

Model Integrasi Pengendalian Pengiriman TBS, Produksi, dan Transportasi CPO pada Agroindustri Kelapa Sawit

Muhammad Arif^{1,2*}, Rika Ampuh Hadiguna¹, Reinny Patrisina¹

¹ Departemen Teknik Industri Universitas Andalas; email: pakarifmt@gmail.com, hadiguna@eng.unand.ac.id, reinny@eng.unand.ac.id

² Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknologi Dumai ; email: pakarifmt@gmail.com

* Corresponding author

Abstrak

Ketersediaan produk di agroindustri kelapa sawit dapat terjamin dengan mengelola aliran material dan produk, mulai dari pemasok, produsen, hingga distributor. Koordinasi antara pemasok, produsen, dan distributor diperlukan untuk mendistribusikan CPO sebagai output pada industri tersebut. Kebijakan transportasi akan mempengaruhi kebijakan produksi dan distribusi mereka sehingga kebijakan persediaan dan kebijakan transportasi harus diintegrasikan. Artikel ini mengembangkan model integrasi yang menjelaskan dari tahap persediaan TBS sampai kepada transportasi CPO sehingga menunjukkan hubungan rantai pasok yang berkelanjutan. Selain itu, model ini juga mempertimbangkan kebutuhan pelanggan yang terikat pada waktu dan biaya. Model menunjukkan kondisi di setiap tahap sebagai suatu hubungan yang saling berkaitan. Tujuan dari artikel ini adalah untuk menentukan model yang dipakai untuk menganalisis kebijakan produksi di pabrik, kebijakan pengisian kembali di pusat distribusi, dan kebijakan transportasi dari pabrik, dalam rangka untuk meminimumkan total waktu dan biaya sistem transportasinya. Dalam mengembangkan model ini, digunakan tiga pendekatan, yaitu: kebijakan terkoordinasi, pengiriman TBS dari kebun, proses selama kegiatan produksi, dan juga perhitungan terkait kegiatan transportasi selama pengiriman berlangsung. Karena model ini diklasifikasikan sebagai pengembangan metode VRP, maka solusinya dapat dicari dengan menggunakan metode yang terintegrasi untuk ketiga permasalahan yang dibahas agar didapatkan model integrasi untuk ketiganya.

Kata Kunci: Rantai Pasok Berkelanjutan, Metode VRP, Koordinasi, CPO

Abstract

[Integration Model of FFB Delivery Control, Production, and CPO Transportation in Palm Oil Agroindustry] Product availability in the palm oil agro-industry can be assured by managing the flow of materials and products, from suppliers, producers, to distributors. Coordination between suppliers, producers, and distributors is required to distribute CPO as an output in the industry. Transportation policies will affect their production and distribution policies so that inventory policies and transportation policies must be integrated. This article develops an integration model that explains from the FFB inventory stage to CPO transportation so as to show a sustainable supply chain relationship. In addition, the model also considers time- and cost-dependent customer demands. The model shows the conditions at each stage as an interrelated relationship. The purpose of this article is to determine the model used to analyze the production policy at the factory, the replenishment policy at the distribution center, and the transportation policy from the factory, in order to minimize the total time and cost of the transportation system. In developing this model, three approaches are used: coordinated policies, FFB delivery from the farm, processes during production activities, and also calculations related to transportation activities during delivery. Since this model is classified as a development of the VRP method, the solution can

be found by using an integrated method for the three problems discussed in order to obtain an integrated model for all three.

Keywords: Sustainable Supply Chain, VRP method, Coordination, CPO

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Supply Chain Management*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Arif, M., Hadiguna, R.A., dan Patrisina, R. (2023). Model Integrasi Pengendalian Pengiriman TBS, Produksi, dan Transportasi CPO pada Agroindustri Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 639-648.

1. Pendahuluan

Minyak kelapa sawit telah menjadi salah satu tanaman primadona dalam perkebunan di Indonesia dan menyumbang devisa non-migas yang signifikan bagi negara. Prospeknya yang cerah dalam perdagangan minyak nabati global telah mendorong pemerintah untuk mengembangkan perkebunan kelapa sawit. Diketahui bahwa kelapa sawit memiliki biaya produksi yang rendah di pasar komoditas dunia dan dapat memenuhi permintaan global yang terus meningkat, diperkirakan mencapai 240 juta ton pada tahun 2050.

