

# Analisa Heuristik Algoritma Semut dalam Penentuan Rute (Studi Kasus: Kepulauan Riau)

Alfannisa Annurrullah Fajrin \*, Delia Meldra \*

Universitas Putera Batam, Batam

\* asykhari1302@gmail.com, dmeldra@gmail.com

## Abstract

*Tourism in Riau Islands is very influential on the development of Batam City. Tourists who come to Batam City are diverse, both local and foreign tourists. Batam is a tax-free area, so many tourists come to take a vacation to Batam every time because the goods are much cheaper. In addition, several tourist attractions in Batam City or Riau Islands are very interesting to visit. Many destinations for shopping and vacationing in several tourist attractions in the city of Batam or the Riau Islands often make local or outside tourists have problems because they do not know which path they will travel, how much distance, and how much it costs to transport to places to shop or tourist attractions will be visited. Because these problems often occur by tourists, therefore this problem can be solved using the Ant Algorithm, because it can determine the shortest path to be more efficient and optimal which does not waste a lot of time and costs. SDLC Waterfall method is a simple classic model with a linear system flow The output of each stage is the input for the next stage that starts from the needs analysis, literature study and data collection to the field, then proceed with data processing using the ant colony algorithm, so the results can be implement into determining the optimization of tourist information lines in Batam city, which will make it easier for local or outside tourists to visit tourist attractions or shop.*

**Keywords:** *Tourism; Ant Colony algorithm; SDLC Waterfall; Path Optimization.*

## Abstrak

Pariwisata di Kepulauan Riau sangat berpengaruh terhadap perkembangan Kota Batam. Wisatawan yang datang ke Kota Batam bermacam ragam, baik wisatawan lokal ataupun mancanegara. Batam merupakan wilayah yang bebas pajak, karena itu banyak wisatawan setiap datang untuk berlibur ke Batam karena barang yang jauh lebih murah. Selain itu beberapa tempat wisata di Kota Batam atau Kepulauan Riau sangat menarik untuk dikunjungi. Banyaknya destinasi untuk berbelanja dan berlibur di beberapa tempat wisata di Kota Batam atau Kepulauan Riau tak jarang membuat para wisatawan lokal ataupun luar mengalami masalah karena tidak tahu jalur mana yang akan mereka tempuh, berapa jaraknya, dan berapa biaya untuk transportasi ketempat berbelanja ataupun tempat wisata yang akan dikunjungi. Penelitian bertujuan menyelesaikan masalah lintasan dengan menggunakan metode heuristik khususnya algoritma semut pada graf sederhana. Metode SDLC *Waterfall* merupakan model klasik yang sederhana dengan aliran sistem yang linier *Output* dari setiap tahap merupakan input bagi tahap berikutnya yang dimulai dari analisis kebutuhan, studi literatur serta pengumpulan data ke lapangan, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data menggunakan algoritma *ant colony*, sehingga hasilnya dapat di implementasikan kedalam penentuan optimasi jalur informasi wisata pada kota batam, yang akan memudahkan turis lokal ataupun luar dalam mengunjungi tempat wisata atau berbelanja.

**Kata Kunci:** *Algoritma Ant Colony; SDLC Waterfall; Optimasi Jalur; Heuristik.*

## 1. Pendahuluan

Sektor pariwisata di kepulauan riau sangat mempengaruhi perkembangan pulau batam, hal ini dapat dilihat dari jumlah wisatawan yang mengunjungi kota batam sebanyak 1,5 juta yang berasal dari mancanegara, belum lagi wisatawan yang berasal dari indonseia. banyaknya wisatawan yang berkunjung dan menghabiskan waktu liburan dan uang mereka di negara ini, terutama turis dari indonesia. Hal

tersebut dikarenakan batam dapat dikatakan sebagai surga belanjanya indonesia, hal tersebut dikarenakan batam merupakan kawasan FTZ (*free tax zone*) dimana barang-barang yang ada di batam tidak dikenakan pajak. Sehingga kota batam banyak dikunjungi oleh wisatawan yang berasal dari sekitar pulau batam seperti malaysia, singapura dll. banyaknya wisatawan yang berkunjung ke batam, khususnya yang berasal dari wilayah

