

Penerapan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Bellman-Ford untuk Menentukan Rute Terpendek

Dhea Ayu Devi Mayang Sari^{1, a)}, Granita^{1, b)}, Dinda Handayani^{1, c)}

¹ Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Email: ^{a)} dheaayudevimayangsari13@gmail.com, ^{b)} granita.fc@gmail.com, ^{c)} dhandayani335@gmail.com

Abstract

Siak Sri Indrapura is a regency located in Riau Province. Siak Regency is expected to become a tourist destination capable of attracting visits from both domestic and foreign tourists. For travelers who are visiting Siak Palace For those experiencing it for the initial time, of course they will have difficulty determining the direction of the road, so tourists use alternative technology such as Google Maps to determine their direction of travel. In Google Maps there are various travel routes, to save time tourists will definitely choose the shortest travel route. To determine the shortest route, of course, requires calculations to avoid mistakes. In this research, the shortest route from Pekanbaru to Siak Palace was carried out using The algorithms of Dijkstra and Bellman-Ford. This algorithm was chosen because it can help calculate the shortest route that tourists can take. It was found that in the last iteration The Dijkstra algorithm and the Bellman-Ford algorithm, both of which travel route from Pekanbaru to Siak Palace was 125.1 km with a node route (Jalan Raya Pekan – Jalan SM Amin – Jalan Raya Panjang Okura – Jalan Perawang Siak – Jalan Buatan – Siak).

Keywords: Siak Sri Indrapura, shortest route, Google Maps, Dijkstra algorithm, Bellman-Ford algorithm.

Abstrak

Siak Sri Indrapura ialah sebuah kabupaten di propinsi Riau. Kabupaten Siak diinginkan jadi tempat tujuan wisata yang memiliki daya tarik bagi pengunjung, dari dalam maupun luar negeri. Bagi para pelancong yang baru pertama kali mengunjungi Istana Siak tentunya akan mengalami kesulitan dalam menentukan arah jalan, dengan begitu wisatawan perlu menggunakan teknologi alternatif seperti google maps untuk menentukan arah perjalanannya. Didalam google maps terdapat berbagai rute perjalanan, untuk menghemat waktu maka wisatawan pastinya akan memilih rute perjalanan terpendek. Untuk menentukan rute terpendek, tentunya membutuhkan perhitungan agar tidak terjadi kekeliruan. Pada penelitian ini dilakukan pencarian rute terpendek dari Pekanbaru ke Istana Siak menggunakan algoritma Dijkstra dan algoritma Bellman-Ford. Algoritma ini dipilih karena dapat membantu memperhitungkan menentukan rute terpendek yang dapat ditempuh diwisatawan. Ditemukan pada iterasi terakhir pada algoritma Dijkstra dan algoritma Bellman-Ford mendapatkan rute perjalanan dari Pekanbaru ke Istana Siak adalah sebesar 125,1 km dengan rute simpul $A \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow B$ (Jalan Raya Pekan – Jalan SM Amin – Jalan Raya Panjang Okura – Jalan PerawangSiak – Jalan Buatan-Siak).

Kata-kata kunci: Siak Sri Indrapura, rute terpendek, google maps, algoritma Dijkstra, algoritma Bellman-Ford.

PENDAHULUAN

Siak Sri Indrapura ialah satu kabupaten di Provinsi Riau. Kabupaten Siak Di-inginkan jadi tujuan wisata yang memiliki daya tarik untuk menarik perhatian penda-tang, baik yang berasal dari dalam negeri atau dari luar negeri. Salah satu destinasi wisata yang dapat dikunjungi di Kabupaten Siak ialah Istana Asserayah El Hasyimiah atau Matahari Timur atau lebih dikenal dengan sebutan Istana Siak (Siak Sri Indrapu-ra).

