

APLIKASI PENGGUNAAN ALGORITMA DIJKSTRA DALAM MASALAH LINTASAN TERPENDEK WISATA DI YOGYAKARTA DARI MALIOBORO DAN BOROBUDUR**Ramadhan Setyo Adji Wibowo**

Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

email: ramadhan.18048@mhs.unesa.ac.id

Budi Rahadjeng

Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Penulis korespondensi: budirahadjeng@unesa.ac.id

Abstrak

Penentuan rute terpendek sangat berguna ketika berwisata untuk pengoptimalan jarak tempuh, biaya yang dikeluarkan dan banyaknya tempat yang dapat dikunjungi dalam sekali jalan. Untuk menentukan rute terpendek, ada banyak algoritma yang bisa dipakai, salah satunya Algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra sering digunakan oleh peneliti, akademisi, hingga mahasiswa dalam menentukan permasalahan rute terpendek atau jalur tercepat pada sebuah perjalanan. Dalam artikel ini akan dibahas tentang penentuan rute terpendek yang dapat ditempuh dari Malioboro dan Candi Borobudur menuju tempat-tempat wisata lain di Yogyakarta menggunakan Algoritma Dijkstra. **Kata kunci:** Algoritma Dijkstra, Rute Terpendek, Objek Wisata, Yogyakarta.

Abstract

Determining the shortest route is very useful when traveling to optimize mileage, costs incurred and the number of places that can be visited in one go. To determine the shortest route, there are many algorithms that can be used, one of which is the Dijkstra Algorithm. Dijkstra's algorithm is often used by researchers, academics, and students to determine the shortest route or the fastest path on a trip. In this article, we will discuss determining the shortest route that can be taken from Malioboro and Borobudur Temple to other tourist attractions in Yogyakarta using the Dijkstra Algorithm.

Keywords: Dijkstra Algorithm, Shortest Route, Tourist Object, Yogyakarta.

PENDAHULUAN

Yogyakarta merupakan Kota yang terletak di selatan Jawa Tengah dan berbatasan langsung dengan Samudra Hindia. Daerah Yogyakarta dan sekitarnya merupakan salah satu pusat dari wisata yang ada di Indonesia. Tidak hanya tempat wisata alam saja, ada juga tempat wisata yang merupakan situs peninggalan, taman untuk belajar, dan juga pusat oleh-oleh khas dari Yogyakarta. Karena beragam budaya dan banyak sekali tempat wisata yang ada di Yogyakarta dan sekitarnya, banyak wisatawan yang ingin berlibur hingga bermain di tempat-tempat ini.

Ada banyak rute yang dapat dilalui ketika menuju tempat-tempat wisata yang

ada di berbagai daerah Yogyakarta. Wisatawan selalu ingin mengetahui rute terefisien untuk menuju tempat wisata tujuan agar bisa menghemat waktu dan biaya. Banyak wisatawan yang tidak mengetahui rute terdekat untuk mengakses tempat wisata tersebut.

Kesulitan dalam menentukan rute terpendek yaitu terdapat banyak jalur yang ada. Misalkan dari satu tempat wisata ke tempat wisata yang lain tidak hanya memiliki satu jalur tetapi memiliki banyak jalur yang dilalui sehingga terbentuk suatu jaringan.

Salah satu cara efisien untuk menyelesaikan masalah di atas adalah dengan menentukan rute terpendek. Ada beberapa metode yang dapat digunakan

dalam penentuan rute terpendek, yaitu dengan menggunakan metode penyisipan titik (Budayasa, 2007), algoritma *Floyd-Warshall* (Alhawarizmi, 2015), Metode Heuristik (Saputra, 2018), Algoritma Dijkstra (Hartaman, 2020), dan sebagainya.

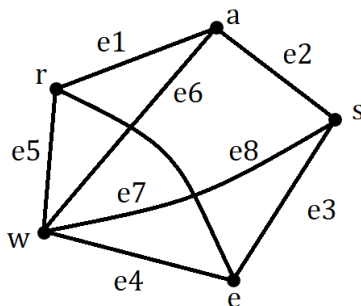
Penulis ingin menggunakan Algoritma Dijkstra untuk menyelesaikan masalah tersebut karena mudah dipahami dan diaplikasikan ke dalam permasalahan rute wisata jika wisatawan ingin mengunjungi tempat yang berbeda.

