

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI RUTE WISATA TERPENDEK BERBASIS ALGORITMA FLOYD-WARSHALL

Anik Andriani

Manajemen Informatika

AMIK BSI Jakarta

Jl. RS. Farmawati No.24, Pondok Labu, Jakarta Selatan

anik.aai@bsi.ac.id

ABSTRAK

Yogyakarta merupakan salah satu tujuan wisata yang sehingga banyak wisatawan dari luar provinsi Yogyakarta yang datang berkunjung. Informasi tentang obyek wisata sangat dibutuhkan oleh para wisatawan salah satunya adalah informasi rute wisata terpendek menuju beberapa obyek wisata populer di Yogyakarta, sehingga dapat mengefisiensi waktu, jarak, dan biaya. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun Sistem Informasi berbasis web yang memberikan informasi kepada wisatawan mengenai jalur terpendek menuju obyek wisata di Yogyakarta. Metode Pengumpulan data menggunakan metode observasi untuk mempelajari jalur wisata Yogyakarta yang diperoleh dari Jogja Tourism Map dan Google Map. Studi literatur digunakan untuk mempelajari konsep dari diagram grafik dan algoritma Floyd Warshall. Peta wisata ditransformasikan ke dalam bentuk diagram grafik. Algoritma Floyd Warshall diterapkan dalam perhitungan bobot path dari diagram grafik dari peta wisata Yogyakarta untuk mencari rute terpendek ke beberapa obyek wisata populer di Yogyakarta yang hasilnya digunakan untuk membangun sistem informasi rute wisata terpendek menuju obyek wisata di Yogyakarta. Hasil pembangunan sistem informasi berbentuk website sehingga mudah diakses secara online.

Kata kunci: Rute wisata, Diagram Grafik, Floyd Warshall, website

XI. Pendahuluan

Yogyakarta merupakan salah satu daerah tujuan wisata, baik wisata domestik maupun mancanegara, sehingga industri pariwisata Yogyakarta perlu adanya pengembangan salah satunya dengan dukungan teknologi informasi. Penerapan teknologi informasi dalam dunia pariwisata dapat diterapkan baik untuk meningkatkan promosi dan penyampaian informasi maupun untuk meningkatkan kualitas pelayanan obyek wisata. Salah satu contoh penerapan teknologi informasi dalam meningkatkan informasi pariwisata adalah adanya aplikasi yang dapat memberikan informasi mengenai rute berbagai obyek wisata.

Wisatawan yang datang berkunjung membutuhkan informasi rute wisata untuk membantu merencanakan perjalanan wisatanya baik dari tempat tinggal asal maupun dari tempat tinggal sementara di Yogyakarta selama berwisata hingga ke tempat tujuan yaitu obyek wisata yang dituju dan dari obyek wisata hingga kembali lagi ke tempat tinggal asal maupun tempat semmentaranya (Manongga, Papilaya, & Pandie, 2009). Selain itu wisatawan juga mencari rute terpendek menuju tempat-tempat wisata yang akan dikunjungi agar dapat mengefisiensi waktu, jarak, dan biaya (Liwang, Santoso, & Rahayu, 2013).

Pencarian rute terpendek dapat dicari dengan menggunakan algoritma grafik, salah satunya menggunakan algoritma *Floyd Warshall*.

Hasil pencarian rute wisata terpendek menggunakan algoritma *Floyd Warshall* diterapkan dalam membangun aplikasi untuk mengetahui rute wisata terpendek di Yogyakarta. Aplikasi yang dibangun dalam bentuk *website* sehingga memungkinkan para wisatawan mudah mengakses secara *online* bila berpindah dari satu obyek wisata ke obyek wisata lain.

Tujuan penelitian ini adalah membangun sistem informasi rute wisata terpendek di Yogyakarta yang berbasis algoritma *Floyd Warshall* dimana sistem informasi yang dibangun berbasis web. Sedangkan manfaat penelitian adalah menyediakan sistem informasi yang dapat diakses melalui *website* untuk mengetahui rute terpendek menuju obyek wisata di Yogyakarta.

