

PENERAPAN ALGORITMA FLOYD-WARSHALL TERHADAP PENCARIAN RUTE BANGUNAN CAGAR BUDAYA BERBASIS WEB DI KOTA SUKABUMI

Mohamad Firdaus Herdiansah¹, George Pri Hartawan², Prajoko³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sukabumi Jl. R. Syamsudin, S.H. No. 50, Cikole, Kec. Cikole, Kota Sukabumi, Jawa Barat 43113

ABSTRAK

Kota Sukabumi menawarkan eksotisme moderinitas kota yang berpadu dengan kekayaan peninggalan sejarah. Terdapat beberapa peninggalan sejarah yang menjadi cagar budaya di Kota Sukabumi seperti bangunan-bangunan, benda-benda, serta peninggalan-peninggalan sejarah lainnya yang memiliki nilai penting. Namun dikarenakan keterbatasan informasi, maka akses terhadap cagar budaya tersebut sulit untuk didapat, hal tersebut dapat menghambat dalam melakukan pengelolaan terhadap cagar budaya. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memudahkan dalam penyediaan informasi dan penentuan rute terpendek antar bangunan cagar budaya yang dapat akses dimana saja, agar dapat membantu masyarakat atau wisatawan dalam mencari solusi yang efektif untuk mengoptimalkan jarak menuju lokasi. Pencarian rute terpendek bangunan cagar budaya sebagai wadah penyedia data atribut dari suatu objek peta berdasarkan data spasialnya. Dalam penelitian ini menggunakan algoritma *floyd-warshall* menerapkan pemrograman dinamis lebih menjamin keberhasilan penemuan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma *floyd-warshall* untuk pencarian rute terpendek bangunan cagar budaya mampu menjadi suatu sistem yang dapat membantu pemerintah dalam mengelola dan sebagai media informasi bangunan cagar budaya dengan efektif kepada masyarakat.

Kata kunci: Algoritma Floyd-Warshall, Pencarian Rute Terpendek, Cagar Budaya

1. Pendahuluan

Kota Sukabumi merupakan kota yang terletak di provinsi Jawa Barat, sekitar 97KM dari Kota Bandung menuju arah selatan. Kota ini memiliki banyak potensi wisata edukatif. Pada usianya yang menginjak 104 tahun, Kota Sukabumi menawarkan eksotisme moderinitas kota yang berpadu dengan kekayaan peninggalan sejarah. Tercatat ada 77 unit bangunan peninggalan sejarah yang menjadi cagar budaya di Kota Sukabumi yang memiliki nilai penting [1].

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.11 Tahun 2010, cagar budaya didefinisikan sebagai kekayaan budaya bangsa sebagai wujud pemikiran dan perilaku kehidupan manusia yang penting artinya bagi pemahaman dan pengembangan sejarah, ilmu pengetahuan, dan kebudayaan dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara sehingga perlu dilestarikan dan dikelola secara tepat melalui upaya perlindungan, pengembangan dan pemanfaatan. Dalam upaya pelestariannya, cagar budaya sejatinya negara bertanggung jawab penuh [2].

Namun dikarenakan keterbatasan informasi, maka akses terhadap cagar budaya tersebut sulit untuk didapat, hal tersebut dapat menghambat dalam melakukan pengelolaan terhadap cagar budaya. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memudahkan dalam penyediaan informasi dan penentuan rute terpendek antar bangunan cagar budaya yang dapat akses dimana saja, agar dapat membantu masyarakat atau wisatawan dalam mencari solusi yang efektif untuk mengoptimalkan jarak menuju lokasi.

Pencarian rute terpendek termasuk dalam salah satu persoalan dalam teori graf yang berarti meminimalisasi bobot suatu lintasan dalam graf. Algoritma *Floyd-Warshall* dapat menghitung bobot terkecil dari semua jalur yang menghubungkan sebuah pasangan titik, dan melakukannya sekaligus untuk semua pasangan titik. Algoritma Floyd-Warshall lebih memandang solusi akhir yang akan

diperoleh sebagai sesuatu keputusan yang saling terkait. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya [3].

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis bermaksud melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Algoritma Floyd-Warshall Terhadap Pencarian Rute Bangunan Cagar Budaya Berbasis Web Di Kota Sukabumi”. Melalui pembuatan sistem ini sebagai media publikasi untuk mengenalkan data lokasi dan informasi. Sehingga nantinya selain pengguna dapat melihat posisinya saat itu dan posisi beberapa bangunan cagar budaya yang ada, pengguna juga dapat mengetahui rute mana yang harus mereka lewati untuk mencapai lokasi bangunan cagar budaya di Kota Sukabumi dengan cara yang lebih mudah dan lebih cepat.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan oleh penulis pada penelitian kali ini adalah dengan menggunakan algoritma Floyd-Warshall sebagai pencarian rute terpendek. Pencarian rute terpendek ialah pencarian lintasan minimum yang diperlukan untuk mencapai suatu tempat dari tempat tertentu. Lintasan minimum yang dimaksud dapat dicari dengan menggunakan *graph*.

