



Sistem Penunjang Keputusan Dalam Menentukan Jarak Terdekat Menggunakan Metode *Ant Colony Optimization*

Raden Wirawan Kukuh Pambudi¹, Surtikanti¹

¹Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ¹radenkukuh07@gmail.com, ²khantie@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini dilatarbelakangi dengan kurangnya pilihan alternatif terhadap pengambilan keputusan masyarakat dalam memilih dan menentukan tempat wisata terdekat yang dapat dituju. Kekurangan ini menunjukkan bahwa minimnya aplikasi yang dapat memberikan solusi terkait pemilihan tempat wisata terdekat, pada umumnya masyarakat harus mencari melalui aplikasi Maps secara manual lokasi tempat wisata terdekat di daerahnya. Oleh karena itu tujuan penelitian ini yaitu membuat sebuah sistem penunjang keputusan dalam menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan menggunakan metode *Ant Colony Optimization* yang bertujuan untuk memudahkan dalam menentukan jarak serta jalur terdekat yang lebih efektif. Sehingga hasil akhir dari sistem ini dapat memberikan masyarakat alternatif pilihan untuk mendapatkan jalur terdekat dengan jarak terpendek yang lebih tepat. Dengan hasil sebagai berikut: 1. Stasiun Jurang Mangu – Ocean Park BSD – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Stasiun Jurang Mangu dengan jarak terpendek yaitu 31,5 KM; 2. Stasiun Pondok Ranji – Ocean Park BSD – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Stasiun Pondok Ranji dengan jarak terpendek yaitu 36 KM; 3. Stasiun Rawa Buntu – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Ocean Park BSD – Stasiun Rawa Buntu dengan jarak terpendek yaitu 32,9 KM; 4. Stasiun Serpong – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Ocean Park BSD – Stasiun Serpong dengan jarak terpendek yaitu 37,3 KM; 5. Stasiun Sudimara – Ocean Park BSD – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Stasiun Sudimara dengan jarak terpendek yaitu 31,5 KM.

Kata Kunci: Sistem Penunjang Keputusan, *Ant Colony Optimization*, Jalur Terdekat, Jarak Terdekat

Abstract – This research was motivated by the lack of alternative options for community decision making in choosing and determining the nearest tourist attractions that can be addressed. This deficiency shows that the lack of applications that can provide solutions related to the selection of nearby tourist attractions, in general people have to manually search through the Maps application for the location of the nearest tourist attractions in their area. Therefore, the purpose of this study is to create a decision support system in determining the closest distance to tourist attractions using the *Ant Colony Optimization* method which aims to make it easier to determine the distance and the nearest path more effectively. So that the end result of this system can give people alternative options to get the closest route with the shortest distance more precisely. With the following results: 1. Jurang Mangu Station – Ocean Park BSD – Ricastro Waterzone – Ganespa Education Park – Trans Snow World Bintaro – Jurang Mangu Station with the shortest distance of 31.5 KM; 2. Pondok Ranji Station – Ocean Park BSD – Ricastro Waterzone – Ganespa Education Park – Trans Snow World Bintaro – Pondok Ranji Station with the shortest distance of 36 KM; 3. Rawa Buntu Station – Ricastro Waterzone – Ganespa Education Park – Trans Snow World Bintaro – Ocean Park BSD – Rawa Buntu Station with the shortest distance of 32.9 KM; 4. Serpong Station - Ricastro Waterzone - Ganespa Education Park - Trans Snow World Bintaro - Ocean Park BSD - Serpong Station with the shortest distance of 37.3 KM; 5. Sudimara Station - Ocean Park BSD - Ricastro Waterzone - Ganespa Education Park - Trans Snow World Bintaro - Sudimara Station with the shortest distance of 31.5 KM.

Keywords: Decision Support System, *Ant Colony Optimization*, Nearest Line, Closest Distance

1. PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan sektor penting yang ada dalam usaha peningkatan pendapatan negara. Indonesia memiliki berbagai keanekaragaman budaya serta keindahan alam yang dapat dimanfaatkan, sehingga dapat menguntungkan suatu bangsa dan negara. Dengan hal tersebut diperlukan adanya peningkatan dalam sektor pariwisata untuk mengoptimalkan penyediaan layanan yang lebih memberikan potensi terhadap kawasan wisata yang dikunjungi. Peningkatan tersebut dapat berupa penyediaan informasi yang membantu masyarakat dalam mengetahui sektor pariwisata secara lebih luas. Yaitu dengan menggunakan suatu sistem yang dapat mempermudah masyarakat untuk mengunjungi tempat wisata yang ada. Sistem merupakan salah satu hal terpenting dalam mengoptimalkan peningkatan pendapatan perusahaan. Sistem yang dimaksud merupakan sistem



dalam mendukung pemilihan keputusan yaitu sistem pendukung keputusan. Sistem Pendukung Keputusan digunakan untuk mendukung keseluruhan tahap pengambilan keputusan dimulai dari mengidentifikasi masalah, memilih data yang relevan, menentukan pendekatan yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan, sampai dengan mengevaluasi pemilihan alternatif (Tonni Limbong dkk, 2020).

(Yonata, 2018) Dalam era digital seperti saat ini, internet menjadi salah satu sumber informasi yang banyak dimanfaatkan oleh wisatawan untuk mencari referensi tempat wisata yang ingin dikunjungi. Namun masyarakat masih mengalami kesulitan dalam menentukan rute terbaik menuju lokasi wisata, terutama di wilayah kota modern seperti Tangerang Selatan. Karena terdapat berbagai macam pilihan jalur menuju destinasi wisata yang dapat dipilih, sehingga masyarakat kesulitan dalam memilih jalur dengan jarak terpendek.

Dengan hal itu, tentunya diperlukan aplikasi yang dapat membantu wisatawan khususnya di wilayah Tangerang Selatan dalam mencari lokasi wisata dan rute terdekat yang dapat digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *Ant Colony Optimization* (ACO). Metode ACO merupakan algoritma heuristic yang terbukti diterapkan ke dalam sejumlah masalah *Travelling Salesman Problem* (TSP) dan juga mampu menemukan jalur terpendek dengan baik. Kelakuan dari setiap pemeran yaitu dalam hal menirukan kelakuan hidup semut dengan mengetahui cara mereka berinteraksi satu dengan lainnya agar dapat menemukan sumber makanan yang bisa dibawa kembali ke sarang mereka dengan efisien (Udjulawa & Oktarina, 2022).

Di dalam sistem tersebut tentunya menggunakan metode pengembangan sistem yang dapat menunjang kinerja di dalamnya, sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan. Metode yang dimaksud adalah *Rapid Application Development* (RAD). *Rapid Application Development* (RAD) adalah pengembangan aplikasi cepat yang lebih mengacu pada pendekatan pengembangan perangkat lunak yang tidak menghabiskan banyak sumber daya atau banyak waktu untuk perencanaan tetapi menggunakan metode prototyping saat memperkenalkan suatu produk. Dengan alur metode RAD yang dapat dijabarkan sebagai berikut: Pengumpulan kebutuhan, Perancangan *Prorotype*, *Rapid Construction*, *Finalize product* (Sommerville, 2011).

Hal tersebut tentunya dapat membuat sebuah aplikasi menjadi lebih cepat dan juga lebih dapat berfokus besar dalam kerja pengembangannya. Sehingga dapat memenuhi tujuan daripada pembuatan aplikasi Sistem Penunjang Keputusan Dalam Menentukan Jarak Terdekat Menuju Tempat Wisata Dengan Menggunakan Metode *Ant Colony Optimization* (ACO). Yang bertujuan untuk mempermudah wisatawan dalam menentukan jalur dengan jarak terdekat menuju lokasi wisata yang diinginkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, menggunakan metode kuantitatif yaitu pendekatan terhadap kajian dalam mengumpulkan, menganalisis, serta menampilkan sebuah data dalam bentuk angka (Fitriani, 2019).