Produksi minyak kelapa sawit dimulai dengan mengolah tandan buah segar (TBS). Selain metode panen TBS, manajemen produksi juga berperan penting dalam menghasilkan Crude Palm Oil (CPO) berkualitas tinggi. Untuk meningkatkan daya saing agroindustri kelapa sawit, diperlukan pengelolaan yang terintegrasi, termasuk pengadaan bahan baku, perencanaan produksi, dan pengendalian persediaan di tangki timbun. Dalam hal ini, sistem perencanaan dan pengendalian produksi menjadi krusial untuk mencapai tujuan tersebut.

Kadar asam lemak bebas (ALB) pada minyak kelapa sawit dapat meningkat karena beberapa faktor, seperti TBS yang masih tertinggal, pengolahan yang kurang optimal, dan penimbunan yang berkepanjangan. Oleh karena itu, sistem perencanaan dan pengendalian produksi sangat penting dalam mengatasi masalah kualitas ini. Selain itu, karakteristik panen TBS menuntut manajemen sumber daya pabrik yang efisien dan efektif. Namun, penelitian tentang sistem rantai pasok agroindustri kelapa sawit masih jarang dilakukan. Produksi CPO menggunakan tipe make to stock dan prosesnya bersifat kontinu. Hal menarik adalah ketergantungannya pada hasil panen TBS yang bervariasi dari waktu ke waktu. Maka dari itu, tantangan dalam merencanakan produksi agroindustri kelapa sawit menjadi menarik untuk dipelajari dalam konteks sistem rantai pasok. Oleh karena itu, diperlukan model integrasi yang dapat menjelaskan dan membantu merancang proses produksi CPO dari TBS hingga distribusinya ke pabrik pengolahan untuk menghasilkan produk olahan.

Konsep Supply Chain Management (SCM) semakin penting seiring dengan keinginan para pelaku industri untuk menyediakan produk yang murah, berkualitas, dan cepat dalam operasional perusahaan. Ketiga aspek tersebut memerlukan kolaborasi, koordinasi, dan sinergi dari semua pihak, termasuk supplier, pabrik, perusahaan transportasi, dan jaringan distribusi. Kesadaran akan pentingnya koordinasi yang lebih baik dalam menciptakan produk yang murah, berkualitas, dan cepat inilah yang menjadi dasar

konsep Supply Chain Management sejak tahun 1990. Manajemen rantai pasok yang efektif menjadi kunci keberhasilan bagi produsen dan pengecer. Efisiensi dalam penyediaan produk dengan jumlah yang tepat, di tempat yang tepat, pada waktu yang tepat, dengan biaya yang tepat, menjadi penting untuk mencapai kesepakatan bersama dalam rantai pasok. Manajemen rantai pasok agroindustri akan menjadi faktor kritis bagi kepentingan produsen dan konsumen. Pemanfaatan kendaraan dalam sektor industri transportasi sering kali rendah, dan perbaikan efisiensi dapat menjadi salah satu metode untuk mengurangi permasalahan dalam manajemen rantai pasok agroindustri serta dampak negatifnya terhadap lingkungan.

Pengembangan sistem manajemen rantai pasok yang komprehensif dapat memberikan efisiensi dalam proses operasional. Ini adalah area yang memiliki potensi besar untuk perbaikan dan penerimaan bisnis yang lebih baik dalam manajemen rantai pasok, seperti pengelolaan pasokan bahan baku sebelum masuk ke proses produksi dan pengiriman bahan setengah jadi ke proses produksi selanjutnya. Sebagai contoh, dalam agroindustri kelapa sawit, proses rantai pasok dimulai dari tandan buah segar hingga menjadi minyak kelapa sawit mentah atau CPO (Crude Palm Oil).

Konsep Supply Chain Management (SCM) mengelola aliran material atau produk dari supplier, pabrik, hingga distributor, untuk memastikan ketersediaan produk saat dibutuhkan oleh konsumen. Lokasi yang berbeda pada setiap eselon dalam rantai pasok menyebabkan perlunya koordinasi antar eselon, juga pemindahan produk dari satu eselon ke eselon lainnya. Pengaturan kebijakan transportasi mempengaruhi aliran produk dalam kebijakan produksi dan pemesanan di pabrik dan distributor. Oleh karena itu, kebijakan persediaan dan transportasi perlu dipertimbangkan secara terintegrasi dalam SCM.

Penelitian sebelumnya tentang kebijakan persediaan di sistem rantai pasok agroindustri kelapa sawit, seperti yang dilakukan oleh (Deperiky & Ampuh Hadiguna, 2020), (Zen et al., 2021), (Alamsyah et al., 2023), umumnya belum mempertimbangkan integrasi dengan kebijakan transportasi. Beberapa penelitian, seperti model keberlanjutan yang dikembangkan oleh (Gheewala et al., 2022) dan (Foong & Ng, 2022), sudah memperhitungkan integrasi antara kebijakan persediaan dan transportasi, tetapi implementasinya dilakukan secara berurutan. Dalam artikel ini, akan dikembangkan sebuah model integrasi yang mempertimbangkan kebijakan persediaan dan transportasi secara simultan, di mana kebijakan persediaan akan saling mempengaruhi kebijakan transportasi dan sebaliknya.