Graph adalah sekumpulan titik di dalam bidang dua dimensi yang dihubungkan dengan sekumpulan garis (*edge*). Sebuah *graph* dibentuk dari kumpulan titik yang dihubungkan dengan garis-garis. Algoritma Floyd-Warshall merupakan sebuah contoh penerapan dari pemrograman dinamis yang diperkenalkan Stephen Warshall untuk mencari lintasan terpendek [3].

Masukan Algoritma Floyd-Warshall adalah matriks hubung *graph* berarah berlabel dan keluarannya adalah lintasan terpendek dari semua titik ke semua titik. Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Prinsip yang dipegang oleh algoritma ini adalah prinsip optimalitas, yaitu jika solusi per-tahap optimal, maka bagian solusi sampai suatu tahap (misalnya tahap ke-*i*) juga optimal [4].

Algoritma Floyd-Warshall untuk mencari rute terpendek adalah sebagai berikut:

1. $X=X_0$
2. Untuk $k = 1$ hingga n , lakukan:
Untuk $i = 1$ hingga n , lakukan:
Untuk $j = 1$ hingga n , lakukan:

Jika $X[i, j] > X[i, k] + X[k, j]$ tukar dengan $X[i, j]$ dengan

$X[i, k] + X[k, j]$

3. $X^*=X$

Keterangan: X = matriks

X_0 = Matriks hubung graf mula-mula

k = iterasi 1 sampai ke- n

i = titik awal pada v_i

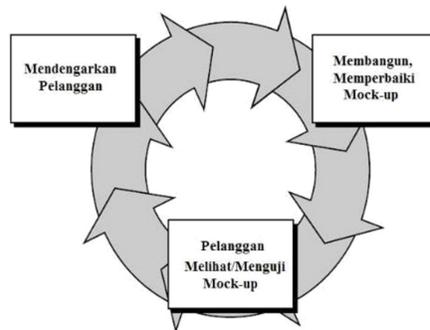
j = titik akhir pada v_j

X^* = hasil matriks setelah perbandingan

```
function fw (int[1..n,1..n] graph) {  
  // Inisialisasi var  
  int[1..n,1..n] jarak := graph  
  var int[1..n,1..n] sebelum for i  
  from 1 to n for j from 1 to n if  
  jarak[i,j] < Tak-hingga  
  sebelum[i,j] := i  
  // Perulangan utama pada algoritma for k from 1  
  to n for i from 1 to n for j from 1 to n if  
  jarak[i,j] > jarak[i,k] + jarak[k,j]  
  jarak[i,j] = jarak[i,k] + jarak[k,j]  
  sebelum[i,j] = sebelum[k,j]  
  return jarak  
}
```

Gambar 1. Pseudocode Algoritma Floyd-Warshall

Gambar 1 menampilkan *pseudocode* dari algoritma Floyd-Warshall, sedangkan gambar 2 merupakan model *prototype* dari sistem yang dibangun.

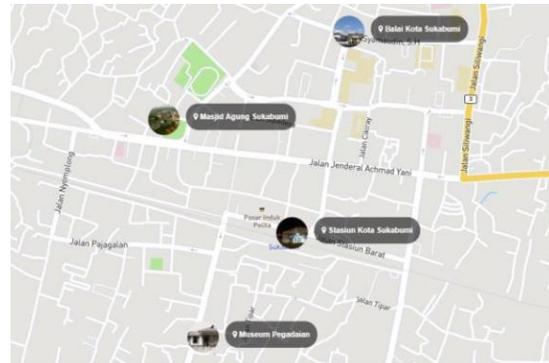


Gambar 2. Prototype Sistem

Sumber data dan informasi tersebut penulis dapatkan melalui catatan hasil observasi, wawancara, pengamatan secara menyeluruh atau dengan melalui kajian pustaka. Konsep pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan model prototipe. Model pengembangan ini digunakan karena model ini sangat fleksibel, karena setiap fasenya dapat berulang hingga sesuai dengan kebutuhan [5].

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap penentuan rute terpendek menuju lokasi tujuan. Pengujian ini dilakukan dengan cara perhitungan secara manual untuk melihat apakah proses penentuan rute terpendek pada program yang dibuat sudah sesuai teori *graph* dengan menerapkan algoritma Floyd-Warshall.



