



SATIN – Sains dan Teknologi Informasi

journal homepage : <http://jurnal.stmik-amik-riau.ac.id>



Optimasi Pencarian Jalur Menggunakan Algoritma Semut

Andi Supriadi Chan
Universitas Putera Batam
chakadoang@gmail.com

Lido Sabda Lesmana
Universitas Putera Batam
Lidosabdalesmana11603

Abstrak

Perjalanan dari satu tempat atau lokasi ke tempat yang lain dengan mempertimbangkan jalur atau rute yang terpendek untuk dilalui pada kasus travelling dapat diselesaikan dengan metode algoritma semut. Dengan melimpahnya destinasi wisata pada negara Singapura tersebut, tidak jarang para wisatawan mengalami berbagai permasalahan dalam mengunjungi negara tersebut, salah satu permasalahan sederhana yang dialami berdasarkan wawancara terhadap beberapa orang yang pernah mengunjungi negara Singapura adalah masalah efisiensi waktu dan biaya dalam melakukan wisata ke negara Singapura. Belum lagi ditambah beberapa wisatawan dengan dana terbatas dan waktu terbatas dan mereka ingin mengunjungi beberapa lokasi sekaligus. Masalah efisiensi waktu dan biaya ini sering terjadi karena tidak tahu jalur mana yang harus mereka tempuh. Dengan adanya pemilihan rute terbaik oleh wisatawan setidaknya dapat meminimalisir biaya pengeluaran untuk transportasi dan waktu terbuang di jalan. Dan banyaknya tempat yang ingin dikunjungi di berbagai lokasi dengan jarak tempuh yang berbeda membuat pengambilan keputusan lokasi mana yang ingin di tuju menjadi acak. algoritma Semut menemukan jalur paling optimal dari semua probabilitas jalur yang dilalui semut dengan meninggalkan pheromon dengan jumlah yang lebih banyak. dibanding jalur yang tidak optimal. Hasil penelitian menunjukan bahwa jalur optimal dengan pheromone terbanyak merupakan jalur rute lokasi wisata yang paling pendek dan optimum pada Negara Singapura

Kata Kunci : Algoritma Semut, heuristic, Optimasi, Wisata

Abstract

Traveling from one place or location to another by considering the shortest route or route to be traversed in the case of traveling can be solved by the method of antimax ant. With the abundance of tourist destinations in Singapore, it is not uncommon for tourists to experience various problems in visiting the country, one of the simple problems experienced based on interviews with several people who have visited Singapore is a matter of time and cost efficiency in carrying out tours to Singapore. Not to mention added a few tourists with limited funds and limited time and they want to visit several locations at once. These time and cost efficiency problems often occur because they do not know which route they should travel. With the best route selection by tourists, it can at least minimize the expenses for transportation and wasted time on the road. And the number of places you want to visit in various locations with different mileage makes decision making which location you want to go to is random. the Ant algorithm finds the most optimal path of all probabilities of the paths that ants pass by leaving more pheromon with more numbers. The path is not optimal. The results showed that the optimal pathway with the most pheromones was the shortest and optimum tourist route route in Singapore

Keywords: Ant Algorithm, Heuristic, Optimization, Tourism

1. Pendahuluan

Sektor pariwisata di Negara Singapura sangat mempengaruhi perkembangan negara tersebut, hal ini dapat dilihat dari jumlah wisatawan yang mengunjungi

Negara Singapura, banyaknya wisatawan yang berkunjung dan menghabiskan waktu liburan dan uang mereka di negara ini, terutama turis dari Indonesia. Berdasarkan Lembaga Singapore Tourism Board (STB) pada tahun 2015 saja jumlah wisatawan yang berkunjung ke negara ini sebanyak 15,2 Juta wisatawan dari seluruh dunia, sedangkan yang berasal dari Indonesia sebanyak 2,7 juta wisatawan (www.stb.gov.sg) sehingga wisatawan Indonesia menempati peringkat pertama dalam mengunjungi Negara Singapura.