KAJIAN TEORI

Pada bagian ini akan diberikan pengertian dasar tentang teori graf dan algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute terpendek. Definisi-definisinya sebagai berikut (Budayasa, 2007).

Definisi 1

Sebuah graf G yaitu himpunan berhingga yang tidak kosong disimbolkan $V(G)$ dari kumpulan titik-titik dan himpunan berhingga yang bisa jadi himpunan kosong disimbolkan $E(G)$ yang setiap elemennya disebut sisi yang disimbolkan e , sehingga dari elemen e dalam $E(G)$ merupakan pasangan tidak berurutan dari titik yang ada di $V(G)$. Contohnya, graf G dengan $V(G) = \{r, a, s, e, w\}$ dan $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8\}$. Dengan $e_1 = ra$, $e_2 = as$, $e_3 = se$, $e_4 = ew$, $e_5 = wr$, $e_6 = aw$, $e_7 = re$, $e_8 = ws$, dapat digambarkan dalam bentuk graf seperti tampak pada Gambar 2.1.

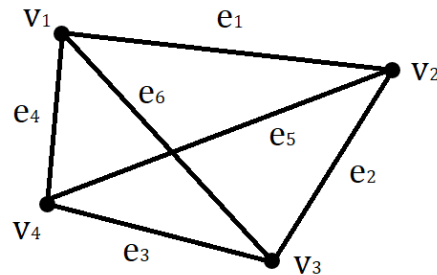


Gambar 2.1 : Graf G dengan 5 titik dan 8

sisi

Definisi 2

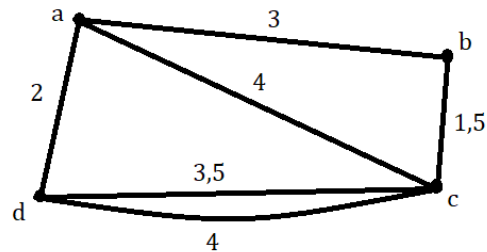
Graf dengan n titik, dilambangkan dengan K_n adalah graf yang memiliki titik sebanyak n serta setiap dua titik selalu terhubung dengan satu sisi disebut graf komplit n . Jika $n = 4$ maka graf tersebut dilambangkan dengan K_4 . Contohnya, graf komplit dengan 4 titik ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 : Graf K_4

Definisi 3

Graf bobot adalah graf yang masing-masing sisinya memiliki nilai bilangan real. Sebagai contoh, pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 : Graf bobot.

Definisi 4

Jalan di G adalah barisan berhingga yang tidak kosong $W = (v_0, e_a, v_a, e_b, v_b, \dots, e_k, v_k)$ dengan v_{k-1} dan v_k adalah titik akhir sisi e_i , untuk $1 \leq i \leq k$. Jika semua titik $v_0, v_a, v_b, \dots, v_k$ dalam jalan W berbeda, maka W disebut lintasan (*path*).

Algoritma Dijkstra

Input : Buat Graf Bobot dengan $s, t \in V(G)$
Langkah 1: Beri label titik awal yang dipilih dengan $\lambda(s) = 0$ dan untuk titik-titik lain v di G selain s , beri label titik v dengan $\lambda(v) =$

∞ (Lambang ∞ diibaratkan sebagai nilai / sisi yang sangat besar sehingga tidak dipilih terlebih dahulu.)

Langkah 2: Misalkan $u \in T$ sehingga $\lambda(u)$ minimum.

Langkah 3: Jika $u = t$, maka permasalahan selesai. Kemudian beri penjelasan "rute terdekat dari s ke t adalah $\lambda(t)$ ".

Langkah 4: Untuk setiap sisi $e = uv$, $v \in T$; ganti label v dengan $\lambda(v) = \min\{\lambda(v), \lambda(u) + w(e)\}$.

Langkah 5: Tulis $T = T - \{u\}$, dan kembali ke Langkah 2. (Budayasa, 2007)

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini, penulis menggunakan metode studi literatur, yang mana peneliti mengumpulkan serta menyaring data tentang tempat wisata Yogyakarta yang sering dikunjungi sekitar pertengahan tahun 2021 hingga pertengahan tahun 2022, setelah itu mengambil gambar peta wisata Yogyakarta dengan bantuan aplikasi *Google Maps*, kemudian membuat graf yang merepresentasikan peta wisata Yogyakarta. Selanjutnya, dilakukan penentuan rute terpendek dari satu titik ke titik-titik yang lain menggunakan algoritma Dijkstra sehingga diperoleh kesimpulan dalam hal ini merupakan alternatif tempat wisata apa saja yang dapat dikunjungi jika memulai perjalanan wisata dari Malioboro atau Candi Borobudur ke tempat yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal yang dilakukan adalah mengambil data menggunakan data sekunder dari lima website terkenal, seperti detik.com, kompas.com, idntimes.com, wisataidn.com dan yogyes.com. Data yang diperoleh berupa peta wisata di Yogyakarta, diberikan pada gambar 3.1.

