

OPTIMISASI RUTE CPO MENGGUNAKAN TEKNIK PROGRAM DINAMIK**Ryantoni Saroha Sinaga¹, Aghni Syahmarani²**Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara
ryansinaga0@gmail.com**Abstract**

This research aims to optimize the delivery routes of Crude Palm Oil (CPO) using Dynamic Programming technique. Companies in the plantation sector often face efficiency challenges in logistics management, especially in the delivery of CPO involving multiple distribution points and complex road constraints. In this study, we propose the use of Dynamic Programming method to solve the optimization problem of CPO delivery routes. The analysis results indicate that the application of Dynamic Programming provides the most optimal routes, considering various factors such as distance, road conditions, and vehicle capacity. Consequently, companies can achieve more efficient resource utilization and reduce unnecessary operational costs. Additionally, these optimal routes can enhance customer service by reducing delivery time and costs, thereby strengthening customer satisfaction and the company's reputation.

Article History

*Submitted: 7 Juni 2024
Accepted: 12 Juni 2024
Published: 13 Juni 2024*

Key Words

CPO Delivery, Customer Satisfaction, Dynamic Programming, Logistics, Efficiency Route Optimization.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute pengiriman Crude Palm Oil (CPO) menggunakan teknik Program Dinamik. Perusahaan-perusahaan di sektor perkebunan sering dihadapkan pada tantangan efisiensi dalam pengelolaan logistik, terutama dalam hal pengiriman CPO yang melibatkan banyak titik distribusi dan kendala-kendala jalan yang kompleks. Dalam penelitian ini, kami mengusulkan penggunaan metode Program Dinamik untuk menyelesaikan masalah optimasi rute pengiriman CPO. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan Program Dinamik memberikan rute-rute yang paling optimal, mempertimbangkan berbagai faktor seperti jarak, kondisi jalan, dan kapasitas kendaraan. Dengan demikian, perusahaan dapat mencapai penggunaan sumber daya yang lebih efisien dan mengurangi biaya operasional yang tidak perlu. Selain itu, rute-rute yang optimal ini juga dapat meningkatkan layanan pelanggan dengan mengurangi waktu pengiriman dan biaya pengiriman, yang pada gilirannya memperkuat kepuasan pelanggan dan reputasi perusahaan.

Sejarah Artikel

*Submitted: 7 Juni 2024
Accepted: 12 Juni 2024
Published: 13 Juni 2024*

Kata Kunci

Optimasi Rute, Pengiriman CPO, Program Dinamik, Efisiensi Logistik, Kepuasan Pelanggan.

Pendahuluan

Pemrograman dinamis adalah teknik matematika yang dapat digunakan untuk membuat rangkaian keputusan yang saling terkait. Ini adalah metode pemecahan masalah dengan membaginya menjadi beberapa tahap sehingga solusi dapat dilihat dari serangkaian keputusan yang saling terkait. Pemrograman dinamis tidak memiliki formulasi yang tetap atau standar. Setiap masalah memerlukan formulasi khusus yang dibuat sesuai dengan situasi individu. Teknik pemrograman dinamis juga dikenal sebagai pemrograman multistage. Pendekatan pemrograman dinamis didasarkan pada prinsip optimasi Bellman (1950) yang mengatakan: Kebijakan optimal memiliki sifat bahwa apa pun keadaan dan keputusan awalnya, keputusan selanjutnya harus membentuk kebijakan optimal dengan mempertimbangkan keadaan hasil keputusan pertama.

Masalah Salesman Perjalanan (TSP) diilustrasikan sebagai perjalanan seorang salesman untuk menentukan jalur yang diambil dari sebuah kota untuk melewati semua kota dan kembali ke

kota asal, dengan ketentuan bahwa setiap kota hanya dapat dilewati dalam satu perjalanan. Menentukan jalur terpendek dalam TSP adalah salah satu masalah graf, yaitu bagaimana membentuk sirkuit untuk melewati semua simpul dengan total bobot sisi yang membentuk sirkuit minimum. Bobot pada sisi yang menghubungkan sepasang simpul mewakili waktu, biaya, dan jarak. Metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan TSP adalah metode optimal dan aproksimasi. Secara umum, TSP adalah masalah penentuan jalan dengan jarak terpendek yang dapat ditempuh dari suatu kota untuk melewati semua kota, kemudian kembali ke kota asal dan setiap kota hanya dapat dilewati sekali.