Dengan melimpahnya destinasi wisata pada Negara Singapura tersebut, tidak jarang para wisatawan mengalami berbagai permasalahan dalam mengunjungi negara tersebut, salah satu permasalahan sederhana yang dialami berdasarkan wawancara terhadap beberapa orang yang pernah mengunjungi Negara Singapura adalah masalah efisiensi waktu dan biaya dalam melakukan wisata ke Negara Singapura. Belum lagi ditambah beberapa wisatawan dengan dana terbatas dan waktu terbatas dan mereka ingin mengunjungi beberapa lokasi sekaligus. Masalah efisiensi waktu dan biaya ini sering terjadi karena tidak tahu jalur mana yang harus mereka tempuh (Amalia, 2015), sehingga wisatawan sering bolak balik dari satu tempat ke tempat lainnya sehingga mengakibatkan wisatawan mengeluarkan biaya lebih besar untuk transportasi dan waktu lebih banyak di jalan.

Adanya pemilihan rute terbaik oleh wisatawan setidaknya dapat meminimalisir biaya pengeluaran untuk transportasi dan waktu terbuang di jalan (Sitanggang et al., 2018) dikarenakan perbedaan kurs antara rupiah dengan dolar cukup besar, hal tersebut sangat berdampak terhadap wisatawan asal Indonesia. Banyaknya tempat yang ingin dikunjungi di berbagai lokasi dengan jarak tempuh yang berbeda membuat pengambilan keputusan lokasi mana yang ingin di tuju menjadi acak. Sehingga efisiensi waktu dalam berwisata tidak didapatkan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem pendukung keputusan

Sistem pendukung keputusan adalah sekumpulan elemen yang saling berhubungan untuk membentuk suatu kesatuan dalam proses pemilihan berbagai alternatif tindakan guna menyelesaikan suatu masalah (Chan, 2019), sehingga masalah tersebut dapat diselesaikan secara efektif dan efisien (Khoiriah, 2013).

Tujuan dari Sistem Pendukung Keputusan adalah

1. Membantu manajer dalam pengambilan keputusan atas masalah semistruktur

2. Memberikan dukungan atas pertimbangan manajer dan bukannya dimaksudkan untuk menggantikan fungsi manajer
3. Peningkatan produktivitas
4. Berdaya saing

Sistem pendukung keputusan seperti ini disebut aplikasi sistem pendukung keputusan. Aplikasi sistem pendukung keputusan digunakan dalam pengambilan keputusan dalam suatu permasalahan (Pratiwi, 2017). Aplikasi sistem pendukung keputusan menggunakan CBIS (*computer based information system*) yang fleksibel, interaktif dan dapat diadaptasi serta dikembangkan dalam mendukung solusi atas masalah manajemen spesifikasi yang tidak terstruktur (Singkil, 2015).

2.2. Data Mining

Menurut Gartner Group, data mining adalah proses menemukan hubungan baru yang mempunyai arti, pola dan kebiasaan dengan memilah-milah sebagian besar data yang disimpan dalam media penyimpanan dengan menggunakan teknologi pengenalan pola seperti teknik statistik dan matematika. Data mining merupakan gabungan dari beberapa disiplin ilmu yang menyatukan teknik dari pembelajaran mesin, pengenalan pola, statistik, database, dan visualisasi untuk penanganan permasalahan pengambilan informasi dari database yang besar (Chan, 2018).

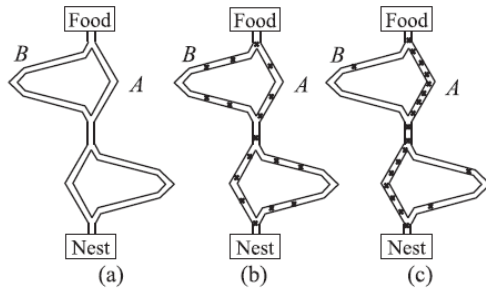
Data mining dan *knowledge discovery in database* (KDD) sering kali digunakan secara bergantian untuk menjelaskan proses penggalian informasi tersembunyi dalam suatu basis data yang besar. Sebenarnya kedua istilah tersebut memiliki konsep yang berbeda, tetapi berkaitan satu sama lain (Angga Ginanjar Mabru, 2012).