Gambar 3.1 : Peta Wisata Yogyakarta diambil dari Google maps yang telah diedit berdasar tempat wisata yang digunakan

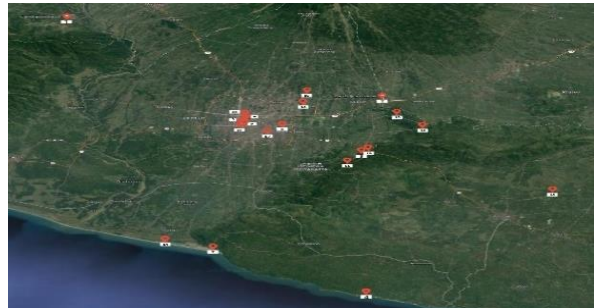
Dari gambar peta di atas terlihat banyaknya

ruas jalan yang menghubungkan tempat-tempat wisata yang ada di Yogyakarta. Langkah-langkah berikutnya adalah merepresentasikan tempat wisata terpilih sebagai titik, kemudian memberi label titik pada tempat wisata mulai v_1 hingga v_{20} seperti pada Tabel 1.

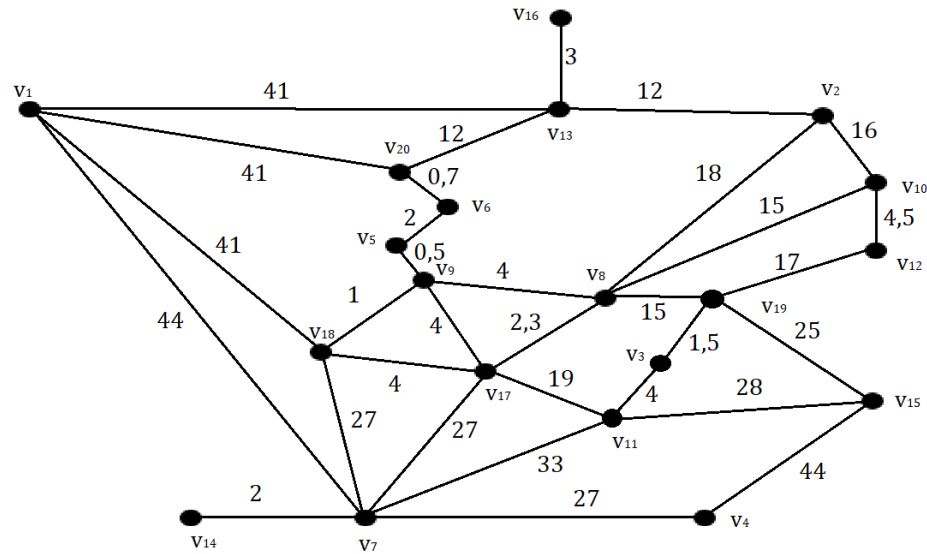
Tabel 1. Representasi titik tempat wisata di Yogyakarta

Nama Tempat Wisata	Label
Candi Borobudur	v_1
Candi Prambanan	v_2
Heha Sky View	v_3
Heha Ocean View	v_4
Malioboro	v_5
Taman Sari	v_6
Pantai Parangtritis	v_7
Gembira Loka Zoo	v_8
Pasar Bringharjo	v_9
Tebing Breksi	v_{10}
Hutan Pinus Pengger	v_{11}
Obelix Hills	v_{12}
Upside Down	v_{13}
Gumuk Pasir	v_{14}
Goa Pindul	v_{15}
Jogja Bay Pirates Adventure	v_{16}
De Mata Trick Eye	v_{17}
Keraton Yogyakarta	v_{18}
Bukit Bintang	v_{19}
Tugu Jogja	v_{20}

Kemudian membuat graf berdasarkan peta tempat wisata dan merepresentasikan tempat wisata terpilih sebagai titik, rute antar tempat wisata sebagai sisi, jarak yang tercipta pada setiap rute sebagai bobot.