2.2 Jenis Data

Dari penelitian ini mengacu dengan upaya menggunakan data primer dan data sekunder. Dimana data primer didapatkan dari hasil penelitian dengan bantuan Google Maps, sedangkan untuk data sekunder didapatkan dari berbagai macam informasi. Seperti dari internet, jurnal, karya ilmiah dan sumber lainnya.

Menurut (Sugiyono, 2018) menyatakan bahwa data sekunder adalah sumber data tidak langsung yang memberikan data kepada pengumpul data atau peneliti. Dan Menurut (Arikunto, 2013) Data primer merupakan data yang berbentuk kata-kata yang diucapkan secara lisan, menggambarkan gerak gerak atau perilaku yang dilakukan oleh subjek yang dapat dipercaya, dalam hal ini adalah subjek penelitian yang berkenaan dengan variabel yang diteliti adalah internet dan sumber lain.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode studi pustaka. Studi Pustaka yang merupakan metode dengan cara mengumpulkan studi literatur untuk mendukung penyelesaian masalah sehingga mencapai tujuan penelitian. Menurut Nazir (2013:93) menjelaskan bahwa studi pustaka merupakan sebuah pengadaan studi analisis terhadap buku, laporan, catatan dan literatur yang terdapat hubungan dengan fenomena yang diteliti (Ningrum & Hendratmoko, 2022). Sumber studi pustaka yang digunakan pada penelitian ini berupa buku, jurnal, laporan penelitian, skripsi yang sudah ada, serta hasil pencarian di internet.

2.4 Metode Pengembangan Sistem

Dalam metode pengembangan sistem ini, peneliti menggunakan model pengembangan sistem *Rapid Application Development* (RAD). Yang merupakan sebuah pengembangan aplikasi secara cepat dengan mengacu pada pendekatan pengembangan perangkat lunak yang tidak menghabiskan banyak sumber daya maupun waktu banyak dalam perencanaan, namun digunakan pada saat memperkenalkan sebuah produk. Tujuan utama model RAD adalah membuat sistem lebih berkualitas dengan biaya yang rendah. Alasan digunakan metode pengembangan sistem RAD yaitu fleksibel serta mudah beradaptasi terhadap perubahan. Terdapat alur kerja metode RAD yaitu: pengumpulan kebutuhan, perancangan *prototype*, *rapid construction*, *finalize product*.

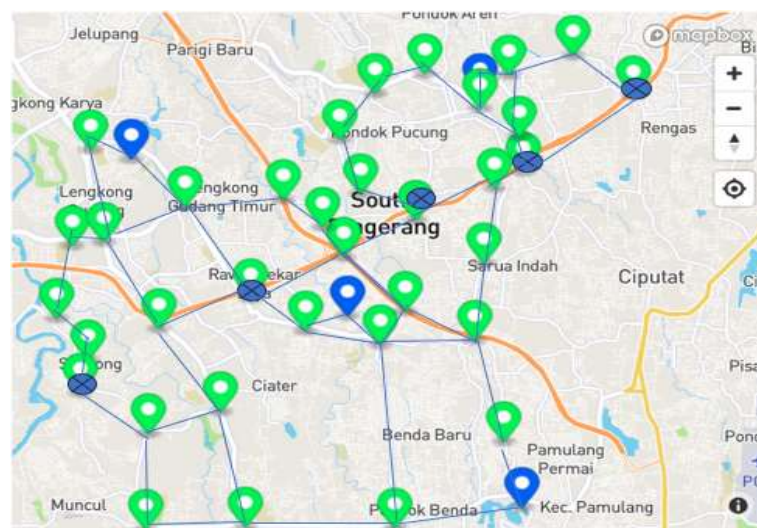
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Sistem Berjalan

Sistem yang berjalan saat ini dalam mencari rute lokasi wisata dilakukan para wisatawan dengan menanyakan pada penduduk asli kota Tangerang Selatan atau menggunakan transportasi umum yang ada di wilayah Tangerang Selatan.

3.2 Analisa Sistem Usulan

Sistem yang diusulkan oleh penulis merupakan sistem penunjang keputusan menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan metode ant colony optimization. Dalam proses perancangan sistem penunjang keputusan menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan metode ant colony optimization, metode ant colony optimization digunakan untuk menentukan rute terdekat berdasarkan node yang sudah disusun oleh penulis. Penyusunan node i mulai dengan menentukan lokasi awal, jalan yang dilalui semut, dan lokasi tujuan. Adapun penyusunan node pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Node Pada Penelitian



Dengan rincian node sebagai berikut:

Table 1. Rincian Node Penelitian

Id Node	Nama Node	Latitude	Longitude
0	Stasiun Jurangmangu	-6.28861	106.72912
1	Stasiun Pondok Ranji	-6.2761221	106.74517
2	Stasiun Rawa Buntu	-6.3144193	106.67605
3	Stasiun Serpong	-6.319635	106.66556
4	Stasiun Sudimara	-6.2966873	106.71341
5	Ocean Park BSD	-6.343858	106.72891
6	Ricastro Waterzone	-6.2865298	106.67192
7	Taman Edukasi Ganespa	-6.3124647	106.7035
8	Trans Snow World Bintaro	-6.2756094	106.72273
9	Node 1	-6.3251198	106.66454
10	Node 2	-6.3317872	106.67449
11	Node 3	-6.3474893	106.67397
12	Node 4	-6.3282013	106.68496
13	Node 5	-6.3471425	106.68857
14	Node 6	-6.3472995	106.71037
15	Node 7	-6.3095786	106.68936
16	Node 8	-6.3148828	106.69732
17	Node 9	-6.3170677	106.70821
18	Node 10	-6.302598	106.70299
19	Node 11	-6.3116475	106.71194
20	Node 12	-6.3162833	106.72214
21	Node 13	-6.3331658	106.72631
22	Node 14	-6.3036096	106.72334
23	Node 15	-6.2913367	106.72497
24	Node 16	-6.3128353	106.66106
25	Node 17	-6.3008324	106.66335
26	Node 19	-6.3001963	106.66791
27	Node 18	-6.2850034	106.66605
28	Node 20	-6.294349	106.67975
29	Node 21	-6.2931616	106.69423
30	Node 22	-6.2976708	106.69987
31	Node 23	-6.2922231	106.70548



32	Node 24	-6.2833605	106.70233
33	Node 25	-6.275682	106.70757
34	Node 26	-6.2723991	106.71486
35	Node 27	-6.2826726	106.72858
36	Node 28	-6.2782195	106.72279
37	Node 29	-6.2694881	106.73648
38	Node 30	-6.2727443	106.72694

Dan rincian graph penghubung untuk setiap node dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut:

Table 2. Rincian Graph Penghubung Tiap Node

ID Graph	Dari Node	Menuju Node
0	2	3
1	3	9
2	9	10
3	10	11
4	10	12
5	2	12
6	12	13
7	11	13
8	13	14
9	14	5
10	5	21
11	21	39
12	39	20
13	20	19
14	19	17
15	17	7
16	7	16
17	16	17
18	16	15
19	15	2
20	17	12
21	3	24
22	24	25
23	25	26
24	26	2