Rantai pasok industri kelapa sawit di hulu meliputi berbagai kegiatan seperti di perkebunan, pemasaran, pendistribusian tandan buah segar, dan infrastruktur agroindustri. Sedangkan di hilir meliputi aktivitas di pabrik pengolahan kelapa sawit, penyimpanan minyak mentah kelapa sawit dan kernel, serta proses ekspor. Secara keseluruhan, supply chain industri kelapa sawit dimulai dari kebun swadaya, kemudian melibatkan pengepul, pabrik kelapa sawit, pabrik minyak goreng, distributor, retailer, dan akhirnya konsumen. Pada penelitian lain, ditambahkan juga pedagang besar setelah pengepul atau pedagang pengumpul, dan pada bagian hilir, konsumen dibedakan menjadi dua kategori, yaitu konsumen lokal dan ekspor. Industri kelapa sawit memiliki proses yang terintegrasi dan rantai pasok yang kompleks. Penerapan GSCM pada industri kelapa sawit mencakup seluruh aktivitas dari kebun, pabrik pengolahan kelapa sawit, hingga produk minyak sawit sampai ke konsumen (Primadasa & Tauhida, 2020), (Wang et al., 2022).

Perusahaan dalam industri kelapa sawit perlu menghadapi tantangan besar dengan pendekatan perencanaan terkoordinasi, sehingga kebun, pabrik, tangki timbun, dan distributor dapat berkoordinasi dalam penetapan kebijakan persediaan, termasuk kebijakan produksi, pemesanan, dan transportasi. Dengan cara ini, permintaan di distributor dapat dihitung berdasarkan total permintaan dari pengecer yang dilayani oleh distributor tersebut. Kebijakan persediaan dan transportasi yang diputuskan secara terkoordinasi ini harus ditaati oleh semua entitas dalam rantai pasok tersebut (Transfer & Competitiveness, 2008), (Npueng et al., 2022).

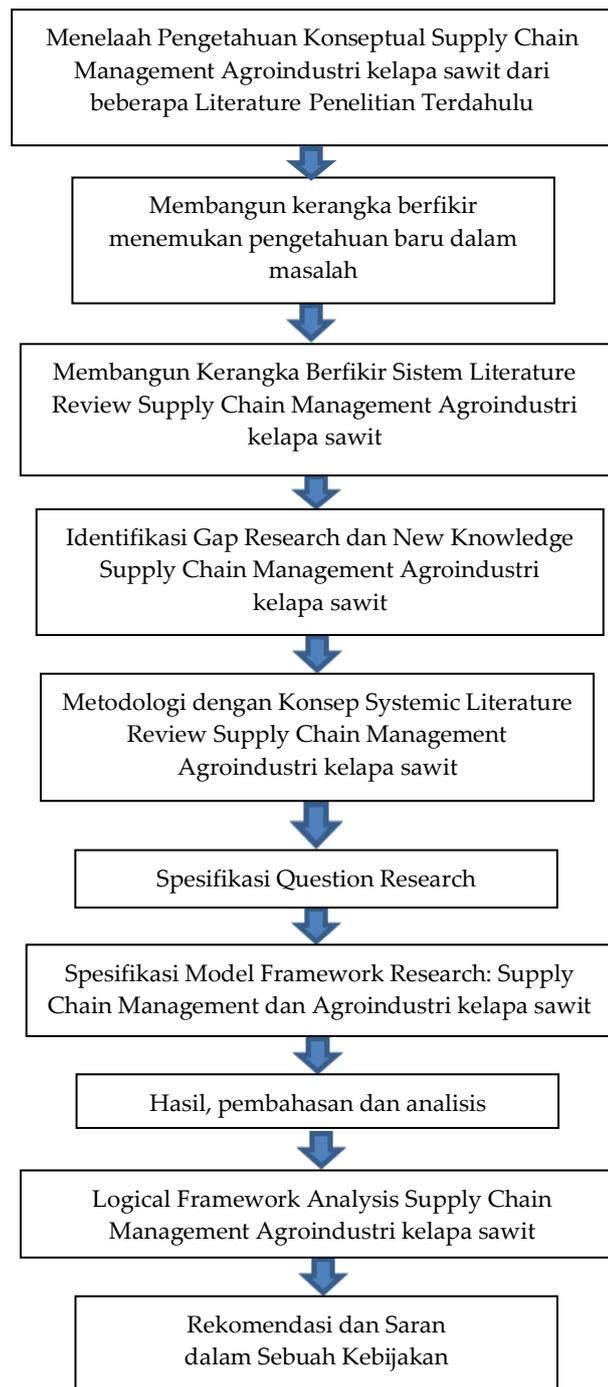
Produksi minyak sawit mentah dimulai dari proses mengolah tandan buah segar. Selain sistem panen TBS, manajemen produksi juga memengaruhi kualitas CPO yang dihasilkan. Untuk meningkatkan daya saing agroindustri kelapa sawit, diperlukan pengelolaan terintegrasi yang melibatkan pasokan bahan baku, perencanaan produksi, dan pengendalian persediaan di tangki timbun. Sebuah sistem perencanaan dan pengendalian produksi diperlukan untuk mencapai hal ini dan juga dapat menerapkan teknologi 4.0 (Dahlioni et al., 2022). Tantangan penting dalam mencapai keseimbangan antara produktivitas agroindustri kelapa sawit dan keberlanjutan lingkungan menjadi faktor kunci bagi semua stakeholder dalam model integrasi ini, serta mengidentifikasi kesenjangan yang terjadi dalam proses tersebut (Lagunes-Espinoza et al., 2022).