Gambar 3. Peta Lokasi

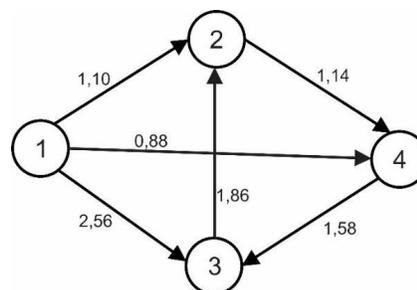
Berikut pengujian rute terpendek pada penelitian ini, misalkan seorang wisatawan akan melakukan perjalanan wisata edukasi cagar budaya pada Gedung Juang 45, Masjid Agung Sukabumi, Balai Kota dimana titik 1 diasumsikan sebagai posisi awal wisatawan yaitu di Stasiun Sukabumi yang dapat kita lihat pada Gambar 5.19. Terdapat 4 gedung, titik 1 sebagai Stasiun Sukabumi yang terletak di Jl. Stasiun Barat, titik 2 sebagai Masjid Agung Sukabumi yang terletak di Jl. Masjid, titik 3 sebagai Gedung Juang 45 yang terletak di Veteran II, dan terakhir titik 4 sebagai Balai Kota yang terletak di Jl. R. Syamsudin, SH.

Dengan menerapkan metode algoritma Floyd-Warshall dalam mencari rute terpendek dari titik 1 menuju ke titik 2, 3, dan 4. Dibawah ini menunjukkan data jarak lokasi gedung satu ke gedung lainnya.

Tabel 1 Jarak Antar Lokasi Gedung

No.	Lokasi Awal	Lokasi Tujuan	Jarak (km)
1	1	2	1,10 km
2	1	3	2,56 km
3	1	4	0,88 km
4	2	4	1,14 km
5	3	2	1,86 km
6	4	3	1,58 km

Berikut ini ditampilkan ilustrasi dari suatu *graph* berbobot yang merepresentasikan jarak antar titik lokasi gedung.



Gambar 4. Graph Berbobot antar titik

Berikut ini tahapan perhitungan algoritma Floyd-Warshall dalam menentukan rute terpendek yang digambarkan melalui matriks. Dimana baris pada matriks menunjukkan lokasi awal dan kolom pada matriks menunjukkan lokasi tujuan.

Dari gambar diatas , didapat :

$$\begin{aligned} K &= 0, 1, 2, 3, 4 \\ i &= 1, 2, 3, 4 \\ j &= 1, 2, 3, 4 \end{aligned}$$

Matriks hubung *graph*, $K=0$

Untuk X^0 diisi dengan nilai sebenarnya

$$X^0 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 0 & 1,10 & 2,56 & 0,88 \\ \hline \infty & 0 & \infty & 1,14 \\ \hline \infty & 1,86 & 0 & \infty \\ \hline \infty & \infty & 1,58 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Gambar 5. Matriks hubung $K = 0$

Catatan:

- Baris 1 dan Kolom 1 nilainya tetap dan seterusnya hingga baris n dan kolom n.
- Diagonal dari kiri atas ke kanan bawah harus diisi dengan 0
- Nilai terkecil yang dimasukan ke dalam matriks

Matriks hubung *graph*, $K = 1$

$$X^1 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 0 & 1,10 & 2,56 & 0,88 \\ \hline \infty & 0 & \infty & 1,14 \\ \hline \infty & 1,86 & 0 & \infty \\ \hline \infty & \infty & 1,58 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Gambar 6. Matriks Hubung $K = 1$

Rumus: $X[i, j] > X[i, k] + X[k, j]$

Penyelesaian :

- $X^0[2,3]X^0[2,1] + X^0[1,3] + 2,56$
- $X^0[2,4]X^0[2,1] + X^0[1,4]$
 $1,14 < + 0,88$
- $X^0[3,2]X^0[3,1] + X^0[1,2]$
 $1,86 < + 1,10$
- $X^0[3,4]X^0[3,1] + X^0[1,4]$
 $\infty + 0,88$

- $X^0[4,2]X^0[4,1] + X^0[1,2]$
 $\infty + 1,10$
- $X^0[4,3]X^0[4,1] + X^0[1,3]$
 $1,58 < \infty + 2,56$

Matriks hubung *graph*, K = 2

$$X^2 =$$

0	1,10	2,56	0,88
∞	0	∞	1,14
∞	1,86	0	3
∞	∞	1,58	0

Gambar 7. Matriks Hubung K = 2

Penyelesaian :