Istana Siak merupakan museum terkhusus yang berlokasi di lingkungan istana, yang merupakan warisan bersejarah Kesultanan di Riau. Museum ini di bangun pada tahun 1889 oleh Sultan Siak 11, Assyaidis Syarif Hasyim Abdul Jalil Syaifuddin. Istana yang untuk museum dinamai Istana El Hasyimiah, dan proses pendirian melibatkan arsitek Jerman. Desain museum ini mencakup elemen-elemen arsitektur dari gaya Eropa, India, Arab, dan Melayu. Museum Istana Siak saat ini diurus oleh Dinas Pariwisata Siak. Simpanan yang dimiliki oleh museum ini melibatkan tanda sejarah Kesultanan Siak, termasuk artefak teknologi, barang-barang keramik, dan karya seni. Salah satu fokus utama koleksi museum ini ialah tembok bersejarah Istana Siak. (Wikipedia, 2023).

Siak Sri Indrapura atau Istana Asserayah El Hasyimiah adalah destina wisata yang menarik untuk dikunjungi, karena selain melihat keindahan juga dan menambah wawasan terkait sejarah Kota Siak Sri Indrapura. Wisatawan domestik maupun mancanegara dapat berkunjung ke Istana Siak. Untuk pengunjung yang awal mula datang ke Istana Siak tentunya akan kesulitan dalam menentukan arah jalan, dengan begitu wisatawan alat menggunakan teknologi alternatif seperti google maps untuk menentukan arah perjalanannya. Didalam google maps terdapat berbagai rute perjalanan, untuk menghemat waktu wisatawan pastinya akan memilih rute perjalanan terpendek. Untuk menentukan rute terpendek tentunya membutuhkan perhitungan agar tidak terjadi kekeliruan sehingga agar tidak terjadi kekeliruan dalam perhitungan menentukan rute terpendek dapat menggunakan beberapa cara diantaranya memakai algoritma Dijkstra serta algoritma Bellman-Ford.

Penelitian terdahulu yang dilakukan (Hamdi dan Prihandoko, 2018) tentang rute perjalanan pendek menggunakan algoritma Dijkstra dan Bellman-Ford untuk memperoleh rute tercepat ke lokasi kebakaran di Kecamatan Praya Kota. Kedua algoritma tersebut digunakan untuk menentukan arah yang efisien, meminimalkan penggunaan bahan bakar dan jangkauan (Bawole et al., 2019). Selain itu, penelitian lain oleh (Pirmansah et al., 2019) juga mengimplementasi algoritma Bellman-Ford untuk menjemput pasien menggunakan mobil ambulans dengan location based service berbasis android studio (Studi kasus: Rsud Linggajati), serta penelitian oleh Tapobali dan (Krisnamurti, 2020) yang mengimplementasi algoritma Dijkstra untuk menetapkan jalur terpendek rute Transjakarta dengan lima tujuan wisata terkenal di Jakarta. Penelitian ini menggunakan algoritma Dijkstra serta Bellman-Ford agar mempermudah wisatwan domestik maupun mancanegara yang baru pertama kali berkunjung ke Istana Siak atau yang belum memahami rute perjalanan ke Istana Siak untuk mendapatkan rute perjalanan terpendek.

METODE

Penelitian ini menggunakan data dari google maps. Data yang digunakan adalah rute perjalanan dari Kota Pekanbaru ke Istana Siak yang terdapat pada google maps. Penelitian ini, menentukan rute perjalanan terpendek menggunakan algoritma Dijkstra dan algoritma Bellman-Ford.

Algoritma Dijkstra

Pendekatan Dijkstra adalah metode yang tepat untuk menemukan jalur tercepat dari satu tempat ke tempat lain. Ketentuan dasar pendekatan Dijkstra ialah me-meperoleh titik tempat mencari dua jalur yang memiliki jarak tercepat. Saat peru-langan, jangkauan dari tempat yang sudah tahu diperbarui jika ditemukan jalur baru yang menciptakan jangkau yang lebih pendek. Prasyarat utama dari pendekatan ini ialah bahwa bobot lintasannya wajib bersifat non-negatif.