singapura dan malaysia yang berbatasan langsung dengan batam, banyak masyarakat yang bepergian ke kota batam melalui jalur laut maupun udara menuju ke batam dikarenakan masalah biaya yang lebih murah daripada menggunakan jalur lain. Sehingga kota batam juga menjadi pintu masuk maupun keluar oleh wisatawan yang ingin berkunjung ke negara malaysia dan singapura, wisatawan lokal maupun mancanegara yang berkunjung pun sebagian besar sudah pernah ke batam baik untuk keperluan bisnis maupun sekedar berlibur (Chan & Sari, 2017). kota batam terkenal akan destinasi wisata yang melimpah, baik itu wisata belanja seperti nagoya hill, pasar jodoh dan lain-lain. Bahkan untuk wisata alamnya pun tak kalah menarik seperti menyusuri jembatan barelang, pantai nongsa dan masih banyak yang lainnya. Dari latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijelaskan, penelitian dibatasi pada Menggunakan algoritma semut akan menunjukkan rute terpendek untuk ke beberapa destinasi di kota batam yang cukup sering dikunjungi oleh para wisatawan.

Pemanfaatan metode heuristik masih sangat jarang digunakan, sehingga dapat dirumuskan sebuah masalah yaitu dengan pemanfaatan metode heuristik diharapkan nantinya dapat menyelesaikan masalah pencarian minimum spanning tree dengan hasil yang lebih variatif dan dengan waktu perhitungan yang lebih singkat.

Dalam penelitian ini mempunyai batasan masalah yang akan menerapkan rute terpendek dalam 7 tempat wisata Batam yang sering dikunjungi oleh para wisatawan. Dari hasil yang telah di implementasikan dengan metode ant colony system dalam melakukan optimasi pemilihan rute wisata yang berada di kota Batam.

## 2. Kajian Literatur

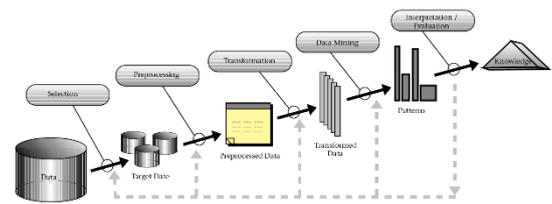
### 2.1 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan adalah sekumpulan elemen yang saling berhubungan untuk membentuk suatu kesatuan dalam proses pemilihan berbagai alternatif tindakan guna menyelesaikan suatu masalah, sehingga masalah tersebut dapat diselesaikan secara efektif dan efisien (Khoiriah, 2013). System Penunjang Keputusan mempunyai beberapa tujuan, salah satunya memeberikam dukungan atas pertimbangan manajer agar mempunyai daya saing yang bagus.

### 2.2 Data Mining

*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).



Gambar 1. KDD

### 2.3 Heuristik

Heuristik adalah sub bidang dari kecerdasan buatan yang digunakan untuk melakukan pencarian dan penentuan rute terpendek. Ada beberapa algoritma pada metode heuristik yang biasa digunakan dalam pencarian minimum spanning tree (Alamsyah.). Namun dalam penelitian ini dibatasi hanya membahas algoritma semut.

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Rancangan Penelitian

Dalam pengumpulan data di penelitian ini yang digunakan adalah:

- (1) Penelitian Lapangan  
Penelitian yang secara langsung dilakukan untuk mengetahui apa yang terjadi sekarang, yang dimana berkaitan dengan penelitian ini.
- (2) Penelitian Kepustakaan  
Metode pengumpulan data kepustakaan dilakukan dengan mengumpulkan data-data dari sumber atau buku yang relevan terhadap penelitian.
- (3) Penelitian membaca buku, jurnal dan artikel yang berhubungan dengan karyawan berprestasi dan mengumpulkan data – data.
- (4) Metode wawancara  
Metode wawancara dilakukan dengan cara tatap muka dan menanyakan langsung kepada objek yang pernah melakukan penelitian sebelumnya.

### 3.2 Analisa Sistem

Menginput data koordinat titik dan jarak antar titik menetapkan parameter algoritma yang dimana menggunakan analisa heuristik untuk menyelesaikan masalah lintasan menggunakan graf sederhana. Dalam penelitian ini yang akan kita lihat lintasannya adalah untuk tujuan yang paling sering dikunjungi.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Rumusan matematika yang untuk perhitungan algoritma semut terdiri dari probabilitas untuk menentukan perjalanan

selanjutnya, update feromon, dan jarak yang ditempuh oleh agen dalam waktu tertentu.

Berikut beberapa lokasi tujuan pengiriman barang yang dijadikan sampel dalam penelitian ini yaitu:

- A Nagoya Hill
- B Taman Engku Putri
- C Ocarina Park
- D Kebun Raya Batam
- E Jembatan Bareleng
- F Nongsa
- G Bukit Senyum

Langkah pertama dalam menyelesaikan kasus ini yakni dengan menggambarkan titik-titik lokasi tujuan menjadi titik-titik yang ada dalam graf kemudian bobot sisi dalam graf merupakan jarak antara titik-titik lokasi tujuan.