2.3. Algoritma Semut

Ant Colony Optimization (ACO) merupakan teknik pencarian multi agent untuk menyelesaikan permasalahan kombinatorial dan persoalan yang lain yang diinspirasi tingkah laku semut dalam suatu koloni. Algoritma *ant colony* pertama kali diperkenalkan oleh Marco Dorigo pada tahun 1992 sebagai thesis PhD-nya yang kemudian di publikasikan dengan nama Ant System (AS) dan di aplikasikan pada *Traveling Salesman Problem* (Melo, Pereira, & Costa, 2014).

Algoritma ini diinspirasi oleh tingkah laku koloni semut, bagaimana hewan yang hampir buta dengan kemampuan individu yang sederhana dapat menemukan jalan terpendek (sarang semut dengan sumber makanan) jika bersama dalam suatu koloni (Maryati & Wibowo, 2012). Pada awalnya semut akan mengelilingi daerah sekitar sarangnya dengan acak,

begitu mengetahui ada makanan semut itu akan mengenali kualitas dan kuantitas makanan tersebut dan membawa beberapa bagian ke sarangnya. dalam perjalanannya mereka akan meninggalkan jejak zat kimia pheromone di dasarnya. Pheromone ini akan membimbing semut lain untuk menemukan sumber makanan, banyaknya pheromone yang ditinggalkan oleh semut tergantung jumlah makanan yang ditemukan. Semakin banyak semut yang melewati semakin kuat jejak pheromone yang ditinggalkan, untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 1 berikut.



Gambar 1. Ant Colony algorithm
(Chen, Xiao, Li, Wang, & Huo, 2018)

gambar di atas menunjukkan bagaimana semut dapat menemukan jalan terpendek.

- Semut melewati jalan antara titik E dan A.
- Terdapat benda yang menghalangi jalan, semut dapat memilih dua jalan yang berbeda dengan probabilitas yang sama.
- Pheromone pada jalan terpendek lebih banyak.

Ant System yang ada dalam hal ini adalah ACO yang diterapkan pada TSP (*Traveling Salesman Problem*). Permasalahan pada TSP adalah bagaimana mengunjungi n kota dengan seminimal mungkin dimana setiap kota hanya boleh dikunjungi sekali. Langkah-langkahnya adalah :

- setiap semut membangun solusi dari kota awal yang dipilih secara acak.
- kota berikutnya dipilih berdasarkan probabilitas dengan formula tertentu.
- pheromone trail $\tau(i,j)$ mendefinisikan kecenderungan mengunjungi kota j setelah mengunjungi kota i
- $\eta(i,j)$ merupakan informasi heuristic yang digunakan, yaitu perbandingan terbalik jarak kota i dan kota j .
- pheromone trail dirubah setelah setiap semut telah mengunjungi seluruh kota.
- Pheromone trail akan menguap tergantung parameter ρ (parameter evaporation)

$$p_{i,j} = \frac{(\tau_{i,j}^\alpha)(\eta_{i,j}^\beta)}{\sum (\tau_{i,j}^\alpha)(\eta_{i,j}^\beta)}$$

Dimana :

i, j $\tau_{i,j}$ adalah jumlah feromon di tepi i, j
 $\tau_{i,j}^\alpha$ adalah parameter untuk mengontrol pengaruh $\tau_{i,j}$
 $\eta_{i,j}$ adalah keinginan tepi i, j (a priori pengetahuan, biasanya $1/d_{i,j}$, di mana d adalah jarak)
 $\eta_{i,j}^\beta$ adalah parameter untuk mengontrol pengaruh $\eta_{i,j}$

Pheromone Update :

$$\tau_{i,j} = (1 - \rho)\tau_{i,j} + \Delta\tau_{i,j} \quad \tau_{i,j} = (1 - \rho)\tau_{i,j} + \Delta\tau_{i,j}$$

di mana

$\tau_{i,j}$ adalah jumlah feromon pada sisi tertentu i, j
 ρ adalah feromon tingkat penguapan dan $\Delta\tau_{i,j}$ adalah jumlah feromon diendapkan, biasanya diberikan oleh :

$$\Delta\tau_{i,j}^k = \begin{cases} 1/L_k & \text{if ant } k \text{ travels on edge } i,j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

di mana L_k adalah biaya dari tur semut k (Ning, Zhang, Zhang, & Zhang, 2018).