PT. Miduk Arta Medan adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa transportasi bahan bakar minyak (BBM). Dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, pemahaman manusia tentang pentingnya aspek sumber daya manusia dalam suatu perusahaan semakin berkembang. PT. Miduk Arta Medan menjual jasa transportasinya kepada Pertamina untuk mendistribusikan bahan bakar seperti Peralite, Diesel, Dexlite, dan Premium ke SPBU di area kerja transportasi serta PT. Miduk Arta Medan juga bekerja sama dengan PTPN untuk layanan transportasi CPO (Crude Palm Oil) yang diangkut dari PKS dan kemudian didistribusikan ke penampungan yang ditentukan oleh PTPN sendiri. Masalah yang dihadapi PT. Miduk Arta Medan adalah penentuan rute pengiriman barang yang belum optimal dan tetap sehingga rute yang diambil dapat berubah dan berdampak pada ketidakakuratan waktu pengiriman dan jarak yang ditempuh tidak optimal.

Perencanaan transportasi yang lemah dalam sebuah perusahaan dapat mengakibatkan peningkatan biaya transportasi yang dikeluarkan. Hal ini dibuktikan dengan perencanaan yang lemah dalam menentukan jenis kendaraan atau alat transportasi yang akan digunakan, jumlah, dan rute mana yang harus ditempuh untuk mencapai konsumen. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan pada perencanaan transportasi yang sedang dilakukan saat ini. Berdasarkan masalah tersebut, peneliti menerapkan salah satu metode optimasi yang ada dalam mencari solusi masalah distribusi menggunakan salah satu metode heuristik, yaitu menggunakan metode Pemrograman Dinamis.

Berdasarkan masalah ini, penulis tertarik untuk membahas proses rute transportasi CPO di PT. Miduk Arta Medan, di mana mobil pengangkut CPO berangkat dari PT. Miduk Arta menuju PKS tujuan kemudian didistribusikan ke area penampungan yang ditentukan oleh PTPN, dan mobil pengangkut kembali ke PT. Miduk Arta Medan. Transportasi CPO harus memiliki rute yang sistematis, yaitu dengan menggunakan rute terpendek mulai dari Kantor PT. Miduk Arta ke PKS, melakukan pembongkaran, dan kembali ke PT. Miduk Arta Medan.

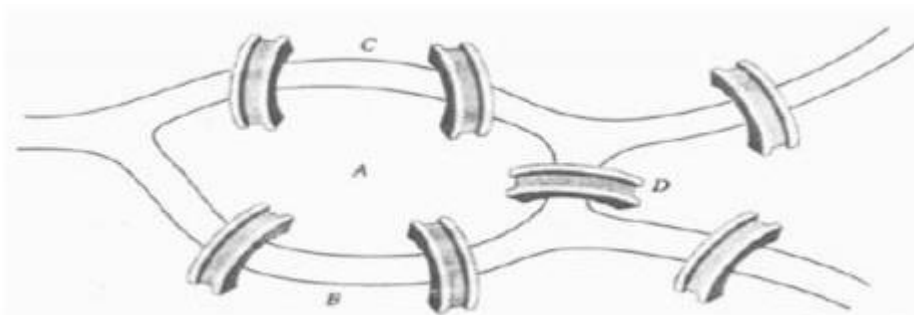
Gambaran Umum Perusahaan

PT. Miduk Arta didirikan pada 29 September 1984, beralamat dan berkantor pusat di Jalan Jendral Ahmad Yani No.58 Pematang Siantar, dengan kantor cabang di Jalan Sisingamangaraja km 6.3 No.40 Medan. PT. Miduk Arta bergerak dalam penjualan jasa transportasi kepada Pertamina untuk mendistribusikan bahan bakar minyak seperti bensin dan diesel ke stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU). PT. Miduk Arta Medan sebagai penyedia layanan

pengiriman bahan bakar minyak seperti Peralite, Diesel, Dexlite, dan Premium ke SPBU di wilayah kerja transportasi dan PT. Miduk Arta Medan juga bekerja sama dengan PTPN untuk layanan transportasi CPO (Crude Palm Oil). Transportasi CPO dimulai dari PT. Miduk Arta menuju PKS yang ditentukan oleh PTPN, sehingga membentuk sirkuit Hamilton.