25	26	27
26	27	6
27	6	28
28	28	26
29	28	15
30	15	18
31	18	19
32	20	22
33	22	23
34	23	4
35	4	18
36	18	30
37	30	29
38	29	28
39	30	31
40	31	4
41	29	32
42	32	31
43	32	33
44	33	34
45	34	8
46	8	36
47	36	35
48	35	0
49	0	23
50	0	1
51	1	37
52	37	38
53	38	8

Dengan menggunakan tabel parameter algoritma dalam penelitian ini data dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Table 3. Parameter Algoritma

No	Parameter	Nilai
1	Alfa	0.1
2	Beta	1

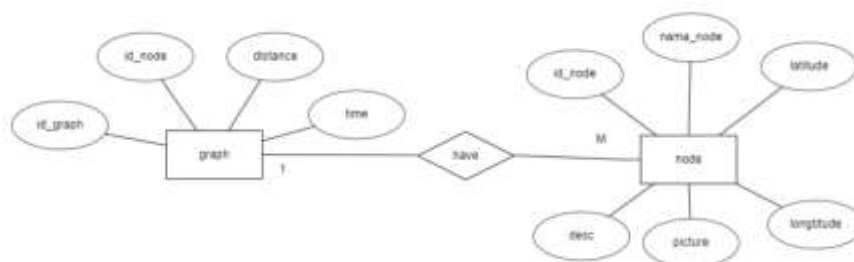
3	Rho	0.1
4	Tetapan Siklus Semut (Q)	1
5	Siklus Maksimum	1
6	Jumlah Semut	1
7	Intensitas Feromon Awal	0.01

3.3. Perancangan Unified Modeling Language (UML)

Dalam perancangan Unified Modeling Language pada sistem penunjang keputusan dalam menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan menggunakan metode ant colony optimization memiliki gambaran untuk digunakan sebagai sarana perancangan sistem berorientasi objek. Berikut merupakan rancangan Unified Modeling Language pada sistem penunjang keputusan dalam menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan menggunakan metode ant colony optimization:

a. Entity Relationship Diagram (ERD)

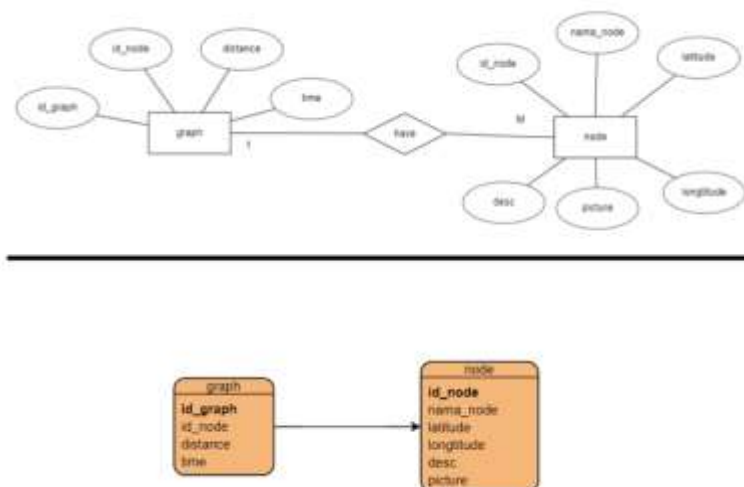
Entity Relationship Diagram pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. ERD Penelitian

b. Transformasi ERD ke Logical Record Structure (LRS)

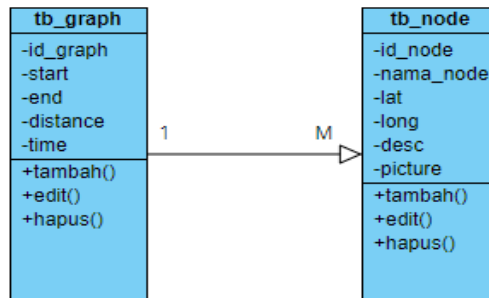
Transformasi ERD ke Logical Record Structure (LRS) pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Transformasi ERD ke Logical Record Structure (LRS)

3.4. Class Diagram

Rancangan Class Diagram pada sistem penunjang keputusan dalam menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan metode ant colony optimization ditunjukkan seperti pada gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Class Diagram Penelitian

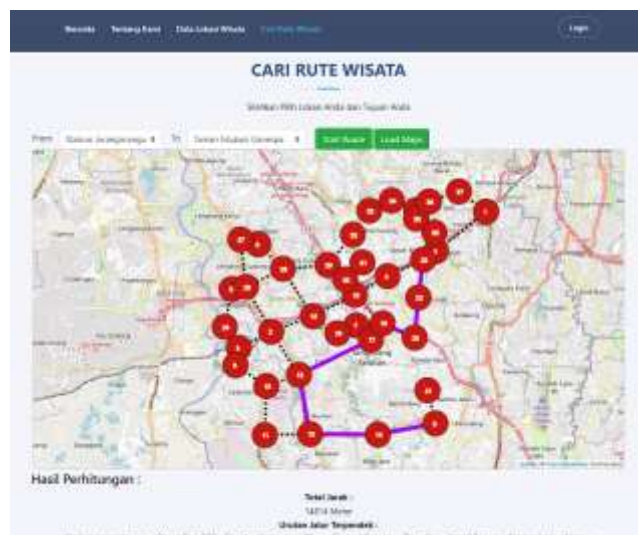
4. IMPLEMENTASI

4.1 Implementasi Program

Setelah dilakukannya perancangan sistem, maka langkah berikutnya adalah tahap implementasi. Tahap ini merupakan suatu proses untuk memenuhi tujuan yang diinginkan dari siapnya suatu sistem untuk dioperasikan. Sebelum sistem tersebut siap untuk digunakan, tentunya harus dipastikan terlebih dahulu apakah sistem tersebut sudah bebas dari error / kesalahan atau tidak. Setelah itu, dapat dilakukan pengujian jika sistem sudah tidak terdapat error / kesalahan agar data tersebut dapat diolah dengan benar.

a. Halaman Pengguna

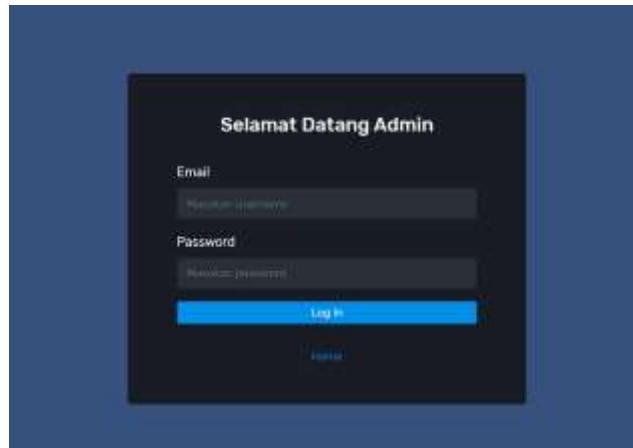
Halaman pengguna pada sistem penunjang keputusan dalam menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan metode ant colony optimization diimplementasi pada gambar 5.



Gambar 5. Implementasi Halaman Pengguna

b. Halaman Login Admin

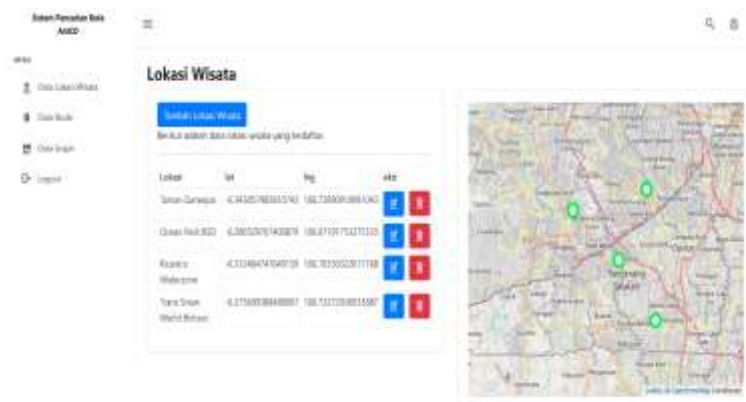
Tampilan implementasi pada gambar 6 merupakan halaman login admin.