Tabel 1. Jarak Tempuh Masing-masing Lokasi wisata

Titik Lokasi (KM)	A	B	C	D	E	F	G
A	0	6.2	8.9	27.8	24.7	21.7	1.8
B	6.2	0	4.5	21.5	21	15.4	8
C	8.9	4.5	0	25.5	27.2	19.5	9.7
D	27.8	21.5	25.5	0	38.4	5.7	30.5
E	24.7	21	27.2	38.4	0	31.7	26.5
F	21.7	15.4	19.5	5.7	31.7	0	23.1
G	1.8	8	9.7	30.5	26.5	23.1	0

Selanjutnya yaitu menggunakan algoritma semut untuk mendapatkan jalur terpendek (optimal). Langkah pertama yang dilakukan yaitu inialisasi 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  $C_{greedy} = 1.8+6+27.8+25.5+4.5+21+31.7=134$ .

Selanjutnya dari algoritma Greedy diatas sehingga didapatkan feromon awal

$$\tau_{ij} = \tau_0 = \frac{7}{134} = 0.052239$$

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:

$$\begin{aligned} \mu_{1,2} &= \frac{1}{d_{1,2}} = \frac{1}{6.2} = 0.161 \\ \mu_{1,3} &= \frac{1}{d_{1,3}} = \frac{1}{8.9} = 0.112 \\ \mu_{1,4} &= \frac{1}{d_{1,4}} = \frac{1}{27.8} = 0.035 \end{aligned}$$

$$\mu_{1,5} = \frac{1}{d_{1,5}} = \frac{1}{24.7} = 0.040$$

$$\mu_{1,6} = \frac{1}{d_{1,6}} = \frac{1}{21.7} = 0.046$$

$$\mu_{1,7} = \frac{1}{d_{1,7}} = \frac{1}{1.8} = 0.555$$

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

Tabel 2. Visibilitas invers antar titik

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0.161	0.1123	0.0359	0.0404	0.0460	0.5555
B	0.161	0	0.2222	0.0465	0.0476	0.0649	0.125
C	0.112	0.2222	0	0.0392	0.0367	0.0512	0.1030
D	0.035	0.0465	0.0392	0	0.0260	0.1754	0.0327
E	0.040	0.0476	0.0367	0.0260	0	0.0315	0.0377
F	0.046	0.0649	0.0512	0.1754	0.0315	0	0.043
G	0.555	0.125	0.1030	0.0327	0.0377	0.043	0

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

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

$$\sum_{u \in j_i^k} [\tau_{ik}]^\alpha [\eta_i]^\beta = (0,052)1. (0.161) + (0,052) 1. (0.1123) + (0,052) 1. (0.0359) + (0,052) 1. (0.0404) + (0,052) 1. (0.0460) + (0,052) 1. (0.5555) = 0.0497$$

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

$$\text{TitikV2} = P_{ij}^1 = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{u \in j_i^k} [\tau_{ik}]^\alpha [\eta_i]^\beta} = \frac{(0.1612)1.00*(0.052)1.00}{0.0468} = 0.1694$$

$$\text{TitikV3} = \frac{(0.052)1.00*(0.1123)1.00}{0.0468} = 0.1180$$

$$\text{TitikV4} = \frac{(0.052)1.00*(0.0359)1.00}{0.0468} = 0.0377$$

$$\text{TitikV5} = \frac{(0.052)1.00*(0.0404)1.00}{0.0468} = 0.0425$$

$$\text{TitikV6} = \frac{(0.052)1.00*(0.0460)1.00}{0.0468} = 0.0484$$

$$\text{TitikV7} = \frac{(0.0525)1.00*(0.5555)1.00}{0.0468} = 0.5837$$

Tabel 3. Probabilitas Semut ke 1 dari titik V1 Ke lokasi lain

	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7
V1	0	0.1694	0.118	0.0377	0.0425	0.0484	0.5837
Probabilitas Kumulatif	0	0.1694	0.2874	0.3251	0.3676	0.416	1

Bilangan random yang dibangkitkan antara 0-1 dengan menggunakan fungsi Excel yaitu Rand() maka terpilih 0.39 sehingga titik yang terpilih yaitu V6 sehingga Tabu list menjadi V1 → V6 . Lakukan langkah yang sama sampai semut ke-7.