XII. Tinjauan Pustaka

Sebuah graf $G = (V, E)$ terdiri dari V dan E . V merupakan *vertice* yaitu sebuah simpul atau node, sedangkan E merupakan *edge* atau tepi/sisi. Setiap *edge* memiliki satu atau dua simpul yang terkait yang

disebut dengan titik ujung (Rosen, 2011). Konsep dasar dalam algoritma graf dibagi menjadi dua yaitu graf berarah dan graf takberarah. Misalkan V adalah himpunan tak kosong dan berhingga dan misalkan $E \subseteq V \times V$. Pasangan (V,E) disebut graf berarah (*directed* graf atau digraf) pada V , dimana V disebut himpunan verteks atau *node*, dan E disebut himpunan (*directed*) *edge* atau arc. Sedangkan dari graf $G = (V, E)$ dimana E merupakan himpunan tak berarah maka $G = (V, E)$ disebut graf tak berarah (Guritman & Supriyo, 2004).

Salah satu algoritma grafik yaitu algoritma *Floyd Warshall*. Algoritma *Floyd Warshall* menghitung jalur terpendek antara semua simpul dengan menghitung dari satu sumber simpul sampai simpul tujuan melalui beberapa jalur (Baras & Theodorakopoulos, 2010). Algoritma *Floyd Warshall* dapat digunakan untuk mencari panjang lintasan terpendek antara semua pasangan simpul dalam graf sederhana yang terhubung tetapi algoritma *Floyd Warshall* tidak dapat digunakan untuk membuat lintasan terpendek (Rosen, 2011).

Cara kerja dari algoritma *Floyd Warshall* adalah dengan membandingkan semua lintasan yang mungkin terjadi dalam graf untuk setiap pasang simpul dan melakukan pengujian dari setiap kombinasi simpul yang diperoleh. Misalkan W_0 adalah matriks ketetanggaan awal graf berarah berbobot. W^* adalah matriks ketetanggaan berbobot terpendek dengan W_{ij} sama dengan *path* terpendek dari titik v_i ke v_j (Siang, 2009).

Kelebihan dari algoritma *Floyd Warshall* antara lain (Adams, 2012):

1. Algoritma *Floyd Warshall* dapat digunakan untuk mencari jarak terpendek (*shortest path*) dari setiap pasangan *node*
2. Algoritma *Floyd Warshall* menggunakan matriks bobot $n \times n$ sebagai masukan, dimana n merupakan jumlah *node*
3. Algoritma *Floyd Warshall* dapat mentolerir *negative edge*.

Algoritma *Floyd Warshall* dapat dilihat pada gambar 1.

```

Input: A directed graph G=(V,E), where V= {1,2,...,n};
And a cost matrix C[i,j]
Output: Cost matrix A[1..n,1..n] where A[i,j] is the cost of
The cheapest path from i to j
Procedure FloydWarshall(G){
  For i:=1 to n do
    For j:=1 to n do
      A[i,j]=C[i,j];
  For i:=1 to n do
    A[i,i]=0;
  For k:=1 to n do
    For i:=1 to n do
      For j:=1 to n do
        If A[i,k] + A[k,j]<A[i,j] then
          A[i,j]= A[i,k] + A[k,j];

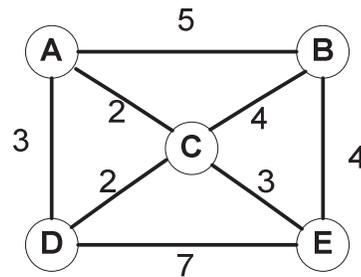
```

Gambar 1. Algoritma *Floyd Warshall*

Sumber: (Gross, Yellen, & Zhang, 2014)

Pada algoritma *Floyd Warshall* di gambar 1 diasumsikan bahwa kita diberikan grafik $G = (V, E)$ dan simpul di V diberi nomor 1,2,...n. Kemudian pada matriks $C[i,j]$ yang menunjukkan nilai dari edge (i,j) . Algoritma *Floyd Warshall* menghitung nilai terkecil dari *array* A dimana $A[i,j]$ yang memperoleh nilai terkecil dari banyaknya *path* dari *vertex* i ke *vertex* j .

