



Application of the Dijkstra and Floyd - Warshall Algorithms in Determining the Shortest Route to Tourist Attractions in Toba

Mega Agustina Samosir^{1*}, Mulyono²
Universitas Negeri Medan

Corresponding Author: Mega Agustina Samosir megasamosir06@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: Dijkstra's Algorithm, Floyd-Warshall, Route, Toba

Received : 24, December
Revised : 20, January
Accepted: 17, February

©2023 Samosir, Mulyono: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

The Toba Regency Government focuses on developing the tourism sector, because the natural resources in Toba Regency have great potential. The purpose of this research is to determine the shortest route to an effective tourist spot and the time it takes to cover that distance. The method used to determine the shortest route is the Dijkstra and Floyd - Warshall Algorithms. Dijkstra's algorithm aims to choose the best solution from each set of solutions, while the Floyd-Warshall algorithm compares all possible paths on the graph for each vertex. Based on the research results, the shortest route for 24 tourist attractions in Toba produces the same route using both algorithms and a weighted graph is obtained.

Penerapan Algoritma Dijkstra dan Floyd - Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek Tempat Wisata di Toba

Mega Agustina Samosir^{1*}, Mulyono²

Universitas Negeri Medan

Corresponding Author: Mega Agustina Samosir megasamosir06@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Algoritma Dijkstra, Floyd-Warshall, Rute, Toba

Received : 24, December

Revised : 20, January

Accepted: 17, February

©2023 Samosir, Mulyono: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Pemerintah Kabupaten Toba fokus dalam pengembangan sektor pariwisata, karena sumber daya alam di Kabupaten Toba memiliki potensi yang besar. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan rute terpendek tempat wisata yang efektif dan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut. Metode yang digunakan untuk menentukan rute terpendek yaitu Algoritma Dijkstra dan Floyd - Warshall. Algoritma Dijkstra bertujuan untuk memilih solusi terbaik dari setiap himpunan solusi, sedangkan Algoritma Floyd-Warshall membandingkan semua kemungkinan lintasan pada graf untuk setiap simpul. Berdasarkan hasil penelitian rute terpendek untuk 24 tempat wisata di Toba menghasilkan rute yang sama menggunakan kedua algoritma serta diperoleh graf berbobot.

PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan berbagai kegiatan wisata dan didukung berbagai fasilitas serta layanan yang disediakan oleh masyarakat, pengusaha, dan pemerintah daerah (Utama, 2014). Perkembangan sektor pariwisata di Toba sedang dikembangkan oleh pemerintah, seperti pembangunan jalan Tol dan jalan Bypass Balige. Akses jalan Bypass akan memudahkan akses wisatawan dari Silangit-Balige-Parapat atau sebaliknya. Wisatawan yang akan melakukan perjalanan dapat memilih jalan yang akan mereka lalui agar perjalanan tidak menghabiskan waktu dan dapat mencakup semua tempat wisata yang akan dikunjungi.

Pencarian rute terpendek merupakan suatu hal yang diperlukan dalam berwisata, pencarian rute terpendek ini dapat diselesaikan dengan teori graf. Graf yang digunakan untuk mencari rute terpendek yaitu graf berbobot (*weighted graph*), yang setiap sisinya diberikan nilai atau bobot. Pencarian rute terpendek sulit dipecahkan dalam skala besar, sehingga penyelesaian skala besar dapat menggunakan algoritma.

Algoritma Dijkstra merupakan pencarian rute terbaik dari simpul ke simpul lainnya, untuk mencari rute terbaik dari simpul ke simpul lainnya algoritma Dijkstra melalui sejumlah langkah menggunakan prinsip greedy (Nggufro, 2021). Algoritma Dijkstra bertujuan menemukan jalur terpendek dari simpul awal ke simpul lain, algoritma membagi simpul menjadi dua yaitu sebagai permanen diberi label (atau permanen) dan yang sementara diberi label (atau sementara) (Ahuja & Flows, 1993). Algoritma Floyd-Warshall adalah matriks hubung graf berarah berlabel, dan keluarannya adalah *path* terpendek dari semua simpul ke semua simpul lainnya (Siang, 2006). Algoritma Floyd-Warshall salah satu dari pemograman dinamis, yaitu melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang diperoleh sebagai suatu keputusan yang bergantung.

