

Sistem Pendukung Keputusan Cerdas Menggunakan Metode Ant Colont Optimization (ACO) untuk Pencarian Jalur Optimum Rantai Pasok Bioenergi Berbasis Kelapa Sawit

Rina Maryani^{1✉}

¹Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Lubuk Dalam

rinamaryani177@gmail.com

Abstract

The concept of supply chain management in business activities is very necessary. This concept involves more than one type of company. One of the businesses that requires this concept is palm oil-based bioenergy management. The optimal path in the supply chain network is very difficult, because the product supply chain network is perishable. For that we need an intelligent decision support system model in the search for the optimal path. The purpose of this study is to determine the optimum value and to find the optimum path of the palm oil-based bioenergy supply chain. The method used in the development of the model is the ant colony optimization method, namely the shortest path method. The data processed is the distance and time of supply. The optimal path search result is 0.035. So that this research becomes a reference in determining the optimal path.

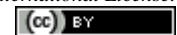
Keywords: Intelligent Decision Support System, Supply Chain, Optimum Path, Ant Colony, Oil Palm.

Abstrak

Konsep manajemen rantai pasok pada aktivitas bisnis sangat diperlukan. Konsep ini melibatkan lebih dari satu jenis perusahaan. Salah satu usaha yang memerlukan konsep ini adalah pengelolaan bioenergi berbasis kelapa sawit. Jalur yang optimal dalam jaringan rantai pasok sangat sulit, karena jaringan rantai pasok produk yang bersifat perishable. Untuk itu dibutuhkan suatu model sistem penunjang keputusan cerdas dalam pencarian jalur teroptimum. Tujuan penelitian ini adalah penentuan nilai optimum serta pencarian jalur optimum dari rantai pasok bioenergi berbasis kelapa sawit. Metode yang digunakan dalam pengembangan model adalah metode optimasi koloni semut, yaitu metode shortest path. Data yang diolah adalah jarak dan waktu pasok. Hasil pencarian jalur teroptimum adalah 0.035. Sehingga penelitian ini menjadi rujukan dalam penentuan penentuan jalur yang optimal.

Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan Cerdas, Rantai Pasok, Jalur Optimum, Koloni Semut, Kelapa Sawit.

INFEB is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Bioenergi adalah energi yang berasal dari biomassa, yaitu bahan-bahan organik berumur relatif muda. Bahan ini berasal dari tumbuhan atau hewan, produk dan limbah industri. Biomassa juga merupakan bahan-bahan asal biologis, yang tertanam dalam formasi geologi, dan ditransformasikan ke fosil [1].

Keberlangsungan dan ketersediaan energi sangat penting untuk mendukung semua aktivitas di dunia. Dalam menjaga keberlangsungan ini merupakan prinsip kunci dari manajemen sumber daya alam [2].

Sumber biomassa bervariasi secara regional. Sumber dikendalikan oleh mekanisme yang penggerak secara multidimensi, yaitu air, tanah, dan iklim untuk menjaga sistem yang berkelanjutan.

Kelapa sawit merupakan sumber biomassa yang melimpah, karena membutuhkan lebih sedikit pupuk dan pestisida dibandingkan dengan benih minyak lainnya. Untuk tanah gambut yang lebih sedikit air

dapat dibudidayakan dengan baik, sehingga unsur-unsur residu kelapa sawit dapat menghasilkan pengganti bahan bakar fosil yang berkelanjutan [3], [4].

Manajemen rantai pasok menjadi salah satu isu dari berbagai jenis permasalahan di dunia dalam manajemen teknologi energi. Rantai pasok adalah jaringan organisasi, aliran, dan proses yang di dalamnya terlibat sejumlah perusahaan. Elemen yang terkait adalah supplier, pabrik, distributor dan retailer, yang bekerja sama sepanjang rantai nilai untuk mendapatkan bahan baku, mengkonversi bahan baku menjadi barang jadi dan pengiriman barang jadi ke pelanggan akhir [5], [6]. Rantai pasok merupakan kegiatan manajemen dalam mengelola seluruh rantai aliran bahan baku, proses pabrik, pembuatan produk, dan distribusi barang jadi ke pelanggan akhir [7].