Contoh kasus pencarian rute terpendek dari titik A ke E dapat dilihat dari gambar 2.



Gambar 2. Contoh diagram grafik

Diagram grafik pada gambar 2 menunjukkan untuk menuju titik E dari titik A terdapat beberapa jalur yang dapat dilewati. Jalur yang dapat dilewati yaitu melalui titik B, C, atau D. Untuk mempermudah dapat dibuat tabel bobot dari setiap pasangan *path* yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Bobot tiap pasangan *path*

	A	B	C	D	E
A	0	5	2	3	∞
B	5	0	4	∞	4
C	2	4	0	2	3
D	3	∞	2	0	7
E	∞	4	3	7	0

Perhitungan bobot tiap pasangan path masih terdapat nilai yang belum pasti yaitu pasangan path A→E, B→D dikarenakan masih adanya beberapa jalur yang dapat dilewati untuk itu perlu diambil bobot terkecil dari jalur yang dilewati. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil akhir perhitungan bobot pasangan *path*

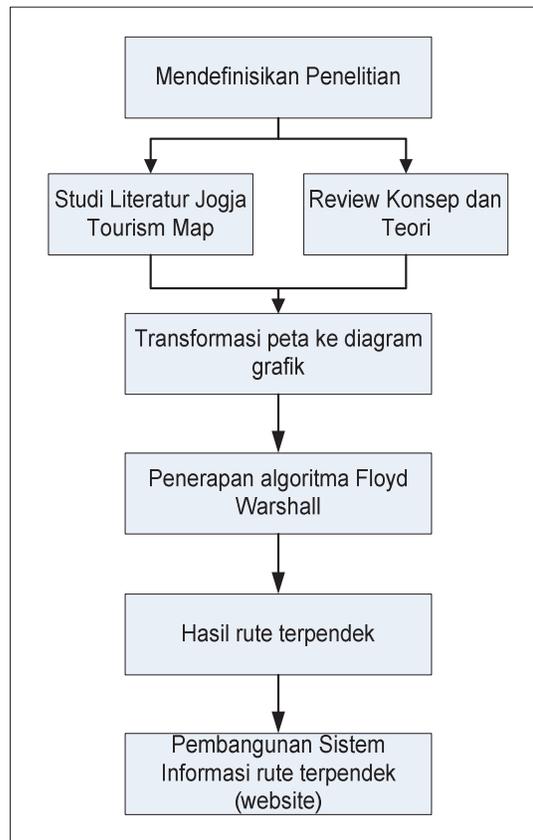
	A	B	C	D	E
A	0	5	2	3	5
B	5	0	4	6	4
C	2	4	0	2	3
D	3	6	2	0	7
E	5	4	3	7	0

Pada tabel 2 menunjukkan hasil akhir dari perhitungan bobot tiap pasangan path sudah bernilai yang paling kecil. Sehingga dapat dilihat jalur terpendek dari titik A ke titik E yaitu A→C→E.

XIII. Metode Penelitian

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan studi literatur. Observasi dilakukan untuk mengumpulkan data berupa obyek-obyek wisata populer di Yogyakarta dan mengamati jalur-jalur menuju obyek wisata tersebut melalui *Jogja tourism map* dan melalui *google maps*. Studi literatur digunakan untuk mereview konsep dan teori tentang diagram grafik dan algoritma *Floyd Warshall*.