Hasil penelitian Subidyo dkk (2020) memperlihatkan bahwa algoritma Dijkstra dapat diterapkan untuk menentukan rute terpendek pada graf berbobot yang mengasumsikan tempat wisata sebagai simpul, dan jarak antar tempat wisata diasumsikan sebagai sisi yang berbobot. Berdasarkan hasil penelitian bahwa tidak semua rute terpendek berbeda, sehingga untuk menuju satu tujuan wisata dapat melalui tujuan wisata lain. Hasil penelitian Krisnamurti dan Geong (2021) Algoritma Floyd-Warshall dapat diaplikasikan dalam pencarian rute terpendek pada graf berarah dan berbobot. Graf berarah dan berbobot dalam penelitian ini yaitu menghubungkan simpul-simpul menggunakan sisi-sisi yang ada. Penentuan rute terpendek destinasi wisata Lahuan Bajo merepresentasikan jalur yang tersedia antar masing-masing rute sebagai sisi yang berlabel panjang jalur yang tersedia antara dua titik.

Bersdasarkan latar belakang diatas, penulis membuat pencarian rute terpendek dan rekomendasi tempat wisata, yang dapat membantu wisatawan dalam melakukan perjalanan wisata. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan judul Penerapan Algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek Tempat Wisata Di Toba. Destinasi wisata

menarik yang dapat dikunjungi di Toba yaitu Pantai Long Beach, Bukit Senyum, The Kaldera Nomadic Escape, Pusat Seminari dan Air Terjun Bukit Gibeon, Taman Eden 100, Air Terjun Situmurun, Pantai Pasifik, Pantai Pasir Putih Parporean, Gereja HKBP Sigumpar dan Makam DR. I.L. Nomensen, Pantai Hatualian, Pantai Lumban Binanga, Tambunan Sunset Beach, Pantai Pelangi, Pantai Sibolahotang, Pantai Pasir Lumbanbulbul, Pantai Lumban Silintong, Museum Batak TB. Silalahi Center, Makam Sisingamangaraja XII, Batu Basiha, Istana Kaldera Unesco Geopark Danau Toba, Bukit Tarabunga, Pantai Pakkodian, Bukit Singgolom dan Desa Adat Ragihotang Meat. Untuk membantu perhitungan jarak terpendek, maka penulis menggunakan bahasa pemrograman Python.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Graf

Graf adalah suatu diagram yang memuat informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat. Suatu graf G terdiri dari 2 himpunan yang berhingga, yaitu himpunan simpul-simpul tidak kosong (simbol $V(G)$) dan himpunan garis-garis (simbol $E(G)$) (Siang, 2006). Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) ditulis dengan notasi $G = (V, E)$ yang dalam hal ini V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) dan E adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul.

B. Rute Terpendek (*Shorterst Route*)

Lintasan terpendek yaitu, lintasan yang panjangnya paling sedikit diantara dua buah simpul yang diberikan. Kata "terpendek" sering diartikan sebagai panjang minimum dan kata terpendek ini mengandung makna yang berbeda tergantung persoalan yang diselesaikan. Dalam pencarian rute terpendek graf yang digunakan yaitu graf berbobot. Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya memiliki nilai atau bobot. Nilai yang diberikan pada setiap sisi graf bisa dinyatakan jarak antar kota, waktu pengiriman, dan sebagainya. Diasumsikan untuk semua bobot yang diberikan bernilai positif (Munir, 2005).

C. Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra yaitu algoritma yang ditemukan oleh Dijkstra untuk mencari lintasan terpendek dan algoritma ini merupakan algoritma yang lebih efisien dibandingkan algoritma lain. Secara formal menurut Siang (2004) untuk mencari lintasan terpendek yaitu:

1. $L = \{ \}$
 $V = \{v_2, v_3, \dots, v_n\}$
2. Untuk $i = 2, \dots, n$ lakukan $D(i) = W(1, i)$
3. Selama $v_n \in L$ lakukan

a. Pilih titik $v_k \in V - L$ dengan $D(k)$ terkecil. $L = L \cup \{v_k\}$.

b. Untuk setiap $v_j \in V - L$ lakukan :

Jika $D(j) > D(k) + W(k, j)$ maka ganti

$D(j)$ dengan $v_j \in V, w^*(1, j) = D(j)$

Keterangan:

$V(G) : \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$

L: himpunan titik-titik $\in V(G)$ yang sudah terpilih dalam alur rute terpendek

$D(j)$: jumlah bobot lintasan terkecil dari v_1 ke v_j .

$w(i, j)$: bobot garis dari titik v_i ke titik v_j

$w^*(1, j)$: jumlah bobot lintasan terkecil dari v_1 ke v_j

D. Algoritma Floyd-Warshall

Algoritma Floyd-Warshall merupakan algoritma yang pertama kali menghitung $d^1[i, j]$ untuk semua pasangan simpul i dan j . Mengulangi setiap proses yang dilakukan hingga memperoleh $d^{n+1}[i, j]$ untuk semua pasang simpul i dan j saat berakhir. Diberikan $d^*[i, j]$. Algoritma dapat dihitung dengan $d^{k+1}[i, j]$ menggunakan properti berikut ini.