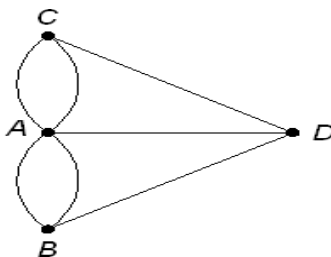
Sejarah Teori Graf

Teori graf adalah subjek yang memiliki banyak aplikasi saat ini, termasuk: optimisasi jaringan, ekonomi, kimia molekuler, genetika, dan lain-lain. Pembahasan tentang graf pertama kali digunakan untuk memecahkan masalah yang terjadi di kota Koningsberg pada tahun 1736 oleh seorang matematikawan Swiss bernama Leonard Euler. Dia menggunakan teori graf untuk memecahkan masalah jembatan Koningsberg. Berikut ini adalah ilustrasi dari masalah tersebut:



Gambar 1. Jembatan Koningsberg I

Masalah yang ditemukan pada jembatan Koningsberg adalah dapatkah seseorang melakukan perjalanan dari satu jembatan tepat sekali dan kembali ke tempat asal? Berikut ini adalah sketsa yang menggambarkan ilustrasi jembatan Koningsberg di gambar di atas. Sekumpulan titik, yaitu (A, B, C, D) mewakili daratan, dan garis yang menghubungkan titik-titik ini adalah jembatan.



Gambar 2. Representasi dari grafik masalah pada Jembatan Koningsberg I

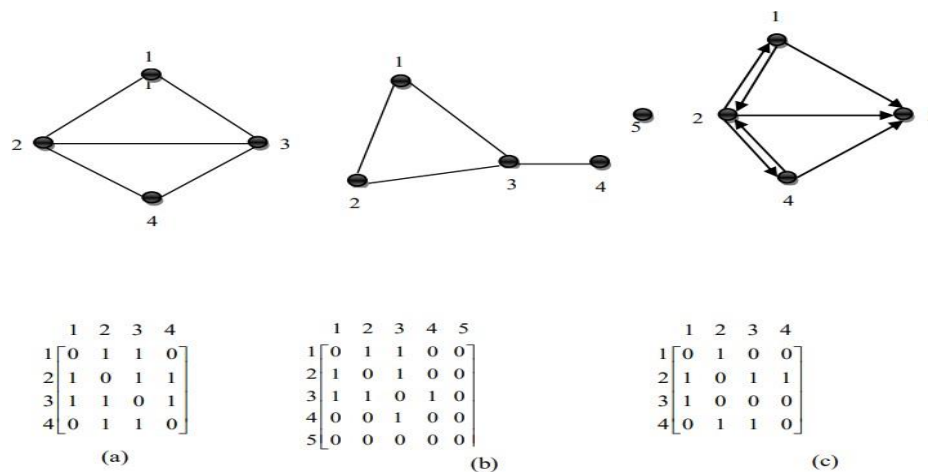
Representasi Graf

Graf (G) didefinisikan sebagai sepasang himpunan (V, E), ditulis dengan notasi ($G = (V, E)$), di mana V adalah himpunan simpul (vertex atau node) yang tidak kosong dan E adalah himpunan sisi (edge atau are) yang menghubungkan sepasang simpul. Simpul dalam sebuah graf dapat diberi

nomor dengan huruf, seperti a, b, c,..., v, w,... dengan angka alami 1, 2, 3,..., atau kombinasi keduanya. Sementara itu, sisi yang menghubungkan simpul u dengan simpul v dinyatakan dengan pasangan (U,V), atau dinyatakan dengan simbol (n x n). Dengan kata lain, jika e adalah sisi yang menghubungkan simpul u dengan simpul v, maka e dapat ditulis sebagai e = (v, v).