Gambar 6. Implementasi Halaman Login Admin

c. Halaman Data Wisata

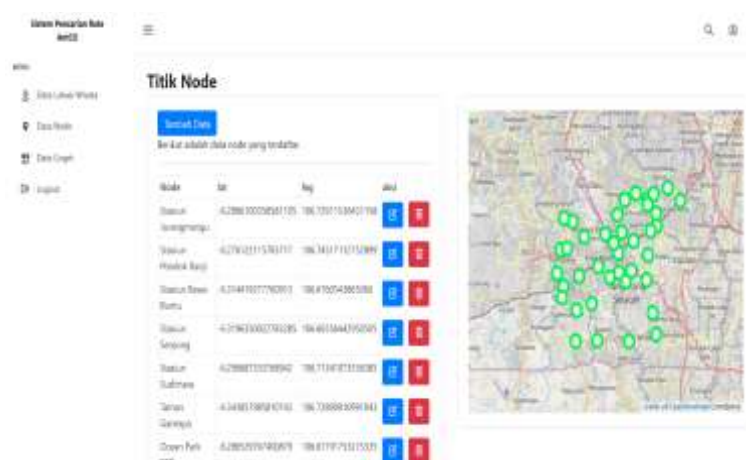
Tampilan implementasi pada gambar 7 merupakan halaman data wisata.



Gambar 7. Implementasi Halaman Data Wisata

d. Halaman Data Node

Tampilan implementasi pada gambar 8 merupakan halaman data node.



Gambar 8. Implementasi Halaman Data Node

e. Halaman Data Graph

Tampilan implementasi pada gambar 9 merupakan halaman data graph.



Gambar 9. Implementasi Halaman Data Graph

4.2 Implementasi Perhitungan Ant Colony Optimization

Pada implementasi ini didapatkan sample data dari Google Maps berupa jarak tempuh dari 5 stasiun ke 4 tempat wisata terdekat di daerah Tangerang Selatan. Pada tabel di bawah ini merupakan perhitungan manual yang digunakan sebagai dasar acuan untuk menentukan nilai rute terpendek.

4.3 Jarak Antar Titik Node

Berikut merupakan data jarak yang didapatkan dari Google Maps sebagai acuan data yang kemudian digunakan dalam perhitungan Ant Colony Optimization:

a. Stasiun Jurang Mangu ke 4 Tempat Wisata

Tabel 4. Tabel Jarak Stasiun Jurang Mangu Ke Tempat Wisata

TITIK (KM)	A	B	C	D	E
A	0	7,4	6	14,8	1,7
B	7,4	0	5,7	11,8	8,5
C	6	5,7	0	6,1	9,2
D	14,8	11,8	6,1	0	10,6
E	1,7	8,5	9,2	10,6	0

Ket:

Titik A = Stasiun Jurang Mangu

Titik B = Ocean Park BSD

Titik C = Ricastro Waterzone

Titik D = Taman Edukasi Ganespa

Titik E = Trans Snow World Bintaro

b. Stasiun Pondok Ranji ke 4 Tempat Wisata

Tabel 5. Tabel Jarak Stasiun Pondok Ranji Ke Tempat Wisata

TITIK (KM)	A	B	C	D	E
A	0	9,6	8,3	17	4



B	9,6	0	5,7	11,8	8,5
C	8,3	5,7	0	6,1	9,2
D	17	11,8	6,1	0	10,6
E	4	8,5	9,2	10,6	0

Ket:

Titik A = Stasiun Pondok Ranji

Titik B = Ocean Park BSD

Titik C = Ricastro Waterzone

Titik D = Taman Edukasi Ganespa

Titik E = Trans Snow World Bintaro

c. Stasiun Rawa Buntu ke 4 Tempat Wisata

Tabel 6. Tabel Jarak Stasiun Rawa Buntu Ke Tempat Wisata

TITIK (KM)	A	B	C	D	E
A	0	4,4	3,3	8,4	8,3
B	4,4	0	5,7	11,8	8,5
C	3,3	5,7	0	6,1	9,2
D	8,4	11,8	6,1	0	10,6
E	8,3	8,5	9,2	10,6	0

Ket:

Titik A = Stasiun Rawa Buntu

Titik B = Ocean Park BSD

Titik C = Ricastro Waterzone

Titik D = Taman Edukasi Ganespa

Titik E = Trans Snow World Bintaro

d. Stasiun Serpong ke 4 Tempat Wisata

Tabel 7. Tabel Jarak Stasiun Serpong Ke Tempat Wisata

TITIK (KM)	A	B	C	D	E
A	0	5,3	4,6	9,7	9,6
B	5,3	0	5,7	11,8	8,5
C	4,6	5,7	0	6,1	9,2
D	9,7	11,8	6,1	0	10,6
E	9,6	8,5	9,2	10,6	0

Ket:

Titik A = Stasiun Serpong

Titik B = Ocean Park BSD

Titik C = Ricastro Waterzone

Titik D = Taman Edukasi Ganespa



Titik E = Trans Snow World Bintaro

e. Stasiun Sudimara ke 4 Tempat Wisata

Tabel 8. Tabel Jarak Stasiun Sudimara Ke Tempat Wisata

Table with 6 columns (TITIK (KM), A, B, C, D, E) and 6 rows (A, B, C, D, E) showing distances between stations.

Ket:

Titik A = Stasiun Serpong

Titik B = Ocean Park BSD

Titik C = Ricastro Waterzone

Titik D = Taman Edukasi Ganespa

Titik E = Trans Snow World Bintaro

4.4 Jalur Perjalanan Semut (Ant)

Dalam perhitungan ini menggunakan titik awal yaitu pada 5 stasiun yaitu: Stasiun Jurang Mangu, Stasiun Pondok Ranji, Stasiun Rawa Buntu, Stasiun Serpong, dan Stasiun Sudimara. Kemudian untuk menentukan rute perjalanan semut dengan cara mencari siklus hamilton dengan menggunakan n vertek adalah (n-1)!/2, sehingga mendapatkan perhitungan yaitu (5-1)!/2 = 12 siklus hamilton untuk setiap titik awal ke setiap tempat wisata yang ada. Dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 9. Jalur Perjalanan Semut Setiap Stasiun

Table with 2 columns and 6 rows listing routes R1 through R12 with their respective station sequences.