$$d^{k+1}[i, j] = \min\{d^k[i, j], d^k[i, k] + d^k[k, j]\}$$

Alasan properti ini berlaku yaitu karena rute terpendek yang hanya menggunakan simpul $1, 2, \dots, k$ sebagai simpul internal sebagai berikut:

- tidak melewati simpul k , sehingga $d^k[i, j] = d^k[i, j]$
- melewati simpul k , sehingga $d^{k+1}[i, j] = d^k[i, k] + d^k[k, j]$. Oleh karena itu $d^{k+1}[i, j] = \min\{d^k[i, j], d^k[i, k] + d^k[k, j]\}$. (Ahuja dkk, 1993)

Menurut (Cormen dkk, 2009) cara untuk mencari lintasan terpendek dengan Algoritma Flody-Warshall yaitu:

1. $n = W.baris$
2. $D = W$
3. Untuk $k = 1$ ke n
4. Untuk $i = 1$ ke n
5. Untuk $j = 1$ ke n
6. $d_{ij} = \min(d_{ij}, d_{ik} + d_{kj})$
7. Lakukan langkah $D = W$ kembali.

Keterangan :

D : Matriks

W : Matriks ketetanggan iterasi pertama

k : iterasi 1 ke n

i : titik pertama v_i

j : titik pertama v_j

METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah penelitian studi kasus. Pengumpulan data yang dilakukan yaitu data primer dan sekunder yang diperoleh dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Toba. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengambil data primer dan sekunder yang langsung dilakukan di Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Toba dengan mengajukan pertanyaan secara lisan kepada Kepala Seksi Bidang Operasional Kebudayaan dan Pariwisata. Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengumpulkan sumber pustaka, pengumpulan data, cara pemecahan masalah, dan penarikan kesimpulan.

- a. Mengumpulkan sumber pustaka
- b. Mengumpulkan data dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Toba
- c. Tahap pengolahan
 - Membuat graf berbobot rute tempat wisata di Toba yakni dengan menghubungkan sisi-sisi yang ada. Sisi direpresentasikan dengan rute dan waktu dalam perjalanan.
 - Memperoleh penyelesaian dengan penerapan algoritma Dijkstra dalam menentukan rute terpendek dari pelabuhan ajibata dan pantai bebas parapat menuju ke tempat wisata di Toba.
 - Setelah melakukan perhitungan secara manual dengan menggunakan algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall, perhitungan selanjutnya menggunakan bantuan software yaitu software python.
 - Menentukan rute terpendek yang direkomendasikan.

HASIL PENELITIAN

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengolah data menggunakan algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall. Pengolahan data menggunakan algoritma Dijkstra yaitu:

1) Inisialisasi

Mula-mula $L = \{ \}$ dan $V(G) = \{v_1, v_{26}, v_{27}, v_{28}, v_{29}, v_{30}, v_{31}, v_2\}$

2) Titik Awal adalah v_k maka lakukan $D(k) = \begin{cases} 0, & j = k \\ \infty, & j \neq k \end{cases}, \forall v_k \in V(G).$

Titik awal adalah v_1 , maka:

$D(v_1) = 0$	$D(v_{29}) = \infty$
$D(v_{26}) = \infty$	$D(v_{30}) = \infty$
$D(v_{27}) = \infty$	$D(v_{31}) = \infty$
$D(v_{28}) = \infty$	$D(v_2) = \infty$

3) $\forall v_j \in V(G)$, tentukan $D(k)$ terkecil, maka titik permanen adalah v_k

- $D(k)$ terkecil $D(v_1) = 0$
- Titik permanen v_k adalah v_1

4) $L = L \cup \{v_k\}$

$$L = \{v_1\}$$

5) Jika $v_n \in L$ maka iterasi berhenti. Jika $v_n \notin L$ maka iterasi berlanjut $v_{27} \notin L$.

Untuk iterasi kedua dan seterusnya lakukan:

1) Inisialisasi

- $L = L$
- $L = v_1$
- $V(G) = (v_{26}, v_{27}, v_{28}, v_{29}, v_{30}, v_{31})$

2) $\forall v_j \in V(G)$, lakukan $D(k) = \min(D(k) + W(k, j))$

$D(v_{26}) = W(v_1, v_{26}) = 2$	$D(v_{30}) = W(v_1, v_{30}) = \infty$
$D(v_{27}) = W(v_1, v_{27}) = \infty$	$D(v_{31}) = W(v_1, v_{31}) = 3$
$D(v_{28}) = W(v_1, v_{28}) = \infty$	$D(v_2) = W(v_1, v_2) = \infty$
$D(v_{29}) = W(v_1, v_{29}) = \infty$	

