



Penerapan Program Dinamik dalam Menentukan Rute Optimal Perjalanan dari Pematangsiantar Menuju Samosir

Linda Puspa Ayu Simarmata*, Intan sitanggang, Mira Andini, Barthy Lady C. Sirait

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Matematika, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar

Jl. Sangnawaluh No.4, Siopat Suhu, Kec. Siantar Tim., Kota Pematang Siantar, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ^{1*}lindasimarmata23@gmail.com, ²intansitanggang018@gmail.com, ³andinimira098@gmail.com,

⁴ladysirait02@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: lindasimarmata23@gmail.com

Submitted: 10/01/2025; Accepted: 31/01/2025; Published: 31/01/2025

Abstrak—Sebuah daerah wisata dengan banyaknya jalan seringkali menyulitkan seseorang untuk menentukan rute optimal, baik dari segi jarak atau biaya yang dikeluarkan dari tempat asal ke tempat yang akan dituju. Apalagi dalam menentukan system pendukung Keputusan untuk menentukan rute perjalanan wisata sangat diperlukan untuk menentukan rute optimal agar biaya yang dikeluarkan minimum. Untuk menyelesaikan masalah dalam artikel ini, kami menggunakan metode pemrograman dinamik Dimana metode yang digunakan adalah metode maju. Dengan tujuan untuk menentukan jarak tercepat dari Siantar menuju Samosir sehingga biaya yang dikeluarkan minimum. Program Dinamik (dynamic programming) merupakan metode pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan (stage), sedemikian sehingga solusi dari persoalan dapat dipandang dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Solusi yang digunakan yaitu pemrograman dinamik dengan data yang sudah didapat kemudian diolah dan dilakukan perhitungan sehingga hasil yang didapatkan optimal, Diketahui dari hasil analisis perhitungan, dapat disimpulkan bahwa rute terpendek untuk perjalanan wisata dari Siantar menuju Samosir, yaitu dari Siantar kemudian ke Sidamanik, kemudian ke Tomok, lanjut ke Simanindo, kemudian ke Pangururan sampai akhirnya ke Tele dengan jarak sekitar 116,2 km/jam.

Kata Kunci: Program Dinamik; Lintasan Terpendek; Metode Forward Dynamic Programming; Rute; Rute Optimal.

Abstract—A tourist area with many roads often makes it difficult for someone to determine the optimal route, both in terms of distance or costs incurred from the place of origin to the destination. Moreover, in determining a decision support system to determine the route of a tourist trip is needed to determine the optimal route so that the costs incurred are minimum. To solve the problem in this article, we use the dynamic programming method where the method used is the forward method. With the aim of determining the fastest distance from Siantar to Samosir so that the minimum costs incurred. Dynamic Program (dynamic programming) is a method of solving problems by decomposing the solution into a set (stage), such that the solution to the problem can be viewed as a series of interrelated decisions. The solution used is dynamic programming with the data that has been obtained then processed and calculated so that the results obtained are optimal, It is known from the results of the calculation analysis, it can be concluded that the shortest route for tourist trips from Siantar to Samosir, namely from Siantar then to Sidamanik, then to Tomok, continuing to Simanindo, then to Pangururan until finally to Tele with a distance of about 116,2 km/h.

Keywords: Dynamic Programming; Shortest Path; Method Forward Dynamic Programming; Route; Optimal Route.

1. PENDAHULUAN

Transportasi memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas manusia, baik dalam hal mobilitas sehari-hari, perdagangan, maupun pariwisata[1]. Salah satu jalur transportasi yang menjadi perhatian adalah rute perjalanan dari Pematangsiantar menuju Samosir, sebuah destinasi wisata terkenal di Sumatera Utara yang menawarkan keindahan Danau Toba. Rute ini sering menjadi pilihan utama bagi wisatawan lokal maupun mancanegara yang ingin menikmati keindahan alam dan budaya di kawasan tersebut. Namun permasalahan seperti kemacetan, jarak tempuh yang tidak efisien, dan minimnya informasi rute optimal sering kali menjadi kendala bagi para pelancong. Dalam konteks ini, pencarian rute perjalanan yang optimal menjadi suatu kebutuhan yang mendesak. Rute optimal tidak hanya mengacu pada jarak tempuh yang paling pendek, tetapi juga mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti waktu perjalanan, kondisi jalan, biaya transportasi, dan kenyamanan[2][3]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah program dinamis. Program dinamik merupakan pendekatan matematis dan algoritmik yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah optimasi dengan cara memecahnya menjadi sub-masalah yang lebih kecil dan menyelesaikannya secara bertahap[4].