Representasi grafnya tampak pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Graf representasi Peta Wisata Yogyakarta.

Langkah berikutnya adalah menerapkan Algoritma Dijkstra dalam mencari panjang terpendek dari Malioboro ke Gumuk Pasir, yaitu titik v_5 ke semua titik di graf yang telah dibuat pada Gambar 3.2.

Pertama-tama, kita beri label v_5 dengan $\lambda(v_5) = 0$, $\forall i, 1 \leq i \leq 20, i \neq 5$, labeli v_i dengan $\lambda(v_i) = \infty$. Setelah itu, tulis $T = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_{20}\}$, dimana T melambangkan himpunan titik pada Graf yang belum diberi label tetap. Label Graf dan himpunan T dapat kita buat tabel berikut.

v_i	v_5	v_1	v_2	v_3	v_4	...	v_{20}
$\lambda(v_i)$	0	∞	∞	∞	∞	...	∞
T	v_5	v_1	v_2	v_3	v_4	...	v_{20}

Terdapat 2 sisi graf yang terkait dengan titik v_5 , yaitu v_5v_6 dan v_5v_9 . Kemudian kita menentukan $\lambda(v_6)$ dan $\lambda(v_9)$.

Karena

$$\lambda(v_6) = \infty > 0 + 2 = \lambda(v_5) + w(v_5v_6),$$

Ganti label $\lambda(v_6) = 2$.

Begitu juga karena

$$\lambda(v_9) = \infty > 0 + 0,5 = \lambda(v_5) + w(v_5v_9),$$

Ganti label $\lambda(v_9) = 0,5$.

Langkah 5: Ganti T dengan $T - \{v_5\}$

Maka kita nyatakan bahwa titik v_5 telah diberi label tetap dengan label $\lambda(v_5) = 0$ (beri tanda “-” pada kolom T di v_5). Label di himpunan T dapat dilihat pada tabel berikut.

v_i	v_5	...	v_4	v_6	v_9	...	v_{20}
$\lambda(v_i)$	0	...	∞	2	0,5	...	∞
T	-	...	v_4	v_6	v_9	...	v_{20}

Selanjutnya, ke Langkah 2. Karena pada T label minimum memiliki label minimum v_9 , maka $u = v_9$. Karena $u \neq v_{14}$, kerjakan langkah 4. Terdapat 3 sisi yang terkait dengan titik v_9 yaitu v_9v_8, v_9v_{17} , dan v_9v_{18} . Kita beri label untuk titik v_8, v_{17} , dan v_{18} di T .

Karena

$$\lambda(v_8) = \infty > 0,5 + 4 = \lambda(v_9) + w(v_9v_8),$$

Ganti label $\lambda(v_8) = 4,5$.

Karena

$$\lambda(v_{17}) = \infty > 0,5 + 4 = \lambda(v_9) + w(v_9v_{17}),$$

Ganti label $\lambda(v_{17}) = 4,5$.

Dan karena

$$\lambda(v_{18}) = \infty > 0,5 + 1 = \lambda(v_9) + w(v_9v_{18}),$$

Ganti label $\lambda(v_{18}) = 1,5$.

Langkah 5: Ganti T dengan $T - \{v_9\}$

Titik v_9 sudah mendapat label tetap, yakni $\lambda(v_9) = 0,5$. Sehingga tabel barunya menjadi

v_i	v_5	...	v_6	v_8	v_9	v_{17}	v_{18}	...	v_{20}
$\lambda(v_i)$	0	...	2	4,5	0,5	4,5	1,5	...	∞
T	-	...	v_6	v_8	-	v_{17}	v_{18}	...	v_{20}

Selanjutnya ke Langkah 2. Karena v_{18} adalah titik di T yang berlabel minimum, maka $u = v_{18}$. Selanjutnya Langkah 4, ada 4 titik yang terhubung langsung dengan v_{18} , yaitu v_1, v_7 , dan v_{17} .

Karena

$$\lambda(v_1) = \infty > 1,5 + 41 = \lambda(v_{18}) + w(v_{18}v_1),$$

Ganti label $\lambda(v_1) = 42,5$.

Karena

$$\lambda(v_7) = \infty > 1,5 + 27 = \lambda(v_{18}) + w(v_{18}v_7),$$

Ganti label $\lambda(v_7) = 28,5$.