6) (a): $D(k)$ terkecil $D(v_{26})$ sehingga $v_k = v_{26}$

$$L = L \cup \{v_k\} = \{ \} \cup \{v_{26}\} = \{v_{26}\}$$

(b): $V - L = \{v_{26}, v_{27}, v_{28}, v_{29}, v_{30}, v_{31}, v_2\} - \{v_{26}\} = \{v_{27}, v_{28}, v_{29}, v_{30}, v_{31}, v_2\}$

$$k = 2$$

Untuk literasi kedua dan seterusnya lakukan:

1) Inisialisasi

- $L = L$

$$L = \{v_1, v_{26}\}$$

- $V(G) = V - L$

$$V(G) = (v_{27}, v_{28}, v_{29}, v_{30}, v_{31}, v_2)$$

2) $\forall v_j \in V(G)$, lakukan $\forall v_j \in V(G)$

- Untuk $D(j) = D(v_{27}) = \infty$

$$D(k) + W(k, j) = D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{27}) = 2 + 2 = 4$$

Karena $D(v_{27}) > D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{27})$ maka $D(v_{27})$ diganti yaitu 4

- Untuk $D(j) = D(v_{28}) = \infty$

$$D(k) + W(k, j) = D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{28}) = 2 + 3 = 5$$

Karena $D(v_{28}) > D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{28})$ diganti yaitu 5

- Untuk $D(j) = D(v_{29}) = \infty$

$$D(k) + W(k, j) = D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{29}) = 2 + \infty = \infty$$

Karena $D(v_{29}) > D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{29})$ tetap ∞

- Untuk $D(j) = D(v_{30}) = \infty$

$$D(k) + W(k, j) = D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{30}) = 2 + \infty = \infty$$

Karena $D(v_{30}) > D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{30})$ tetap ∞

- Untuk $D(j) = D(v_{31}) = \infty$

$$D(k) + W(k, j) = D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{31}) = 2 + \infty = \infty$$

Karena $D(v_{31}) > D(v_{26}) + W(v_{26}, v_{31})$ tetap ∞

- Untuk $D(j) = D(v_2) = \infty$

$$D(k) + W(k, j) = D(v_{26}) + W(v_{26}, v_2) = 2 + \infty = \infty$$

Karena $D(v_2) > D(v_{26}) + W(v_{26}, v_2)$ tetap ∞

3) $\forall v_j \in V(G)$ tentukan $D(k)$ terkecil, maka titik permanen adalah v_k

- $D(k)$ terkecil $D(v_{27}) = 4$

- Titik permanen v_k adalah v_{27}

4) $L = L \cup \{v_k\}$

$$L = \{v_1, v_{26}, v_{27}\}$$

Untuk iterasi selanjutnya lakukan seperti diatas. Sehingga diperoleh waktu yang efisien dari v_1 ke v_2 yaitu 9 menit dengan rute yang dilalui dari

$$v_1 \rightarrow v_{26} \rightarrow v_{27} \rightarrow v_{29} \rightarrow v_2.$$

Untuk mendapatkan hasil pengolahan data waktu dan jarak selanjutnya dapat melakukan langkah-langkah diatas. Untuk pengolahan data menggunakan algoritma Floyd-Warshall yaitu:

$$k = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

$$i = \{v_1, v_{26}, v_{27}, v_{28}, v_{29}, v_{30}, v_{31}, v_2\}$$

$$j = \{v_1, v_{26}, v_{27}, v_{28}, v_{29}, v_{30}, v_{31}, v_2\}$$

Matriks hubungan graf adalah

$$G^0 = \begin{matrix} & \begin{matrix} v_1 & v_{26} & v_{27} & v_{28} & v_{29} & v_{30} & v_{31} & v_2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} v_1 \\ v_{26} \\ v_{27} \\ v_{28} \\ v_{29} \\ v_{30} \\ v_{31} \\ v_2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2 & \infty & \infty & \infty & \infty & 3 & \infty \\ 2 & 0 & 2 & 3 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 2 & 0 & 2 & 1 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 3 & 2 & 0 & 4 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 1 & 4 & 0 & 1 & \infty & 4 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & 1 & 0 & 2 & \infty \\ 3 & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 0 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & 4 & \infty & \infty & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Iterasi untuk $k = 1$

Untuk setiap sel matriks G diperiksa apakah $k = d[i, j] > d[i, 1] + d[1, j]$ Jika ya, maka $d[i, j]$ diganti dengan $d[i, 1] + d[1, j]$. Sebagai berikut:

- $d[2, 3] = 2$, sedangkan $d[2, 1] + d[1, 3] = 2 + \infty = \infty$. Karena $d[2, 3] < d[2, 1] + d[1, 3]$ maka harga $d[2, 3]$ tetap yaitu 2

- $d[2,4] = 3$, sedangkan $d[2,1] + d[1,4] = 2 + \infty = \infty$. Karena $d[2,4] < d[2,1] + d[1,4]$ maka harga $d[2,4]$ tetap yaitu 3