Program dinamik memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai bidang, termasuk dalam penentuan rute perjalanan[5]. Metode ini menawarkan solusi yang efisien dengan mempertimbangkan berbagai variabel yang mempengaruhi perjalanan[6]. Dalam konteks rute perjalanan Pematangsiantar Samosir, program dinamik dapat digunakan untuk menentukan rute terbaik berdasarkan data seperti jarak antar titik, waktu perjalanan, dan kondisi jalan. Dengan memanfaatkan algoritma program dinamis, perjalanan dapat direncanakan secara lebih efektif dan efisien, sehingga memberikan manfaat nyata bagi pengguna transportasi. Pematangsiantar merupakan kota transit utama di Sumatera Utara, merupakan gerbang bagi wisatawan menuju Pulau Samosir. Samosir sendiri merupakan pusat budaya Batak dan menawarkan berbagai atraksi wisata seperti Museum Huta Bolon, Batu Gantung, dan Pantai Pasir Putih Parbaba. Namun, aksesibilitas menuju Samosir sering kali menjadi tantangan, terutama dengan adanya kemacetan di beberapa titik utama dan kurangnya informasi rute alternatif.



Oleh karena itu, diperlukan pendekatan ilmiah untuk menentukan rute optimal yang dapat meningkatkan pengalaman perjalanan wisatawan dan mengurangi waktu tempuh. Pendekatan program dinamis menawarkan beberapa keunggulan dalam menyelesaikan permasalahan ini [7]. Pertama, metode ini mampu menangani kompleksitas rute yang melibatkan banyak titik dan variabel. Kedua, dinamika program memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan data, yang memastikan bahwa solusi yang dihasilkan adalah yang terbaik berdasarkan parameter yang diberikan. Ketiga, algoritma program dinamik dapat diimplementasikan secara efisien dalam perangkat lunak berbasis komputer, sehingga memudahkan pengguna dalam merencanakan perjalanan mereka.

Beberapa penelitian yang serupa telah dilakukan sebelumnya, yaitu penelitian yang dilakukan pada tahun 2023 oleh Anggela Elsa, dkk. Penelitian ini menerapkan metode program dinamik untuk mencari jalur terpendek bagi bus kampus dari Universitas Katolik Santo Thomas ke Rahmat International Wildlife Museum and Gallery di Medan. Data rute dikumpulkan melalui Google Maps dan diolah menjadi diagram jaringan dengan GeoGebra. Melalui proses perhitungan backward recursive equation, ditemukan bahwa rute terpendek adalah Rahmat International Wildlife Museum and Gallery menuju J&K Barber Shop, kemudian Hotel Grandika, Simpang Ring Road, dan akhirnya Universitas Katolik Santo Thomas dengan total jarak 10,66 km[8].

Mohammad Nouval Zein beserta beberapa rekan penelitian lainnya melakukan penelitian pada tahun 2022. Pada penelitian ini menerapkan metode dynamic programming untuk mencari jalur terbaik dari Ceps Aquarium di Depok ke Saenamina Fish Farm di Cipanas Bogor guna menekan jarak tempuh dan biaya. Berdasarkan hasil perhitungan, rute paling efisien yang berhasil diidentifikasi adalah melalui Citayam, Rs Citama, MCD Pemda, Stadion Pakansari, Lampu merah POMAD, Talang, dan RSUD Bogor, dengan total jarak 35,7 km[4].

Ryantoni Saroha Sinaga dan Aghni Syahmarani melakukan penelitian pada tahun 2024, penelitian ini sukses mengaplikasikan teknik Program Dinamik untuk menemukan rute pengiriman Crude Palm Oil (CPO) yang paling efisien. Hasilnya membuktikan bahwa metode ini mampu menciptakan rute terbaik dengan mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk jarak tempuh, kondisi jalan, dan kapasitas angkut kendaraan. Penggunaan Program Dinamik memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, menekan biaya operasional, dan meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan melalui pengiriman yang lebih cepat dan ekonomis[9].