1. Adjacency Matrix

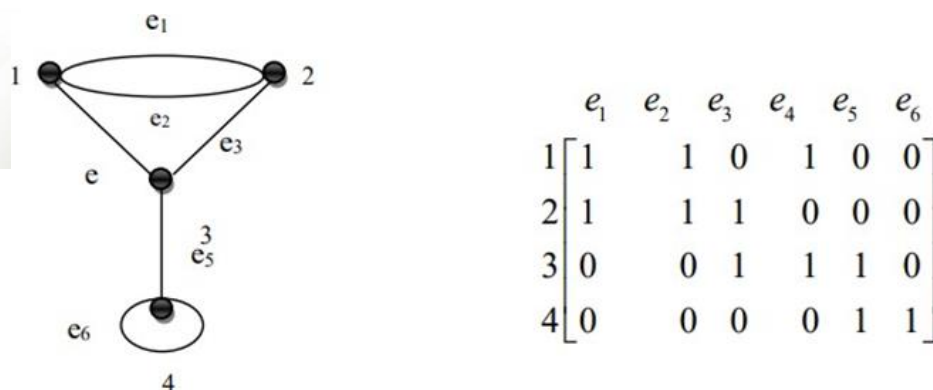
Adjacency Matrix adalah representasi graf yang paling umum. Misalkan Let $G = (V, E)$, adalah graf dengan n simpul, $n > 1$. Adjacency Matrix G adalah matriks dua dimensi berukuran (n x n). Jika matriks tersebut disebut $a = [a_{ij}]$, maka $a_{ij} = 1$ jika simpul i dan j berdekatan, sebaliknya $a_{ij} = 0$ jika simpul i dan j tidak berdekatan. Karena matriks kedekatan hanya mengandung 0 dan 1, maka matriks ini juga disebut matriks nol-satu. Selain angka 0 dan 1, elemen matriks juga dapat dinyatakan dengan nilai false (menyatakan 0) dan true (menyatakan 1). Perhatikan bahwa matriks kedekatan didasarkan pada urutan nomor simpul. Di sini, terdapat n! cara mengurutkan nomor simpul, yang berarti terdapat n! matriks kedekatan berbeda untuk graf dengan n simpul. Gambar 3 menunjukkan graf sederhana dengan matriks kedekatannya, setiap graf terhubung, graf tidak terhubung, dan graf berarah.



Gambar 3. Tiga grafik dengan Adjacency Matrixnya masing-masing

2. Matriks Insidensi

Jika Adjacency Matrix menyatakan kedekatan simpul dalam graf, maka matriks insidensi menyatakan kedekatan simpul dan sisi. Misalkan $G = (V, E)$, adalah graf dengan n simpul dan m sisi. Matriks dengan sisi G adalah matriks dua dimensi berukuran n x m. baris menunjukkan label simpul, sedangkan kolom menunjukkan label sisi. Jika matriks tersebut disebut $A = a_{ij}$, maka $a_{ij} = 1$ jika simpul i berdekatan dengan sisi j, sebaliknya $a_{ij} = 0$ jika simpul i tidak berdekatan dengan sisi j. Gambar 4 menunjukkan matriks insidensi untuk graf yang diwakilinya. Jumlah elemen matriks adalah $6 \times 4 = 24$.



Gambar 4. Grafik dan *Adjacency Matrix*nya

Jalur dan Sirkuit Hamilton

Jalur Hamilton adalah jalur yang melewati setiap simpul dalam graf tepat sekali. Jika jalur tersebut kembali ke simpul asal untuk membentuk jalur tertutup (sirkuit), maka jalur tertutup tersebut disebut sirkuit Hamilton. Dengan kata lain, sirkuit Hamilton adalah sirkuit yang melewati setiap simpul dalam graf tepat sekali, kecuali simpul asal (sebagai simpul akhir) yang dilalui dua kali.

Traveling Salesman Program (TSP)

Traveling Salesman Program (TSP) adalah tantangan untuk menemukan rute terpendek dan paling efisien bagi seseorang sesuai dengan daftar tujuan tertentu. TSP pertama kali diperkenalkan pada tahun 1930-an oleh Karl Menger, seorang matematikawan dan ekonom. Menger menyebutnya "Masalah Kurir" yang merupakan masalah yang dihadapi oleh pengirim surat dan banyak pelancong. TSP mencoba menjawab pertanyaan tentang rute terpendek yang harus ditempuh oleh salesman sehingga ia hanya mengunjungi setiap lokasi sekali sebelum kembali ke titik awal. Dalam Masalah Salesman Perjalanan (TSP), jika setiap simpul memiliki sisi ke simpul lainnya, maka graf yang mewakilinya adalah graf berbobot lengkap. Dalam graf lengkap dengan n simpul ($n > 2$), jumlah sirkuit Hamilton yang berbeda adalah $\frac{(n-1)!}{2}$. Rumus ini berasal dari fakta bahwa mulai dari simpul mana pun kita memiliki $n - 1$ sisi untuk dipilih dari simpul pertama, $n - 2$ sisi dari simpul kedua, $n - 3$ dari simpul ketiga, dan seterusnya. Ini adalah pilihan independen, sehingga kita mendapatkan $(n - 1)!$ pilihan. Jumlah ini harus dibagi 2, karena setiap sirkuit Hamilton dihitung dua kali, sehingga terdapat $\frac{(n-1)!}{2}$ sirkuit Hamilton secara total (Munir, 2005).