Dengan cara yang sama, harga $d[i,j]$ dihitung untuk setiap i dan j . Untuk iterasi kedua dan seterusnya lakukan seperti cara diatas. Sehingga diperoleh iterasi kedelapan yaitu:

$$G^0 = \begin{matrix} & \begin{matrix} v_1 & v_{26} & v_{27} & v_{28} & v_{29} & v_{30} & v_{31} & v_2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} v_1 \\ v_{26} \\ v_{27} \\ v_{28} \\ v_{29} \\ v_{30} \\ v_{31} \\ v_2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 5 & 5 & 6 & 3 & 9 \\ 2 & 0 & 2 & 3 & 3 & 4 & 5 & 7 \\ 4 & 2 & 0 & 2 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 2 & 0 & 3 & 4 & 6 & 7 \\ 5 & 3 & 1 & 3 & 0 & 1 & 3 & 4 \\ 5 & 4 & 2 & 4 & 1 & 0 & 2 & 5 \\ 3 & 5 & 7 & 8 & 4 & 9 & 0 & 12 \\ 9 & 7 & 5 & 7 & 4 & 5 & 7 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Waktu yang efisien dari v_1 ke v_2 yaitu 9 menit dengan rute yang dilalui dari

$$v_1 \rightarrow v_{26} \rightarrow v_{27} \rightarrow v_{29} \rightarrow v_2.$$

PEMBAHASAN

Berdasarkan langkah-langkah untuk memperoleh rute terpendek dengan algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall dari Pantai Bebas Parapat ketempat wisata lainnya maka diperoleh:

Tabel 1. Perolehan Rute dengan Algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall

Tempat Wisata	Algoritma Dijkstra	Rute yang Dilalui
Pantai Long Beach	$v_1 \rightarrow v_{26} \rightarrow v_{27} \rightarrow v_{29} \rightarrow v_2$ (9 menit, 2300m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Kol. TPR Sinaga → Jl. Talun Sungkit → Jl. Josep Sinaga → Jl. Justin Sirait → Pantai Long Beach
Bukit Senyum	$v_1 \rightarrow v_{26} \rightarrow v_{27} \rightarrow v_{29} \rightarrow v_2 \rightarrow v_{29} \rightarrow v_3$ (28 menit, 7900m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Kol. TPR Sinaga → Jl. Talun Sungkit → Jl. Josep Sinaga → Jl. Justin Sirait → Pantai Long Beach → Jl. Bukit Senyum Motung → Bukit Senyum.
The Kaldera Nomadic Escape	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_{35} \rightarrow v_{34} \rightarrow v_4$ (31 menit, 18200m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas ke Bandara Sibisa → Sionggang Utara → Pardamean Sibisa → The Kaldera Toba Nomadic Escape.
Pusat	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36}$	Pantai Bebas Parapat → Jl.

Seminari dan Air Terjun Bukit Gibeon	$\rightarrow v_{35} \rightarrow v_5$ (25 menit, 15250m)	Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Jl. Lintas ke Bandara Sibisa \rightarrow Jl. Lintas ke Bandara Sibisa \rightarrow Pusat Seminari dan Air Terjun Bukit Gibeon
Taman Eden 100	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32}$ $\rightarrow v_{36} \rightarrow v_6$ (26 menit, 16350m)	Pantai Bebas Parapat \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Taman Eden 100
Air Terjun Situmurun	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36}$ $\rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_7$ (55 menit, 29750m)	Pantai Bebas Parapat \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Taman Eden 100 \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Desa Sionggang \rightarrow Air Terjun Situmurun.
Pantai Pasifik	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow$ $v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow$ $v_{44} \rightarrow v_{42} \rightarrow v_{41} \rightarrow v_{43} \rightarrow v_8$ (69 menit, 26900m)	Pantai Bebas Parapat \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Taman Eden 100 \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Jl. Lintas Sumatera \rightarrow Jl. Lintas Sumatera \rightarrow Jl. Gereja Ulu Bius \rightarrow Jl. Gereja Ulu Bius \rightarrow Patane III \rightarrow Patane III \rightarrow Pantai Pasifik
Pantai Pasir Putih Parporean	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow$ $v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow$ $v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_9$ (70 menit, 27100m)	Pantai Bebas Parapat \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Taman Eden 100 \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Jl. Lintas Sumatera \rightarrow Jl. Lintas Sumatera \rightarrow Jl. Sisingamangaraja XII \rightarrow Jl. Raja Sipakko Napitupulu \rightarrow Pantai Pasir Putih Parporean.
Gereja HKBP Sigumpar dan Makam DR. I.L Nomensen	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow$ $v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow$ $v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow$ $v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{10}$	Pantai Bebas Parapat \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Sisingamangaraja \rightarrow Jl. Siborong Borong - Parapat \rightarrow Taman Eden 100 \rightarrow Jl. Siborong Borong -