Cyrenia Novella Krisnamurti dan Efrem Alfandro Pascal Geong melakukan penelitian pada tahun 2021, Penelitian ini menggunakan algoritma Floyd-Warshall untuk mencari rute paling efisien dari Bandar Udara Labuan Bajo ke lima tempat wisata terkenal di Labuan Bajo. Hasilnya, rute terpendek yang disarankan adalah dari Bandar Udara Labuan Bajo menuju Pantai Pede, kemudian ke Gua Batu Cermin, Bukit Cinta, Pantai Binongko, dan terakhir Pantai Waecicu dengan total jarak 15,28 kilometer[10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan program dinamis dalam menentukan rute perjalanan optimal dari Pematangsiantar menuju Samosir. Penelitian ini juga akan mengeksplorasi bagaimana metode ini dapat mengintegrasikan berbagai faktor, seperti jarak, waktu, dan kondisi jalan, untuk menghasilkan solusi yang praktis dan aplikatif[11]. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas transportasi di kawasan tersebut, sekaligus mendukung pengembangan pariwisata di Danau Toba. Melalui penerapan program yang dinamis, diharapkan dapat ditemukan rute yang tidak hanya efisien dari segi waktu dan jarak, tetapi juga mampu memberikan pengalaman perjalanan yang lebih nyaman dan aman. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan panduan bagi pengelola transportasi dan pihak terkait dalam mengelola jalur perjalanan menuju destinasi wisata unggulan. Dengan demikian, solusi yang dihasilkan tidak hanya memberikan manfaat bagi wisatawan, tetapi juga mendukung pertumbuhan ekonomi lokal melalui peningkatan jumlah kunjungan wisata[12]. Secara keseluruhan, penelitian ini merupakan langkah awal dalam mengintegrasikan teknologi dan metode ilmiah untuk meningkatkan sistem transportasi di Sumatera Utara. Dengan menggunakan pendekatan program dinamis, rute perjalanan dari Pematangsiantar menuju Samosir dapat dirancang secara optimal, yang pada akhirnya akan memberikan dampak positif bagi pengembangan pariwisata dan kesejahteraan masyarakat di kawasan Danau Toba. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam aplikasi program dinamik pada perencanaan transportasi di daerah lain.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan dalam hal ini adalah metode perencanaan perjalanan optimal dengan menggunakan program dinamik. Metode ini digunakan untuk mengetahui keputusan yang dapat digunakan untuk menentukan rute suatu perjalanan[13]. Pemrograman dinamik adalah suatu metode penyelesaian yang membagi masalah besar menjadi beberapa sub-masalah untuk diselesaikan satu per satu, sehingga suatu masalah tidak diselesaikan dengan berulang[14]. Tujuan utama dari pemrograman dinamik adalah untuk memecahkan masalah optimasi[15][16]. Berbeda dengan pemrograman linier, dalam pemrograman dinamik tidak ada rumus matematika standar, melainkan pemrograman adalah jenis penyelesaian masalah dengan pemahaman umum. Oleh karena itu, beberapa penguasaan dan keahlian dalam masalah pemrograman dinamis umum diperlukan



untuk menentukan apakah suatu masalah dapat diselesaikan atau tidak dengan prosedur pemrograman dinamis dan bagaimana hal ini akan dilakukan[17].

Istilah-istilah yang biasa digunakan dalam program dinamik antara lain[18]: (a). Stage (tahap) adalah bagian persoalan yang mengandung decision variable; (b) Alternatif, pada setiap stage terdapat decision variable dan fungsi tujuan yang menentukan besarnya nilai setiap alternative; (c) State, yaitu menunjukkan kaitan satu stage dengan stage lainnya, sedemikian sehingga setiap stage dapat dioptimisasikan secara terpisah sehingga hasil optimasi layak untuk seluruh persoalan. Program Dinamik memiliki empat tahapan yang utama yaitu[19]: (1) Mengidentifikasi karakteristik dari struktur solusi optimalnya. Langkah ini meliputi pembagian masalah menjadi beberapa submasalah yang berdiri sendiri (independen); (2) Mendefinisikan fungsi rekursif yang memberikan nilai pada solusi optimalnya; (3) Menghitung nilai dari solusi optimal secara maju atau mundur menggunakan fungsi rekursif yang telah dibuat; (4) Menyusun solusi optimal dari informasi perhitungan pada langkah sebelumnya. Langkah ini mengandung maksud untuk mengkombinasikan solusi dari setiap sub-masalah yang ada. Adapun yang menjadi model matematika Program Dinamik adalah berikut ini[20]:

$$f_n(s) = \min \{f_n(x_n) + f_{n+1}(x_{n+1})\} \quad (1)$$

Keterangan:

f_n = nilai perolehan pada tahap n

x_n = rute terbaik pada tahap n

s = jarak

Dalam penelitian ini terdapat prosedur yang diterapkan yaitu meliputi: studi pendahuluan, studi literatur, penentuan aplikasi penyajian/pengolahan data, pengambilan data, pembuatan diagram jaringan, pembentukan model matematika, pengolahan data, analisa hasil, dan kesimpulan. Adapun penjelasannya sebagai berikut[8]:

a) Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari penentuan rute yang akan ditempuh dengan tujuan untuk mendapatkan informasi awal yang lengkap serta menentukan masalah yang akan dibahas dalam penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil rute perjalanan dari Pematangsiantar menuju Samosir.

b) Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan kajian pustaka, yaitu mengumpulkan berbagai referensi dari buku-buku dan jurnal penelitian yang diakses dari internet, serta dokumen-dokumen lainnya. Studi literatur ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai teori dan konsep yang kiranya berhubungan dan dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

c) Penentuan Aplikasi Penyajian/Pengolahan

Data Pada tahap ini dilakukan pemilihan aplikasi/software yang mendukung penelitian dalam mengilustrasikan permasalahan dan mengarahkannya ke solusi dari permasalahan yang diangkat. Software yang dipakai pada penelitian ini adalah aplikasi Google Maps.