Penelitian ini menggunakan model Sistem Pendukung Keputusan Cerdas (SPKC) dalam pencarian jalur teroptimum di dalam manajemen rantai pasok

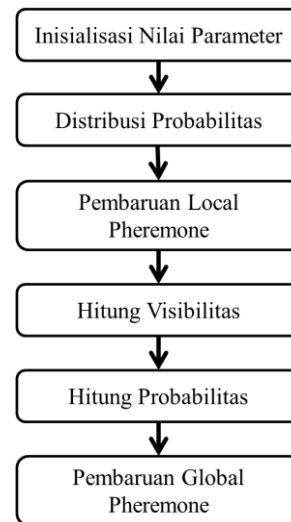
bioenergi berbasis kelapa sawit. Jalur optimum adalah jalur terpendek (berbasis jarak) dengan menggunakan metode Ant Colony Optimization (ACO). Pencarian jalur optimum tidak saja berdasarkan jarak terpendek, tetapi juga melibatkan berbagai variabel pengukuran kinerja lainnya. Metode ACO dikombinasikan dengan perhitungan beberapa variabel kinerja, yaitu variabel dasar, perspektif skor, variabel *added value* dan biaya transportasi dalam mendapatkan perhitungan kinerja rantai pasok teroptimasi [8].

SPKC merupakan SPK yang dirancang dan dibangun dengan melibatkan beberapa teknik dan metode pemodelan. SPK yang dirancang dan dikembangkan menggunakan satu atau lebih teknik berbasis kecerdasan buatan [9]. Perbandingan jarak antara dua jalur yang panjang tepinya diwakili oleh bilangan bulat Fuzzy dan teknik koloni semut Fuzzy. ACO mensimulasikan perilaku koloni semut dalam mengidentifikasi rute yang efektif dari sarangnya ke sumber makanan [10]. Semut meninggalkan sebuah informasi yang disebut pheromone sebagai tempat yang dilaluinya dan menandai rute tersebut. Pheromone digunakan adalah komunikasi antar semut pada saat membangun rute [11], [12]. Semakin banyak semut yang mengikuti jalur ini, semakin banyak semut lainnya yang akan melewati jalur tersebut [13]. Semakin banyak semut yang melalui jalur tersebut maka semakin pekat aroma pheromone sehingga akan banyak semut yang melewati jalur tersebut [14]. Sebagian semut akan memilih berjalan ke arah atas lalu sebagiannya lagi akan berjalan ke arah bawah. Ketika menemukan makanan, semut – semut tersebut akan kembali ke koloninya sambil memberikan tanda dengan jejak feromon [15].

ACO merupakan salah satu optimasi yang digunakan dalam menentukan jalur [16]. Kekurangan algoritma ACO ini adalah waktu proses dalam mendapatkan hasil yang paling optimal sangat tergantung dari jumlah iterasi perhitungan yang digunakan [17], [18]. Konsep algoritma ACO didasarkan pada komunikasi antara semut [19]. Rute yang pendek akan mengandung feromon yang cukup padat dan mempengaruhi probabilitas semut lain mengikuti rute tersebut [20].

2. Metodologi Penelitian

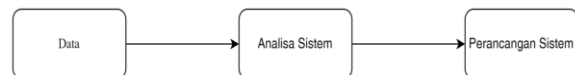
Penelitian ini berkonsep aktualisasi dan berfokus pada tujuan yang dicapai untuk menciptakan sistem yang terbukti dapat memecahkan masalah yang diteliti. Metode penelitian digambarkan dalam bentuk kerangka ACO yang disajikan pada Gambar 1



Gambar 1. Kerangka Kerja ACO

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan merupakan tahapan Metode ACO dengan data aktual yang ada dalam meningkatkan persentase tingkat akurasi. Bagan alir analisa dan perancangan disajikan pada Gambar.