Program Dinamis

Definisi pemrograman dinamis adalah metode pemecahan masalah dengan membaginya menjadi beberapa tahap, sehingga solusi masalah dapat dilihat dari serangkaian keputusan yang saling terkait. Istilah Pemrograman Dinamis muncul karena kecenderungan metode ini untuk

menganalisis dan mendokumentasikan hasil perhitungan pada setiap tahap menggunakan beberapa tabel, sehingga solusi yang dihitung mudah diketahui secara rinci (Elsa et al., 2023).

1. Karakteristik Pemecahan Masalah dengan Program Dinamis
 - a. Terdapat sejumlah pilihan yang terbatas.
 - b. Solusi pada setiap tahap dibangun dari hasil solusi tahap sebelumnya.
 - c. Menggunakan persyaratan dan batasan optimasi untuk membatasi jumlah pilihan yang harus dipertimbangkan pada suatu tahap (Utama, 2019).
2. Karakteristik Masalah Program Dinamis
Karakteristik masalah dasar dalam pemrograman dinamis meliputi:
 - a. Masalah ini dapat dibagi menjadi langkah-langkah dan memerlukan keputusan kebijakan untuk setiap langkah.
 - b. Setiap langkah memiliki sejumlah kondisi (tahapan) yang sesuai dengannya. Jumlah kondisi (tahapan) mungkin terbatas atau tidak terbatas.
 - c. Risiko kebijakan dari keputusan yang diambil pada setiap tahap, yaitu memproses situasi saat ini menjadi situasi terkait pada tahap berikutnya.
 - d. Prosedur solusi dirancang untuk mendapatkan keputusan optimal untuk semua masalah.
 - e. Jika situasi saat ini diketahui, maka kebijakan optimal untuk langkah-langkah yang tersisa tidak bergantung pada kebijakan yang diambil pada langkah sebelumnya.
 - f. Hubungan rekursif tersedia yang mengidentifikasi kebijakan optimal pada langkah n , jika kebijakan optimal untuk langkah $(n + 1)$ diketahui.
3. Metode Solusi dengan Program Dinamis
Traveling Salesman Program (TSP) adalah salah satu masalah jalur terpendek. Penyelesaian masalah *Traveling Salesman Program (TSP)* menggunakan program dinamis dimulai dengan memasukkan jumlah simpul graf yang diwakili sebagai n , bobot sisi dari simpul i ke simpul j dengan $i, j \in C$, S adalah himpunan simpul yang akan dilalui pada iterasi ke- t dengan $S \subseteq C$, $fn(S, j)$ adalah solusi pada iterasi ke- t dari i ke simpul j dengan $i \in S$, dan t adalah iterasi dalam program dinamis.

Metode Penelitian

Berikut tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian. Cari rute optimal dengan pemrograman dinamis.

1. Identifikasi masalahnya
2. Mengumpulkan Referensi
3. Pengambilan data
4. Menginput data ke dalam tabel
5. Mencari rute optimal dengan pemrograman dinamis.
6. Catat hasil dan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan Pengumpulan Data

PT. Miduk Arta Medan adalah perusahaan yang beroperasi di sektor layanan dan transportasi yang memiliki beberapa rute atau titik yang digunakan sebagai akses untuk mencapai tujuan. Penelitian ini menggunakan 9 lokasi dari titik tujuan yang ditetapkan oleh PT. Miduk Arta Medan. Data ini kemudian diproses menggunakan program dinamis.

1. Jarak

Data jarak yang digunakan adalah jarak yang ditempuh oleh transportasi dalam pengiriman ke setiap titik lokasi. Pengumpulan data jarak dilakukan dengan menggunakan Google Maps yang dapat mendeteksi rute tercepat yang digunakan oleh transportasi untuk mencapai titik-titik tertentu.