d) Pengambilan Data

Dalam tahap ini, variable penelitian yang diteliti adalah jarak. Data-data yang diambil meliputi data jarak dari daerah-daerah yang akan dilewati dari Pematangsiantar menuju Samosir dengan aplikasi Google Maps.

e) Pembuatan Diagram Jaringan

Tahap ini terdiri atas enam tahapan, yaitu penentuan rute, penentuan letak titik berkumpul (assembly point), penentuan node, pemilihan titik berkumpul (assembly point) untuk masing-masing ruang, penentuan jarak masing-masing ruang ke titik berkumpul (assembly point), dan penentuan alternatif rute.

f) Pembentukan Model

Model optimisasi dalam hal ini adalah berupa perumusan matematika, dalam hal ini perumusan fungsi pengoptimalan jarak tempuh.

g) Pengolahan Data

Data jarak tempuh yang diperoleh dari google maps diolah dengan menyajikannya dalam bentuk diagram jaringan atau graf.

h) Analisa Hasil

Diperoleh dari hasil pengolahan data yang disajikan dengan diagram jaringan yang dilakukan dan kemudian dianalisa dengan menerapkan metode Program Dinamik.

i) Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan penarikan simpulan dari hasil analisa data berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Selain itu dapat disertakan saran yang berisikan harapan atas hasil penelitian kepada objek penelitian serta ruang lingkup penelitian untuk kegunaan penelitian berikutnya.

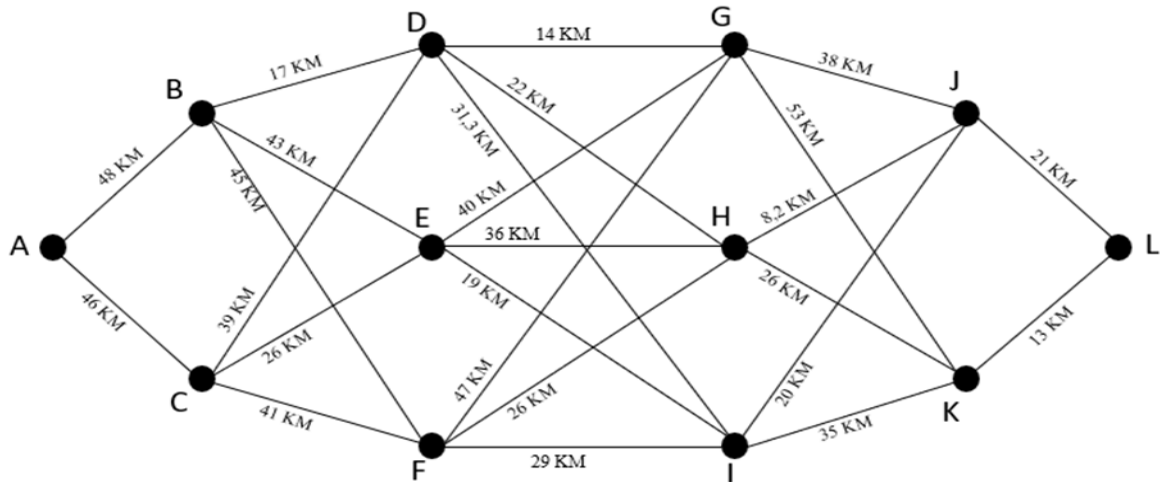
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Model Program Dinamik

Pada penelitian ini, penulis hanya menggunakan 1 model program dinamik saja yaitu program dinamik maju (forward atau up-down). Untuk menerapkan pemrograman dinamik, terlebih dahulu memetakan semua titik

perjalanan yang harus dilalui yang dimuat dalam bentuk graph. Titik ini meliputi titik awal (Pematangsiantar), destinasi utama (Samosir) dan beberapa destinasi wisata yang terletak disepanjang perjalanan, diantaranya, Parapat, Tigaras, Tomok, Ambarita, Simanindo, Huta Siallagan, Sidihoni, Batu Hoda, Waterfront, Bukit Sibea-bea. Progam dinamik yang bergerak mulai pada tahap 1, lalu maju ke tahap 2, 3 dan seterusnya hingga tahap n . Urutan peubah keputusan adalah x_1, x_2, \dots, x_n . Perhitungan umum optimalisasi pada program dinamik maju adalah biaya tahap $k + 1 = (\text{biaya yang didapatkan pada tahap } k) + (\text{biaya dari tahap } k \text{ ke tahap } k + 1)$, dimana $k = 1, 2, \dots, n - 1$ [21]. Untuk mempermudah pemahaman dalam rute perjalanan wisata dari Pematangsiantar menuju Samosir, maka dibuat graf dari rute perjalanan yang ditampilkan pada Gambar 1. Nama lokasi dari setiap titik pada Gambar 1 disajikan dibawah ini. Melalui pendekatan forward dynamic programming yang akan digunakan diperoleh beberapa iterasi yang dimulai dengan stage (tahap) 1 hingga stage (tahap) 12.

Dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti ditentukan rute terbaik atau lintasan terpendek menggunakan metode program dinamik. Penelitian dilakukan pada perjalanan dari Pematangsiantar menuju Samosir sehingga didapatkan rute – rute perjalanan sampai ke tujuan. Rute – rute perjalanan kemudian dijadikan jaringan yang menghubungkan jalan dan tempat yang dilalui dalam perjalanan wisata, sehingga didapatkan peta untuk rute perjalanan wisata dari Pematangsiantar menuju Samosir padagambar 3.1 berikut:



Gambar 1. Jalur Perjalanan Berantai

Pada gambar 3.1 merupakan representasi graf jaringan yang terdiri dari simpul-simpul (nodes) berlabel A hingga L, yang dihubungkan oleh tepi-tepi (tepi) dengan bobot berupa jarak dalam kilometer, seperti "48 KM" atau "36 KM". Simpul-simpul ini dapat merepresentasikan lokasi atau titik tertentu, sementara garis yang menghubungkannya menunjukkan jalur dengan jarak tertentu di antara dua simpul. Graf ini dapat digunakan untuk berbagai analisis, seperti menentukan rute terpendek antara dua lokasi, menyebarkan efisiensi jaringan transportasi, atau menyelesaikan masalah optimasi seperti *Traveling Salesman Problem* (TSP) dan *Shortest Path Problem*. Misalnya, simpul A terhubung ke B dengan jarak 48 KM dan ke C dengan jarak 46 KM, hubungan sementara serupa dengan jarak tertentu juga berlaku untuk simpul lainnya Keterangan kode Lokasi :

- | | |
|---------------------|---------------------|
| A = Pematangsiantar | G = Huta siallagan |
| B = Parapat | H = Sidihoni |
| C = Tigaras | I = Batu hoda |
| D = Tomok | J = Waterfront |
| E = Ambarita | K = Bukit Sibea-bea |
| F = Simanindo | L = Tele. |

3.2 Proses Program Dinamik

Proses program dinamik merupakan proses hasil dalam menemukan solusi optimal, adapun tahap pertama dalam solusi optimal data dilihat berikut:

Tabel 3.1 Tahap Pertama Solusi Optimal

S	Solusi optimum	
	$F_1(s)$	X_1
B	48km	A
C	46km	A

Pada tabel 1. menunjukkan solusi optimal dimulai dari simpul S, di mana terdapat dua jalur yang tersedia, yaitu menuju simpul B dengan jarak 48 km dan simpul C dengan jarak 46 km. Berdasarkan jarak terpendek, simpul C dipilih sebagai solusi optimal pertama karena memiliki bobot lebih kecil dibandingkan simpul B.

Dengan demikian, solusi awal yang optimal adalah $F1(S) = X1 = C$ dengan jarak 46 km. Analisis berikutnya dapat dilakukan dengan simpul C sebagai titik awal untuk mencari solusi optimal berikutnya dalam jaringan ini.

Tabel 2.Tahap Kedua ($F2(S)$)

S	B	C	$F_2(s)$	X_2
D	65km	85km	65km	B
E	91km	72km	72km	C
F	93km	87km	87km	C

Pada tabel 2. merupakan langkah kedua ($F2(S)$), solusi optimum ditentukan dengan perhitungan jarak dari simpul awal (S) menuju simpul tujuan (D, E, dan F) melalui simpul perantara (B atau C). Untuk simpul D, jalur optimum adalah melalui simpul B dengan total jarak 65 km dibandingkan jalur melalui C yang berjarak 85 km. Untuk simpul E, jalur optimum adalah melalui simpul C dengan jarak 72 km, lebih pendek dibandingkan jalur melalui B yang berjarak 91 km. Begitu pula untuk simpul F, jalur optimum adalah melalui simpul C dengan jarak 87 km, lebih pendek dari jalur melalui B yang berjarak 93 km. Dengan demikian, solusi langkah kedua mencakup D melalui B (65 km), serta E dan F melalui C (masing-masing 72 km dan 87 km). Dari simpul awal (S) menuju simpul tujuan (D, E, dan F), jarak dihitung melalui simpul perantara (B atau C). Berikut jaraknya:

- a) $D - B : 17km+48km = 65km$
- b) $E - B : 43km+48km = 91km$
- c) $F - B : 45km+48km = 93km$
- d) $C - D : 39km+46km = 85km$
- e) $C - E : 26km+46km = 72km$
- f) $C - F : 41km+46km = 87km$

Tabel 3. Analisis Jarak titik G, H, I

S	D	E	F	$F_3(S)$	X_3
G	79km	112km	134km	79km	D
H	87km	108km	113km	87km	D
I	96,3km	91km	116km	91km	E