Dengan mempertimbangkan saling mempengaruhi antara kebijakan persediaan dan transportasi, model dalam artikel ini bertujuan untuk menentukan kebijakan produksi di pabrik, kebijakan pemesanan di tangki timbun, serta kebijakan transportasi untuk memindahkan produk dari pabrik ke tangki timbun dan dari tangki timbun ke distributor, sehingga ongkos total sistem selama satu periode perencanaan dapat diminimalkan. Biaya total sistem mencakup biaya pesan, biaya simpan, biaya outsource, dan biaya transportasi di semua tingkatan.

Artikel ini bertujuan: (1) mengidentifikasi hambatan terkait pengiriman TBS, produksi, dan transportasi CPO dalam industri kelapa sawit di Indonesia; (2) memodelkan hubungan antara bagian atau eselon yang merupakan bentuk integrasi di industri kelapa sawit di Indonesia; (3) mengklasifikasikan dan mengintegrasikan setiap model dalam industri kelapa sawit di Indonesia. Studi ini disusun dalam urutan yang terperinci, dengan bagian kedua menjelaskan metodologi pengembangan model integrasi pengendalian dari pengiriman, produksi, dan transportasi. Bagian ketiga menampilkan hasil dan diskusi tentang model integrasi yang dibahas. Terakhir, bagian keempat menyajikan kesimpulan dari artikel ini.

2. Metode

Dalam paper ini, digunakan metode penelitian yang dikenal sebagai *systematic literature review* (SLR). Metode ini secara teliti menelaah, merangkum, dan menginterpretasi semua temuan yang berkaitan dengan masalah pada topik penelitian, serta memberikan jawaban atas pertanyaan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Dengan menggunakan SLR, penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan mengikuti tahapan awal pada proses pencarian penelitian yang relevan dengan isu penelitian menggunakan metode *literature review*. Pendekatan ini memastikan bahwa penelitian berjalan objektif dan terhindar dari pemahaman yang bersifat bias dan subjektif dari peneliti. Gambar 1 menjelaskan bahwa *systematic literature review* adalah sebuah pendekatan sistematis dalam metodologi penelitian yang diterapkan dalam artikel ini.