	(74 menit, 30910m)	Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Gereja HKBP Sigumpar dan Makam DR. I.L Nomensen
Pantai Hatualian	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{11}$ (91 menit, 39800m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Ompu Raja Hutapea Timur → Pantai Hatualian.
Pantai Lumban Binanga	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{12}$ (91 menit, 39510m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Pantai Lumban Binanga.
Tambunan Sunset Beach	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{15}$ (93 menit, 40790m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera →

		Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Lumban Pea → Tambunan Sunset Beach.
Pantai Pelangi	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{64} \rightarrow v_{65} \rightarrow v_{14}$ (104 menit, 42260m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Lumban Gaol → Pantai Pelangi.
Pantai Sibolahotang	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{59} \rightarrow v_{70} \rightarrow v_{71} \rightarrow v_{74} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{15}$ (108 menit, 44360m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Bye Pass Balige → Huta Bulu Mejan → Huta Bulu Mejan → Jl. Serma Muda → Jl. Sibola Hotang → Pantai Sibolahotang

<p>Pantai Lumbanbulbul</p>	<p>$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{59} \rightarrow v_{70} \rightarrow v_{71} \rightarrow v_{74} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{15} \rightarrow v_{16}$ (112 menit, 45160m)</p>	<p>Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Bye Pass Balige → Huta Bulu Mejan → Huta Bulu Mejan → Jl. Huta Bulu Mejan → Jl. Serma Muda → Jl. Sibola Hotang → Pantai Sibolahotang → Jl. Sibolahotang → Pantai Lumbanbulbul</p>
<p>Pantai Lumban Silintong</p>	<p>$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{59} \rightarrow v_{70} \rightarrow v_{71} \rightarrow v_{74} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{68} \rightarrow v_{75} \rightarrow v_{19} \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{17}$ (120 menit, 48410m)</p>	<p>Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Bye Pass Balige → Huta Bulu Mejan → Huta Bulu Mejan → Jl. Huta Bulu Mejan → Jl. Serma Muda → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Pantuan Nagari → Jl. Dr. Sutomo → Makam Sisingamangaraja XII → Jl. Dr. Tb.</p>

		Silalahi → Museum Batak TB. Silalahi → Jl. Gereja → Pantai Lumban Silintong.
Museum Batak TB. Silalahi Center	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow$ $v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow$ $v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow$ $v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow$ $v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow$ $v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{59} \rightarrow v_{70} \rightarrow$ $v_{71} \rightarrow v_{74} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{68} \rightarrow$ $v_{75} \rightarrow v_{19} \rightarrow v_{18}$ (113menit, 46710m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Bye Pass Balige → Huta Bulu Mejan → Huta Bulu Mejan → Jl. Serma Muda → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Pantuan Nagari → Jl. Dr. Sutomo → Makam Sisingamangaraja XII → Jl. Dr. Tb. Silalahi → Museum Batak TB. Silalahi Center.
Makam Sisingamangaraja XII	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow$ $v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow$ $v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow$ $v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow$ $v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow$ $v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{59} \rightarrow v_{70} \rightarrow$ $v_{71} \rightarrow v_{74} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{68} \rightarrow$ $v_{75} \rightarrow v_{19}$ (112 menit, 46410 m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Bye Pass Balige → Huta Bulu

		Mejan → Huta Bulu Mejan → Jl. Huta Bulu Mejan → Jl. Serma Muda → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Pantuan Nagari → Jl. Dr. Sutomo → Makam Sisingamangaraja XII.
Batu Basiha	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{59} \rightarrow v_{66} \rightarrow v_{82} \rightarrow v_{78} \rightarrow v_{20}$ (121 menit, 50810m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Bye Pass Balige → Jl. Bye Pass Balige → Jl. Simanjalo dan Jl. Liberty Manik → Jl. Tugu Raja Bungabunga Silalahi → Jl. Wisata Silalahi → Batu Basiha.
Istana Kaldera Geopark Danau Toba	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{64} \rightarrow v_{65} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{83} \rightarrow v_{68} \rightarrow v_{75} \rightarrow v_{76} \rightarrow v_{79} \rightarrow v_{21}$ (136menit, 53310m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera →

		Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Patuan Nagari → Jl. Pemandian → Jl. Pemandian → Jl. Raya Tarabunga → Istana Kaldera Unesco Geopark Danau Toba
Bukit Tarabunga	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{64} \rightarrow v_{65} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{83} \rightarrow v_{68} \rightarrow v_{75} \rightarrow v_{76} \rightarrow v_{79} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{22}$ (137 menit, 53480m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Patuan Nagari → Jl. Pemandian → Jl. Pemandian → Jl. Raya Tarabunga → Istana Kaldera Unesco Geopark Danau Toba → Tara Bunga → Bukit Tarabunga.
Bukit Singgolom	$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{64} \rightarrow v_{65} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{83} \rightarrow v_{68} \rightarrow v_{75} \rightarrow v_{76} \rightarrow v_{79} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{22}$ (137 menit, 53760m)	Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong

		<p>Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Patuan Nagari → Jl. Pemandian → Jl. Pemandian → Jl. Raya Tarabunga → Istana Kaldera Unesco Geopark Danau Toba → Tara Bunga → Bukit Tarabunga → Jl. Sei Ambat Dalam → Bukit Singgolom</p>
Pantai Pakkodian	<p>$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{64} \rightarrow v_{65} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{83} \rightarrow v_{68} \rightarrow v_{75} \rightarrow v_{76} \rightarrow v_{79} \rightarrow v_{80} \rightarrow v_{24}$ (143menit, 55810m)</p>	<p>Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Patuan Nagari → Jl. Pemandian → Jl. Pemandian → Jl. Gereja dan Jl. Tarutung → Pantai Pakkodian</p>
Desa Adat Ragihotang Meat	<p>$v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{54} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{62} \rightarrow v_{63} \rightarrow v_{64} \rightarrow v_{65} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{83} \rightarrow v_{68} \rightarrow v_{75} \rightarrow v_{76} \rightarrow v_{79} \rightarrow v_{80} \rightarrow v_{24} \rightarrow v_{24}$ (159menit, 60310m)</p>	<p>Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera →</p>

		Jl. Putri Lopian → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Patuan Nagari → Jl. Pemandian → Jl. Pemandian → Jl. Gereja dan Jl. Tarutung → Pantai Pakkodian → Jl. Raya Meat → Desa Adat Ragihotang Meat
--	--	--

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Rekomendasi tempat wisata dengan fungsi waktu berwisata 24 jam atau satu hari. Perjalanan wisata ini mempertimbangkan untuk setiap simpul yang dikunjungi selama 1 jam. Berikut tempat wisata yang bisa jadi referensi untuk melakukan perjalanan selama 24 jam atau satu hari.

- $v_1 \rightarrow v_{26} \rightarrow v_{27} \rightarrow v_{29} \rightarrow v_2 \rightarrow v_{33} \rightarrow v_3 \rightarrow v_{33} \rightarrow v_{34} \rightarrow v_4 \rightarrow v_{34} \rightarrow v_{35} \rightarrow v_5 \rightarrow v_{35}$
 $\rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_7 \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_9 \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51} \rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81}$
 $\rightarrow v_{10} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{11} \rightarrow v_{12}$

Tempat wisata yang dikunjungi yaitu: Pantai Long Beach, Bukit Senyum, The Kaldera Toba Nomadic Escape, Pusat Seminari dan Air Terjun Bukit Gibeon, Taman Eden 100, Air Terjun Situmurun, Pantai Pasir Putih Parparean, Gereja HKBP Sigumpar dan Makam DR. I.L Nomensen, Pantai Hatualian dan Pantai Lumban Binanga.

Rute yang dilalui yaitu: Pantai Bebas Parapat → Jl. Kol. TPR Sinaga → Jl. Talun Sungkit → Jl. Josep Sinaga → Jl. Justin Sirait → Pantai Long Beach → Jl. Motung Sibisa → Jl. Bukit Senyum Motung → Bukit Senyum → Jl. Bukit Senyum Motung → Pardamean Sibisa → Pardamean Sibisa → The Kaldera Toba Nomadic Escape → Pardamean Sibisa → Sionggang Utara → Pusat Seminari dan Air Terjun Bukit Gibeon → Singgang Utara → Jl. Lintas ke Bandara Sibisa → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Desa Sionggang → Air Terjun Situmurun → Desa Jangga Dolok → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Raja Sipakko Napitupul → Pantai Pasir Putih Parparean → Namuronda V → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Hutagaol → Gereja HKBP Sigumpar dan Makam DR. I.L Nomensen → Jl. Hutagaol → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Ompu Raja Hutapea Timur → Pantai Hatualian → Lumab Binang → Pantai Lumban Binanga

- $v_1 \rightarrow v_{31} \rightarrow v_{32} \rightarrow v_{36} \rightarrow v_6 \rightarrow v_{37} \rightarrow v_7 \rightarrow v_{38} \rightarrow v_{39} \rightarrow v_{44} \rightarrow v_{45} \rightarrow v_9 \rightarrow v_{46} \rightarrow v_{51}$
 $\rightarrow v_{52} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{10} \rightarrow v_{81} \rightarrow v_{53} \rightarrow v_{11} \rightarrow v_{12} \rightarrow v_{84} \rightarrow v_{55} \rightarrow v_{60} \rightarrow v_{61} \rightarrow v_{13} \rightarrow v_{62}$
 $\rightarrow v_{63} \rightarrow v_{64} \rightarrow v_{65} \rightarrow v_{72} \rightarrow v_{15} \rightarrow v_{16} \rightarrow v_{76} \rightarrow v_{19} \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{17}$