Setelah mendapatkan rute yang akan ditempuh kemudian dilakukan perhitungan sebagai berikut:

a. Titik Awal Stasiun Jurang Mangu

Rute Semut Ke- 1

C1 = AB + BC + CD + DE + EA = 7.4+5.7+6.1+10.6+1.7 = 31.5

C2 = AB + BC + CE + ED + DA = 7.4+5.7+9.2+10.6+14.8 = 47.7

C3 = AB + BD + DE + EC + CA = 7.4+11.8+10.6+9.2+6 = 45.0

C4 = AB + BE + EC + CD + DA = 7.4+8.5+9.2+6.1+14.8 = 46.0

C5 = AC + CB + BD + DE + EA = 6+5.7+11.8+10.6+1.7 = 35.8

C6 = AC + CB + BE + ED + DA = 6+5.7+8.5+10.6+14.8 = 45.6



$$C_7 = \vec{AC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EB} + \vec{BA} = 6+6.1+10.6+8.5+7.4 = 38.6$$

$$C_8 = \vec{AC} + \vec{CE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DA} = 6+9.2+8.5+11.8+14.8 = 50.3$$

$$C_9 = \vec{AD} + \vec{DB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{EA} = 14.8+11.8+5.7+9.2+1.7 = 43.2$$

$$C_{10} = \vec{AD} + \vec{DC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{EA} = 14.8+6.1+5.7+8.5+1.7 = 36.8$$

$$C_{11} = \vec{AE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DC} + \vec{CA} = 1.7+8.5+11.8+6.1+6 = 34.1$$

$$C_{12} = \vec{AE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DB} + \vec{BA} = 1.7+9.2+6.1+11.8+7.4 = 36.2$$

b. Titik Awal Stasiun Pondok Ranji

$$C_1 = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EA} = 9.6+5.7+6.1+10.6+4 = 36.0$$

$$C_2 = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{ED} + \vec{DA} = 9.6+5.7+9.2+10.6+17 = 52.1$$

$$C_3 = \vec{AB} + \vec{BD} + \vec{DE} + \vec{EC} + \vec{CA} = 9.6+11.8+10.6+9.2+8.3 = 49.5$$

$$C_4 = \vec{AB} + \vec{BE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DA} = 9.6+8.5+9.2+6.1+17 = 50.4$$

$$C_5 = \vec{AC} + \vec{CB} + \vec{BD} + \vec{DE} + \vec{EA} = 8.3+5.7+11.8+10.6+4 = 40.4$$

$$C_6 = \vec{AC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{ED} + \vec{DA} = 8.3+5.7+8.5+10.6+17 = 50.1$$

$$C_7 = \vec{AC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EB} + \vec{BA} = 8.3+6.1+10.6+8.5+9.6 = 43.1$$

$$C_8 = \vec{AC} + \vec{CE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DA} = 8.3+9.2+8.5+11.8+17 = 54.8$$

$$C_9 = \vec{AD} + \vec{DB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{EA} = 17+11.8+5.7+9.2+4 = 47.7$$

$$C_{10} = \vec{AD} + \vec{DC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{EA} = 17+6.1+5.7+8.5+4 = 41.3$$

$$C_{11} = \vec{AE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DC} + \vec{CA} = 4+8.5+11.8+6.1+8.3 = 38.7$$

$$C_{12} = \vec{AE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DB} + \vec{BA} = 4+9.2+6.1+11.8+9.6 = 40.7$$

c. Titik Awal Stasiun Rawa Buntu

$$C_1 = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EA} = 4.4+5.7+6.1+10.6+8.3 = 35.1$$

$$C_2 = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{ED} + \vec{DA} = 4.4+5.7+9.2+10.6+8.4 = 38.3$$

$$C_3 = \vec{AB} + \vec{BD} + \vec{DE} + \vec{EC} + \vec{CA} = 4.4+11.8+10.6+9.2+3.3 = 39.3$$

$$C_4 = \vec{AB} + \vec{BE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DA} = 4.4+8.5+9.2+6.1+8.4 = 36.6$$

$$C_5 = \vec{AC} + \vec{CB} + \vec{BD} + \vec{DE} + \vec{EA} = 3.3+5.7+11.8+10.6+8.3 = 39.7$$

$$C_6 = \vec{AC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{ED} + \vec{DA} = 3.3+5.7+8.5+10.6+8.4 = 36.5$$

$$C_7 = \vec{AC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EB} + \vec{BA} = 3.3+6.1+10.6+8.5+4.4 = 32.9$$

$$C_8 = \vec{AC} + \vec{CE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DA} = 3.3+9.2+8.5+11.8+8.4 = 41.2$$

$$C_9 = \vec{AD} + \vec{DB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{EA} = 8.4+11.8+5.7+9.2+8.3 = 43.4$$

$$C_{10} = \vec{AD} + \vec{DC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{EA} = 8.4+6.1+5.7+8.5+8.3 = 37.0$$



$$C_{11} = \vec{AE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DC} + \vec{CA} = 8.3+8.5+11.8+6.1+3.3 = 38.0$$

$$C_{12} = \vec{AE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DB} + \vec{BA} = 8.3+9.2+6.1+11.8+4.4 = 39.8$$

d. Titik Awal Stasiun Serpong

$$C_1 = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EA} = 5.3+5.7+6.1+10.6+9.6 = 37.3$$

$$C_2 = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{ED} + \vec{DA} = 5.3+5.7+9.2+10.6+9.7 = 40.5$$

$$C_3 = \vec{AB} + \vec{BD} + \vec{DE} + \vec{EC} + \vec{CA} = 5.3+11.8+10.6+9.2+4.6 = 41.5$$

$$C_4 = \vec{AB} + \vec{BE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DA} = 5.3+8.5+9.2+6.1+9.7 = 38.8$$

$$C_5 = \vec{AC} + \vec{CB} + \vec{BD} + \vec{DE} + \vec{EA} = 4.6+5.7+11.8+10.6+9.6 = 42.3$$

$$C_6 = \vec{AC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{ED} + \vec{DA} = 4.6+5.7+8.5+10.6+9.7 = 39.1$$

$$C_7 = \vec{AC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EB} + \vec{BA} = 4.6+6.1+10.6+8.5+5.3 = 35.1$$

$$C_8 = \vec{AC} + \vec{CE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DA} = 4.6+9.2+8.5+11.8+9.7 = 43.8$$

$$C_9 = \vec{AD} + \vec{DB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{EA} = 9.7+11.8+5.7+9.2+9.6 = 46.0$$

$$C_{10} = \vec{AD} + \vec{DC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{EA} = 9.7+6.1+5.7+8.5+9.6 = 39.6$$

$$C_{11} = \vec{AE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DC} + \vec{CA} = 9.6+8.5+11.8+6.1+4.6 = 40.6$$

$$C_{12} = \vec{AE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DB} + \vec{BA} = 9.6+9.2+6.1+11.8+5.3 = 42.0$$

e. Titik Awal Stasiun Sudimara

$$C_1 = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EA} = 5.4+5.7+6.1+10.6+3.7 = 31.5$$

$$C_2 = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{ED} + \vec{DA} = 5.4+5.7+9.2+10.6+12.9 = 43.8$$

$$C_3 = \vec{AB} + \vec{BD} + \vec{DE} + \vec{EC} + \vec{CA} = 5.4+11.8+10.6+9.2+4.2 = 41.2$$

$$C_4 = \vec{AB} + \vec{BE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DA} = 5.4+8.5+9.2+6.1+12.9 = 42.1$$

$$C_5 = \vec{AC} + \vec{CB} + \vec{BD} + \vec{DE} + \vec{EA} = 4.2+5.7+11.8+10.6+3.7 = 36.0$$

$$C_6 = \vec{AC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{ED} + \vec{DA} = 4.2+5.7+8.5+10.6+12.9 = 41.9$$

$$C_7 = \vec{AC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EB} + \vec{BA} = 4.2+6.1+10.6+8.5+5.4 = 34.8$$

$$C_8 = \vec{AC} + \vec{CE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DA} = 4.2+9.2+8.5+11.8+12.9 = 46.6$$

$$C_9 = \vec{AD} + \vec{DB} + \vec{BC} + \vec{CE} + \vec{EA} = 12.9+11.8+5.7+9.2+3.7 = 43.3$$

$$C_{10} = \vec{AD} + \vec{DC} + \vec{CB} + \vec{BE} + \vec{EA} = 12.9+6.1+5.7+8.5+3.7 = 36.9$$

$$C_{11} = \vec{AE} + \vec{EB} + \vec{BD} + \vec{DC} + \vec{CA} = 3.7+8.5+11.8+6.1+4.2 = 34.3$$

$$C_{12} = \vec{AE} + \vec{EC} + \vec{CD} + \vec{DB} + \vec{BA} = 3.7+9.2+6.1+11.8+5.4 = 36.2$$