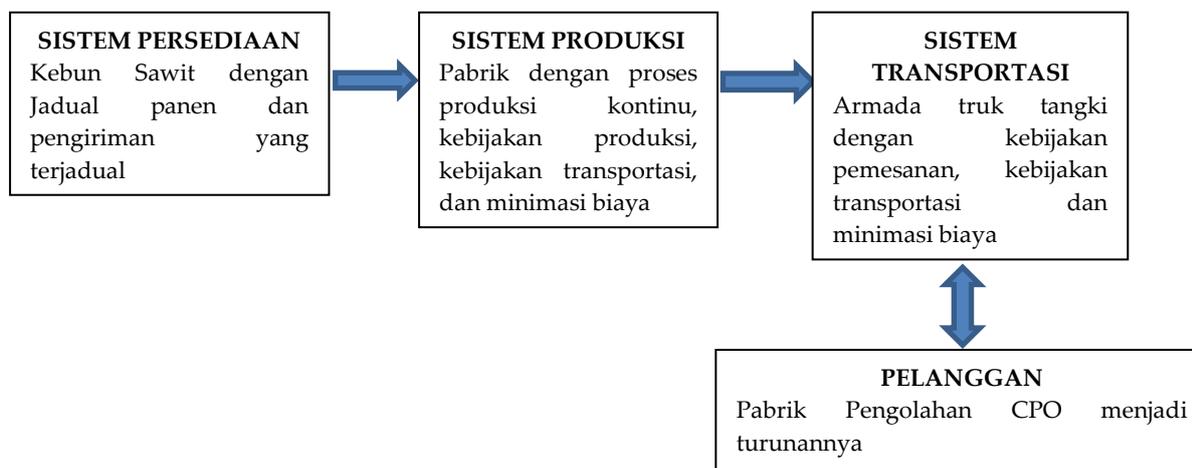


Gambar 1. Rancangan Artikel Review

Dalam penelitian ini, digunakan design literature review dengan pendekatan qualitative systematic literature review untuk menggabungkan hasil temuan dari beberapa penelitian yang berfungsi sebagai data sekunder. Proses merangkum hasil dari beberapa penelitian qualitative ini disebut Meta-sintesa, yang merupakan teknik untuk menyatukan data dari berbagai sumber guna menemukan teori baru dan meningkatkan pemahaman secara mendalam.

Model integrasi pengiriman TBS, produksi, dan transportasi CPO telah dikembangkan untuk sistem rantai pasok dengan 3 eselon atau kelompok yang terdiri dari

kebun sebagai tahap pertama, pabrik PKS dengan tangki timbunnya, dan beberapa distributor seperti yang terlihat pada Gambar 2. Kebijakan pengiriman material TBS dengan sistem dorong mencakup kebijakan produksi di pabrik yang menggunakan proses produksi kontinu dan kebijakan pemesanan di tangki timbun. Kemudian produk diantarkan oleh distributor menggunakan mobil truk tangki CPO. Setiap distributor memasok pabrik pengolahan CPO yang lokasinya berbeda-beda. Untuk meminimalkan biaya total sistem, diperlukan koordinasi dalam penetapan kebijakan persediaan dan transportasi antara kebun, pabrik, dan distributor dalam model ini.



Gambar 2. Model Integrasi Agroindustri Kelapa Sawit

Dalam penelitian ini, telah dikembangkan sebuah model integrasi pengendalian persediaan dan kebijakan transportasi yang bertujuan untuk menetapkan kebijakan produksi, pemesanan, dan transportasi guna meminimalkan ongkos total sistem selama periode perencanaan. Ongkos total sistem (C) meliputi biaya total selama periode pengiriman dari kebun (C_o), biaya di pabrik (C_p), dan biaya distributor (C_d). Proses produksi kontinu di pabrik memungkinkan produksi berjalan terus menerus hingga mencapai saat perawatan pencegahan (w_t) atau semua permintaan konsumen selama periode perencanaan terpenuhi. Dengan begitu, satu periode perencanaan hanya memiliki satu siklus produksi. Panjang periode perencanaan ditentukan berdasarkan jumlah waktu (T) yang tersedia untuk produksi sebelum perawatan pencegahan dilakukan (w_t) dan waktu yang diperlukan untuk merawat fasilitas produksi (w_p).

Dalam sistem distribusi, distributor mengirim produk CPO ke pabrik tujuan menggunakan sistem pengiriman bersama dengan truk tangki yang kapasitasnya disesuaikan dengan permintaan pengiriman. Setelah mengirimkan produk, kendaraan kembali ke distributor. Semua kendaraan distributor memiliki kapasitas yang sama. Biaya transportasi merupakan salah satu komponen biaya total distributor, selain biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

Biaya transportasi pada distributor dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk mengirim produk dari distributor ke setiap pabrik yang dipasoknya, biaya penggunaan kendaraan, dan biaya perjalanan ke setiap pabrik. Jumlah kendaraan

yang diperlukan tergantung pada kapasitas kendaraan yang tersedia dan jumlah produk CPO yang harus dikirim.

Dalam kasus transportasi, ketika permintaan rata-rata meningkat, fungsi pemenuhan permintaan konsumen menjadi lebih buruk karena berdampak pada biaya transportasi, biaya kekurangan, dan jumlah kendaraan aktif. Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan beban kendaraan. Kendaraan mencoba untuk memenuhi permintaan dari lebih banyak pelanggan, sehingga biaya transportasi, biaya kendaraan aktif, dan ketidakseimbangan beban kendaraan meningkat. Variasi ini berlanjut sampai semua permintaan terpenuhi.

