

---

## Aplikasi Algoritma Semut Dalam Menentukan Pohon Merentang Minimum (*Minimum Spanning Tree*) Terhadap Lintasan yang Mengarah ke Pusat Perbelanjaan di Kota Palopo

Fatimah<sup>1</sup>, Marwan Sam<sup>2</sup>

---

### *Corespondensi Author*

<sup>1</sup>Dinas Pariwisata dan Ekonomi Kreatif  
Kota Palopo, Palopo, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Cokroaminoto Palopo,  
Fakultas Sains, Palopo, Indonesia

<sup>1</sup>[Email:[fatimahsains@gmail.com](mailto:fatimahsains@gmail.com)]

<sup>2</sup>[Email:[marwanprivacy@gmail.com](mailto:marwanprivacy@gmail.com)]

### **Kata Kunci:**

Graf; *Minimum Spanning Tree*;  
*Algoritma Semut*.

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pohon merentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) terhadap lintasan yang mengarah ke Pusat Perbelanjaan di Kota Palopo menggunakan Algoritma Semut. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komputasi kampus II Universitas Cokroaminoto Palopo Jl. Lamaranginang, Kelurahan Salobulo, Kecamatan Wara Utara, Kota Palopo, Sulawesi Selatan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data jarak antar 8 Pusat Perbelanjaan di Kota Palopo yang diperoleh dari Google Maps. Data yang diperoleh direpresentasikan dalam bentuk graf, kemudian akan ditentukan parameter-parameter yang digunakan. Setelah itu, data dianalisis menggunakan bantuan Software NetBeans IDE 8.02. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total jarak minimum pada lintasan yang mengarah ke pusat perbelanjaan di Kota Palopo yang dihasilkan adalah 4,21km. Maka dapat disimpulkan bahwa algoritma semut bisa diterapkan dalam menentukan pohon merentang minimum terhadap lintasan yang mengarah ke pusat perbelanjaan di Kota Palopo.

---

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sampai saat ini terus mengalami peningkatan yang signifikan. Para peneliti terus melakukan penelitian untuk selalu memunculkan penemuan-penemuan baru yang dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuannya sebagai penunjang berkembangnya ilmu-ilmu lain. Dalam kehidupan sehari-hari terdapat permasalahan mengenai optimasi yang dapat diselesaikan menggunakan pohon rentang minimum, atau dikenal dengan istilah *Minimum Spanning Tree (MST)*. Misalnya masalah mencari jarak terpendek, biaya termurah, dan tenaga seminimal mungkin dalam pembangunan jalan, jaringan telepon kabel, maupun jaringan listrik.

Secara umum, pencarian jalur terpendek dapat terbagi menjadi dua metode, metode konvensional dan metode heuristik. Metode konvensional cenderung lebih mudah dipahami daripada metode heuristik, yaitu hanya membandingkan jarak masing-masing node dan kemudian mencari jarak yang terpendek, diantaranya *Algoritma Dijkstra*, *Algoritma Floyd-Warshall* dan *Algoritma Bellman-Ford*. Tetapi, bila dibandingkan hasilnya, hasil yang diperoleh dari metode heuristik lebih variatif, hasil yang didapatkan lebih akurat, tingkat kesalahan yang dihasilkan pada perhitungan lebih kecil, dan waktu perhitungan yang diperlukan lebih singkat. Metode heuristik terdiri dari beberapa macam algoritma, salah satunya adalah Algoritma Semut (*Ant Colony*, *Antco*). Antco diambil dari perilaku koloni semut dalam pencarian jalur terpendek antara sarang dan sumber makanan.

Cokrowibowo (2016), membahas tentang pencarian solusi *Minimum Spanning Tree* menggunakan Algoritma Semut. Algoritma semut sangat tepat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi, salah satunya untuk menentukan solusi *Minimum Spanning Tree*. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, maka ditarik kesimpulan bahwa pencarian solusi *Minimum Spanning Tree* menggunakan Algoritma Semut menghasilkan kompleksitas komputasi jauh lebih baik dari solusi *Brute Force* dengan kompleksitas komputasi.

Afrianto dan Jamilah (2012), membahas tentang penyelesaian masalah *Minimum Spanning Tree (MST)* menggunakan *Ant Colony System (ACS)*. *Ant Colony System (ACS)* adalah salah satu algoritma heuristik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah *Minimum Spanning Tree (MST)*. Semut bekerja sama melalui komunikasi tidak langsung dengan menggunakan jejak *pheromone* yang disimpan pada sisi-sisi dari graf *Minimum Spanning Tree (MST)*. Dari hasil uji yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa *Ant Colony System (ACS)* dapat dijadikan sebagai alternatif untuk memecahkan masalah *Minimum Spanning Tree (MST)*.