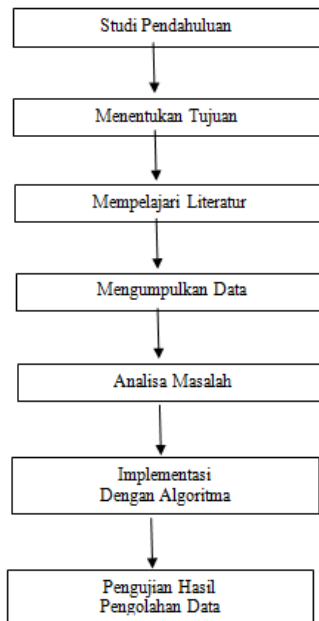
2.4. Pariwisata

Pengertian pariwisata menurut Norval dalam Muljadi dan Nurhayati adalah keseluruhan kegiatan yang berhubungan dengan masuk, tinggal, dan pergerakan penduduk asing di dalam atau di luar suatu negara, kota atau wilayah tertentu. Menurut definisi yang lebih luas yang dikemukakan oleh Kodhyat, pariwisata adalah perjalanan dari satu tempat ke tempat lain bersifat sementara, dilakukan perorangan atau kelompok, sebagai usaha mencari keseimbangan dan kebahagiaan dengan lingkungan hidup dalam dimensi sosial, budaya, alam, dan ilmu. Selanjutnya menurut Musanef mengartikan pariwisata sebagai suatu perjalanan yang dilaksanakan untuk sementara waktu, yang dilakukan dari satu tempat ke tempat yang lain untuk menikmati perjalanan bertamasya dan berekreasi (Primadany & Mardiyono, 2017).

3. Metode Penelitian

Untuk kerangka kerja penelitian ini dilakukan beberapa tahapan - tahapan yang harus dilaksanakan

mulai dari awal sampai hasil akhir. Adapun tahapan kerja tersebut sebagai berikut :



Gambar 2. Kerangka Kerja

4. Pengujian dan Analisis

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pencarian dengan bantuan tool penunjuk arah pada Google Map maka dapat disusun jarak tempuh (km) dari masing-masing titik pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.1. Jarak Tempuh Masing-masing Lokasi wisata

Titik Lokasi (KM)	A	B	C	D	E	F	G
A	0	4.9	5.3	4.8	5.5	3.7	1.6
B	4.9	0	3.5	1.2	1.4	1.6	6
C	5.3	3.5	0	2.6	4.5	6.5	6.5
D	4.8	1.2	2.6	0	2.7	6	6
E	5.5	1.4	0	2.7	0	6.6	4.7
F	3.7	1.6	6.5	6	6.6	0	2.3
G	1.6	6	6.5	6	4.7	2.3	0

A	Harbourfront
B	Merlion Park
C	orchard road
D	clarke Quay

E	Garden By The Bay
F	China Town
G	Universal Studio

Selanjutnya yaitu menggunakan algoritma semut untuk mendapatkan jalur terpendek (optimal). Langkah pertama yang dilakukan yaitu inisialisasi harga parameter-parameter algoritma, parameter-parameter yang digunakan yaitu:

Alpha =1,00

Beta =1.00

Phi =0.10

Banyak semut (k) = 7

Tahapan dalam menggunakan algoritma ant colony yaitu:

1. Memilih titik awal yaitu titik V1
2. V1 memiliki jalur di V2, V3, V4, V5, V6, dan V7, masing-masing dengan jarak (4.9), (5.3), (4.8), (5.5), (3.7) dan (1.6) selanjutnya diambil jarak minimal atau paling kecil sehingga yang terpilih yaitu V7 sehingga diperoleh jalur pertama yaitu V1→V7
3. Melakukan cara yang sama dengan langkah kedua dimana dimulai dari titik yang terpilih yaitu V7 . V7 memiliki jalur di V2, V3, V4, V5, dan V6 masing masing dengan jarak (6), (6.5), (6), (4.7) dan (2.3). Selanjutnya diambil jarak minimal atau paling kecil sehingga yang terpilih yaitu V4 sehingga diperoleh jalur kedua yaitu V1→V7→V6
4. Melakukan cara yang sama dengan langkah ketiga dimana dimulai dari titik yang terpilih yaitu V6 . V6 memiliki jalur di V2, V3, V4, dan V5 masing-masing dengan jarak (1.6), (6.5), (6) dan (6.6) Selanjutnya mengambil jarak minimal atau paling kecil sehingga yang terpilih yaitu V3 sehingga diperoleh jalur ketiga yaitu V1→V7→V6→V2
5. Melakukan cara yang sama dengan langkah keempat dimana dimulai dari titik yang terpilih yaitu V2 . V2 memiliki jalur di V3, V4, dan V5 masing-masing dengan jarak (3.5), (1.2) dan (1.4) Selanjutnya mengambil jarak minimal atau paling kecil sehingga yang terpilih yaitu V2 sehingga diperoleh jalur keempat yaitu V1→V7→V6→V2→V4
6. Melakukan cara yang sama dengan langkah kelima dimana dimulai dari titik yang terpilih yaitu V4 . V4 memiliki jalur di V3, dan V5 masing-masing dengan jarak (2.6) dan (2,7) Selanjutnya mengambil jarak minimal atau paling kecil sehingga yang terpilih yaitu V3 sehingga diperoleh jalur keempat yaitu V1→V7→V6→V2→V4→V3

7. Selanjutnya karena sudah tidak ada titik lagi maka titik yang terakhir yaitu V5 sehingga diperoleh jalur V1→V7→V6→V2→V4→V3→V5 . karena Travelling Salesman Problem berawal dari titik awal dan berakhir dititik awal juga, maka diperoleh jalur V1→V7→V4→V3→V2→V5→V6→V1 sehingga diperoleh jarak minimal Cgreedy = 1.6+6+2.6+3.5+1,4+6,6+3.7=25.4.

Selanjutnya dari pencarian nilai optimum diatas sehingga didapatkan feromon awal

$$\tau_{ij} = \tau_0 = \frac{7}{25.4} = 0.276$$

Langkah kedua yaitu mencari nilai visibilitas antara titik dengan menggunakan rumus

$$\eta_{ij} = 1/d_{ij}$$

dimana merupakan jarak antara titik yang telah diketahui. Sehingga didapatkan:

$$\mu_{1,2} = \frac{1}{d_{1,2}} = \frac{1}{4.9} = 0.204$$

$$\mu_{1,3} = \frac{1}{d_{1,3}} = \frac{1}{5.3} = 0.189$$

$$\mu_{1,4} = \frac{1}{d_{1,4}} = \frac{1}{4.8} = 0.208$$

$$\mu_{1,5} = \frac{1}{d_{1,5}} = \frac{1}{5.5} = 0.181$$

$$\mu_{1,6} = \frac{1}{d_{1,6}} = \frac{1}{3.7} = 0.270$$

$$\mu_{1,7} = \frac{1}{d_{1,7}} = \frac{1}{1.6} = 0.625$$

Dengan cara yang sama diperoleh nilai visibilitas antara titik sebagai berikut:

Tabel 4.2. Visibilitas invers antar titik

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0.2040	0.1886	0.2083	0.1818	0.2702	0.625
B	0.2040	0	0.2857	0.8333	0.7142	0.625	0.1666
C	0.1886	0.2857	0	0.3846	0.2222	0.1538	0.1538
D	0.2083	0.8333	0.3846	0	0.3703	0.1666	0.1666