2. Waktu

Data waktu yang digunakan adalah waktu yang dihabiskan oleh transportasi dalam pengiriman ke setiap titik lokasi. Pengumpulan data waktu dilakukan dengan menggunakan Google Maps yang dapat mendeteksi rute dan menampilkan waktu yang digunakan oleh transportasi untuk mencapai titik-titik tertentu.

3. Titik Lokasi

Berdasarkan hasil dari PT. Miduk Arta Medan yang dilakukan oleh peneliti, terdapat 9 lokasi yang akan ditinjau. Lokasi-lokasi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Lokasi Pengiriman CPO

No	Kode	Nama Lokasi
1	A	PT. Miduk Arta Medan
2	B	PKS Torgamba DLAB1 PTPN3
3	C	PKS Aek Raso
4	D	PKS Hapesong
5	E	PT. Sarana Agro Nusantara (SAN)
6	F	PT. Wilmar Nabati Indonesia
7	H	PT. Industri Nabati Lestari (INL)
8	I	PT. Musimas
9	J	PT. Musimas KIM 2

Dari lokasi-lokasi yang ditunjukkan pada tabel 1, terdapat 9 lokasi, di mana lokasi utama adalah PT. Miduk Arta Medan dengan kode (A). Untuk mengirimkan CPO, transportasi dari PT. Miduk Arta Medan perlu mencapai 3 lokasi PKS, yaitu PKS Torgamba DLAB1 PTPN3, PKS Aek Raso, dan PKS Hapesong. Dari setiap PKS, transporter akan melakukan pengiriman lainnya ke 5 PT lainnya, yaitu: PT. Sarana Agro Nusantara (SAN), PT. Wilmar Nabati Indonesia, PT. Industri Nabati Lestari (INL), PT. Musim Mas, dan PT. Musim Mas KIM2.

Data Jarak Antar Titik

Data yang dihasilkan dari pengumpulan berbagai sumber digunakan untuk mendapatkan rute pengiriman CPO yang optimal. Dalam perhitungan ini, data tentang biaya yang dikeluarkan

selama pengiriman digunakan sehingga data ini akan dihitung menggunakan program dinamis untuk rute pengiriman.

1. Melalui PKS Torgamba DLAB1 PTPN3

Jarak yang digunakan oleh penjual antara lokasi pengiriman melalui PKS Torgamba DLAB1 PTPN3 adalah:

Tabel 2. Jarak Lokasi Pengiriman CPO (satuan Km)

	P	A	B	C	D	E
P	0	705	740	742	746	747
A	24	0	25	26	20	15
B	8	22	0	2	6	11
C	10	27	3	0	9	21
D	22	18	7	9	0	6
E	21	16	12	20	6	0

Keterangan:

P: PT. Miduk Arta Medan

A: PT. Sarana Agro Nusantara (SAN)

B: PT. Wilmar Nabati Indonesia

C: PT. Industri Nabati Lestari (INL)

D: PT.Musimas

E: PT.Musimas KIM 2

2. Melalui PKS Aek Raso

Jarak yang digunakan penjual antar lokasi pengiriman melalui PKS Aek Raso:

Tabel 3. Jarak Lokasi Pengiriman CPO (satuan Km)

	P	A	B	C	D	E
P	0	751	732	734	738	739
A	24	0	25	26	20	15
B	8	22	0	2	6	11
C	10	27	3	0	9	21
D	22	18	7	9	0	6
E	21	16	12	20	6	0

Keterangan:

P: PT. Miduk Arta Medan

A: PT. Sarana Agro Nusantara (SAN)

B: PT. Wilmar Nabati Indonesia

C: PT. Industri Nabati Lestari (INL)