Dari perhitungan di atas maka dapat dituliskan dalam sebuah tabel panjang jalur dari setiap semut, yaitu:



a. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Jurang Mangu)

Tabel 10. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Jurang Mangu)

Semut Ke -	Jalur Semut						Panjang Jalur (KM)
1	A	B	C	D	E	A	31,5
2	A	B	C	E	D	A	47,7
3	A	B	D	E	C	A	45
4	A	B	E	C	D	A	46
5	A	C	B	D	E	A	35,8
6	A	C	B	E	D	A	45,6
7	A	C	D	E	B	A	38,6
8	A	C	E	B	D	A	50,3
9	A	D	B	C	E	A	43,2
10	A	D	C	B	E	A	36,8
11	A	E	B	D	C	A	34,1
12	A	E	C	D	B	A	36,2

b. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Pondok Ranji)

Tabel 11. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Pondok Ranji)

Semut Ke -	Jalur Semut						Panjang Jalur (KM)
1	A	B	C	D	E	A	36
2	A	B	C	E	D	A	52,1
3	A	B	D	E	C	A	49,5
4	A	B	E	C	D	A	50,4
5	A	C	B	D	E	A	40,4
6	A	C	B	E	D	A	50,1
7	A	C	D	E	B	A	43,1
8	A	C	E	B	D	A	54,8
9	A	D	B	C	E	A	47,7
10	A	D	C	B	E	A	41,3
11	A	E	B	D	C	A	38,7
12	A	E	C	D	B	A	40,7

c. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Rawa Buntu)

Tabel 12. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Rawa Buntu)

Semut Ke -	Jalur Semut						Panjang Jalur (KM)
1	A	B	C	D	E	A	35,1
2	A	B	C	E	D	A	38,3



3	A	B	D	E	C	A	39,3
4	A	B	E	C	D	A	36,6
5	A	C	B	D	E	A	39,7
6	A	C	B	E	D	A	36,5
7	A	C	D	E	B	A	32,9
8	A	C	E	B	D	A	41,2
9	A	D	B	C	E	A	43,4
10	A	D	C	B	E	A	37
11	A	E	B	D	C	A	38
12	A	E	C	D	B	A	39,8

d. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Serpong)

Tabel 13. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Serpong)

Semut Ke -	Jalur Semut						Panjang Jalur (KM)
1	A	B	C	D	E	A	37,3
2	A	B	C	E	D	A	40,5
3	A	B	D	E	C	A	41,5
4	A	B	E	C	D	A	38,8
5	A	C	B	D	E	A	42,3
6	A	C	B	E	D	A	39,1
7	A	C	D	E	B	A	35,1
8	A	C	E	B	D	A	43,8
9	A	D	B	C	E	A	46
10	A	D	C	B	E	A	39,6
11	A	E	B	D	C	A	40,6
12	A	E	C	D	B	A	42

e. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Sudimara)

Tabel 14. Panjang Jalur Setiap Semut (Titik Awal Stasiun Sudimara)

Semut Ke -	Jalur Semut						Panjang Jalur (KM)
1	A	B	C	D	E	A	31,5
2	A	B	C	E	D	A	43,8
3	A	B	D	E	C	A	41,2
4	A	B	E	C	D	A	42,1
5	A	C	B	D	E	A	36
6	A	C	B	E	D	A	41,9
7	A	C	D	E	B	A	34,8
8	A	C	E	B	D	A	46,6
9	A	D	B	C	E	A	43,3

10	A	D	C	B	E	A	36,9
11	A	E	B	D	C	A	34,3
12	A	E	C	D	B	A	36,2

Setelah mendapatkan nilai dari panjang jalur setiap semut, kemudian dilakukan Perhitungan Harga Perubahan Inteitas *Pheromone*. Dengan cara mencari nilai dari ΔT_{rs} , menggunakan rumus:

$$\Delta T_{rs} = \sum_{k=1}^m \Delta T_{rs}^k$$

Dengan ΔT_{rs}^k adalah sebuah perubahan harga inteitas *pheromone* antara titik r dan titik s untuk semut k, yang dimana akan dihitung sebagai berikut:

$$\Delta T_{rs}^k = \frac{Q}{C^k}$$

Dengan nilai Q yang telah ditentukan adalah a, dan C^k adalah jumlah dari setiap jalur perjalanan semut yang sudah dihitung terdapat pada tabel-tabel sebelumnya, sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

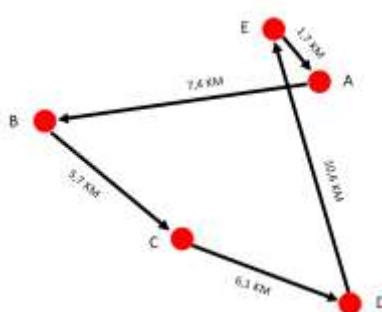
- a. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Jurang Mangu

Tabel 15. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Jurang Mangu

$\frac{Q}{C^1} = \frac{1}{37,5} = 0,0317$	$\frac{Q}{C^2} = \frac{1}{46,2} = 0,0209$
$\frac{Q}{C^3} = \frac{1}{51,2} = 0,0222$	$\frac{Q}{C^4} = \frac{1}{44,5} = 0,0217$
$\frac{Q}{C^5} = \frac{1}{37,2} = 0,0279$	$\frac{Q}{C^6} = \frac{1}{39,5} = 0,0219$
$\frac{Q}{C^7} = \frac{1}{44,8} = 0,0259$	$\frac{Q}{C^8} = \frac{1}{44,2} = 0,0198$
$\frac{Q}{C^9} = \frac{1}{36,9} = 0,0231$	$\frac{Q}{C^{10}} = \frac{1}{30,5} = 0,0271$
$\frac{Q}{C^{11}} = \frac{1}{35,5} = 0,0293$	$\frac{Q}{C^{12}} = \frac{1}{42,2} = 0,0276$

Setelah didapatkan harga perhitungan inteitas pada tabel 15 di atas dari banyaknya *pheromone* antara titik r dan titik s untuk setiap penjaga semut, maka dari hasil tersebut diketahui dengan jumlah *pheromone* tertinggi pada jalur semut ke-1 dengan nilai *pheromone* sebesar 0,0317.