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan secara garis besar terdiri dari pencarian jalur terpendek menuju beberapa obyek wisata populer di Yogyakarta dengan algoritma *Floyd Warshall* yang kemudian hasilnya diterapkan dalam membangun sistem informasi untuk rute wisata terpendek berbasis web. Detail langkah-langkah penelitian yang dilakukan digambarkan dalam kerangka pemikiran pada gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Pemikiran Penelitian

Pada gambar 3 tahap-tahap penelitian terdiri dari tahap pendefinisian masalah penelitian, studi literatur *Jogja Tourism Map* dan mereview konsep dan teori untuk mempelajari konsep penggunaan algoritma *Floyd Warshall*. Tahap selanjutnya yaitu mentransformasikan peta wisata Yogyakarta ke dalam bentuk diagram grafik. Berdasarkan peta wisata dalam diagram grafik dicari rute wisata terpendek menggunakan konsep algoritma *Floyd Warshall*. Hasil dari pencarian rute terpendek diterapkan dalam pembangunan sistem informasi untuk mencari rute terpendek. Sistem informasi yang dibangun dalam bentuk *website* sehingga hasilnya dapat dipahami dan digunakan masyarakat umum.

XIV. Hasil dan Pembahasan

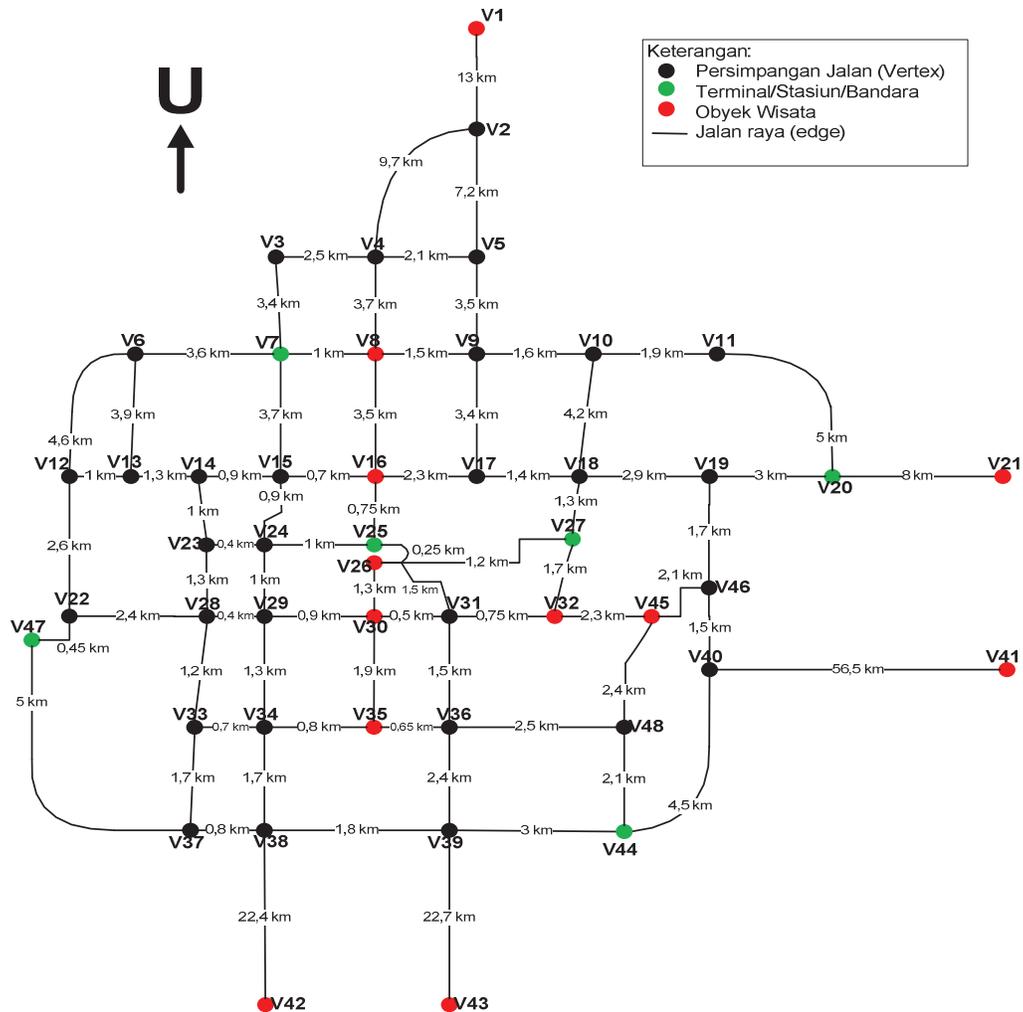
Tahap awal dari pencarian rute terpendek yaitu mentransformasikan peta wisata Yogyakarta seperti pada gambar 4 ke dalam diagram grafik yang hasilnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. Peta wisata Yogyakarta