Penelitian ini berfokus pada Algoritma Semut untuk masalah *Minimum Spanning Tree (MST)* yang terkait tentang optimasi dalam permasalahan transportasi khususnya lintasan yang mengarah ke Pusat Perbelanjaan di Kota Palopo. Permasalahan ini direpresentasikan ke dalam suatu graf, kemudian dicari pohon merentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) menggunakan Algoritma Semut. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan pohon merentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) terhadap lintasan yang mengarah ke Pusat Perbelanjaan di Kota Palopo menggunakan Algoritma Semut. Permasalahan yang dibahas dibatasi pada objek kajian penelitian yaitu lintasan yang mengarah ke 8 Pusat Perbelanjaan di Kota Palopo

## METODE

Objek yang diteliti adalah lintasan yang mengarah ke 8 pusat perbelanjaan di Kota Palopo, yaitu City Market Palopo, Toko Baru, Pasar Andi Tadda Palopo, Opsal Plaza, Matahari Swalayan, Pasar Niaga Palopo, Mega Plaza dan Toko Gudang Rabat Mangga Dua.

Tujuan dari analisis ini adalah untuk menentukan pohon merentang minimum menggunakan metode Algoritma Semut. Adapun langkah-langkah yang dilakukan Algoritma Semut untuk menyelesaikan masalah pohon merentang minimum adalah sebagai berikut:

1. Menginisialisasi parameter-parameter yang digunakan pada algoritma semut diantaranya sebagai berikut (Afrianto dan Jamilah, 2012):
  - a. Intensitas jejak semut yang menandakan intensitas feromon ( $\tau_{ij}$ )
  - b. Banyak tempat ( $n$ ) termasuk  $x$  dan  $y$  (koordinat) atau  $d_{ij}$  (jarak antar tempat)
  - c. Tetapan siklus semut ( $Q$ )

- d. Tetapan pengendali intensitas ( $\alpha$ )
- e. Tetapan pengendali visibilitas ( $\beta$ )
- f. Visibilitas antar tempat

$$\eta_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{d_{ij}}, d_{ij} > 0 \\ 0, d_{ij} \leq 0 \end{cases} \quad \dots (1)$$

- g. Banyak semut ( $m$ )
  - h. Tetapan penguapan jejak semut ( $\rho$ )
  - i. Jumlah siklus maksimum ( $NC_{max}$ )
2. Mengisi tempat pertama ke dalam tabu list yang dilakukan secara acak.
  3. Menyusun rute kunjungan setiap semut ke setiap jalur dengan menggunakan persamaan

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum [\tau_{ik'}]^\alpha [\eta_{ik'}]^\beta} \quad \dots (2)$$

Dengan  $i = 1,2,3 \dots,8$  dan  $j = 1,2,3, \dots,7$

4. Menggerakkan semut ke jalur berikutnya dengan menggunakan persamaan probabilitas berikut:

- a. Menghitung panjang rute tertutup dengan persamaan

$$L_k = d_{tabu_n(n), tabu_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{tabu_n(s), tabu_k(s+1)} \quad \dots (3)$$

Dengan  $d_{ij}$  adalah jarak antara tempat  $i$  ke tempat  $j$  yang dihitung menggunakan persamaan

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad \dots (4)$$

- b. Mencari jarak terpendek.
- c. Menghitung perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar tempat ( $\Delta\tau_{ij}$ ) dengan menggunakan rumus:

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k$$

dimana

$$\Delta\tau_{ij}^k = \frac{Q}{L_k}$$

5. Menghitung harga intensitas jejak kaki semut antar tempat untuk siklus selanjutnya dengan persamaan

$$\tau_{ij} = \rho\tau_{ij} + \Delta\tau_{ij}$$

6. Menghentikan iterasi jika jumlah siklus sudah maksimum atau konvergensi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji tentang penerapan Algoritma Semut untuk masalah *Minimum Spanning Tree (MST)* yang terkait tentang optimasi dalam permasalahan transportasi khususnya lintasan yang mengarah ke Pusat Perbelanjaan di Kota palopo. Dalam kasus ini terdapat delapan titik awal dan tujuh titik tujuan, sehingga jumlah lintasan yang dilalui sebanyak 56 lintasan yang juga merupakan pusat perbelanjaan. Berikut merupakan tabel yang menampilkan data jarak pada pusat perbelanjaan di Kota Palopo yang di peroleh dari *Google Maps* (lihat Tabel 1).