Dan didapatkan jalur terdekat yang dilewati yaitu AB-BC-CD-DE-EA dengan gambaran graf sebagai berikut:



Gambar 10. Graf Jalur Dari Stasiun Jurang Mangu

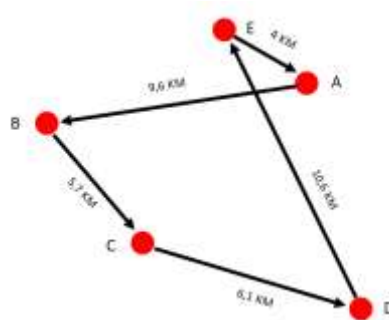
b. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Pondok Ranji

Tabel 16. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Pondok Ranji

$\frac{Q}{C^1} = \frac{1}{40,4} = 0,0277$	$\frac{Q}{C^2} = \frac{1}{49,1} = 0,0191$
$\frac{Q}{C^3} = \frac{1}{54,6} = 0,0202$	$\frac{Q}{C^4} = \frac{1}{47,4} = 0,0198$
$\frac{Q}{C^5} = \frac{1}{41,9} = 0,0247$	$\frac{Q}{C^6} = \frac{1}{44,2} = 0,0199$
$\frac{Q}{C^7} = \frac{1}{48,2} = 0,0232$	$\frac{Q}{C^8} = \frac{1}{48,9} = 0,0182$
$\frac{Q}{C^9} = \frac{1}{41,1} = 0,0209$	$\frac{Q}{C^{10}} = \frac{1}{34,7} = 0,0242$
$\frac{Q}{C^{11}} = \frac{1}{40,2} = 0,0258$	$\frac{Q}{C^{12}} = \frac{1}{45,1} = 0,0245$

Setelah didapatkan harga perhitungan inteitas pada tabel 16 di atas dari banyaknya *pheromone* antara titik r dan titik s untuk setiap penjaga semut, maka dari hasil tersebut diketahui dengan jumlah *pheromone* tertinggi pada jalur semut ke-1 dengan nilai *pheromone* sebesar 0,0277.

Dan didapatkan jalur terdekat yang dilewati yaitu AB-BC-CD-DE-EA dengan gambaran graf sebagai berikut:



Gambar 11. Graf Jalur Dari Stasiun Pondok Ranji

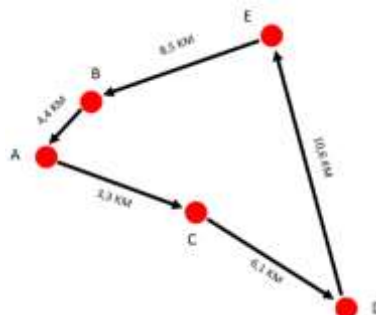
c. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Rawa Buntu

Tabel 17. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Rawa Buntu

$\frac{Q}{C^1} = \frac{1}{35,6} = 0,0284$	$\frac{Q}{C^2} = \frac{1}{40,2} = 0,0261$
$\frac{Q}{C^3} = \frac{1}{40,7} = 0,0254$	$\frac{Q}{C^4} = \frac{1}{38,5} = 0,0273$
$\frac{Q}{C^5} = \frac{1}{43,2} = 0,0251$	$\frac{Q}{C^6} = \frac{1}{41,4} = 0,0273$
$\frac{Q}{C^7} = \frac{1}{34,3} = 0,0303$	$\frac{Q}{C^8} = \frac{1}{46,1} = 0,0242$
$\frac{Q}{C^9} = \frac{1}{47,4} = 0,0230$	$\frac{Q}{C^{10}} = \frac{1}{41,0} = 0,0270$
$\frac{Q}{C^{11}} = \frac{1}{41,5} = 0,0263$	$\frac{Q}{C^{12}} = \frac{1}{40,3} = 0,0251$

Setelah didapatkan harga perhitungan inteitas pada tabel 17 di atas dari banyaknya *pheromone* antara titik r dan titik s untuk setiap penjaga semut, maka dari hasil tersebut diketahui dengan jumlah *pheromone* tertinggi pada jalur semut ke-7 dengan nilai *pheromone* sebesar 0,0303.

Dan didapatkan jalur terdekat yang dilewati yaitu AC-CD-DE-EB-BA dengan gambaran graf sebagai berikut:



Gambar 12. Graf Jalur Dari Stasiun Rawa Buntu

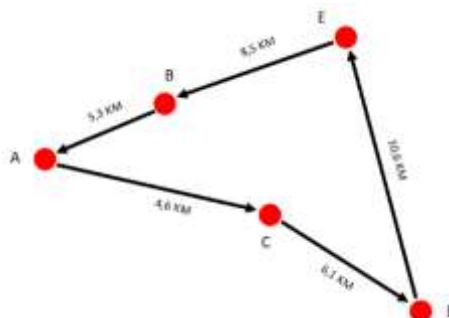
d. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Serpong

Tabel 18. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Serpong

$\frac{Q}{C^1} = \frac{1}{41,4} = 0,0268$	$\frac{Q}{C^2} = \frac{1}{42,1} = 0,0246$
$\frac{Q}{C^3} = \frac{1}{45,4} = 0,0240$	$\frac{Q}{C^4} = \frac{1}{40,4} = 0,0257$
$\frac{Q}{C^5} = \frac{1}{48,9} = 0,0236$	$\frac{Q}{C^6} = \frac{1}{43,2} = 0,0255$
$\frac{Q}{C^7} = \frac{1}{39,0} = 0,0284$	$\frac{Q}{C^8} = \frac{1}{47,9} = 0,0228$
$\frac{Q}{C^9} = \frac{1}{50,3} = 0,0217$	$\frac{Q}{C^{10}} = \frac{1}{43,9} = 0,0252$
$\frac{Q}{C^{11}} = \frac{1}{47,2} = 0,0246$	$\frac{Q}{C^{12}} = \frac{1}{46,1} = 0,0238$

Setelah didapatkan harga perhitungan inteitas pada tabel 18 di atas dari banyaknya *pheromone* antara titik r dan titik s untuk setiap penjaga semut, maka dari hasil tersebut diketahui dengan jumlah *pheromone* tertinggi pada jalur semut ke-7 dengan nilai *pheromone* sebesar 0,0284.

Dan didapatkan jalur terdekat yang dilewati yaitu AC-CD-DE-EB-BA dengan gambaran graf sebagai berikut:



Gambar 13. Graf Jalur Dari Stasiun Serpong

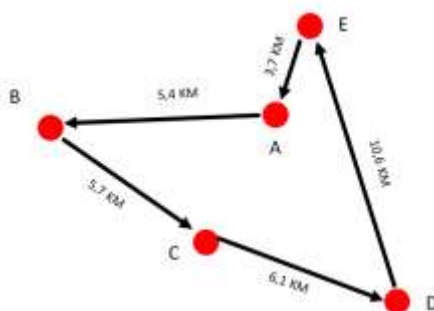
e. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Sudimara

Tabel 19. Perhitungan Nilai Q Titik Awal Stasiun Sudimara

$\frac{Q}{C^1} = \frac{1}{34,2} = 0,0317$	$\frac{Q}{C^2} = \frac{1}{39,8} = 0,0228$
$\frac{Q}{C^3} = \frac{1}{44,8} = 0,0242$	$\frac{Q}{C^4} = \frac{1}{38,1} = 0,0237$
$\frac{Q}{C^5} = \frac{1}{37,3} = 0,0277$	$\frac{Q}{C^6} = \frac{1}{36,5} = 0,0238$
$\frac{Q}{C^7} = \frac{1}{38,4} = 0,0287$	$\frac{Q}{C^8} = \frac{1}{41,2} = 0,0214$
$\frac{Q}{C^9} = \frac{1}{37,0} = 0,0230$	$\frac{Q}{C^{10}} = \frac{1}{30,6} = 0,0271$
$\frac{Q}{C^{11}} = \frac{1}{35,6} = 0,0291$	$\frac{Q}{C^{12}} = \frac{1}{38,9} = 0,0276$

Setelah didapatkan harga perhitungan inteitas pada tabel 19 di atas dari banyaknya *pheromone* antara titik r dan titik s untuk setiap penjaga semut, maka dari hasil tersebut diketahui dengan jumlah *pheromone* tertinggi pada jalur semut ke-1 dengan nilai *pheromone* sebesar 0,0317.