Tabel 4. Perjalanan Semut

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

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 dititik awal pula maka dapat diperoleh daftar perjalanan semut untuk siklus pertama sebagai berikut:

Tabel 5. Rute Perjalanan Semut dan penambahan Feromonnya

Semut	Tabu List	Panjang	$\Delta_{i,k}$
K1	V1→ V6→V7→V2→V3→V5 →V4 V2→	122.9	0.008 137
K2	V3→V1→V7→V5→V4 →V6 V3→	85.8	0.011 655
K3	V5→V1→V4→V2→V6 →V7 V4→	139.7	0.007 158
K4	V2→V6→V3→V7→V1 →V5	92.6	0.010 799
K5	V5→V4→V2→V6→V1 →V3→V7 V6→	115.6	0.008 651
K6	V1→V5→V3→V2→V7 →V4 V7→	116.6	0.008 576
K7	V2→V3→V1→V4→V5 →V6	119.3	0.008 382

Untuk siklus pertama (NC=1) diperoleh rute terbaik yaitu rute yang ditempuh oleh semut k1 dengan panjang rute sebesar 85.8 km dengan rute V2→ V3→V1→V7→V5→V4→V6. 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:

$$\tau_{ij}(\text{baru}) = (1 - \rho) \cdot (\tau_{ij}) + \Delta_{i,k}$$

$$\tau_{2,3} = \tau_{3,2} = (1 - 0,1)(0,0522) + 0.0116 = 0,0638$$

$$\tau_{3,1} = \tau_{1,3} = (1 - 0,1)(0,0522) + 0.0116 = 0,0638$$

$$\tau_{1,7} = \tau_{7,1} = (1 - 0,1)(0,0522) + 0.0116 = 0,0638$$

$$\tau_{7,5} = \tau_{5,7} = (1 - 0,1)(0,0522) + 0.0116 = 0,0638$$

$$\tau_{5,4} = \tau_{4,5} = (1 - 0,1)(0,0522) + 0.0116 = 0,0638$$

$$\tau_{4,6} = \tau_{6,4} = (1 - 0,1)(0,0522) + 0.0116 = 0,0638$$

$$\tau_{6,2} = \tau_{2,6} = (1 - 0,1)(0,0522) + 0.0116 = 0,0638$$

Karena siklus pertama telah selesai dilakukan dan didapatkan pembaharuan feromon, langkah selanjutnya yaitu mencari rute yang lebih baik lagi pada siklus kedua. Jika

terdapat rute yang lebih baik dibanding siklus pertama dalam hal ini memiliki panjang rute yang lebih kecil maka feromon akan diperbaharui kembali, namun ketika siklus kedua tidak lebih baik dari pada siklus pertama maka yang diambil adalah rute yang ada pada siklus pertama. Begitupun untuk siklus ketiga, keempat dan seterusnya sampai mencapai NC max atau batas iterasi yang ditentukan. Pada pencarian dengan cara manual hanya terbatas untuk siklus pertama atau iterasi pertama (NC=1) sehingga diperoleh rute terbaik sementara yaitu V2→ V3→V1→V7→V5→V4→V6. dengan jarak sebesar 85,8 km.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka analisa untuk pemilihan rute menuju tempat wisata ataupun berbelanja bagi wisatawan bisa dilakukan menggunakan analisa heuristik dan teknik algoritma semut. Sesuai dengan hasil yang telah didapat, rute bagi para wisatawan yang baik agar tidak memakan waktu dan biaya yang besar dengan jarak sebesar 85,8 km.

### 5.2 Saran

Peneliti mempunyai saran bagi peneliti lain jika hendak akan mengembangkan penelitian ini menggunakan bantuan bahasa pemograman lain untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi, dan melakukan iterasi lebih dari 1 kali.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada DRPM (Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat) dan Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan sebagai pemberi dana pada penelitian ini. Serta terima kasih kepada Universitas Putera Batam, teman-teman, dan pihak yang terkait telah membantu proses penelitian ini berjalan.

### Daftar Pustaka

- 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., & Sari, I. U. (2017). Rancang Bangun Aplikasi Wisata Kuliner Halal Berbasis Android Pada Negara Singapura, 9(2), 1323–1334.
- 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>
- Jiao, Z., Ma, K., Rong, Y., Wang, P., Zhang, H., & Wang, S. (2018). A path planning method using adaptive polymorphic ant colony algorithm for smart wheelchairs. *Journal of Computational Science*, 25, 50–57.

- <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2018.02.004>
- Lorena, S., Zarman, W., & Hamidah, I. (2014). Analisis Dan Penerapan Algoritma C4.5 Dalam Data Mining Untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Berdasarkan Data Nilai Akademik. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains Dan Teknologi (SNAST)*, (November), 263–272. <https://doi.org/10.5829/idosi.weasj.2015.6.2.22162>
- 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>
- 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>