Edsger Wybe Dijkstra mendapatkan pendekatan Dijkstra pada tahun 1959. Pen-dekatan ini digunakan untuk menyelesaikan maslaah mencari jalur yang pendek dari satu graf di simpul, baik yang nilainya baik maupun buruk. Saat mencari jalur yang pendek, pendekatan Dijkstra beroperasi mencari

nilai bobot rendah dari graf berbo-bot. Jalur yang pendek bisa ditemukan dari 2 titik atau lebih dalam graf, dan nilai totalnya merupakan yang paling kecil. Dijkstra merupakan variasi pendekatan terkenal untuk menyelesaikan masalah optimalisasi dalam mencari jalur yang pendek dari suatu titik awal (vertex a) ke titik tujuan (vertex z) dalam graf berbobot. Bobot pada graf ini berupa angka positif, sehingga tidak melibatkan node dengan nilai negatif. Tapi, jika situasi semacam itu terlaksana, solusi yang dihasilkan ialah tak terhingga (infinity). Pendekatan Dijkstra memakai konsep node karena beroperasi pada graf berarah untuk menentukan jalur yang pendek (Hamdi et al., 2018).

Algoritma Bellman-Ford

Richard Bellman serta Lester Ford mengembangkan pendekatan yang mirip dengan pendekatan Dijkstra, tetapi pendekatan Bellman-Ford hanya tepat andai graf tidak memiliki peristiwa yang bobotnya negatif yang digapai dari sumbernya.

Sebelum melaksanakan perkiraan serta analisis, langkah awal yang diambil ialah memberi bobot kepada setiap simpul. Pada graf tak berarah, setiap sisi wajib di-artikan dua kali, yaitu sejak titik pertama ke titik akhir, dan kebalikannya, angka yang identik. Tetapi graf yang digunakan adalah graf berarah, maka cukup mengartikannya satu saja sesuai pada arah graf. Langkah-langkah dari algoritma Bellman-Ford adalah :

1. Tentukan sumber titik-titik dan catat semua sudut dan tepian.
2. Berikan nilai untuk jarak dari sumber titik = 0, serta nilai infinit jika tidak ada garis yang mengkaitkan.
3. Lakukan iterasi pada semua simpul yang terkait dengan titik asal menggunakan rumusan:
 - a. u adalah sumber titik awal.
 - b. v adalah sasaran titik.
 - c. uv adalah garis yang mengkaitkan titik u dan v .
 - d. Andai jarak v lebih kecil dari jarak $u +$ bobot uv , maka jarak v diisi dengan jarak $u +$ bobot uv .
 - e. Lakukan iterasi sampai titik terjelajahi. (Bawole et al., 2019).

Karakter Pendekatan Bellman-Ford:

1. Tetap beroperasi bahkan ketika terdapat sisi dengan bobot negatif.
2. Sisinya harus berarah.
3. Pada iterasi ke- i , menemukan semua jalan terpendek dengan menggunakan i sisi.
4. Mampu mendeteksi siklus bobot negatif jika ada (Hamdi et al., 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta rute Kota Pekanbaru ke Istana Siak diperoleh dari *google maps*, dengan menggunakan node-node pada Gambar 1.



GAMBAR 2. Peta Rute Kota Pekanbaru ke Istana Siak (sumber: *google maps*)

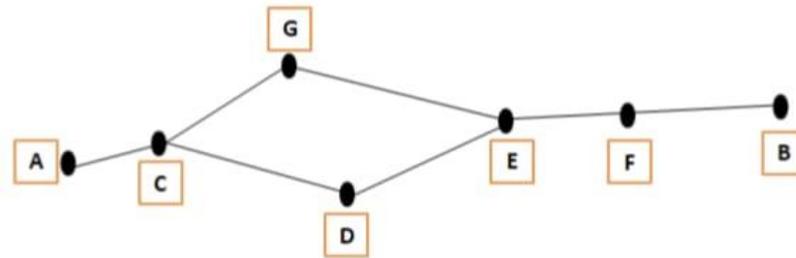
Gambar 1 bermuatan titik penghubung menggantikan titik simpangan serta semua lintasan yang bisa dijalani wisatawan berawal dari Kota Pekanbaru. Setelah berhasil memperoleh setiap titik

penghubung, maka masing-masing titik penghubung akan dihubungkan menggunakan graf seperti terlihat pada Gambar 2.