Gambar 4 menunjukkan peta wisata di Yogyakarta, tetapi tidak semua obyek wisata masuk ke dalam peta tersebut. Lokasi obyek wisata yang ditampilkan hanya lokasi obyek wisata populer di Yogyakarta seperti Taman Nasional Gunung Merapi, Monumen Jogja Kembali, Tugu Jogja, Malioboro, Pasar

Beringharjo, Benteng Vredeberg, Keraton Yogyakarta, Alun-alun Kidul, Istana Pakualaman, Kebun Binatang GembiraLoka, Candi Prambanan, Pantai Samas, Pantai Parangtritis, dan Pantai BKK (Baron, Krakal, Kukup).



Gambar 5. Representasi peta obyek wisata Yogyakarta ke dalam bentuk graf

Gambar 5 menunjukkan hasil transformasi peta wisata di Yogyakarta ke dalam bentuk diagram grafik. Titik berwarna hijau merupakan titik awal yang dapat berupa Terminal, Stasiun, maupun Bandara yang dalam hal ini V7 mewakili terminal Jombor, V20 mewakili Bandara Adisucipto, V25 mewakili Stasiun Tugu, V27 mewakili Stasiun Lempuyangan, V44 mewakili Terminal Giwangan, V47 mewakili Gamping. Titik merah merupakan titik akhir yang digunakan untuk mewakili obyek wisata antara lain V1 mewakili Taman Nasional Gunung Merapi, V8 mewakili Monumen Jogja Kembali, V16 mewakili Tugu Jogja, V21 mewakili Candi Prambanan, V26 mewakili Malioboro, V30 mewakili Pasar Beringharjo, Benteng Vredeberg, dan

Keraton karena letaknya yang berdekatan, V32 mewakili istana Pakualaman, V45 mewakili Kebun Binatang Gembiraloka, V35 mewakili Alun-Alun Kidul, V41 mewakili Pantai Baron, Krakal, Kukup karena lokasi berdekatan, V42 mewakili Pantai Samas, V43 mewakili Pantai Parangtritis. Sedangkan titik hitam merupakan persimpangan dan garis mewakili jalan raya.

Hasil pengolahan diagram grafik dengan algoritma *Floyd Warshall* ditunjukkan dalam tabel 1 sampai dengan tabel 3 sampai dengan tabel 8. Tiap tabel mewakili hasil perhitungan rute terpendek menuju tempat wisata di Yogyakarta dari satu titik awal ke beberapa titik akhir atau titik tujuan.

Tabel 3. Hasil pemrosesan dengan Algoritma *Floyd Warshall* dari Terminal Jombor menuju Obyek Wisata Yogyakarta

Terminal/Stasiun/ Bandara	Tempat Wisata	Jalur Terpendek	Jarak (km)
Terminal Jombor	Taman Nasional Gunung Merapi	V7, V8, V9, V5, V2, V1	26,2
	Monumen Jogja Kembali	V7, V8	1
	Tugu Jogja	V7, V15, V16	4,4
	Candi Prambanan	V7, V8, V9, V10, V11, V20, V21	19
	Malioboro	V7, V15, V16, V25, V26	5,4
	Benteng Vredeberg/Pasar Beringharjo/Keraton	V7, V15, V16, V25, V26, V30	5,2
	Alun-alun Kidul	V7, V8, V16, V25, V26, V30, V35	7,4
	Pakualaman	V7, V15, V24, V29, V30, V31, V32	7,75
	Kebun Binatang Gembiraloka	V7, V15, V24, V29, V30, V31, V32, V45	10,05
	Pantai Samas	V7, V15, V24, V29, V34, V38, V42	31
	Pantai Parangtritis	V7, V15, V24, V29, V34, V38, V39, V43	33,1
	Pantai Baron, Krakal, Kukup	V7, V8, V9, V17, V18, V19, V46, V40, V41	69,9

