembangkan sistem manajemen rantai pasokan yang lebih responsif. Setiap tahap

pengiriman, mulai dari pengambilan hingga pengiriman akhir, dicatat dalam *Blockchain*, memberikan data untuk analisis mendalam dan identifikasi area perbaikan. *Smart contracts* mempercepat otomatisasi proses seperti pembayaran dan pemrosesan dokumen, yang mengurangi waktu pengiriman dan biaya operasional. Dengan inovasi ini, PT XYZ tidak hanya memenuhi regulasi industri logistik yang ketat, tetapi juga menetapkan standar baru dalam transparansi, akuntabilitas, dan efisiensi, menjadikannya pelopor dalam industri logistik berbasis *Blockchain*.

5. *Community Collaboration Hub*

Fitur *Community Collaboration Hub* dirancang untuk memperkuat hubungan antara PT XYZ dan komunitas lokal dengan fokus pada infrastruktur hijau dan pengembangan usaha mikro di daerah rural. Proses ini dimulai dengan analisis kebutuhan komunitas untuk menggali potensi kolaborasi. Desain sistem mencakup arsitektur dan prototipe antarmuka pengguna yang intuitif, dengan pemilihan teknologi seperti Django untuk *backend* dan React untuk *frontend*, yang terkenal dalam pengembangan aplikasi web ber*traffic*

tinggi (Khathi Chhetri, 2024). Setelah pengembangan database dan integrasi API, penting untuk melakukan pengujian fungsionalitas dan uji pengguna sebelum peluncuran, disertai kampanye edukasi mengenai fitur dan manfaatnya. Pemantauan dan analisis data secara berkala diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas kolaborasi dan mengumpulkan umpan balik untuk perbaikan berkelanjutan. Dengan membekali pelaku UMKM desa dengan pengetahuan dan keterampilan yang tepat, kita memberdayakan mereka untuk mengatasi tantangan logistik dan meraih kesuksesan bisnis (Panda.id, 2024).

Fitur ini juga bertujuan membangun kemitraan erat dengan komunitas lokal untuk menciptakan infrastruktur hijau, seperti *mini-hub* yang dikelola lokal, yang mendukung ekspansi logistik berkelanjutan. Pembangunan infrastruktur lokal akan meningkatkan efisiensi operasional serta memberikan dampak ekonomi positif seperti penciptaan lapangan kerja dan pengembangan usaha mikro. Pendekatan ini memperkuat hubungan PT XYZ dengan pelanggan, memfasilitasi pertukaran informasi, dan menciptakan rasa kepemilikan

komunitas terhadap proyek logistik. Lebih lanjut, kolaborasi ini membuka peluang bagi PT XYZ untuk mendukung inisiatif keberlanjutan lokal, termasuk program pengelolaan sampah dan pendidikan lingkungan. Dengan berinvestasi dalam komunitas, perusahaan memperkuat dukungan lokal dan reputasinya, serta meningkatkan loyalitas pelanggan. Akhirnya, PT XYZ menjadi pionir dalam model bisnis yang berorientasi pada profit dan dampak sosial positif, membentuk industri logistik menuju masa depan yang bertanggung jawab dan berkelanjutan.

6. *Loyalty and Rewards Program*

Fitur *Loyalty and Rewards Program* bertujuan memberikan insentif kepada pelanggan yang memilih pengiriman ramah lingkungan, dengan penghargaan berdasarkan pengurangan jejak karbon. Untuk membangun sistem yang efektif, PT XYZ harus melakukan analisis kebutuhan dan penelitian pasar untuk menetapkan tujuan serta metrik penghargaan yang jelas. Ini mencakup pengembangan *backend* menggunakan Django dan *frontend* dengan React, serta *user interface* intuitif untuk memudahkan pelanggan melacak

kontribusi mereka terhadap keberlanjutan. Program ini tidak hanya menawarkan diskon atau layanan gratis, tetapi juga sistem penghargaan transparan yang memungkinkan pelanggan melihat dampak positif pilihan mereka secara *Real-time*, sehingga menumbuhkan kepuasan dan kebanggaan dalam mengurangi emisi karbon. Dengan menciptakan nilai emosional, pelanggan merasa memiliki merek dan bersedia mengalokasikan *share of wallet* mereka untuk produk tersebut (Rini, 2009).