**Tabel 1.** Jarak antara pusat perbelanjaan ( $d_{ij}$ ) dalam satuan km

Tujuan /Asal	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	0,5	1,6	1,3	1,7	1,7	1,7	2,3
B	0,5	0	1,1	0,8	1,2	1,2	1,2	2,2
C	1,6	1,1	0	0,85	1,2	1,2	1,2	2,3
D	1,3	0,8	0,85	0	0,55	0,55	0,4	1,4
E	2,4	1,9	1,1	0,55	0	0,11	0,35	1,6
F	2,4	1,9	1,1	0,55	0,11	0	0,35	1,6
G	1,7	1,2	1,2	0,4	0,35	0,35	0	1,2
H	2,3	2,2	2,3	1,4	1,5	1,6	1,2	0

Keterangan:

A: City Market Palopo

B: Toko Baru

C: Pasar Andi Tadda Palopo

D: Opsal Plaza

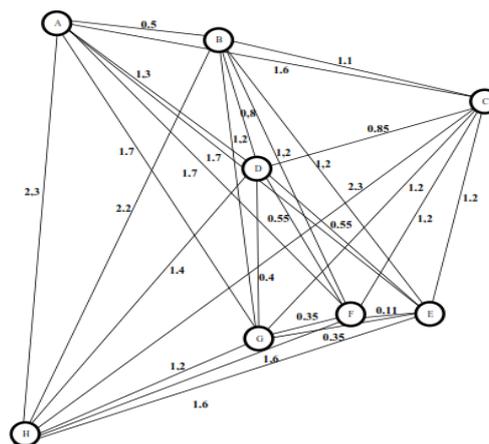
E: Toko Matahari

F: Pusat Niaga Palopo

G: Mega Plaza

H: Mangga Dua

Berdasarkan Tabel 1. diketahui jarak antara City Market Palopo dengan toko baru adalah 0,5km, jarak antara City Market Palopo dengan Pasar Andi Tadda adalah 1,6km, jarak antara City Market Palopo dengan Opsal Plaza adalah 1,3km, jarak antara City Market Palopo dengan Toko Matahari 1,7 km dan seterusnya. Bobot jarak dari satu titik awal menuju satu titik tujuan terkadang akan berbeda apabila dibalik titik awal jadi titik tujuan dan titik tujuan jadi titik awal. Seperti jarak pada City Market Palopo ke Toko Matahari dengan bobot 1,7km, sedangkan jarak pada Toko Matahari ke City Market Palopo memiliki bobot sebesar 2,4km. Hal ini dapat terjadi karena faktor peraturan lalu lintas yang memungkinkan jalur yang dipilih berbeda. Permasalahan ini akan direpresentasikan ke dalam suatu graf berbobot, kemudian dicari pohon merentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) menggunakan Algoritma Semut.



**Gambar 1.** Graf berbobot yang diambil dari jarak antara pusat perbelanjaan

Adapun langkah-langkah yang dilakukan Algoritma Semut untuk menyelesaikan masalah pohon merentang minimum yaitu langkah pertama menginisialisasi parameter. Beberapa parameter yang digunakan pada algoritma semut diantaranya sebagai berikut:  $\tau_{ij} = 0,01$ ;  $n = 8$ ;  $Q = 0,7$ ;  $\alpha = 0,5$ ;  $\beta = 0,5$ ;  $\rho = 0,5$ ;  $NC_{max} = 1000$

Selain beberapa parameter tersebut, juga terdapat parameter visibilitas awal (lihat tabel 2). Menghitung parameter visibilitas awal yang merupakan media informasi kualitas suatu *edges* menggunakan jarak antar tempat yang telah diketahui sebelumnya dengan rumus:

$$\eta_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{d_{ij}}, d_{ij} > 0 \\ 0, d_{ij} \leq 0 \end{cases}$$

**Tabel 2.** *Visibilitas awal*

Tujuan /Asal	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	2	1,67	0,77	0,59	0,59	0,59	0,43
B	2	0	0,9	1,25	0,83	0,83	0,83	0,45
C	1,67	0,9	0	1,18	0,83	0,83	0,83	0,43
D	0,77	1,25	1,18	0	1,82	1,82	2,5	0,71
E	0,42	0,53	0,9	1,82	0	9,09	2,86	0,63
F	0,42	0,53	0,9	1,82	9,09	0	2,86	0,63
G	0,59	0,83	0,83	2,5	2,86	2,86	0	0,83
H	0,43	0,45	0,43	0,71	0,67	0,63	0,83	0