Tabel 3 menunjukkan hasil pemrosesan peta dalam bentuk diagram grafik dengan algoritma *Floyd Warshall* berupa rute terpendek dari titik awal Terminal Jombor ke obyek-obyek wisata di Yogyakarta.

Tabel 4. Hasil pemrosesan dengan Algoritma *Floyd Warshall* dari Bandara Adisucipto menuju Obyek Wisata Yogyakarta

Terminal/Stasiun/ Bandara	Tempat Wisata	Jalur Terpendek	Jarak (km)
Bandara Adisucipto	Taman Nasional Gunung Merapi	V20, V11, V10, V9, V5, V2, V1	32,2
	Monumen Jogja Kembali	V20, V11, V10, V9, V8	10
	Tugu Jogja	V20, V19, V18, V17, V16	9,6
	Candi Prambanan	V20, V21	8
	Malioboro	V20, V19, V18, V17, V16, V25, V26	10,6
	Benteng Vredeberg/Pasar Beringharjo/Keraton	V20, V19, V46, V45, V32, V31, V30	10,35
	Alun-alun Kidul	V20, V19, V46, V45, V32, V31, V30, V35	12,25
	Pakualaman	V20, V19, V46, V45, V32	9,1
	Kebun Binatang Gembiraloka	V20, V19, V46, V45	6,8
	Pantai Samas	V20, V19, V46, V40, V44, V39, V38, V42	37,9
	Pantai Parangtritis	V20, V19, V46, V40, V44, V39, V43	36,4
	Pantai Baron, Krakal, Kukup	V20, V19, V46, V40, V41	62,7

Tabel 4 menunjukkan hasil pemrosesan peta dalam bentuk diagram grafik dengan algoritma *Floyd Warshall* berupa rute terpendek dari titik awal Bandara Adisucipto ke obyek-obyek wisata di Yogyakarta.

Tabel 5. Hasil pemrosesan dengan Algoritma *Floyd Warshall* dari Stasiun Tugu menuju Obyek Wisata Yogyakarta

Terminal/Stasiun/ Bandara	Tempat Wisata	Jalur Terpendek	Jarak (km)
Stasiun Tugu	Taman Nasional Gunung Merapi	V25, V16, V17, V9, V5, V2, V1	30,15
	Monumen Jogja Kembali	V25, V24, V15, V16, V8	6,1
	Tugu Jogja	V25, V24, V15, V16	2,6
	Candi Prambanan	V25, V26, V30, V31, V32, V45, V46, V19, V20, V21	19,9

	Malioboro	V25, V26	0,25
	Benteng Vredeberg/Pasar Beringharjo/Keraton	V25, V26, V30	1,55
	Alun-alun Kidul	V25, V26, V30, V35	3,45
	Pakualaman	V25, V26, V30, V31, V32	3,45
	Kebun Binatang Gembiraloka	V25, V26, V30, V31, V32, v45	5,75
	Pantai Samas	V25, V24, V29, V34, V38, V42	27,4
	Pantai Parangtritis	V25, V26, V30, V31, V36, V39, V43	28,65
	Pantai Baron, Krakal, Kukup	V25, V26, V30, V31, V32, V45, V46, V40, V41	65,2

Tabel 5 menunjukkan hasil pemrosesan peta dalam bentuk diagram grafik dengan algoritma *Floyd Warshall* berupa rute terpendek dari titik awal Bandara Adisucipto ke obyek-obyek wisata di Yogyakarta