Langkah selanjutnya yaitu menyusun rute perjalanan semut kesetiap titik lokasi. Semut yang terdistribusi kesemua titik akan melakukan perjalanan dari titik pertama masing-masing sebagai titik asal dan titik lain sebagai titik tujuan. Setelah itu semut melakukan perjalanan secara acak dengan pertimbangan tidak pernah di lalui sebelumnya. Perjalanan semut berlangsung terus menerus sampai semua titik telah dikunjungi dan membentuk suatu jalur. Berikut perhitungan probabilitas untuk siklus ke-1 (NC=1)

Siklus ke-1 (NC=1)

Semut ke-1 (k1)

Tabu list = V1

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{u \in j_r^k} [\tau_{ik}]^\alpha [\eta_i]^\beta}$$

$$\sum_{u \in j_r^k} [\tau_{ik}]^\alpha [\eta_i]^\beta = (0.276)^1 \cdot (0.204)^1 + (0.276)^1 \cdot (0.1886)^1 + (0.276)^1 \cdot (0.2083)^1 + (0.276)^1 \cdot (0.1818)^1 + (0.276)^1 \cdot (0.2702)^1 + (0.276)^1 \cdot (0.625)^1 = 0.4624$$

$$\text{Titik V1} = P_{ij}^1 = 0.00$$

$$\text{Titik V2} = P_{ij}^1 = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{u \in j_r^k} [\tau_{ik}]^\alpha [\eta_i]^\beta}$$

$$\frac{(0.2755)1.00 \cdot (0.2040)1.00}{0.4624} = 0.1216$$

$$\text{Titik V3} = \frac{(0.2755)1.00 \cdot (0.1886)1.00}{0.4624} = 0.1124$$

$$\text{Titik V4} = \frac{(0.2755)1.00 \cdot (0.2083)1.00}{0.4624} = 0.1241$$

$$\text{Titik V5} = \frac{(0.2755)1.00 \cdot (0.1818)1.00}{0.4624} = 0.1083$$

$$\text{Titik V6} = \frac{(0.2755)1.00 \cdot (0.2702)1.00}{0.4624} = 0.1610$$

$$\text{Titik V7} = \frac{(0.2755)1.00 \cdot (0.625)1.00}{0.4624} = 0.3724$$

Tabel 4.3. Probabilitas Semut ke 1 dari titik V1 Ke lokasi lain

	v1	v2	v3	v4	v5	v6
V1	0	0.121609	0.112431	0.124142	0.108342	0.161049
Probabilitas Kumulatif	0	0.121609	0.234039	0.358182	0.466524	0.627573

Bilangan random yang dibangkitkan antara 0-1 dengan menggunakan fungsi Excel yaitu Rand() maka terpilih 0.65 sehingga titik yang terpilih yaitu V5 sehingga Tabu list menjadi V1 → V5. Lakukan langkah yang sama untuk semut ke-2 yang dimulai dari titik V2. Setelah didapatkan semua rute untuk perjalanan semut yang pertama maka dapat disusun seperti table berikut :

Tabel 4.4. Perjalanan Semut

Semut	Titik Awal	V1	V2	V3	Probabilitas	V4	V5	V6	V7	Titik terpilih	Tabu List
K1	V1	0	0.121609	0.112431	0.124142	0.108342	0.161049	0.372427	V5	V1 → V5	
K2	V2	0.072137	0	0.100992	0.29456	0.25248	0.22092	0.058912	V6	V2 → V6	
K3	V3	0.135846	0.205709	0	0.276916	0.159996	0.110766	0.110766	V5	V3 → V5	
K4	V4	0.09781	0.391239	0.180572	0	0.173884	0.078248	0.078248	V2	V4 → V2	
K5	V5	0.098122	0.38548	0.119927	0.199878	0	0.081768	0.114824	V3	V5 → V3	
K6	V6	0.149977	0.346821	0.085371	0.092486	0.084078	0	0.241267	V7	V6 → V7	
K7	V7	0.355169	0.094712	0.087426	0.094712	0.120908	0.247074	0	V1	V7 → V1	