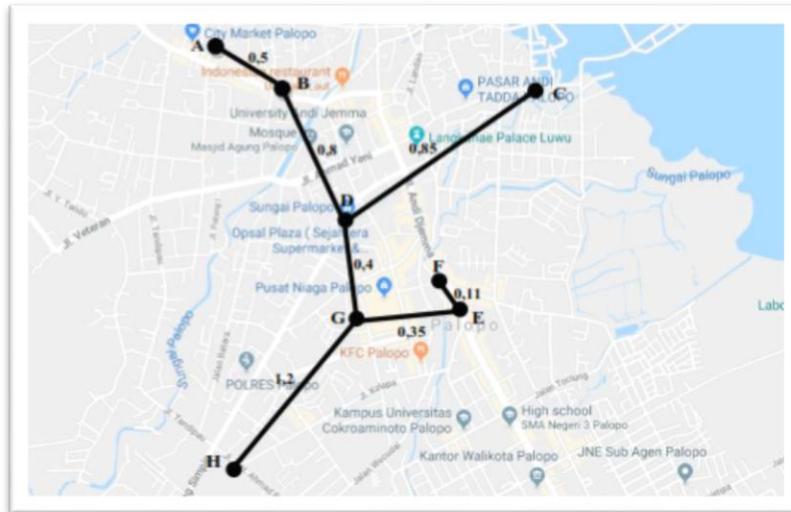
Langkah kedua mengisi tempat pertama ke dalam *Tabulist*. Kemudian pada langkah ketiga menyusun rute kunjungan setiap semut ke setiap tempat. Selanjutnya pada langkah keempat menggerakkan semut ke jalur berikutnya dengan menggunakan persamaan probabilitas, lalu menghitung panjang rute tertutup (length closed tour) atau  $L_k$ . Setelah nilai  $L_k$  diketahui kemudian menentukan jarak terpendek, lalu menghitung perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar tempat. Langkah kelima menghitung harga intensitas jejak kaki semut antar tempat untuk siklus selanjutnya dan mengatur ulang harga perubahan intensitas jejak kaki semut antar tempat dan langkah terakhir mengosongkan *Tabulist* dan ulangi langkah kedua jika diperlukan.

Adapun hasil iterasi pencarian pohon merentang minimum pada lintasan yang mengarah kepusat perbelanjaan di Kota Palopo dengan menggunakan Algoritma Semut yang diolah pada *Software NetBeans IDE 8.02* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** *Hasil iterasi pohon merentang minimum pada lintasan yang mengarah ke pusat perbelanjaan di Kota Palopo dengan menggunakan Algoritma Semut*

PROSES SIKLUS ANT COLONY SELESAI		
<i>Minimum Spanning Tree</i>		Jarak
Asal (i)	Tujuan (j)	(km)
Opsal Plaza	Toko Baru	0,8
Opsal Plaza	Mega Plaza	0,4
Toko Baru	City Market Palopo	0,5
Mega Plaza	Toko Matahari	0,35
Opsal Plaza	Pasar Andi Tadda Palopo	0,85
Toko Matahari	Pusat Niaga Palopo	0,11
Mega Plaza	Mangga Dua	1,2
Best Value		4,21

Adapun hasil pohon merentang minimum pada Algoritma Semut dari data pada Tabel 3 yang kemudian direpresentasikan dalam bentuk graf berbobot sebagai berikut (lihat Gambar 2):



**Gambar 2.** Pohon merentang minimum yang menghubungkan pusat perbelanjaan di kota Palopo menggunakan Algoritma Semut dengan bobot graf sebesar 4,21 km

## KESIMPULAN

Secara umum, pencarian jalur terpendek dapat dibagi menjadi dua metode, yaitu metode konvensional dan metode heuristik. Metode konvensional cenderung lebih mudah dipahami daripada metode heuristik, tetapi jika dibandingkan dari hasil yang diperoleh, metode heuristik lebih variatif dan waktu perhitungan yang diperlukan lebih singkat. Pada metode heuristik terdapat beberapa algoritma, salah satunya algoritma semut. Algoritma semut bisa diterapkan dalam menentukan pohon merentang minimum pada kasus ini terhadap lintasan yang mengarah ke pusat perbelanjaan di Kota Palopo. Hasil iterasi yang diolah pada *Software NetBeans IDE 8.02* diperoleh total jarak yaitu sejauh 4,21km.