Tempat wisata yang dikunjungi yaitu: Taman Eden 100, Air Terjun Situmurun, Pantai Pasir Putih Parparean, Gereja HKBP DR. I.L. Nomensen, Pantai Hatulian, Pantai Lumban Binanga, Tambunan Sunset Beach, Pantai Sibolahotang, Pantai Pasir Lumbanbulbul, Makam Sisingamangaraja XII, Museum Batak TB. Silalahi Center dan Pantai Lumban Silintong.

Rute yang dilalui yaitu: Pantai Bebas Parapat → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Sisingamangaraja → Jl. Siborong Borong - Parapat → Taman Eden 100 → Jl. Siborong Borong - Parapat → Desa Sionggang → Air Terjun Situmurun → Desa Jangga Dolok → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sisingamangaraja XII → Jl. Raja Sipakko Napitupulu → Pantai Pasir Putih Parparean → Namuronda V → Jl. Sm Raja → Jl. Balige → Jl. Sm Raja → Jl. Hutagaol → Gereja HKBP Sigumpar dan Makam DR. I.L. Nomensen → Jl. Hutagaol → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Ompu Raja Hutapea Timur → Pantai Hatualian → Lumab Binang → Pantai Lumban Binanga → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Ferdinand Lbn Tobing → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Lumban Pea → Jl. Parbagasan → Jl. Sm Raja → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Siborong Borong - Parapat → Jl. Lintas Sumatera → Jl. Sibolahotang → Pantai Sibolahotang → Jl. Sibolahotang → Pantai Pasir Lumbanbulbul → Jl. Mulia Raja → Jl. Dr. Sutomo → Makam Sisingamangaraja XII → Jl. Dr. Tb. Silalahi → Museum Batak TB. Silalahi Center → Jl. Gereja → Pantai Lumban Silintong.

PENELITIAN LANJUTAN

Pada penelitian ini peneliti menggunakan algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall untuk mencari rute terpendek dan waktu yang efisien, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan pembaca dapat melakukan mencari rute terpendek dari titik awal ke tempat wisata satu lalu ke tempat wisata lainnya dan pembaca dapat menambah titik awal simpul menuju tempat wisata agar memperoleh jalur lain untuk mencapai tempat wisata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kasih-Nya kepada penulis sehingga penulis bias menyelesaikan penelitian ini. Teimakasih kepada semua pihak yang ikut dalam penyusunan artikel ilmiah ini, khususnya untuk Bapak Dr. Mulyono, M.Si selaku dosen pembimbing yang memberi saran serta dukungan kepada penulis dan kepada Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Toba yang telah membantu dan memberikan izin serta tempat penelitian kepada penulis untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, Ravindra K., M. T. L., dan Flows, J. O. N., (1993): *Theory, algorithms, and applications*, Prentice Hall, New Jersey.
- BUJT (2022): Pembangunan Tol Kuala Tanjung-Tebing Tinggi-Parapat, Terkoneksi ke Beberapa Wilayah di Sumatera Utara.
- Chartrand, G, L. L. Z. P., (2016): *Graphs & Digraphs Sixth Edition*, CRC Press, London, New York.
- Cormen, T, H. L. C. E. R. R. L. S. C., (2009): *Introduction To Algorithms*, MIT Press, London, England.
- Krisnamurti, C, N. G. E. A. P., (2021): Implementasi Algoritma Floyd-Warshall Untuk Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Lahuan Bajo, *Unnes Journal of Mathematics*, **10**(1), 75-84.
- Munir, R., (2005): *Matematika Diskrit*, Informatika Bandung, Bandung.
- Nggufon, N, R. M., (2021): Implementasi Algoritma Floyd-Warshall Untuk Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Lahuan Bajo, *Unnes Journal of Mathematics*, **10**(1), 75-84.
- Rosen, K, J., (2019): *Discrete Mathematics and Its Applications*, Mc Graw Hill Education, New York.
- Siang, J, J., (2006): *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*, ANDI, Yogyakarta.

Sudiby, N, A. S. P. E. H. Y. P. S. R., (2020): Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Pencarian Rute Terpendek Tempat Wisata Di Kabupaten Klaten, *Research of Mathematics and Mathematics Education*, **2**(1), 1-9.

TOBA, P., (2022): Topografi.

Utama, I, B. R., (2014): Pengantar Industri Pariwisata Tantangan & Peluang Bisnis Kreatif, deepublish, Yogyakarta