Dan didapatkan jalur terdekat yang dilewati yaitu AB-BC-CD-DE-EA dengan gambaran graf sebagai berikut:



Gambar 14. Graf Jalur Dari Stasiun Sudimara

5. KESIMPULAN

Dari uraian yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan dari sistem penunjang keputusan dalam menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan metode *ant colony optimization* sebagai berikut:

1. Sistem penunjang keputusan dalam menentukan jarak terdekat menuju tempat wisata dengan metode *ant colony optimization* digunakan untuk mengatasi masalah pencarian rute dan jarak lokasi wisata terdekat di wilayah Tangerang Selatan.
2. Metode *ant colony optimization* digunakan untuk menentukan rute dan jarak berdasarkan node yang sudah disusun oleh penulis. Metode *ant colony optimization* dapat digunakan dalam mengatasi masalah rute dan jarak terdekat lokasi wisata terdekat di wilayah Tangerang Selatan, yaitu dengan hasil yang memiliki jumlah *pheromone* tertinggi sebagai berikut:
 - a. Titik awal dari Stasiun Jurang Mangu ke empat tempat wisata didapatkan hasil jarak melalui jalur AB-BC-CD-DE-EA (dari Stasiun Jurang Mangu – Ocean Park BSD – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Stasiun Jurang Mangu) dengan jarak terpendek yaitu 31,5 KM (*pheromone* = 0,0317).



- b. Titik awal dari Stasiun Pondok Ranji maka akan didapatkan hasil jarak melalui jalur AB-BC-CD-DE-EA (dari Stasiun Pondok Ranji – Ocean Park BSD – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Stasiun Pondok Ranji) dengan jarak terpendek yaitu 36 KM (*pheromone* = 0,0277).
- c. Titik awal dari Stasiun Rawa Buntu, maka akan didapatkan hasil jarak melalui jalur AC-CD-DE-EB-BA (dari Stasiun Rawa Buntu – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Ocean Park BSD – Stasiun Rawa Buntu) dengan jarak terpendek yaitu 32,9 KM (*pheromone* = 0,0303).
- d. Titik awal dari Stasiun Serpong, maka akan didapatkan hasil jarak melalui jalur AC-CD-DE-EB-BA (dari Stasiun Serpong – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Ocean Park BSD – Stasiun Serpong) dengan jarak terpendek yaitu 37,3 KM (*pheromone* = 0,0284).
- e. Titik awal dari Stasiun Sudimara, maka akan didapatkan hasil jarak melalui jalur AB-BC-CD-DE-EA (dari Stasiun Sudimara – Ocean Park BSD – Ricastro Waterzone – Taman Edukasi Ganespa – Trans Snow World Bintaro – Stasiun Sudimara) dengan jarak terpendek yaitu 31,5 KM (*pheromone* = 0,0317).

REFERENCES

- Pratiwi, H. (2016). Sistem Pendukung Keputusan. *Yogyakarta: deepublish*.
- Pressman, R. S., Pressman, A. R. S., Bandung, B. O., & Bandung, I. (2012). A. Buku.
- Sommerville, I. (2011). Software engineering (ed.). *America: Pearson Education Inc*.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: PT Alfabet.
- Dorigo, M. (2007). Ant colony optimization. *Scholarpedia*, 2(3), 1461.
- Katiyar, S., Ibraheem, N., & Ansari, A. Q. (2015, August). Ant colony optimization: a tutorial review. In *National conference on advances in power and control* (pp. 99-110).
- Birattari, M., Pellegrini, P., & Dorigo, M. (2007). On the invariance of ant colony optimization. *iee Transactions on evolutionary computation*, 11(6), 732-742.
- Eichengreen, B., & Gupta, P. (2013). Exports of services: Indian experience in perspective. *Indian Growth and Development Review*, 6(1), 35-60.
- Chudasama, C., Shah, S. M., & Panchal, M. (2011, December). Comparison of parents selection methods of genetic algorithm for TSP. In *International conference on computer communication and networks CSI-COMNET-2011, Proceedings* (Vol. 85, p. 87).
- Indrato, I., & Hidayat, T. (2007). Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Semut. In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.
- Limbong, T., Muttaqin, M., Iskandar, A., Windarto, A. P., Simarmata, J., Mesran, M., ... & Wanto, A. (2020). *Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi*. Yayasan Kita Menulis.
- Sugiantawan, P., Rowa, H., & Hidayat, N. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Kenaikan Jabatan Menggunakan Metode Profile Matching. *Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer Terapan Indonesia (JSIKTI)*, 1(2), 97-108.
- Munawar. (2018). *Analisis Perancangan Sistem Berorientasi Objek dengan UML (Unified Modeling Language)*. Bandung: Informatika Bandung.
- Puspitosari, H. A. (2011). *Pemrograman Web Database dengan PHP & MySQL*. Yogyakarta: Skripta Media Creative.
- Budi Raharjo (2015:16). MySQL adalah suatu RDBMS (server database) yang dapat mengelola database.
- Aipina, D., & Witriyono, H. (2022). Pemanfaatan Framework Laravel dan Framework Bootstrap Pada Pembangunan Aplikasi Penjualan Hijab Berbasis Web. *Jurnal Media Infotama*, 18(1), 2022.
- Bin Tahir, T., Rais, M., & Hs, M. A. (2019). Aplikasi Point OF Sales Menggunakan Framework Laravel Point OF Sales Appilaction using Laravel Framework. *Jurnal Informatika Dan Komputer* p-ISSN, 2(2).
- Iskandar, M. I. I. (2019). Optimasi Jalur Pengangkutan Sampah Menggunakan Metode Ant Colony Optimization Di Kota Pekanbaru. *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 5(Vol 5, No 1 (2019): Juni 2019), 29–35. <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/coreit/article/view/8196/pdf>
- Manuputty, D. E. A., Montolalu, C. E. J. C., & Manurung, T. (2021). *Penentuan Jalur Terpendek Distribusi Air Mineral Menggunakan Ant Colony Optimization*. 76–82. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian>
- Muzakkir, I. (2017). Penerapan Metode Topsis Untuk Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Keluarga



- Miskin Pada Desa Panca Karsa Ii. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(3), 274–281. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i3.156.274-281>
- Ningrum, C. A., & Hendratmoko, C. (2022). Pengaruh product quality, service quality, price, dan brand image terhadap customer satisfaction. *Jurnal Manajemen*, 14(4), 721–730.
- Nugroho, A. K., & Permadi, I. (2020). Implementasi Jalur Pendek Menggunakan Ant Colony Optimization. *Dinamika Rekayasa*, 16(1), 61–68. <https://doi.org/10.20884/1.dr.2020.16.1.294>
- Perdana, R., Lestari, A., & Nugrahaningsih, N. (2022). *Titik Café : Aplikasi Pencarian Café Menggunakan Metode Algoritma Ant Colony Kota Palangka Raya Berbasis Android*. 2, 104–113.
- Prasetya, A. E. (2019). Pencarian Rute Tercepat Mobil Ambulance Menggunakan Algoritma Ant Colony Optimization. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 6(4), 381–388. <https://ejournal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom/article/view/1252>
- Udjulawa, D., & Oktarina, S. (2022). Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization Untuk Pencarian Rute Terpendek Lokasi Wisata. *Klik - Jurnal Ilmu Komputer*, 3(1), 26–33. <https://doi.org/10.56869/klik.v3i1.326>
- Yonata, L. (2018). Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Kenaikan Jabatan Karyawan dengan Metode SMART pada PT . Invilon Sagita Medan. *JUSIKOM PRIMA (Jurnal Sistem Informasi Ilmu Komputer Prima)*, 1(2), 53–64.