D: PT.Musimas

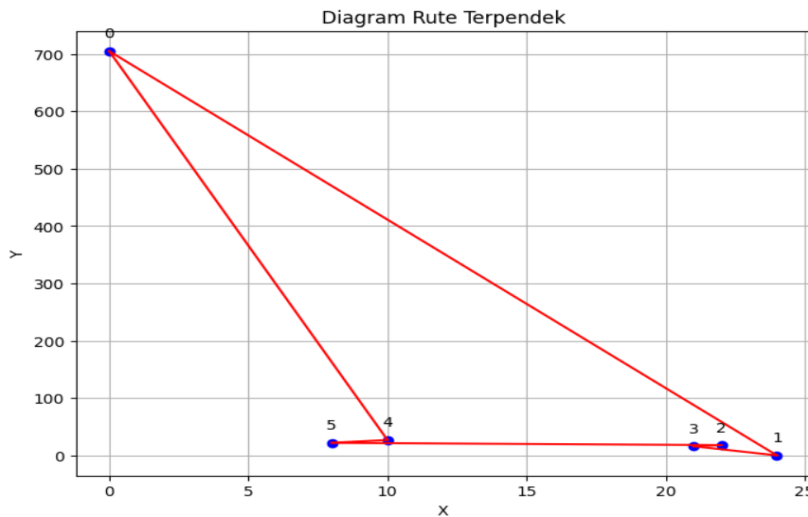
E: PT.Musimas KIM 2

Rute Optimal dengan Pemrograman Dinamis

Ditentukan setiap node awal adalah P (PT. Miduk Arta Medan), sehingga perhitungan dengan matriks program dinamis dapat dilihat pada uraian berikut:

1. Melalui PKS Torgamba DLAB1 PTPN3

Rute terpendek:
P -> A -> E -> D -> B -> C -> P
Jarak terpendek: 745

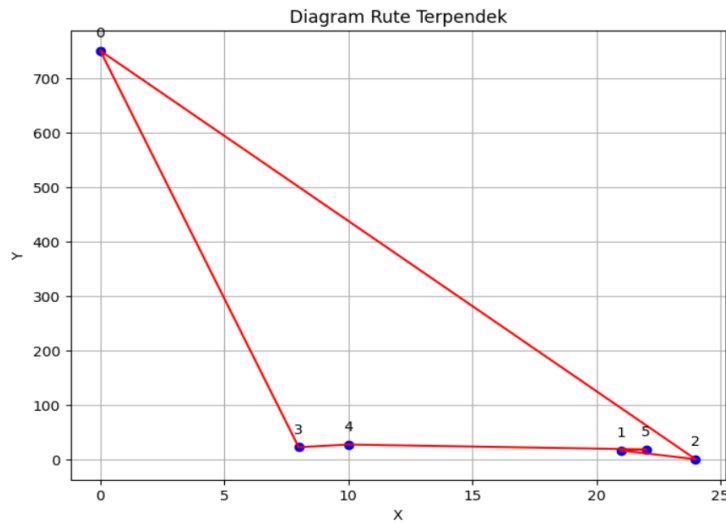


Gambar 5. keluaran melalui PKS Torgamba DLAB1

Solusi optimal didasarkan pada penyelesaian iterasi ke 1 sampai ke 6 yaitu diperoleh jalur terpendek dari node P ke node A, node E, node D, node B, node C, kembali ke node P, dengan bobot 745. Dimana node adalah nama jalur yang dilaluinya Awalnya dimulai dari PT. Miduk Arta Medan, kemudian ke PT. Sarana Agro Nusantara, kemudian ke PT. Musimas KIM 2, kemudian ke PT. Musimas, kemudian ke PT. Wilmar Nabati Indonesia, kemudian ke PT. Industri Sayuran Berkelanjutan dan lagi PT.Miduk Arta Medan.