PT XYZ juga perlu melakukan pengujian fungsionalitas dan uji pengguna sebelum peluncuran, disertai kampanye edukasi untuk masyarakat rural. Setelah peluncuran, penting untuk memantau kinerja program dan mengumpulkan umpan balik pelanggan, serta berkolaborasi dengan organisasi lingkungan untuk memperkuat dampak sosial. Melalui kampanye yang mempromosikan pengiriman ramah lingkungan, pelanggan dapat berbagi pencapaian, membangun rasa kebersamaan dan kompetisi positif. Dengan menciptakan insentif bagi pelanggan yang aktif dalam mengurangi emisi karbon, PT XYZ tidak hanya meningkatkan loyalitas dan kepuasan

pelanggan, tetapi juga mendorong masyarakat untuk lebih memperhatikan dampak lingkungan dari pilihan sehari-hari, menjadikan program ini sebagai gerakan sosial untuk perubahan positif bagi lingkungan serta citra PT XYZ.

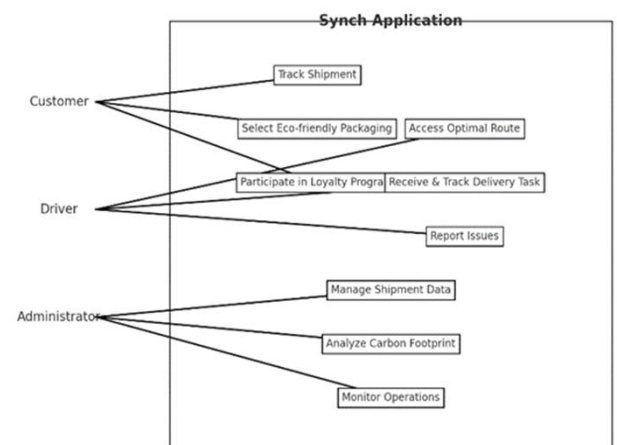
7. Energy Consumption Dashboard

Fitur *Energy Consumption Dashboard* adalah alat untuk memantau dan menganalisis penggunaan energi armada dan pusat distribusi PT XYZ secara *Real-time*. Dashboard ini menampilkan data konsumsi energi terperinci dan memberikan rekomendasi pintar berdasarkan statistik penggunaan, memungkinkan PT XYZ mengidentifikasi area yang membutuhkan efisiensi dan menerima saran optimasi, sehingga meningkatkan efisiensi energi, mengurangi biaya operasional, dan mendukung tujuan keberlanjutan. Dalam membangun sistem ini, PT XYZ perlu mengikuti langkah terstruktur: mengidentifikasi kebutuhan pengukuran energi, memilih platform teknologi seperti *Python* dan *Django*, serta merancang arsitektur database dan API untuk interaksi (Oktiawati, 2022).

Fitur ini memberi PT XYZ keunggulan dalam memantau

penggunaan energi secara *Real-time*, berkontribusi pada penghematan biaya, pengurangan jejak karbon, dan meningkatkan daya saing di pasar yang berorientasi pada keberlanjutan. Selain itu, dashboard ini membuka peluang inovasi dalam penggunaan energi terbarukan. Dengan pendekatan terintegrasi, PT XYZ memperkuat posisinya sebagai pemimpin dalam inovasi dan tanggung jawab sosial, menciptakan dampak positif bagi lingkungan dan masyarakat.

Diagram Use case



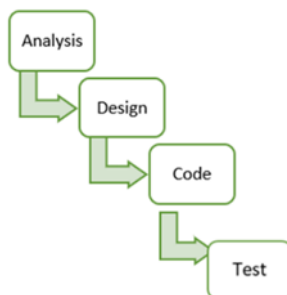
Gambar 6. Diagram Use case Aplikasi Synch

Use case diagram aplikasi Synch menggambarkan interaksi antara tiga aktor utama: Pelanggan, Pengemudi, dan Administrator (PT XYZ), dengan masing-masing memiliki peran spesifik dalam operasional aplikasi, seperti pelacakan pengiriman dan pengelolaan rute.