GAMBAR 2. Ilustrasi Representasi Graf Peta Rute Kota Pekanbaru ke Istana Siak

Setelah itu setiap titik penghubung saling terhubung memerlukan suatu graf, kemudian setiap lintasan yang terbentuk akan di analisis jaraknya dan digambar kembali berdasarkan titik penghubung. Representasi graf yang dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 3.

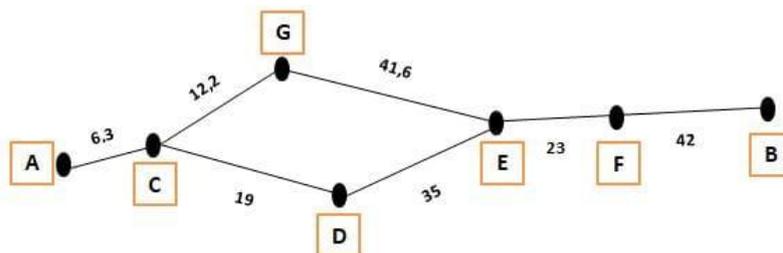


GAMBAR 3. Representasi Graf Peta Rute Kota Pekanbaru ke Istana Siak

TABEL 1. Daftar Jalur dari Kota Pekanbaru ke Istana Siak

Jalan	Nama Jalur
A → C	Jalan Raya Pekan
C → D	Jalan Pesantren
C → G	Jalan SM Amin
D → E	Jalan Lintas Sumatra
G → E	Jalan Raya Panjang Okura
E → F	Jalan Perawang – Siak
F → B	Jalan buatan – Siak

Berdasarkan data panjang perjalanan yang diperoleh dari *google maps*, pada Gambar 4 ditunjukkan graf yang mencakup penandaan jangkauan setiap lokasi pada peta lalu lintas tersebut.



GAMBAR 3. Representasi Graf Peta Rute Kota Pekanbaru ke Istana Siak

Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra

Gambar 3 adalah langkah awal dari Algoritma Dijkstra dan Algoritma Bellman-Ford yang secara khusus menggambarkan setiap titik penghubung yang terhubung dan graf yang mewakili setiap lintasan titik awal ke titik tujuan serta jarak antar titik penghubung.

Untuk Algoritma Dijkstra dinyatakan dalam graf berarah dalam bentuk matriks. Pada dasarnya trik menyampaikan graf tidak berarah satu matriks tidaklah jauh berbeda. Bedanya bertempat di penyertaan data mengenai arah garis pada graf berarah. Tahap-tahap merepresentasikan graf berarah pada bentuk matriks adalah sebagai berikut.

1. Jangkauan antara titik v_i serta v_j andai ada sambungan garis di antara keduanya.
2. Bernilai ∞ jika tidak terdapat garis yang menyambungkan titik v_i serta v_j .
3. Bernilai 0 jika $i = j$, artinya bahwa titik tersebut terhubung pada dirinya sendiri.

	A	C	D	G	E	F	B
0	6,3	∞	∞	∞	∞	∞	∞
6,3	0	19	12,2	∞	∞	∞	∞
∞	19	0	∞	35	∞	∞	∞
∞	12,2	∞	0	41,6	∞	∞	∞
∞	∞	35	41,6	0	23	∞	∞
∞	∞	∞	∞	23	0	42	∞
∞	∞	∞	∞	∞	42	0	∞

Pada Gambar 4, tahapan dalam Algoritma Dijkstra adalah menentukan lintasan terpendek dari Kota Pekanbaru ke Istana Siak dengan tahapan seperti terlihat pada Tabel 2.