2. Melalui PKS Aek Roso

Rute terpendek:
P -> B -> C -> D -> E -> A -> P
Jarak terpendek: 789

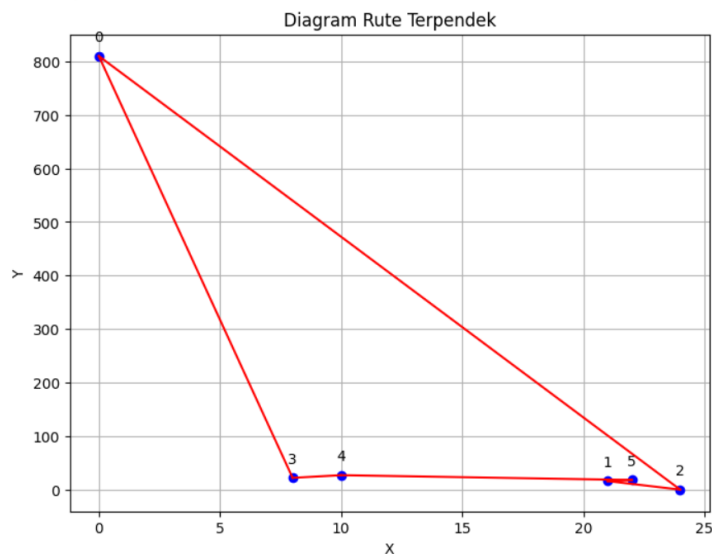


Gambar 6. keluaran melalui PKS Aek Roso

Solusi optimal didasarkan pada selesainya iterasi ke 1 sampai ke 6 yaitu diperoleh jalur terpendek dari node P ke node B, node C, node D, node E, node A, kembali ke node P, dengan bobot 790. Dimana Node adalah nama jalur yang dilaluinya. Awalnya dimulai dari PT. Miduk Arta Medan, kemudian ke PT. Wilmar Nabati Indonesia, kemudian ke PT. Industri Sayuran

3. Melalui PKS Hapesong

Rute terpendek:
P -> B -> C -> D -> E -> A -> P
Jarak terpendek: 848



Gambar 7. keluaran melalui PKS Hapesong

Solusi optimal didasarkan pada selesainya iterasi ke 1 sampai ke 6 yaitu diperoleh jalur terpendek dari node P ke node B, node C, node D, node E, node A, kembali ke node P, dengan bobot 848. Dimana Node adalah nama jalur yang dilaluinya. Awalnya dimulai dari PT. Miduk Arta Medan, kemudian ke PT. Wilmar Nabati Indonesia, kemudian ke PT. Industri Sayuran

- Lestari, kemudian ke PT. Musimas, kemudian ke PT. Musimas KIM 2, kemudian ke PT. Sarana Agro Nusantara dan lagi PT. Miduk Arta Medan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa program dinamis memberikan rute yang paling optimal. Dimana dalam penelitian ini objek penelitiannya adalah pada PT. Miduk Arta Medan dan rute yang ditempuh penjualnya bermacam-macam. Dari hasil pengolahan data diperoleh rute dengan jarak optimal pengantaran barang melalui PKS Torgamba DLAB1 PTPN3 sepanjang 745km, melalui PKS Aek Raso sepanjang 790km dan melalui PKS Hapesong 848km. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa penyelesaian dengan program dinamis memberikan rute yang paling optimal. Rute yang dihasilkan merupakan perhitungan rute optimal dengan metode Dynamic Program yang menjanjikan sejumlah manfaat signifikan bagi perusahaan. Metode ini memungkinkan perusahaan mencapai solusi optimal dalam masalah optimasi rute dengan mempertimbangkan semua kemungkinan kombinasi rute dan memilih salah satu yang menghasilkan biaya terendah.

Referensi

- Aminudin. 2005. *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta :
- Elsa, A., Panjaitan, A., & Sipayung, T. (2023). Penerapan Program Dinamik Dalam Menentukan Jalur Perjalanan Optimum Dengan Prosedur Backward Recursive Equation. *Journal On Education*, 5(2), 4217-4225.
- Marimin, M., & Rahadiansyah, M. N. (2011). Disain Penilaian Risiko Mutu dalam Rantai Pasok Minyak Sawit Kasar dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *JURNAL PANGAN*, 20(4), 389-404.
- Ningtyas Dian Kusuma, Vina Evania, dan Emastuti. (2008). *Evaluasi Kinerja Algoritma Traveling Salesman Problem dengan Teknik Pemrograman Dinamik*.
- Sahfutra, M. Firman Aji, Riri Nada Devita, Sherly Allsa Siregar, dan KArtika Candra Kirana. (2016). *Implementation of Traveling Salesman Problem (TSP) based on Dijkstra's Algorithm in Logistics System*. *JAVA, Internasional Jurnal of Electrical and Electronics Engineering*. Vol. 14 No. 1.
- Singhal, Abha dan Priyanka Pandey. (2016). *Traveling Salesman Problem by Dinamic Programming*. *Internbasional Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS)*. Vol. 2 No. 1.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif dan kualitatif dan R&D*. Bandung; ALFABETA.
- Utama, Tasik, et al. "Penilaian Kinerja Karyawan Pada PT. Dinamika Lubsindo Utama Medan." *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*. Vol. 1. No. 1. 2019.
- Yunus Hermianus, Helmi, dan Shantika Martha. (2015). *Metode Progra Dinamis Pada Penyelesaian Traveling Salesman Problem*. Vol. 2. No. 3.