Masalah optimasi yang berkaitan dengan pengiriman barang menggunakan rute optimal dari depot ke sejumlah pelanggan untuk meminimumkan biaya perjalanan disebut sebagai Vehicle Routing Problem (VRP). Terdapat beberapa komponen dalam VRP, yaitu pelanggan, depot, pengemudi, dan rute kendaraan. Tujuan dari VRP adalah membentuk model berdasarkan data yang telah diperoleh dan menentukan rute perjalanan yang optimal. Langkah pertama adalah membentuk fungsi objektif dari permasalahan, kemudian membentuk kendala-kendala yang mungkin terjadi. Setelah terbentuk model, dicari solusi dari permasalahan tersebut. Total biaya perjalanan diperoleh dengan mengalikan biaya perjalanan per kilometer dengan total jarak yang ditempuh (Osorio-Mora et al., 2021).

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam dunia industri, jadwal produksi dan distribusi memiliki peran penting dalam mengelola persediaan bahan baku serta mengoptimalkan penggunaan waktu dan biaya. Manajemen rantai pasok telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam berbagai industri, termasuk agroindustri kelapa sawit, dan membantu menghadapi fluktuasi ekonomi. Dalam rantai pasok agroindustri, produsen terletak di berbagai lokasi dan perusahaan terlibat dalam berbagai aspek seperti pemenuhan pesanan, pengadaan bahan baku, penerapan teknologi informasi, serta transportasi, yang semuanya berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan kehandalan dalam pengiriman produk dan layanan pelanggan.

Dalam menangani permasalahan pengiriman barang, Model Vehicle Routing Problem mengandalkan depot sebagai titik awal pengiriman. Setiap depot melakukan pengiriman barang ke beberapa pabrik tujuan untuk CPO. Setiap depot hanya memiliki satu kendaraan dengan kapasitas yang sama seperti kapasitas truk tangki. Jika seluruh barang telah dikirimkan, kendaraan akan kembali ke depot untuk mengisi ulang stok pengiriman CPO. Tujuan utama dari model ini adalah untuk mencari solusi yang dapat meminimalkan biaya perjalanan agar efisiensi distribusi dapat ditingkatkan:

$$\min Z = \sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^4 c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Kendala pada permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Perjalanan kendaraan berawal dari depot dan mengunjungi pelanggan.

$$\sum_{j=2}^4 x_{1j} \leq 1, k = 1, 2, 3, 4 \quad (2)$$

2. Perjalanan kendaraan kembali ke depot setelah mengunjungi pelanggan

$$\sum_{j=2}^4 x_{j1} \leq 1, k = 1, 2, 3, 4 \quad (3)$$

3. Pelanggan dilayani satu kali. Apabila telah dilayani, maka kendaraan mengunjungi pelanggan lainnya. Artinya terdapat dua perjalanan yaitu mengunjungi dan meninggalkan pelanggan untuk menuju pelanggan lainnya

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{k=1}^{11} x_{ij k} = 1, j = 1, 2, \dots, 11 \quad \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^{11} x_{ij k} = 1, i = 1, 2, \dots, 11 \quad (4)$$