Pelanggan melacak status pengiriman dan memilih kemasan ramah lingkungan, sementara Pengemudi mengakses informasi rute optimal dan melaporkan masalah. *Administrator* bertanggung jawab atas manajemen data pengiriman dan analisis operasional. Desain aplikasi ini mendukung kebutuhan beragam aktor dengan fungsi yang terintegrasi dan dapat disesuaikan, seperti pelacakan *Real-time*. Meskipun beberapa fitur seperti analisis jejak karbon tidak diterapkan, aplikasi ini tetap fleksibel dan relevan bagi perusahaan lain dalam pengelolaan pengiriman dan logistik. Dengan fokus pada efisiensi operasional dan keberlanjutan, Synch tidak hanya menjadi solusi untuk PT XYZ tetapi juga berpotensi sebagai platform manajemen pengiriman yang efisien bagi industri logistik secara lebih luas.

memastikan kontrol pengembangan. Tahap pertama adalah analisis, di mana sistem yang ada dievaluasi untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem baru, menghasilkan modul dan spesifikasi. Selanjutnya, tahap desain mengubah spesifikasi menjadi arsitektur perangkat lunak yang jelas, menyediakan dasar untuk pengembangan kode. Pada tahap kode, desain diimplementasikan menjadi kode program sesuai kebutuhan sistem. Terakhir, tahap pengujian melibatkan pengujian setiap fungsi dan modul untuk mendeteksi kesalahan dan meminimalkan masalah sebelum implementasi penuh sistem Synch.

Metode Pengembangan Synch



Gambar 7. Skema Pengembangan Aplikasi Synch

Pengembangan Synch menggunakan metode *waterfall*, pendekatan sistematis yang terdiri dari tahap berurutan untuk

Perbandingan Synch Dengan 5 Aplikasi Inovasi Logistik Terbaik di Indonesia

Tabel 1. *Benchmarking* Synch Dengan Aplikasi Inovatif Logistik Lain

Fitur	Synch	Mobitech	Mileapp	SAP TM	Oracle TM	Flits
Smart Route Optimization	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Real-Time Driver Update via WhatsApp		✓	✓			
Cloud-Based Platform	✓		✓			✓
Manajemen Rute dan Armada	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Real-Time Tracking	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Blockchain Transparency	✓					
Energy Consumption Dashboard	✓					
Green Packaging Manager	✓					
High Scalability and Customization	✓			✓	✓	
Analisis dan Pelaporan	✓			✓	✓	✓
Community Collaboration Hub	✓					

Synch adalah solusi teknologi yang dirancang untuk mengatasi masalah operasional PT XYZ dengan fokus pada optimalisasi alur kerja, manajemen data, dan efisiensi. Implementasinya menunjukkan kemampuan adaptasi yang memungkinkan penerapan di perusahaan lain dalam sektor manufaktur, logistik, atau jasa. Meskipun tidak semua fitur relevan diterapkan, seperti *Cost Calculation and Freight Management* yang dinilai tidak signifikan, desain Synch mengedepankan usability dan integrasi untuk menghindari kompleksitas. Dengan demikian, Synch menjadi platform adaptable yang seimbang

antara kebutuhan dan kemampuan beradaptasi, relevan untuk diadopsi oleh berbagai sektor industri yang memerlukan solusi teknologi.

D. Simpulan

Berdasarkan pemaparan mengenai implementasi aplikasi Synch dalam mendukung keberlanjutan operasional PT XYZ, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Synch membantu PT XYZ mengatasi keterbatasan infrastruktur hijau di area pedesaan melalui optimasi rute berbasis AI, yang mempertimbangkan kondisi jalan, cuaca, dan dampak lingkungan. Ini meningkatkan efisiensi pengiriman sekaligus mengurangi jejak karbon di wilayah yang sebelumnya sulit dijangkau.
2. Dengan pemantauan energi secara *Real-time* dan analisis konsumsi yang tepat, Synch menekan biaya operasional kendaraan listrik dan pusat distribusi bertenaga surya. Teknologi ini memungkinkan PT XYZ memaksimalkan efisiensi energi tanpa mengorbankan profitabilitas, menciptakan keseimbangan antara efisiensi biaya dan keberlanjutan jangka panjang.
3. Dalam sektor B2C, Synch memfasilitasi penggunaan kemasan *biodegradable*

dan daur ulang, serta meningkatkan kesadaran konsumen terhadap pentingnya praktik keberlanjutan. Langkah ini berhasil mengurangi limbah kemasan serta meningkatkan loyalitas pelanggan yang peduli lingkungan.