TABEL 2. Lintasan Terpendek dari Kota Pekanbaru ke Istana Siak

Titik	Lintasan Yang Dapat Dilalui	Jarak (km)
$A \rightarrow C$	$A \rightarrow C$	6,3
$A \rightarrow D$	$A \rightarrow C \rightarrow D$	25,3
$A \rightarrow G$	$A \rightarrow C \rightarrow G$	18,5
$A \rightarrow E$	<ul style="list-style-type: none"> • $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ • $A \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow E$ 	60,3 60,1
$A \rightarrow F$	<ul style="list-style-type: none"> • $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$ • $A \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow F$ 	83,3 83,1
$A \rightarrow B$	<ul style="list-style-type: none"> • $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow B$ • $A \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow B$ 	125,3 125,1

Hasil pada kotak jalur di tabel diatas bisa dihitung dengan cara:

$$\begin{aligned}
 A \rightarrow C &= 6,3 \text{ km} \\
 A \rightarrow D &= A \rightarrow C \rightarrow D \\
 &= 6,3 + 23,3 \\
 &= 29,6 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Cara yang sama dapat diulangi pada titik-titik $A \rightarrow B$ sehingga hasil perhitungan yang diperoleh untuk lintasan terpendek adalah rute A,C,D,G,E,F,B dengan panjang lintasan 125,1 km.

Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman-Ford

Gambar 3 diperoleh dengan menerjemahkan rute yang telah dihasilkan pada Gambar 2 menjadi node dan graf untuk memudahkan pemeriksaan Menemukan jalur terpendek dengan menggunakan

metode pendekatan Bellman-Ford. Tahap awal telah dijelaskan dan ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu titik A merupakan titik permulaan, memiliki 6 titik serta 6 sisi. Kemudian untuk tahap selanjutnya ada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 4, ditetapkan nilai nol di titik permulaan serta nilai tidak hingga di titik lain, diteruskan pada prosedur berulang ke banyak titik dan sisi menggunakan rumus yang telah dijelaskan. Iterasinya adalah sebagai berikut.

1. Iterasi 1

$$A \rightarrow C = 0 + 6,3 = 6,3$$

2. Iterasi Kedua :

$$C \rightarrow D = 6,3 + 19 = 25,3$$

$$C \rightarrow G = 6,3 + 12,2 = 18,5$$

3. Iterasi Ketiga :

$$D \rightarrow E = 25,3 + 3,5 = 60,3$$

$$G \rightarrow E = 18,5 + 41,6 = 60,1$$

4. Iterasi Keempat :

$$E \rightarrow F = 60,1 + 23 = 83,1$$

5. Iterasi kelima

$$E \rightarrow F = 60,1 + 23 = 83,1$$

Berdasarkan prosedur yang diterapkan, maka dapat dijelaskan hal-hal sebagai berikut.

1. Iterasi pertama, point 1 adalah iterasi titik A - C menjadi jangkauan terhadap titik awal 6,3 km.
2. Iterasi berikutnya, yakni langkah kedua, melibatkan perjalanan titik C ke titik D serta titik C ke titik G. Pada langkah ini, jangkauan dari titik C ke D ditetapkan sejauh 19 km, sementara jangkauan dari titik C ke G ditetapkan sejauh 12,2 km.
3. Iterasi ketiga yaitu point 2 adalah iterasi titik D ke E serta G ke E. jumlah tiap-tiap jangkauan ialah 35 km serta 41,6 km.
4. Iterasi keempat islah point empat adalah iterasi dari E ke F jangkauan pada titik akhir ialah 23 km.
5. Iterasi ke 5 yaitu point 5 adalah Iterasi dari F menuju B jangkauan pada titik terakhir ialah 42 km.