Pada tabel 3. menunjukkan analisis jarak antara titik G, H, dan I dengan tiga titik sebelumnya, yaitu D, E, dan F, untuk menentukan jalur terpendek. Untuk titik G, jarak dari D adalah 79 km, dari E adalah 112 km, dan dari F adalah 134 km, sehingga jalur terpendek adalah melalui D dengan jarak 79 km. Untuk titik H, jarak dari D adalah 87 km, dari E adalah 108 km, dan dari F adalah 113 km, sehingga jalur terpendek juga melalui D dengan jarak 87 km. Sementara itu, untuk titik I, jarak dari D adalah 96,3 km, dari E adalah 91 km, dan dari F adalah 116 km, sehingga jalur terpendek adalah melalui E dengan jarak 91 km. Dengan demikian, jalur optimal untuk mencapai masing-masing titik adalah G melalui D (79 km), H melalui D (87 km), dan I melalui E (91 km). Berikut ini adalah hasil perhitungan manual yaitu:

- a) $G - D : 14km+65km = 79km$
- b) $H - D : 22km+65km = 87km$
- c) $I - D : 31,3km+65km = 96,3km$
- d) $G - E : 40km+72km = 112km$
- e) $H - E : 36km+72km = 108km$
- f) $I - E : 19km+72km = 91km$
- g) $G - F : 47km+87km = 134km$
- h) $H - F : 26km+87km = 113 km$
- i) $I - F : 29km+87km = 116km$

Tabel 4. Analisis Jarak antara titik J dan K

S	G	H	I	$F_4(S)$	X_4
J	117km	95,2km	111km	95,2km	H
K	132km	113km	126km	113km	H

Pada tabel 4. menunjukkan analisis jarak antara titik J dan K dengan tiga titik sebelumnya, yaitu G, H, dan I, untuk menentukan jalur terpendek. Untuk titik J, jarak dari G adalah 117 km, dari H adalah 95,2 km, dan dari I adalah 111 km, sehingga jalur terpendek adalah melalui H dengan jarak 95,2 km. Sementara itu, untuk titik K, jarak dari G adalah 132 km, dari H adalah 113 km, dan dari I adalah 126 km, sehingga jalur terpendek juga melalui H dengan jarak 113 km. Dengan demikian, titik H menjadi jalur optimal untuk mencapai titik J dan K dengan jarak masing-masing 95,2 km dan 113 km. Berikut ini adalah hasil perhitungan manual yaitu:

- a) $J - G : 38km+79km = 117km$
- b) $K - G : 53km+79km = 132km$
- c) $H - J : 8,2km+87km = 96,3km$



- d) H – K: 26km+87km = 113km
- e) I – J: 20km+91km = 111km
- f) I – K: 35km+91km = 126km

Tabel 5. Analisis Jarak Antara titik L

S	J	K	F ₅ (s)	X ₅
L	116,2km	126km	116,2km	J

Pada tabel 5. menunjukkan analisis jarak antara titik L dengan dua titik sebelumnya, yaitu J dan K, untuk menentukan jalur terpendek. Jarak dari L ke J adalah 116,2 km, sedangkan jarak dari L ke K adalah 126 km. Jarak terpendek adalah 116,2 km, sehingga (F₅(S) = 116,2 \) km, dengan titik asal (X₅ = J). Dengan demikian, jalur optimal untuk mencapai titik L adalah melalui J dengan jarak 116,2 km. Berikut ini adalah hasil perhitungan manual yaitu:

- a. L – J : 21km+95,2km = 116,2km
- b. L – K : 13km+113km = 126km

Berdasarkan hasil perhitungan jarak tersebut diperoleh rute: A – B – D – H – J – L Dimana urutan Lokasi yaitu Pematangsiantar – Parapat – Tomok – Sidihoni – Waterfront – Tele dengan jarak 116,2 km. Total jarak tersebut merupakan hasil dari 48+17+22+8,2+21=116,2km. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil perhitungan rute perjalanan optimal diantaranya:

- a) Kondisi Lalu Lintas: Dalam perhitungan waktu tempuh, faktor lalu lintas sangat berpengaruh, terutama di jalur utama menuju Samosir yang kerap mengalami kemacetan di akhir pekan. Penggunaan data perkiraan waktu lalu lintas sangat penting untuk memastikan rute yang dipilih adalah yang tercepat.
- b) Waktu Operasional Destinasi: Setiap destinasi wisata memiliki waktu operasional yang berbeda, sehingga sangat penting untuk menyesuaikan jadwal kunjungan agar wisatawan dapat menikmati setiap lokasi dengan optimal tanpa terburu-buru.
- c) Referensi Wisatawan: Referensi pribadi wisatawan juga menjadi faktor penting dalam penentuan rute. Misalnya, jika wisatawan lebih tertarik untuk mengunjungi alam untuk wisata rohani, maka destinasi seperti Bukit Sibe-bea lebih disarankan daripada destinasi yang lebih ramai dan komersial.
- d) Biaya Transportasi: Biaya perjalanan juga dipengaruhi oleh jenis transportasi yang digunakan. Jika menggunakan kendaraan pribadi, biaya bahan bakar dan parkir harus dihitung. Sementara jika menggunakan transportasi umum, biaya tiket dan waktu tempuh harus diperhitungkan lebih cermat.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan menggunakan pemrograman dinamik, rute perjalanan dapat dioptimalkan tidak hanya berdasarkan jarak atau waktu tempuh, tetapi juga faktor-faktor lain yang penting untuk meningkatkan kenyamanan dan kepuasan wisatawan. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti waktu buka destinasi, kondisi lalu lintas, dan referensi wisatawan, metode ini memberikan solusi yang lebih praktis dan dapat diterapkan dalam perencanaan perjalanan wisata yang sesungguhnya. Dibandingkan dengan pendekatan tradisional yang mungkin hanya fokus pada jarak atau waktu tempuh, pendekatan pemrograman dinamik yang digunakan dalam penelitian ini memberikan solusi yang lebih mudah untuk dipahami. Ini memungkinkan wisatawan untuk memilih rute yang tidak hanya menghemat waktu, tetapi juga memberikan pengalaman yang lebih baik, dengan memperhatikan berbagai faktor yang dapat berubah selama perjalanan. Namun, perlu dicatat bahwa perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini masih bersifat teoritis, dan beberapa faktor seperti cuaca atau kondisi lalu lintas yang sangat dinamis dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh. Oleh karena itu, aplikasi sistem berbasis pemrograman dinamik ini perlu diterapkan dengan data akurat untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil gambaran implementasi penerapan sistem pendukung keputusan penentuan rute terpendek pada perjalanan wisata dari Pematangsiantar Menuju Samosir dimana berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan Dynamic Programming menunjukkan bahwa metode ini sangat efektif dan konsisten dalam menghasilkan rute yang optimal yaitu dengan rute dari Pematangsiantar – Parapat – Tomok - Sidihoni – Waterfront – Tele dengan jarak 116,2 km. Dimana penelitian ini masih menggunakan rute perjalanan sederhana dengan 12 titik lokasi. Oleh karena itu, sebagai penelitian lanjutan dapat menggunakan jumlah lokasi titik yang lebih banyak. Penerapan sistem pendukung keputusan dengan menggunakan pemrograman dinamis memungkinkan diperolehnya hasil urutan terpendek untuk perjalanan wisata. Dengan merancang dan mengimplementasikan metode pemrograman dinamis untuk menentukan urutan rute wisata, kami menyimpulkan bahwa metode ini telah berhasil mengimplementasikan suatu sistem pendukung keputusan. Hal ini menegaskan bahwa Dynamic Programming dapat diandalkan untuk menentukan rute terpendek, memastikan efisiensi dan keakuratan dalam proses pengiriman atau perjalanan. Berdasarkan penentuan rute pada perhitungan Dynamic Programming menghasilkan hasil yang baik yaitu ditunjukkan dengan hasil nilai akurasi yang tinggi yaitu 100%. Artikel ilmiah ini berisi perhitungan jalur pendek Pematangsiantar ke Samosir. Hal ini dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lainnya, seperti biaya dan waktu perjalanan jika terjadi kemacetan lalu



lintas. Untuk menghindari kesalahan perhitungan diharapkan menggunakan bantuan bahasa pemrograman agar hasil penelitian yang diperoleh lebih valid.