Gambar 2. Bagan Alir

3.1. Data

Data dalam penelitian adalah data diagram aliran proses pengolahan PT. Perkebunan Nusantara V dan PKS, serta mitra perusahaan. Mitra perusahaan terdiri dari INTI (Hasil kebun milik perusahaan PTP Nusantara V), Plasma (Pihak wilayah pemukiman dan usaha tani yang dikembangkan oleh petani peserta dalam rangka pelaksanaan proyek Perusahaan Inti Rakyat (PIR) yang meliputi pekarangan, perumahan, dan kebun plasma) dan Pihak ke III yaitu petani-petani lingkungan sekitar dan pengepul buah kelapa sawit yang bekerja sama dengan pihak perusahaan PTP Nusantara V. Data berupa hasil jumlah produksi (tonase), jumlah biaya dan harga pokok dalam setiap bulan yang akan diolah oleh perusahaan yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Produksi

Penentuan pencarian jalur terpendek sesuai dengan data map. Variabel yang diolah adalah jarak pemasok kelapa sawit yang ada pada PKS Lubuk Dalam, waktu yang ditempuh oleh pemasok khususnya plasma dan pihak ke III. Data disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak dan waktu tempuh pemasok

No	Nama Kampung	Jarak	Waktu
1	Lubuk Dalam	20	25
2	Rawang Kao Barat	40	30
3	Rawang Kao	30	45
4	Sri Gading	30	35
5	Empang Baru	45	55
6	Sialang Baru	20	25
7	Sialang Palas	40	30

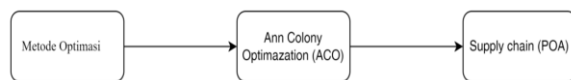
Proses pengiriman tandan buah segar ke rantai pasok PT. PTP Nusantara V dan PT PKS dianalisis secara deskriptif menggunakan model POA. Analisis meliputi tujuh dimensi pengukuran yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Matrik Pengukuran Kinerja Rantai Pasok

Dimensi	Parameter	Keterangan
Ongkos	Biaya yang muncul karena dalam pelaksanaan suatu aktivitas ada sumber daya yang digunakan (tenaga kerja, material peralatan)	Biaya bisa diukur dalam nilai rupiah per tahun atau diukur relatif terhadap nilai Penjualan dalam setahun (Rp/Tahun)
Waktu	Waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing dari setiap operasi rantai pasokan (memproses pesanan pelanggan, memperoleh bahan baku, menyiapkan operasi manufaktur)	Waktu diukur sebagai hari berdasarkan masing-masing dari aktivitas rantai pasokan (hari)
Kapasitas	Ukuran jumlah beban kerja yang dapat dilakukan oleh sistem atau bagian dari rantai pasokan dalam jangka waktu tertentu	Kapasitas produksi suatu pabrik, kapasitas pengiriman dari sebuah supplier, kapasitas penyimpanan sebuah gudang (Ton)
Kapabilitas	Reliabilitas, Ketersediaan, dan Fleksibilitas	Deviasi waktu pengiriman, penyediaan produk dalam waktu yang diperlukan, dan fleksibilitas pengadaan, produksi, pengiriman (%)
Produktivitas	Mengukur sejauh mana sumber daya pada supply chain digunakan secara efektif dalam mengubah input menjadi output	Rasio Output dan Input (%)
Utilisasi	Mengukur tingkat pemakaian sumber daya dalam kegiatan supply chain	Utilitas mesin, gudang, pabrik, dan sebagainya (%)
Outcome	Merupakan hasil dari suatu proses atau aktivitas	Nilai tambah yang diberikan pada produk-produk yang dihasilkan (%)

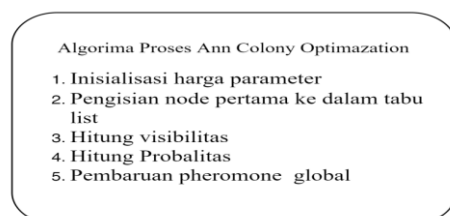
3.2. Analisa Sistem

Analisa terhadap data yang diolah dilakukan dalam beberapa tahap yang disajikan pada Gambar 4.