Tabel 4.5. Perjalanan Semut Terakhir

Semut	Titik Awal	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Titik terpilih	Tabu List
K1	V1	0	0	1	0	0	0	0	V3	V1 → V5 → V6 → V4 → V7 → V2 → V3
K2	V2	0	0	0	0	0	0	1	V7	V2 → V6 → V5 → V4 → V3 → V1 → V7
K3	V3	1	0	0	0	0	0	0	V1	V3 → V5 → V4 → V7 → V6 → V2 → V1
K4	V4	0	0	0	0	0	1	0	V6	V4 → V2 → V3 → V5 → V1 → V7 → V6
K5	V5	0	0	0	0	0	1	0	V6	V5 → V3 → V7 → V2 → V4 → V1 → V6
K6	V6	0	0	0	1	0	0	0	V4	V6 → V7 → V2 → V3 → V1 → V5 → V4
K7	V7	0	0	0	0	1	0	0	V5	V7 → V1 → V3 → V4 → V2 → V6 → V5

Karena seluruh kota sudah dikunjungi untuk pembangunan solusi siklus pertama (NC=1) dan berdasarkan pengertian, Travelling salesman problem bahwa dimulai dari titik awal dan berakhir di titik awal pula maka dapat diperoleh daftar perjalanan semut untuk siklus pertama sebagai berikut:

Tabel 4.6. Rute Perjalanan Semut dan penambahan Feromonnya

Semut	Tabu List	Panjang	$\Delta i,k$
K1	V1 → V5 → V6 → V4 → V7 → V2 → V3	25.8	0.03876
K2	V2 → V6 → V5 → V4 → V3 → V1 → V7	18.6	0.053763
K3	V3 → V5 → V4 → V7 → V6 → V2 → V1	28.9	0.034602
K4	V4 → V2 → V3 → V5 → V1 → V7 → V6	23.3	0.042918
K5	V5 → V3 → V7 → V2 → V4 → V1 → V6	25.4	0.03937
K6	V6 → V7 → V2 → V3 → V1 → V5 → V4	26.7	0.037453
K7	V7 → V1 → V3 → V4 → V2 → V6 → V5	27.1	0.0369

Untuk siklus pertama (NC=1) diperoleh rute terbaik yaitu rute yang ditempuh oleh semut k1 dengan panjang rute sebesar 18,6 km dengan rute V2 → V6 → V5 → V4 → V3 → V1 → V7. setelah informasi mengenai rute terbaik diperoleh. Pembaharuan feromon akan dilakukan dengan jumlah pheromon yang baru-baru ditambahkan sebesar $\Delta i,k = 0.0537$ dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_{ij}(\text{baru}) = (1 - p) \cdot (t_{ij}) + \Delta i,k$$

maka didapat hasil berdasarkan rute yang didapat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} t_{2,6} &= t_{6,2} = (1 - 0,1)(0,2755) + 0.0537 = 0,3016 \\ t_{5,6} &= t_{6,5} = (1 - 0,1)(0,2755) + 0.0537 = 0,3016 \\ t_{4,5} &= t_{5,4} = (1 - 0,1)(0,2755) + 0.0537 = 0,3016 \\ t_{3,4} &= t_{4,3} = (1 - 0,1)(0,2755) + 0.0537 = 0,3016 \\ t_{3,1} &= t_{1,3} = (1 - 0,1)(0,2755) + 0.0537 = 0,3016 \\ t_{1,7} &= t_{7,1} = (1 - 0,1)(0,2755) + 0.0537 = 0,3016 \\ t_{7,2} &= t_{2,7} = (1 - 0,1)(0,2755) + 0.0537 = 0,3016 \end{aligned}$$

Pada pencarian dengan cara manual hanya terbatas untuk siklus pertama atau iterasi pertama (NC=1) sehingga diperoleh rute terbaik sementara yaitu V1 → V2 → V6 → V5 → V4 → V3 → V7 → V1. dengan jarak sebesar 18,6 km.

5. Simpulan

Pembentukan model TSP untuk optimasi menggunakan ACO dan optimasi pada jalur wisata pada Negara Singapura dapat dilakukan dengan menggunakan teknik algoritma semut untuk 7 titik lokasi wisata yang ditentukan sehingga berdasarkan data yang dimiliki dapat dilakukan pembentukan model jalur optimum untuk jarak terpendek dengan jumlah iterasi sebanyak 1 kali.