REFERENCES

- [1] E. Christian Rufus, R. Rizkyaka Riyadi, D. Nugraha Hasibuan, E. Christian, dan V. Handrianus Pranatawijaya, “Penerapan Algoritma Dijkstra Dalam Menentukan Rute Terpendek Untuk Jasa Pengiriman Barang Di Palangka Raya,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 8, no. 3, hal. 3387–3391, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i3.9683.
- [2] D. R. Aprilliando, “Implementasi algoritma uniform cost search (UCS) untuk menentukan rute terpendek.” Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2023.
- [3] L. Kusniawati dan P. A. Wicaksono, “OPTIMASI RUTE PENGIRIMAN BAHAN BAKU CKD PART DENGAN PENDEKATAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEMS (CVRP) DI PT XYZ,” *Ind. Eng. Online J.,* vol. 12, no. 4, 2023.
- [4] M. N. Zein et al., “Penerapan Program Dinamis Untuk Menentukan Jalur Yang Optimum Dalam Pengiriman Benih Ikan Ceps Aquarium,” *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory,* vol. 3, no. 1, hal. 34–39, 2022.
- [5] B. D. Febrianti et al., “IMPLEMENTASI ALGORITMA ANT COLONY DALAM MENENTUKAN RUTE,” vol. 9, no. 1, hal. 243–249, 2025.
- [6] R. Wahyudi, A. Sanjaya, dan U. Mahdiyah, “Implementasi Dynamic Programming Dalam Menentukan Rute Pengiriman Paket,” vol. 8, hal. 960–967, 2024.
- [7] F. N. Hidayat, B. D. Ferdinan, R. Saputra, E. Christian, dan V. H. Pranatawijaya, “Penerapan Algoritma Dynamic Programming Dalam Penentuan Prioritas Pengerjaan Tugas Kuliah Mahasiswa,” hal. 190–198, 2024.
- [8] A. Elsa, A. M. Panjaitan, dan T. N. Sipayung, “Penerapan Program Dinamik dalam Menentukan Jalur Perjalanan Optimum dengan Prosedur Backward Recursive Equation,” *J. Educ.,* vol. 5, no. 2, hal. 4217–4225, 2023, doi: 10.31004/joe.v5i2.1133.
- [9] R. S. Sinaga dan A. Syahmarani, “OPTIMISASI RUTE CPO MENGGUNAKAN TEKNIK PROGRAM DINAMIK,” *Sci. J. Ilm. Sains dan Teknol.,* vol. 2, no. 7, hal. 262–272, 2024.
- [10] I. A. F. Untuk, M. Rute, T. Destinasi, dan W. Lahuan, “UNNES Journal of Mathematics,” vol. 10, no. 1, hal. 75–84, 2021.
- [11] M. Iqbal et al., “Perancangan Peta Rute Wisata sebagai Alat Pemasaran bagi Desa Wisata di Subang Selatan,” *J-Dinamika J. Pengabd. Masy.,* vol. 9, no. 1, hal. 75–80, 2024.
- [12] M. A. Rahman dan M. Y. Saputra, “Kegiatan TUR Pemanduan Sejarah Sebagai Wisata Edukasi Dan Promosi Rute Pasar 16 Kolaborasi Bersama PLGGoodGuide,” vol. 2, no. November, hal. 114–125, 2024.
- [13] N. F. Lakutu, S. L. Mahmud, M. R. Katili, dan N. I. Yahya, “Algoritma Dijkstra dan Algoritma Greedy Untuk Optimasi Rute Pengiriman Barang Pada Kantor Pos Gorontalo,” *Euler J. Ilm. Mat. Sains dan Teknol.,* vol. 11, no. 1, hal. 55–65, 2023, doi: 10.34312/euler.v11i1.18244.
- [14] A. B. M. H. Heriansyah, R. Rizwar, M. Rafliansyah, E. Christian, dan V. H. Pranatawijaya, “Penerapan Algoritma Prim dalam Menentukan Rute Prioritas Pengiriman Paket Express,” *J. Islam. Glob. Netw. Inf. Technol. Entrep.,* vol. 2, no. 3, hal. 21–33, 2024.
- [15] M. N. Zein et al., “Penerapan Program Dinamis Untuk Menentukan Jalur Yang Optimum Dalam Pengiriman Benih Ikan Ceps Aquarium,” *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory,* vol. 3, no. 1, 2022.
- [16] C. RAWUNG, P. F. Opit, dan R. F. I. Rottie, “OPTIMASI STRATEGI UNTUK MUATAN BARANG DENGAN ALGORITMA PROGRAM DINAMIS PADA KNAPSACK (Studi Kasus: PT. Tole Farm Desa Pinilih, Kec. Dimembe, Kab. Minut, Kota Manado.)” UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE MANADO, 2023.
- [17] G. N. Ramadhan dan R. K. A. A. S. Bachrun, “Penerapan algoritma Dijkstra Untuk menentukan Rute Terpendek Tempat Tinggal Ke Kampus 2 Uin Sunan Ampel Surabaya,” *Indones. J. Bus. Intell.,* vol. 7, no. 1, hal. 1–6, 2024.
- [18] P. A. Y. U. SIHALOHO, “PENGGUNAAN PROGRAM DINAMIK UNTUK MENENTUKAN TOTAL BIAYA MINIMUM PADA PERENCANAAN PRODUKSI DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN DI UD. SIMBERS.” FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA, 2024.
- [19] S. V. Agnezia dan W. Winarno, “Penentuan rute terpendek dalam pengiriman pallet kayu menggunakan program dinamis,” *J. Ind. Serv.,* vol. 7, no. 2, hal. 221, 2022, doi: 10.36055/jiss.v7i2.13911.
- [20] R. F. Oktanugraha dan S. R. Nudin, “Implementasi Algoritma A* (A Star) dalam Penentuan Rute Terpendek yang Dapat Dilalui Non Player Character pada Game Good Thief,” *J. Informatics Comput. Sci.,* vol. 2, no. 01, hal. 74–85, 2020, doi: 10.26740/jinacs.v2n01.p74-85.
- [21] M. C. Bunaen, H. Pratiwi, dan Y. F. Riti, “Penerapan Algoritma Dijkstra Untuk Menentukan Rute Terpendek Dari Pusat Kota Surabaya Ke Tempat Bersejarah,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis,* vol. 4, no. 1, hal. 213–223, 2022.