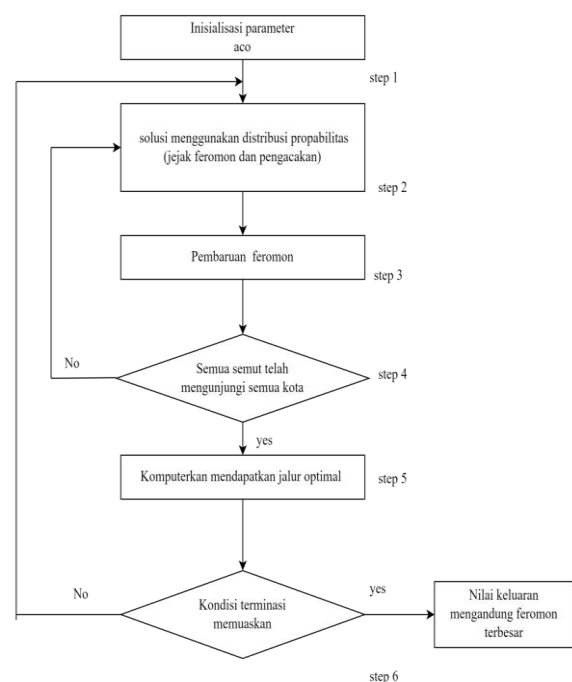
Gambar 4. Analisa Sistem

Analisa sistem penelitian ini menggunakan beberapa algoritma terhadap data. Data diolah dengan menghitung secara matematika untuk dapat menentukan jalur teroptimal. Kinerja rantai pasok menggunakan ACO dan kinerja aktivitas diukur menggunakan Supply Chain of POA (Performance of Activity). Gabungan ini digunakan karena rantai pasok melibatkan beberapa pihak. Tahap algoritma disajikan pada Gambar 5.

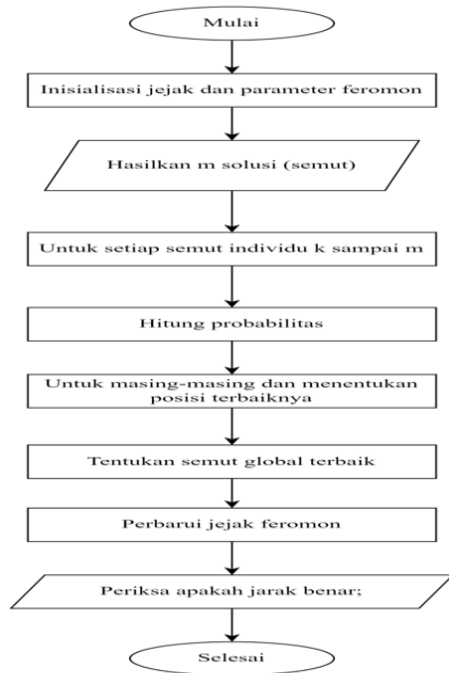


Gambar 5. Algoritma ACO

Algoritma penentuan jalur teroptimum di dalam sebuah rantai pasok disajikan dalam bentuk flowchat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Algoritma Jalur Teroptimum



Gambar 7. Algoritma Kolono Semut

Jarak antara pemasok disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Koordinat X dan Y

Pemasok	Koordinat x	Koordinat y
1	20	25
2	40	30
3	30	45
4	30	35
5	45	55

Perhitungan dalam langkah-langkah yang digunakan dalam inisialisasi harga parameter disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jarak Antar Pemasok

Jarak	1	2	3	4	5
1	0	20	22	14	39
2	45	0	18	11	25
3	22	18	0	10	18
4	14	11	10	0	25
5	39	25	18	25	0

Setelah jarak antar pemasok diketahui, maka dapat di hitung visibilitas antar pemasok yang tunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Visibilitas antar Pemasok