Karena

$$\lambda(v_{17}) = 4,5 < 1,5 + 4 = \lambda(v_{18}) + w(v_{18}v_{17}),$$

Label tetap $\lambda(v_{17}) = 4,5$.

Langkah 5: Ganti T dengan $T - \{v_{18}\}$.

Dengan demikian, titik v_{18} telah mendapat label tetap $\lambda(v_{18}) = 1,5$. Diperoleh tabel baru seperti berikut.

v_i	v_5	v_1	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{17}	v_{18}	...	v_{20}
$\lambda(v_i)$	0	42,5	2	28,5	4,5	0,5	4,5	1,5	...	∞
T	-	v_1	v_6	v_7	v_8	-	v_{17}	-	...	v_{20}

Dengan menggunakan metode yang sama, kita lanjutkan hingga semua titik diberi label permanen. Jika dilanjutkan, maka akan diperoleh hasil dengan hasil akhir pada tabel

berikut.

v_i	v_5	v_1	v_2	v_3	v_4	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}
$\lambda(v_i)$	0	42,5	22,5	21	55,5	2	28,5	4,5	0,5	19,5
T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	v_{15}	v_{16}	v_{17}	v_{18}	v_{19}	v_{20}
23,5	25	14,7	30,5	32,5	17,7	4,5	1,5	19,5	2,7
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dari tabel yang terakhir, semua titik sudah dilabeli tetap, karena $T = \emptyset$. Diperoleh lintasan terpendek dari v_5 ke titik-titik v_i , $1 \leq i \leq 20$, $i \neq 5$ yang disimbolkan $\lambda(v_i)$. Sebagai contoh, lintasan terpendek dari v_5 ke v_{14} adalah 30,5 km, dengan melalui titik-titik $v_5, v_9, v_{18}, v_7, v_{14}$. Cara ini diperoleh dengan "telusur balik" dari v_{14} ke v_5 :

$$\lambda(v_{14}) = 30,5 = 28,5 + 2 = \lambda(v_7) + w(v_7v_{14})$$

$$\lambda(v_7) = 28,5 = 1,5 + 27 = \lambda(v_{18}) + w(v_{18}v_7)$$

$$\lambda(v_{18}) = 1,5 = 0,5 + 1 = \lambda(v_9) + w(v_9v_{18})$$

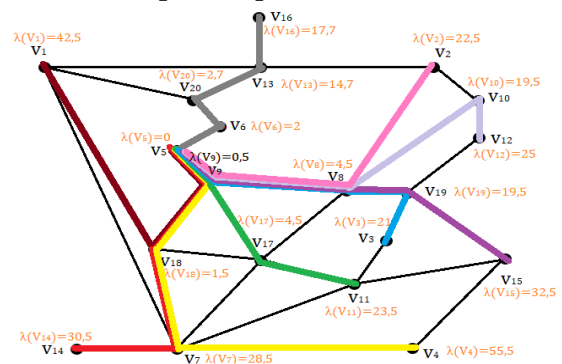
$$\lambda(v_9) = 0,5 = 0 + 0,5 = \lambda(v_5) + w(v_5v_9)$$

Jadi,

$$\lambda(v_{14}) = w(v_5v_9) + w(v_9v_{18}) + w(v_{18}v_7) + w(v_7v_{14})$$

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ketika ingin menuju ke titik v_{14} dari titik v_5 dengan panjang lintasan 30,5 km dapat melalui beberapa titik/tempat dengan lintasan $(v_5, v_9, v_{18}, v_7, v_{14})$, yaitu dari Malioboro, Pasar Brongharjo, Keraton Yogyakarta, Pantai Parangtritis, Gumuk Pasir.

Berikut adalah hasil rute yang dapat dilalui dari Malioboro (titik v_5) ke semua tempat wisata tampak pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Lintasan terpendek dari Malioboro ke semua tempat wisata.