4. Jika kendaraan yang mengunjungi pelanggan maka setelah melayani pelanggan, kendaraan akan meninggalkannya

$$\sum_{i=1}^{11} x_{ir k} - \sum_{j=1}^{11} x_{rj k} = 0 \quad (5)$$

5. Jumlah permintaan pelanggan dalam suatu waktu tidak melebihi kapasitas kendaraan.

$$\sum_{j=2}^{11} \sum_{i=1}^{11} x_{ij k} \leq Q_k \quad (6)$$

Keterangan simbol

c_{ij} merupakan biaya perjalanan kendaraan dari i menuju j

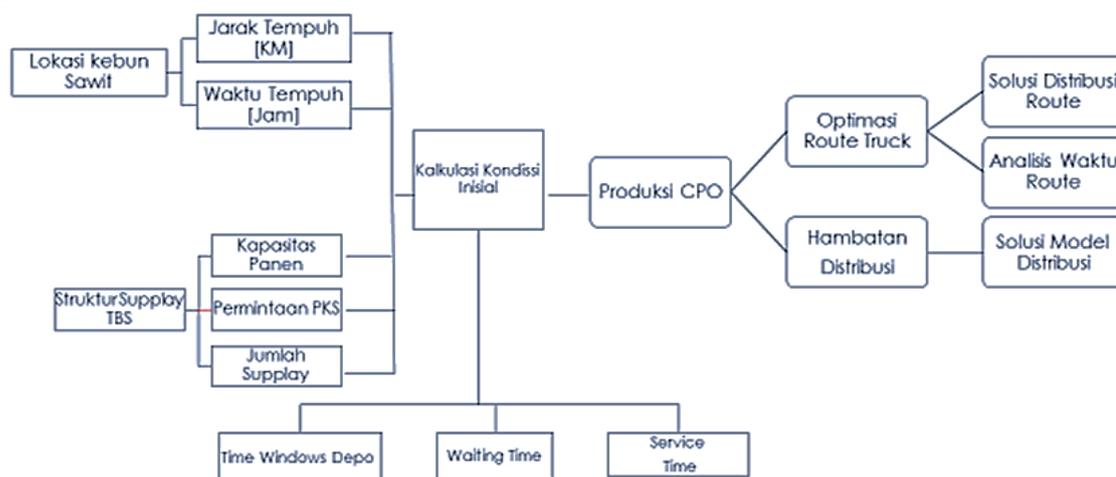
$x_{ij k}$ merupakan perjalanan kendaraan dari i menuju j pada waktu ke- k

$x_{ij k}$ merupakan variabel keputusan yang bernilai 0 atau 1

q_j merupakan jumlah permintaan pelanggan ke- j

Q_k merupakan kapasitas kendaraan pada waktu ke- k

Manajemen rantai pasok melibatkan luasnya area pemasaran dan distribusi yang mengharuskan seluruh jaringan pasokan meningkatkan kemampuannya untuk memenuhi harapan konsumen dalam hal kualitas melalui manajemen kualitas dan praktik yang diterapkan dalam rantai pasokan. Dengan menerapkan prinsip-prinsip SCM dalam agroindustri, perusahaan dapat mengurangi produk cacat dan memperkuat hubungan di seluruh rantai pasokan secara keseluruhan. Dalam menghadapi ketidakpastian yang dihadapi oleh konsep produk dari perkebunan kelapa sawit saat ini, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Ketidakpastian Pada Agroindustri Kelapa Sawit

Pengembangan sistem rantai pasok agroindustri kelapa sawit yang efektif dapat diidentifikasi dari aspek monitoring dan kontinuitasnya, yang bertujuan untuk mencapai keunggulan kompetitif. Dalam manajemen rantai pasok agroindustri kelapa sawit, perhatian khusus diberikan pada pengadaan bahan baku dan proses produksi yang berhubungan dengan pemasok bahan baku. Pengendalian dan pengontrolan yang baik terhadap bahan baku akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem produksi. Keputusan yang tepat dan tepat waktu juga menjadi faktor kunci dalam kesuksesan supply chain agroindustri

kelapa sawit, sehingga sumber daya manusia yang berpengalaman dalam pemahaman supply chain management menjadi kunci untuk menghindari potensi kerugian akibat kesalahan dalam pengorderan bahan baku.

Keuntungan yang diperoleh dari aplikasi model integrasi rantai pasok ini mencakup manfaat keseluruhan yang terdistribusi di semua tahap rantai tersebut. Implikasinya semakin besar keuntungan yang didapatkan dari model integrasi rantai pasok, semakin baik pula pelayanan yang diberikan kepada pelanggan dalam hal pengiriman TBS, produksi, dan transportasi CPO. Integrasi supply chain agroindustri kelapa sawit berikutnya adalah mencoba untuk mengintegrasikan model hubungannya. SCM memerlukan integrasi dari seluruh kegiatan, seperti sumber daya, pengadaan, penjadwalan produksi, pesanan pengolahan, manajemen persediaan, transportasi, manufaktur, pergudangan, dan layanan pelanggan. Proses integrasi ini menunjukkan bahwa integrasi adalah kunci dalam memahami hubungan dengan pelanggan dan menemukan cara bagaimana strategi tersebut berbeda serta mempengaruhi kinerja perusahaan.

Akhirnya artikel ini membuktikan bahwa inisiatif perusahaan bervariasi tergantung pada tujuan yang ingin dicapai, dan mengusulkan kerangka kerja untuk menetapkan inisiatif integrasi perusahaan di sektor agroindustri kelapa sawit berdasarkan kemampuan organisasi, serta menyajikan model proses transportasi yang terintegrasi, yang menyoroti pentingnya komunikasi antara proses dan mitra dalam rantai pasokan tersebut.

4. Kesimpulan

Analisis tentang efektivitas dan efisiensi suatu rantai pasok dan logistik dapat membantu merumuskan strategi untuk meminimalkan risiko, memperbaiki kinerja rantai pasok yang kurang optimal, dan mencegah kegagalan. Dalam mengelola model rantai pasok agroindustri, fokus utama harus diberikan pada kualitas hubungan eksternal dengan para pelaku rantai pasok, dengan menekankan pada kemitraan, kepercayaan, dan keberlanjutan dalam menjalankan aktivitas rantai pasok agroindustri kelapa sawit.