Jarak	1	2	3	4	5
1	0	0,050	0,0454	0,0714	0,0256
2	0,1541	0	0,3854	0,0909	0,0400
3	0,0454	0,055	0	0,1000	0,0555
4	0,0714	0,090	0,1000	0	0,0400
5	0,0256	0,040	0,0555	0,0400	0

Kemudian dihitung probabilitas tiap pemasok yang dituju. Seluruh titik yang telah dikunjungi, maka dilakukan pembaruan Pheremone lokal. Hasil pembaharuan disajikan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Pembaruan

Semut	1	2	3	4	5
S1	0	1,005	0,969	0,782	0,666
S2	1,005	0	0,011	0,019	0,009
S3	0,969	0,011	0	0,014	0,009
S4	0,782	0,019	0,014	0	0,009
S5	0,666	0,014	0,009	0,009	0

Maka rute yang ditempuh serta panjang rute diperoleh dapat di lihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Pembaruan Pheromone Lokal

Semut	Rute	Panjang	Nilai
S1	[13452]	0,037	30,86
S2	[23145]	0,049	25,70
S3	[35421]	0,045	32,05
S4	[45123]	0,055	18,00
S5	[12354]	0,035	25,95

Hasil rute terbaik didapatkan pada iterasi ke lima, yaitu 0.035 yang menjadi jalur terpendek. Selanjutnya di lakukan perhitungan pembaharuan Pheremone global dan diperoleh hasil $\tau_{21} = \tau_{12} = ((1 - 0,1) * (0,010) + (0,1 * 25,95)) = 2,6031$.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini belum optimal, namun telah mendekati. Hasil perhitungan jarak tempuh dengan algoritma ACS terlihat bahwa jarak tempuh terpendek didapat melalui perhitungan dengan menggunakan algoritma ACO.

4. Kesimpulan

Algoritma ACO dengan menggunakan fungsi heuristik didapatkan hasil yang optimal, yaitu waktu proses dalam mendapatkan hasil yang paling optimal sangat tergantung dari jumlah iterasi perhitungan yang digunakan.

Daftar Rujukan

- [1] Afzali, S., Mohamadi-Baghmolaei, M., & Zendejboudi, S. (2021). Application of gene expression programming (Gep) in modeling hydrocarbon recovery in wagg injection process. *Energies*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/en14217131>
- [2] Arkeman, Y., Rizkyanti, R. A., & Hambali, E. (2017). Determination of Indonesian palm-oil-based bioenergy sustainability indicators using fuzzy inference system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 65(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/65/1/012013>
- [3] Darwish, E., Wahed, M., & Salama, A. (2021). Solving the Shortest Path Problem by Fuzzy Ant Colony Optimization Algorithm. *Alfarama Journal of Basic & Applied Sciences*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.21608/ajbas.2021.91699.1063>
- [4] Kaniapan, S., Hassan, S., Ya, H., Nesan, K. P., & Azeem, M. (2021). The utilisation of palm oil and oil palm residues and the related challenges as a sustainable alternative in biofuel, bioenergy, and transportation sector: A review. *Sustainability (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063110>
- [5] Utama, D., Djatna, T., Hambali, E., Marimin, M., & Kusdiana, D. (2011). Intelligent Decision Support Systems for Searching the Optimum Palm Oil Based Bio-Energy Supply Chain By Using Ant Colony Optimization Method. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 21(1), 50–62. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/3668>