Keterangan graf pada gambar 3.3. ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rute Wisata dari Malioboro

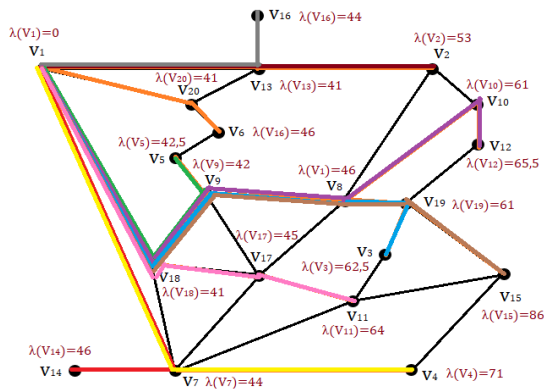
Warna	Keterangan Lintasan Terpendek
Abu-abu	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_{16}
Coklat	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_1
Merah	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_{14}
Kuning	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_4
Hijau	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_{11}
Biru	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_3
Ungu	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_{15}
Magenta	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_{12}
Pink	Titik $v_5 \rightarrow$ Titik v_2

Dengan menggunakan Algoritma yang sama, diperoleh lintasan terpendek dari Candi Borobudur, yaitu titik v_1 ke semua titik di graf pada Gambar 3.2. Hasil perhitungan pada tabel terakhirnya diberikan sebagai berikut.

v_i	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}
$\lambda(v_i)$	0	53	62,5	71	42,5	41,7	44	46	42	61
T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	v_{15}	v_{16}	v_{17}	v_{18}	v_{19}	v_{20}
64	65,5	41	46	86	44	45	41	61	41
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dan hasil rutanya diberikan pada gambar berikut.



Gambar 3.4 Lintasan terpendek dari Candi Borobudur ke semua tempat wisata. Keterangan graf pada Gambar 3.4. ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rute Wisata dari Candi Borobudur

Warna	Keterangan Lintasan Terpendek
Abu-abu	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_{16}
Coklat Tua	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_2
Merah	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_{14}
Kuning	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_4
Hijau	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_5
Biru	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_3
Ungu	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_{12}
Coklat	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_{15}
Pink	Titik $v_1 \rightarrow$ Titik v_{11}

Hasil dari iterasi rute terpendek dengan Algoritma Dijkstra dapat dilihat pada Tabel 4. yang menunjukkan alternatif tempat wisata yang dimulai dari Malioboro dan Candi Borobudur ke tempat-tempat wisata di Yogyakarta.

Tabel 4. Hasil dari iterasi rute terpendek dengan Algoritma Dijkstra

Titik Awal	Tujuan Akhir	Tempat-Tempat Wisata yang Dilalui	Jarak
Malioboro	Candi Borobudur	Malioboro → Pasar Bringharjo → Keraton Yogyakarta → Candi Borobudur	42,5 km
	Candi Prambanan	Malioboro → Pasar Bringharjo → Gembira Loka Zoo → Candi Prambanan	22,5 km
	Heha Sky View	Malioboro → Pasar Bringharjo → Gembira Loka Zoo → Bukit Bintang → Heha Sky View	21 km
	Heha Ocean View	Malioboro → Pasar Bringharjo → Keraton Yogyakarta → Pantai Parangtritis → Heha Ocean View	55,5 km
	Hutan Pinus Pengger	Malioboro → Pasar Bringharjo → De Mata Trick Eye → Hutan Pinus Pengger	23,5 km
	Obelix Hills	Malioboro → Pasar Bringharjo → Gembira Loka → Tebing Breksi → Obelix Hills	25 km
	Goa Pindul	Malioboro → Pasar Bringharjo → Gembira Loka Zoo → Bukit Bintang → Goa Pindul	32,5 km
	Jogja Bay Pirates Adventure	Malioboro → Taman Sari → Tugu Jogja → Upside Down → Jogja Bay Pirates Adventure	17,7 km
Candi Borobudur	Candi Prambanan	Candi Borobudur → Upside Down → Candi Prambanan	53 km
	Heha Sky View	Candi Borobudur → Keraton Yogyakarta → Pasar Bringharjo → Gembira Loka Zoo → Bukit Bintang → Heha Sky View	62,5 km
	Heha Ocean View	Candi Borobudur → Pantai Parangtritis → Heha Ocean View	71 km
	Malioboro	Candi Borobudur → Keraton Yogyakarta → Pasar Bringharjo → Malioboro	42 km
	Taman Sari	Candi Borobudur → Tugu Jogja → Taman Sari	46 km
	Hutan Pinus Pengger	Candi Borobudur → Keraton Yogyakarta → De Mata Trick Eye → Hutan Pinus Pengger	64 km
	Obelix Hills	Candi Borobudur → Keraton Yogyakarta → Pasar Bringharjo → Gembira Loka Zoo → Tebing Breksi → Obelix Hills	65,5 km
	Gumuk Pasir	Candi Borobudur → Pantai Parangtritis → Gumuk Pasir	46 km
	Goa Pindul	Candi Borobudur → Keraton Yogyakarta → Pasar Bringharjo → Gembira Loka Zoo → Bukit Bintang → Goa Pindul	86 km
	Jogja Bay Pirates Adventure	Candi Borobudur → Upside Down → Jogja Bay Pirates Adventure	44 km