Tabel 6. Hasil pemrosesan dengan Algoritma *Floyd Warshall* dari Stasiun Lempuyangan menuju Obyek Wisata Yogyakarta

Terminal/Stasiun /Bandara	Tempat Wisata	Jalur Terpendek	Jarak (km)
Stasiun Lempuyangan	Taman Nasional Gunung Merapi	V27, V18, V17, V9, V5, V2, V1	29,8
	Monumen Jogja Kembali	V27, V18, V17, V9, V8	7,6
	Tugu Jogja	V27, V18, V17, V16	5
	Candi Prambanan	V27, V18, V19, V20, V21	15,2
	Malioboro	V27, V26	1,2
	Benteng Vredeberg/Pasar Beringharjo/Keraton	V27, V26, V30	2,5
	Alun-alun Kidul	V27, V26, V30, V35	4,4
	Pakualaman	V27, V26, V30, V31, V32	3,75
	Kebun Binatang Gembiraloka	V27, V26, V30, V31, V32, V45	6,05
	Pantai Samas	V27, V26, V30, V35, V34, V38, V42	29,3
	Pantai Parangtritis	V27, V26, V30, V31, V36, V39, V43	29,6
	Pantai Baron, Krakal, Kukup	V27, V32, V45, V46, V40, V41	64,1

Tabel 6 menunjukkan hasil pemrosesan peta dalam bentuk diagram grafik dengan algoritma *Floyd Warshall* berupa rute terpendek dari titik awal Stasiun Lempuyangan ke obyek-obyek wisata di Yogyakarta

Tabel 7. Hasil pemrosesan dengan Algoritma *Floyd Warshall* dari Gamping menuju Obyek Wisata Yogyakarta

Terminal/Stasiun/ Bandara	Tempat Wisata	Jalur Terpendek	Jarak (km)
Gamping	Taman Nasional Gunung Merapi	V47, V22, V12, V6, V7, V8, V9, V5, V2, V1	37,45
	Monumen Jogja Kembali	V47, V22, V12, V6, V7, V8	12,25
	Tugu Jogja	V47, V22, V28, V23, V14, V15, V16	5,85
	Candi Prambanan	V47, V22, V28, V29, V30, V31, V32, V45, V46, V19, V20, V21	22,5
	Malioboro	V47, V22, V28, V29, V24, V25, V26	5,5
	Benteng Vredeberg/Pasar Beringharjo/Keraton	V47, V22, V28, V29, V30	4,15
	Alun-alun Kidul	V47, V22, V28, V29, V30, V35	6,05
	Pakualaman	V47, V22, V28, V29, V30, V31, V32	5,4
	Kebun Binatang Gembiraloka	V47, V22, V28, V29, V30, V31, V32	7,7
	Pantai Samas	V47, V37, V38, V42	28,2

	Pantai Parangtritis	V47, V37, V38, V39, V43	30,3
	Pantai Baron, Krakal, Kukup	V47, V22, V28, V29, V30, V31, V32, V45, V46, V40, V41	67,8

Tabel 7 menunjukkan hasil pemrosesan peta dalam bentuk diagram grafik dengan algoritma *Floyd Warshall* berupa rute terpendek dari titik awal Gamping ke obyek-obyek wisata di Yogyakarta

Tabel 8. Hasil pemrosesan dengan Algoritma *Floyd Warshall* dari Terminal Giwangan menuju Obyek Wisata Yogyakarta