Rantai pasok agroindustri kelapa sawit, yang mengadopsi model integrasi pengendalian pengiriman TBS, produksi, dan transportasi CPO, bertujuan untuk mencapai sinergi antara para pelaku dalam rantai pasok di sektor agroindustri tersebut. Sinergi ini mencakup upaya mengorganisir dan mengelola aktivitas yang terjadi di ketiga tahap tersebut dengan cara yang terkoordinasi. Keberhasilan interaksi antara berbagai elemen dalam rantai pasok ini sangat bergantung pada komitmen para pelaku yang terlibat, terutama dalam membangun hubungan yang kuat dalam sistem rantai pasok agroindustri kelapa sawit untuk masa depan.

Ucapan Terima Kasih: Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik, Program Studi S3 Teknik Industri UNAND yang mendanai kegiatan penulisan artikel review ini, sehingga dapat dijadikan karya publikasi yang disampaikan pada Seminar Nasional Teknik Industri 2023 (Senasti 2023).

Daftar Pustaka

Alamsyah, Z., Mara, A., Rayesa, N. F., Hamid, E., Yanita, M., Fauzia, G., & Napitupulu, D. M. T. (2023). Oil palm contribution to sdgs achievement: A case study in main oil palm

- producing provinces in Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 373. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337304030>
- Dahlani, L., Wirandayu, S., & Dewantara, M. (2022). Implementation of technology 4.0 in achieving the effectivity and efficiency of the production process in palm oil plantation. *E3S Web of Conferences*, 348, 0–5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234800011>
- Deperiky, D., & Ampuh Hadiguna, R. (2020). I N V E N T O R Y Industrial Vocational E-Journal On Agroindustry Supply Chain Management Agroindustri: Sebuah Literature Review. *Inventory | Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry*, 1(1), 1–7.
- Foong, S. Z. Y., & Ng, D. K. S. (2022). A systematic approach for synthesis and optimisation of sustainable oil palm value chain (OPVC). *South African Journal of Chemical Engineering*, 41(December 2021), 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2022.05.001>
- Gheewala, S. H., Jaroenkietkajorn, U., Nilsalab, P., Silalertruksa, T., Somkerd, T., & Laosiripojana, N. (2022). Sustainability assessment of palm oil-based refinery systems for food, fuel, and chemicals. *Biofuel Research Journal*, 9(4), 1750–1763. <https://doi.org/10.18331/brj2022.9.4.5>
- Lagunes-Espinoza, L. D. C., Vazquez-Navarrete, C. J., Rincón-Ramirez, J. A., & Halvorsen, K. E. (2022). Oil palm crop: State and gaps of research and technological development at global scale, Latin America and Mexico. *Cahiers Agricultures*, 31. <https://doi.org/10.1051/cagri/2021038>
- Npueng, S., Oosterveer, P., & Mol, A. P. J. (2022). Governing sustainability in the Thai palm oil-supply chain: the role of private actors. *Sustainability: Science, Practice, and Policy*, 18(1), 37–54. <https://doi.org/10.1080/15487733.2021.2021688>
- Osorio-Mora, A., Soto-Bustos, M., Gatica, G., Palominos, P., & Linfati, R. (2021). The Multi-Depot Cumulative Vehicle Routing Problem with Mandatory Visit Times and Minimum Delayed Latency. *IEEE Access*, 9, 27210–27225. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3058242>
- Primadasa, R., & Tauhida, D. (2020). Hubungan antar Hambatan Green Supply Chain Management (GSCM) pada Industri Kelapa Sawit di Indonesia. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 19(1), 40–49. <https://doi.org/10.25077/josi.v19.n1.p40-49.2020>
- Transfer, T., & Competitiveness, I. (2008). *Japan-Indonesia Seminar on Technology Transfer & National Seminar on Industrial Systems Planning 2008*.
- Wang, R., Lee, K. E., Mokhtar, M., & Goh, T. L. (2022). The Challenges of Palm Oil Sustainable Consumption and Production in China: An Institutional Theory Perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/su14084856>
- Zen, Z., Kuswardani, R. A., & Lubis, Y. (2021). Kajian Strategi Integrasi Nilai-Nilai Keberlanjutan Kedalam Proses Pembangunan Kelapa Sawit Rakyat Di Tapanuli Selatan. *Jurnal Agrica*, 14(1), 33–47. <https://doi.org/10.31289/agrica.v14i1.4131>