KESIMPULAN

Algoritma Dijkstra dapat digunakan untuk menentukan rute terpendek dari tempat wisata awal menuju tempat-tempat wisata lainnya, yaitu seperti dari Malioboro atau Candi Borobudur menuju ke tempat wisata lainnya. Dengan mengetahui rute terpendek, hal ini dapat memberikan informasi kepada wisatawan tentang tempat-tempat wisata yang dapat dikunjungi di Yogyakarta, khususnya yang dimulai dari Malioboro dan dari Candi Borobudur beserta informasi rute terpendek, serta tempat-tempat wisata yang dapat dikunjungi jika ingin menuju tempat yang telah ditentukan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan pembaca dapat membuat inovasi pengaplikasian menentukan lintasan terpendek di mana semua titik sebagai dapat dijadikan titik awal ke semua titik menggunakan Algoritma Dijkstra dalam penggunaan *Artificial Intellegent* (AI) yang dapat dihubungkan langsung dengan *Google Maps* atau *Google Earth*.

REFERENSI

- Alhawarizmi, Muhamad Fikri. (2015). *Penentuan Rute Terpendek Tempat Wisata di Kota Tasikmalaha dengan Algoritma Floyd-warshall*. <https://adoc.pub/penentuan-rute-terpendek-tempat-wisata-di-kota-tasikmalaya-d.html>
- Budayasa, I Ketut. (2007). *Teori Graf dan Aplikasinya*. Surabaya: UNESA University Press.
- Google Maps. (2022). Url : <https://www.google.com/maps>. Tanggal akses : 1 Oktober 2022 pukul 19.35.
- Hartama, Dedy., Lubis, Muhammad Ridwan., Andani, Sandari Retno., Kirana, Ika Okta. (2020). *Penerapan Metode Dijkstra untuk Menentukan Jalur Lintasan Terpendek Kota Kisaran Menuju Objek Wisata Simalungun*. Rekayasa Teknik Informatika

- dan Informasi (Vol 1, No 2) <https://doi.org/10.30865/resolusi.v1i2.68>
- Javaid,Electronic Journal. 10.2139/ssrn.2340905.
- Rozi, Syamsyida & MULTAHADAH, CUT. (2021). *RUTE TERPENDEK UNTUK PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN PENDEKATAN LINTASAN HAMILTON*. E-Jurnal Matematika. 10. 115. 10. <https://doi.org/10.24843/MTK.2021.v10.i02.p330>
- Saputra, Irwansyah. (2018). *Pencarian Rute Terpendek Wisata Bogor*. Data Mining and Knowledge Discovery. 1. https://www.researchgate.net/publication/325170122_Pencarian_Rute_Terpendek_Wisata_Bogor
- Tempat Wisata Yogyakarta dan Sekitarnya. (2022). Url : <https://travel.detik.com/domestic-destination/d-5385401/15-tempat-wisata-yogyakarta--dan-sekitarnya-yang-tak-pernah-membosankan>. Tanggal akses : 16 September 2022 pukul 14.37.
- Tempat Wisata di Yogyakarta dengan Pemandangan Alam yang Indah . (2022). Url : <https://travel.kompas.com/read/2022/01/13/153158427/16-tempat-wisata-di-yogyakarta-dengan-pemandangan-alam-yang-indah?page=all#page2>. Tanggal akses : 16 September 2022 pukul 15.46.
- Tempat wisata di Yogyakarta yang Lagi Hits. (2022) Url : <https://www.idntimes.com/travel/destination/amp/putriana-cahya/20-tempat-wisata-di-yogyakarta-yang-lagi-hits-dan-kekinian>. Tanggal akses : 16 September 2022 pukul 15.13.
- Tempat Wisata di Jogja Terbaru yang Paling Populer. (2022) Url : <https://www.wisataidn.com/tempat-wisata-di-jogja/>. Tanggal akses : 16 September 2022 pukul 15.51.
- Tempat Wisata Jogja Paling Populer. (2022). Url :

<https://www.yogyes.com/id/yogyakarta-tourism-object/>. Tanggal akses : 16 September 2022 pukul 14.38.