Dibutuhkan pengembangan terhadap penelitian lanjutan dengan penggunaan iterasi dengan jumlah yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, serta penambahan jumlah lokasi wisata yang lebih banyak. Dapat juga diharapkan kedepannya perhitungan algoritma semut menggunakan beberapa aplikasi bantu seperti *matlab* ataupun perancangan *software* khusus yang dapat memudahkan dalam pencarian jalur optimasi wisata pada Negara Singapura berbasis web sehingga dapat dengan mudah di akses oleh banyak orang.

6. Referensi

- Amalia, R. (2015). Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan Ant Colony System (Kasus : Pariwisata Kota Bogor). *Faktor Exacta*, 8(4), 290–304.
- Angga Ginanjar Mabur, L. R. (2012). Penerapan Data

- Mining Untuk Memprediksi Kriteria Nasabah Kredit. *Jurnal Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)*, 1(1), 53–57.
- Chan, A. S. (2018). *Analytical Hierarchy Process Dan Fuzzy Topsis Pada Sistem Pendukung Keputusan*. 5(1), 1–14.
- Chan, A. S. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Berprestasi Pada PT. Fast Food Indonesia Cabang Batam Dengan Menggunakan Metode Analytica Hierarchy Process. *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 34. <https://doi.org/10.33372/stn.v3i1.197>
- Chen, L., Xiao, C., Li, X., Wang, Z., & Huo, S. (2018). A seismic fault recognition method based on ant colony optimization. *Journal of Applied Geophysics*, 152, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2018.02.009>
- Khoiriah. (2013). Sistem Pendukung Keputusan untuk Penilaian Kinerja Dosen Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Jurnal Sistem Informasi*, 1(1). Retrieved from http://digilib.uin-suka.ac.id/7334/2/BAB_I_VII_DAFTAR_PUSTAKA.pdf
- Maryati, I., & Wibowo, H. K. (2012). Optimasi penentuan rute kendaraan pada sistem distribusi barang dengan ant colony optimization. *Seminar Nasional Teknologi Infromasi & Komunikasi Terapan 2012, 2012*(Semantik), 163–168.
- Melo, L., Pereira, F., & Costa, E. (2014). Extended experiments with ant colony optimization with heterogeneous ants for large dynamic traveling salesperson problems. *Proceedings - 14th International Conference on Computational Science and Its Applications, ICCSA 2014*, 171–175. <https://doi.org/10.1109/ICCSA.2014.39>
- Ning, J., Zhang, Q., Zhang, C., & Zhang, B. (2018). A best-path-updating information-guided ant colony optimization algorithm. *Information Sciences*, 433–434, 142–162. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.12.047>
- pratiwi, fitri. (2017). Peningkatan Jumlah Mahasiswa melalui Promosi dengan Penerapan Analisa Data Mining. *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, 3(2), 29–37. Retrieved from <http://jurnal.stmik-amik-riau.ac.id/index.php/satin/article/view/257/pdf>
- Primadany, S. R., & Mardiyono, R. (n.d.). ANALISIS STRATEGI PENGEMBANGAN PARIWISATA DAERAH (Studi pada Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Daerah Kabupaten Nganjuk). *Jurnal Administrasi Publik (JAP)*, 1(4), 135–143. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/74232-ID-analisis-strategi-pengembangan-pariwisat.pdf>
- Singkil, K. A. B. A. (2015). *Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Karyawan Tetap Dengan Metode Analytic Hierarchy Process (Ahp) Pada Pt . Perkebunan Lembah Bhakti Propinsi Nad.* (April), 96–106.
- Sitanggang, Y. C., Dewi, C., Wihandika, R. C., Studi, P., Informatika, T., Komputer, F. I., & Brawijaya, U. (2018). *Pemilihan Rute Optimal Penjemputan Penumpang Travel Menggunakan Ant Colony Optimization Pada Multiple Travelling Salesman Problem (M-TSP)*. 2(9), 3138–3145.