- $X^1[1,3]X^1[1,2] + X^1[2,3]$
 $2,56 < 1,10 +$
- $X^1[1,4]X^1[1,2] + X^1[2,4]$
 $0,88 < 1,10 + 1,14$
- $X^1[3,1]X^1[3,2] + X^1[2,1]$
 $\infty < 1,86 + \infty$
- $X^1[3,4]X^1[3,2] + X^1[2,4]$
 $\infty > 1,86 + 1,14$
- $X^1[4,1]X^1[4,2] + X^1[2,1]$
 $\infty = \infty + \infty$
- $X^1[4,3]X^1[4,2] + X^1[2,3]$
 $1,58 < \infty + \infty$

Matriks hubung *graph*, K = 3

$$X^3 =$$

0	1,10	2,56	0,88
∞	0	∞	1,14
∞	1,86	0	3
∞	3,44	1,58	0

Gambar 8. Matriks Hubung K = 3

Penyelesaian :

- $X^2[1,2]X^2[1,3] + X^2[3,2]$
 $1,10 < 2,56 + 1,86$
- $X^2[1,4]X^2[1,3] + X^2[3,4]$
 $0,88 > 2,56 + 3$
- $X^2[2,1]X^2[2,3] + X^2[3,1]$
 $\infty = \infty + \infty$
- $X^2[2,4]X^2[2,3] + X^2[3,4]$
 $1,44 < \infty + 3$
- $X^2[4,1]X^2[4,3] + X^2[3,1]$
 $\infty < 1,58 + \infty$
- $X^2[4,2]X^2[4,3] + X^2[3,2]$
 $\infty > 1,58 + 1,86$

Matriks hubung *graph*, $K = 4$

$$X^4 =$$

0	1,10	2,46	0,88
∞	0	∞	1,14
∞	1,86	0	3
∞	3,44	1,58	0

Gambar 9. Matriks Hubung $K = 4$

Penyelesaian :

- $X^3[1,2]X^3[1,4] + X^3[4,2]$
 $1,10 < 0,88 + 3,44$
- $X^3[1,3]X^3[1,4] + X^3[4,3]$
 $2,56 > 0,88 + 1,58$
- $X^3[2,1]X^3[2,4] + X^3[4,1]$
 $\infty < 1,14 + \infty$
- $X^3[2,3]X^3[2,4] + X^3[4,3]$
 $\infty > 1,14 + 1,58$
- $X^3[3,1]X^3[3,4] + X^3[4,1]$
 $\infty < 3 + \infty$
- $X^3[3,2]X^3[3,4] + X^3[4,2]$
 $1,86 < 3 + \infty$

Hasil akhir lintasan terpendek Floyd-Warshall pada contoh kasus perjalanan wisata edukasi cagar budaya yaitu

$$X^4 =$$

0	1,10	2,46	0,88
∞	0	∞	1,14
∞	1,86	0	3
∞	3,44	1,58	0

Gambar 10. Perhitungan Hasil Akhir Matriks

Dimana:

- $1-2-4-3=1,10+1,14+1,58=3,82$ km
- $1-3-2-4=2,56+1,86+1,14=5,56$ km
- $1-4-3-2=0,88 +2,56+1,86=5,3$ km

Jadi, berdasarkan perhitungan secara manual menggunakan algoritma Floyd-Warshall didapatkan rute terpendeknya adalah 1-2-4-3 yaitu sebesar 3,82 km. Itu artinya rute terpendek yang dipilih dari posisi teknis saat ini adalah posisi awal Stasiun Sukabumi– Masjid Agung – Balai Kota – Museum Pegadaian yaitu sejauh 3,82 km. Hasil rute terpendek yang dihasilkan menggunakan perhitungan manual menghasilkan rute yang sama dengan rute terpendek yang dihasilkan program.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma Floyd-Warshall mampu diimplementasikan dalam sistem pencarian rute yang optimal dan dapat memperkirakan jarak yang ditempuh.
2. Implementasi algoritma Floyd-Warshall pada Situs Web Pencarian Cagar Budaya ini dapat membantu wisatawan mendapatkan informasi rute terpendek dan jarak yang dapat dilalui

Referensi

- [1] Dinas Pemuda Olahraga Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Kota Sukabumi. (2016). *Peta Wisata Kota Sukabumi*. Kota Sukabumi: Dinas Pemuda Olahraga Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Kota Sukabumi.
- [2] Undang-Undang Republik Indonesia No. 11. (2010). *Cagar Budaya*. Jakarta: Presiden Republik
- [3] Siang, J. J. (2009). *Matematika Diskrit Dan Aplikasinya Pada Ilmu Komputer*. Yogyakarta: Andi.
- [4] Nawagusti, V. A. (2018). Penerapan Algoritma Floyd Warshall dalam Aplikasi Penentuan Rute Terpendek Mencari Lokasi BTS (Base Tower Station) pada PT.GCI Palembang. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 81-89.
- [5] Sukamto, R. A., & Shalahuddin, M. (2015). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Informatika.