- [6] Debora Ertji Amelia Manuputty, Christie E. J. C. Montolalu, & Tohap Manurung, (2021).. Solving the Shortest Path Problem by Fuzzy Ant Colony Optimization Algorithm <https://doi.org/10.21608/adjas.202191699106330>
- [7] Mochen Liao & Yuan Yao (2021). . Applications of artificial intelligence-based modeling for bioenergy systems: A review <https://doi.org/10.1111/gcbb.128161>
- [8] Gustina, Dian and Syah Putra & Arman (2020) Metode Ant Colony Pada Pencarian Jalur Tercepat Ketempat Wisata Terdekat. Metode Ant Colony Pada Pencarian Jalur Tercepat Ketempat Wisata Terdekat (SINAPTIKA UMB2020), 12 (1). pp. 1-24. ISSN 2086-8251
- [9] Maun Jamaludin, NIDN. 0420106601 (2022) The influence of supply chain management on competitive advantage and company performance. Uncertain Supply Chain Management, 9. pp. 696-704
- [10] Lutfi Erik Prasetyo, dkk (2021) Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization Menentukan Nilai Optimal Dalam Memilih Objek Wisata Berbasis Android [Template_INFEB\(Ind\) \(1\).doc](https://doi.org/10.21608/adjas.202191699106330)
- [11] Tyas, Y. S., & Prijodiprodjo, W. (2013). Aplikasi Pencarian Rute Terbaik dengan Metode Ant Colony Optimazation (ACO). IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems), 7(1), 55-64.
- [12] Misinem, m., kurniawan, t. B., astried, a., & widians, j. A. (2020). Model simulasi penyelesaian masalah perjalanan penjual menggunakan pendekatan kecerdasan buatan, optimisasi koloni semut. Jurnal bina komputer, 2(2), 89-98. <https://doi.org/10.33557/binakomputer.v2i2.974>
- [13] Haris, A., Juwita, T., Aziza, R. N., Sikumbang, H., & Siregar, R. R. A. (2021). Implementasi Ant Colony Optimization (ACO) pada Sistem Irigasi Lahan Tadah Hujan. KILAT, 10(2), 336-348. <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i2.1518>
- [14] Khairansyah, M. D., Ashari, M. L., & Mufidah, I. (2021). Penentuan Jalur Evakuasi Terpendek Pada Industri Plastik Menggunakan Ant Colony Optimization. Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety), 8(1), 53-61. <https://doi.org/10.46447/ktj.v8i1.312>
- [15] Prasetyo, L. E., Istiadi, I., & Marisa, F. (2021). Sistem optimasi pendistribusian bahan makanan dan snack dengan algoritma Ant Colony Optimization (ACO). AITI, 18(1), 88-96. <https://doi.org/10.24246/aiti.v18i1.88-96>
- [16] Peranginangin, J., Purba, R., & Halim, A. (2021). Analisis Perbandingan Algoritma ACO-TS dan ACO-SMARTER Dalam Menyelesaikan Traveling Salesman Problem. Jurnal media informatika budidarma, 5(4), 1698-1705. [http://dx.doi.org/10.30865/mib.v5i4.3283](https://doi.org/10.30865/mib.v5i4.3283)
- [17] Manuputty, D. E. A., Montolalu, C. E., & Manurung, T. (2021). Penentuan Jalur Terpendek Distribusi Air Mineral Menggunakan Ant Colony Optimization. d'CARTESIAN: Jurnal Matematika dan Aplikasi, 10(2), 76-82. <https://doi.org/10.35799/dc.10.2.2021.34987>
- [18] Kaunang, T., & Hartomo, K. (2022). Pencarian Rute Optimal Wisata Alam Kota Tomohon Menggunakan Ant Colony Optimization (ACO). JOINTER: Journal of Informatics Engineering, 3(01), 30-33. <https://doi.org/10.53682/jointer.v3i01.48>
- [19] Hasan, F., Suyono, H., & Lomi, A. (2022). Optimizing Maximum Power Point Tracking on Photovoltaic Arrays using Ant Colony Optimization and Particle Swarm Optimization Algorithms. JOURNAL OF SCIENCE AND APPLIED ENGINEERING, 5(1), 7-19. <https://doi.org/10.31328/jsae.v5i1.3263>
- [20] Pratama, R. A. (2022). Perbandingan solusi cvrp pada distribusi buku aqila di surakarta menggunakan algoritme tabu search dan algoritme aco. Jurnal riset dan aplikasi matematika (jram), 6(1), 13-22. <https://doi.org/10.26740/jram.v6n1.p13-22>