Iterasi ketujuh adalah jangkauan keseluruhan minimal yang ditempuh langkah-langkah iterasi. Dibawah ini merupakan hasil dari jalur terpendek yang dihasilkan oleh pendekatan Bellman-Ford.

1. Di langkah awal iterasi, ada satu jalur minimal, yaitu A – C jangkauan 6,3 km.
2. Langkah ke-2 iterasi menunjukkan 2 jalur yang ialah terusan it erasi sebelumnya, dan jalur minimalnya ialah A – C – G jangkauan 18,5 km.
3. Di langkah ke 3, ada 1 jalur tambahan sehingga jalur minimalnya ialah A – C – G – E jangkauan 60,1 km.
4. Jalur lanjutan yang sukses dibuat sebagai jalur minimal ialah 2 jalur A – C – G – E – F dengan keseluruhan jangkauan 83,1 km.
5. Pada iterasi berikutnya, ada 2 opsi jalur yang didapatkan jalur terdahulu, dan jalur jangkauan minimal ialah A – C – G – E – F – B jangkauan 125,1 km.

Iterasi akhir menghasilkan rute tunggal keseluruhan titik telah sukses dilalui, tetapi menghasilkan rute jalan minimal, yakni A – C – G – E – F – B. Dengan demikian, keseluruhan jangkauan yang dilalui adalah sejauh 125,1 km.

Algoritma Dijkstra serta Bellman-Ford adalah dua metode yang dipakai mencari jalan terdekat. Kedua pendekatan ini berfokus pada pencarian jalan terdekat serta menerapkan cara serakah dengan memilih sisi berbobot teren-dah pada setiap langkah, mengaitkan simpulan yang telah ditetapkan berdasar simpulan lain yang tidak dipilih.

KESIMPULAN

Penentuan titik permulaan dari pekanbaru ke Istana Siak (Istana Assearayah Hasyimiah) dengan menggunakan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Bellman-Ford menghasilkan perjalanan rute

terpendek sepanjang 125,1 km dengan rute simpul $A \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow B$ (Jalan Raya Pekan – Jalan SM Amin – Jalan Raya Panjang Okura – Jalan Perawang – Siak – Jalan Buatan – Siak). Algoritma Dijkstra dan Algoritma Bellman-Ford digunakan untuk menetapkan jalan minimum dan mencari jalan terdekat sehingga memudahkan wisatawan memahami jalur yang ditempuh dan jarak terdekat yang akan tempuh.

REFERENSI

- Bawole, D., & Chernovita, H. (2019). Algoritma Bellman-Ford untuk Evaluasi Jalur Terpendek pada Klaim Asuransi (Studi Kasus: PT. Asuransi Sinar Mas, Jakar-ta). *INOBIIS: Jurnal Inovasi Bisnis dan Manajemen Indonesia*, 03(01), 42.
- Hamdi, S., & Prihandoko. (2018). Analisis Algoritma Dijkstra dan Algoritma Bellman-Ford dalam Menentukan Rute Terpendek ke Lokasi Kebakaran (Studi Kasus: Kecamatan Praya Kota). *E-Journal UPM*, 8(1), 27. https://id.wikisskipedia.org/wiki/Google_Maps. Diakses pada tanggal 5 Desember 2023. Pukul 17.16 WIB
- Pirmansah, L., Hamdani, D., & Nurhayati, Y. (2019). Penerapan Algoritma Bellman-Ford untuk Penjemputan Pasien dengan Ambulans menggunakan Layanan Ber-basis Lokasi Android Studio (Studi Kasus: RSUD Linggajati). *Jurnal Buffer In-formatika*, 5(2), 1.
- Tapobali, P. J. B. B., & Krisnamurti, C. N. (2020). Penerapan Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Rute Terpendek Bis Transjakarta saat Mengunjungi 5 Destinasi Wisata Populer di Jakarta. *E-Jurnal Matematika*, 9(4), 1. Wikipedia. (2023).