4. Synch memberikan keunggulan kompetitif melalui transparansi operasional berbasis *Blockchain*, memungkinkan pemantauan *Real-time* atas jejak karbon dan status pengiriman. Dengan transparansi ini, PT XYZ membangun kepercayaan pelanggan dan mampu bersaing lebih baik di pasar *green* logistik yang semakin kompetitif.
5. Melalui optimasi rute dan pengelolaan energi yang lebih efisien, Synch membantu PT XYZ mengurangi emisi karbon secara signifikan. Dengan pelacakan jejak karbon, perusahaan dapat memantau dan mengurangi dampak lingkungan dari setiap pengiriman, menempatkan PT XYZ sebagai pionir dalam logistik berkelanjutan.

Dengan demikian, Synch merupakan langkah strategis penting bagi PT XYZ dalam menghadapi masa depan yang berorientasi pada persaingan di *green Logistic industry*.

E. Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. (2019). *Emisi gas rumah kaca menurut jenis sektor (ribu ton CO₂e): 2000-2019*. Retrieved from <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjA3MiMx/emisi-gas-rumah-kaca-menurut-jenis-sektor--ribu-ton-co2e---2000-2019>.
- European Commission. (n.d.). *Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR)*. Retrieved from <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>
- Djumadi, D. (2024). *Teknologi Blockchain dalam perspektif ekonomi/keuangan Islam*. *Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah*, 6(3), 3897-3915.
- G. Ronald Gilbert. (2000). *Measuring internal customer satisfaction*. *Managing Service Quality: An International Journal*, 10(3), 178-186.
- Guntara, G. R. (2023). *Pemanfaatan Google Colab untuk aplikasi pendeteksian masker wajah menggunakan algoritma deep learning YOLOv7*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(1).
- Hafidz, H. L. F., Naufal, M. R. A., & Muthalib, M. A. (2024). *Penerapan AI untuk optimasi rute secara Real-time dan meningkatkan efisiensi pengiriman*. *Jurnal Sains Masyarakat*, 1(1), 43-36.
- Khatri Chhetri, A. (2024). *Developing a front-end web app using React*.

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (n.d.). *Dokumen GRK dan Energi*. Retrieved from https://www.menlhk.go.id/cadmin/uploads/1602810476_72c45c6753.pdf.
- Low Carbon Development Indonesia. (n.d.). Sektor Energi. Retrieved from <https://lcdi-indonesia.id/grk-energi/>.
- McKinsey & Company. (2005). *Roads toward a low-carbon future*.
- Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K., & Pilada, W. (2010). *The implementation of Green Supply chain Management practices in electronics industry*. In Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists (Vol. III). Hong Kong.
- Nurchayono, A. S., & Yuwono, B. E. (2019, April). *Analisis pemilihan material ramah lingkungan berdasarkan jejak karbon*. In Prosiding Seminar Intelektual Muda (Vol. 1, No. 1).
- Oktiawati, U. Y., Erlangga, G., & Irving, V. (2022). *Pengembangan aplikasi monitoring bandwidth usage berbasis website menggunakan Django*. Automata, 3(2).
- Rini, E. S. (2009). *Menciptakan pengalaman konsumen dengan experiential marketing*. Jurnal Manajemen Bisnis, 2(1), 15-20.
- Rusdiani, R. R. (2018). *Kajian faktor emisi kendaraan bermotor bahan bakar gasolin roda dua di kota Surabaya*. Surabaya: Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Transaction Publishers.
- Statista. (2022). *Share of carbon dioxide (CO₂) emissions from cars and vans in the transport sector worldwide in 2022*. International Energy Agency.
- Srivastava. (2007). *Determination of brand loyalty factors age group 18-24*. Academy of Marketing Studies Journal.
- Zulifiah, F., & Susilowibowo, J. (2014). *Pengaruh inflasi, BI rate, capital adequacy ratio (CAR), non-performing finance (NPF), biaya operasional dan pendapatan operasional (BOP) terhadap profitabilitas bank umum syariah periode 2008-2012*. Jurnal Ilmu Manajemen, 2(3), 759-770.