Terminal/Stasiun /Bandara	Tempat Wisata	Jalur Terpendek	Jarak (km)
Terminal Giwangan	Taman Nasional Gunung Merapi	V44, V45, V32, V27, V18, V17, V9, V5, V2, V1	38,3
	Monumen Jogja Kembali	V44, V45, V32, V27, V18, V17, V9, V8	16,1
	Tugu Jogja	V44, V45, V32, V27, V18, V17, V16	13,5
	Candi Prambanan	V44, V40, V46, V19, V20, V21	18,7
	Malioboro	V44, V48, V36, V31, V26	7,6
	Benteng Vredeberg/Pasar Beringharjo/Keraton	V44, V48, V36, V31, V30	6,6
	Alun-alun Kidul	V44, V48, V36, V35	5,25
	Pakualaman	V44, V48, V45, V32	6,8
	Kebun Binatang Gembiraloka	V44, V48, V45	4,5
	Pantai Samas	V44, V39, V38, V42	27,2
	Pantai Parangtritis	V44, V39, V43	25,7
	Pantai Baron, Krakal, Kukup	V44, V40, V41	61

Tabel 8 menunjukkan hasil pemrosesan peta dalam bentuk diagram grafik dengan algoritma *Floyd Warshall* berupa rute terpendek dari titik awal Terminal Giwangan ke obyek-obyek wisata di

Yogyakarta. Hasil pencarian rute terpendek diimplementasikan dalam membangun sistem informasi dalam bentuk *website* seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Website Jalur Wisata Yogyakarta

Gambar 6 menunjukkan tampilan website yang menyediakan informasi obyek-obyek wisata populer di Yogyakarta beserta informasi rute terpendeknya. Website terdiri dari beberapa menu yaitu Home, menu Taman Nasional Gunung Merapi, menu Monumen Jogja Kembali, menu Tugu Jogja, menu

Candi Prambanan, Menu Malioboro, Menu P.Beringharjo B.Vredeberg Keraton, menu Alun-Alun Kidul, menu Istana Pakualaman, menu Kebun Binatang Gembiraloka, menu Pantai Samas, menu Pantai Parangtritis dan menu Pantai Baron Krakal Kukup. Setiap menu diklik akan menampilkan

informasi obyek wisata dan rute terpendek menuju obyek wisata tersebut dari terminal, bandara, maupun stasiun.

XV. Penutup

Algoritma *Floyd Warshall* dapat diterapkan dalam pencarian rute terpendek menuju obyek-obyek wisata populer di Yogyakarta. Hasilnya dapat diterapkan dalam pembangunan sistem informasi untuk rute wisata terpendek yang berbasis *website*. Aplikasi tersebut dapat membantu wisatawan mendapatkan informasi tentang obyek-obyek wisata populer di Yogyakarta beserta informasi jalur terpendek yang dapat dilalui untuk menuju ke obyek wisata yang akan dituju.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu pengembangan untuk rute wisata terpendek dengan obyek-obyek wisata yang lengkap seperti rute menuju desa wisata, pusat kerajinan, dan lain-lain. Sehingga wisatawan dapat memperoleh informasi yang lebih lengkap.

Daftar Pustaka

- Adams, E. d. 2012. Rancang Bangun Aplikasi Web Pencarian Rute Terpendek Antar Gedung di Kampus Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall. *Journal Basic Science And Technology Universitas Brawijaya Malang* .
- Baras, J., & Theodorakopoulos, G. 2010. *Path Problems in Network*. Morgan & Claypool Publishers.
- Gross, J. L., Yellen, J., & Zhang, P. 2014. *Handbook of Graph Theory, Second Edition*. USA: CRC Press.
- Guritman, S., & Supriyo, P. T. 2004. *Matematika Diskret*. Bogor: Institute Pertanian Bogor.
- Liwang, R., Santoso, A. J., & Rahayu, F. S. 2013. Rancang Bangun Aplikasi Rute Terpendek Tempat Wisata Menggunakan Floyd Warshall. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia* (pp. 18-21). Yogyakarta: STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- Manongga, D., Papilaya, S., & Pandie, S. 2009. Sistem Informasi Geografis untuk Perjalanan Wisata di Kota Semarang. *Jurnal Informatika Vol.10, No.1* , 1-9.
- Rosen, K. H. 2011. *Discrete Mathematics and Its Applications, Seventh Edition*. United Stated: Mc Graw Hill.
- Siang, J. J. 2009. *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*. Yogyakarta: Andi Offset.