Melihat kekurangan dalam penelitian ini, terdapat beberapa saran dari penulis untuk pengembangan selanjutnya, yaitu peneliti dapat membandingkan antar metode heuristik yang lain Algoritma ini dapat pula dikombinasikan dengan algoritma lain untuk penentuan parameter-parameter koloni semut secara otomatis. Ditulis secara ringkas tetapi menggambarkan substansi hasil penelitian dan saran atau rekomendasi untuk kegiatan penelitian selanjutnya. Selain itu dapat juga ditambahkan ucapan terima kasih jika diperlukan.

## REFERENSI

- Abdussakir. 2009. *Teori Graf Topik Dasar untuk Tugas Akhir/Skripsi*. UIN Malang. Malang.
- Afrianto, I dan Jamilah, E., W. 2012. *Penyelesaian Masalah Minimum Spanning Tree (MST) Menggunakan Ant Colony System (ACS)*, 1-2, <http://komputa.if.unikom.ac.id/s/data/jurnal/volume-1-2/5-komputa-12-minimum-spanning-tree-acs-irawan.pdf/pdf/5-komputa-1-2-minimumspanning-tree-acs-irawan.pdf>. Diakses 03 Januari 2019.
- Budayasa, I. K. 2007. *Teori Graph dan Aplikasinya*. Unesa University Press. Surabaya.
- Cokrowibowo, S. 2016. *Solusi Minimum Spanning Tree Menggunakan Algoritma Semut*. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Ichsan Gorontalo. Gorontalo.

- Farchan, Y. 2016. *Analisa Sosial Ekonomi Pembangunan Pusat Perbelanjaan Modern; Studi Kasus Pembangunan Lotte Mall di Kecamatan Pondok Aren, Tangerang Selatan 2010*. Dosen Fakultas Ekonomi, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan. *Jurnal Renaissance*. Vol 1 (1). <http://www.academia.edu>. Diakses 28 Januari 2019.
- Foulds, L. R. 1992. *Graph Theory Applications*. Springer-Verlag. New York.
- Ilham, A.J. 2015. *Implementasi Ant Colony Optimization untuk Pencarian Rute Terpendek Karakter Tank pada Game Battle Joen*. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <etheses.uin-malang.ac.id>. Diakses 7 April 2019.
- Lorenzo, J.G. 2018. *Strategi Menuju Sukses Pusat Perbelanjaan: Studi Tentang Supermal Karawaci*. Prodi Magister, Teknik Perencanaan, Universitas Tarumanegara. Vol 2(1):274-284. <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmistki/article/download/1575/1405>. Diakses 28 Januari 2019.
- Munir, R. 2005. *Bahan Kuliah IF2151 Matematika Diskrit*. Bandung.
- \_\_\_\_\_. 2010. *Matematika Diskrit*. Penerbit Informatika. Bandung.
- Nyura, Y. 2010. *Pembuatan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris pada Handphone dengan J2ME*. Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Samarinda. *Jurnal Informatika Mulawarman*. Vol 5(3). <https://fmipa.unmul.ac.id/files/docs/03-jurnal-informatika-mulawarmansep2010.pdf>. Diakses 26 Januari 2019.
- Priyadi, E. 2010. *Pemrograman Berorientasi Objek Menggunakan JAVA*. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Widya Pratama Pekalongan. *Majalah Ilmiah IC Tech*. Vol 5(3). <https://jurnal.stmikwp.ac.id/files/disk1/1/ictech--eddypriyad-42-1-eddyjava.pdf>. Diakses 24 Januari 2019.
- Siang, J. J. 2009. *Matematika Diskrit dan Aplikasi pada Ilmu Komputer*. Andi. Yogyakarta.
- Wardhani, R dan Yaqin, M.H. 2013. *Game Dasar-Dasar Hukum Islam Dalam Kitab Mabadi'ul Fiqh Jilid I*. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan. *Jurnal Teknika*. Vol 5(2). <http://journal.unisla.ac.id/pdf/11522013/RETNO.pdf>. Diakses 26 Januari 2019.
- Widyanto, R.A.P. 2015. *Pencarian Rute Distribusi Barang Menggunakan Algoritma Semut (Studi Kasus PT.Circleka Indonesia Utama Region Yogyakarta)*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. [https://repository.usd.ac.id/9350/2/125314069\\_full.pdf](https://repository.usd.ac.id/9350/2/125314069_full.pdf). Diakses 18 desember 2018