

SIMULASI PENCARIAN JALUR METODE ANT COLONY

Andi Harmin

Program Studi Teknik Komputer

STMIK Profesional Makassar

email : andi_harmin@stmikprofesional.ac.id

Abstrak

Perusahaan yang bergerak dibidang distribusi logistik antar daerah atau kota sering mengalami kesulitan dalam memecahkan permasalahan sistem distribusi. Terutama pada penentuan jalur antar kota yang harus dikunjungi mulai dari kantor pusat hingga kembali lagi ke tempat semula, dengan asumsi jarak diketahui. Ant Colony Optimization (ACO) merupakan teknik probabilistik untuk memecahkan masalah perhitungan dengan menemukan jalur terbaik melalui graf. Algoritma ini terinspirasi dari perilaku semut bersama dengan koloninya dalam mencari makanan. Simulasi dilakukan dengan mencari solusi mendekati optimal dari beberapa kasus yang menggunakan sejumlah node (kota) dengan model graf. Hasil mendekati optimal diperoleh dengan melakukan beberapa kali percobaan hingga titik sampai $n = 40$ node untuk setiap kasus dengan algoritma ACO tersebut, sehingga metode cocok digunakan untuk permasalahan optimasi pencarian jalur.

Kata kunci : ACO, Ant Colony Optimization, optimasi, graf

A. PENDAHULUAN

Perusahaan yang bergerak dalam bidang logistik sekarang ini yang menjadikan bentuk konkrit tantangannya adalah mencoba mengembangkan pemasaran produknya yang mempunyai nilai superior melalui proses promosi sampai distribusi secara efektif sehingga dapat memenuhi atau memuaskan kebutuhan pelanggan dengan lebih efektif dan efisien dibanding pesaingnya. Permasalahan lainnya adalah berkaitan dengan keputusan saluran distribusi yang sering kali membutuhkan komitmen jangka panjang terhadap perusahaan lain, sehingga didapat solusi yang tepat yang

merupakan alternatif terbaik terhadap penentuan alokasi.

Penentuan jalur yang menjadi pilihan dari beberapa alternatif tentu harus tepat berdasarkan beberapa pertimbangan. Pertimbangan ini menjadi variable parameter setiap keputusan dalam menentukan secara pasti jalur yang mana yang dianggap optimal sehingga proses distribusi mulai dari berangkat dari pusat hingga ke daerah atau kota sesuai dengan keinginan.

Penentuan jalur optimal bisa dilakukan dengan model simulasi sebelum operasional dilaksanakan sebagai bentuk solusi awal permasalahan

tersebut. Dengan konsep graf dan metode ant colony optimization para distributor dapat menganalisa jalur-jalur distribusi yang akan dilalui.

Hal inilah yang menjadi ide penulis untuk merancang aplikasi simulasi menggunakan metode ant colony optimization dengan borland delphi 7 dengan nama aplikasi “**Simulasi pencarian Jalur Metode Ant Colony**”.

B. METODE PENELITIAN

1. Algoritma pencarian jalur dengan Ant Colony Optimization (ACO)

Kasus pencarian jalur terpendek dengan algoritma ACO dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pertama adalah dengan mengkonstruksikan masalah ke dalam sebuah graph $G = (V, E)$ dengan V himpunan vertek yang merepresentasikan himpunan titik – titik, dan E adalah himpunan dari edge yang merepresentasikan jarak antara dua titik.
- b. Kedua, kendala yang terdapat pada short path yaitu mengunjungi n titik dengan titik-titik yang ada hanya dikunjungi sekali dimana titik awal sama dengan titik akhir. Tujuannya yaitu mencari rute terpendek terhadap n titik.

- c. Ketiga, pemberian nilai intensitas jejak semut (Pheromone) dan informasi heuristik. Pemberian nilai Pheromone (rs) dilakukan saat semut mengunjungi titik s setelah mengunjungi titik r . Informasi heuristik (rs) merupakan informasi yang merepresentasikan kualitas suatu edge antara titik r dan titik s , informasi ini dihitung sebelum algoritma dijalankan. Dengan $rs = 1/d$, d adalah jarak antara r dan s
- d. Keempat, (tour construction). Sebuah tour dibangun dengan mengaplikasikan prosedur sederhana sebagai berikut : Inisialisasi, ditempatkan m semut di n titik menurut aturan tertentu, kemudian semut mengaplikasikan state transition rule secara iteratif. Semut membangun lintasan sebagai berikut. Pada titik r , semut memilih secara probabilistik titik s yang belum dikunjungi menurut intensitas Pheromone (rs) pada egde antara titik r ke titik s , serta informasi heuristik lokal yang ada, yaitu panjang sisi (egde). Semut secara probabilistik lebih menyukai titik yang dekat dan terhubung dengan tingkat Pheromone yang tinggi. Untuk membangun jalur terpendek yang mungkin, setiap semut mempunyai suatu bentuk

memori yang disebut tabu list. Tabu list digunakan untuk menentukan himpunan titik yang masih harus dikunjungi pada setiap langkah dan untuk menjamin terbentuknya jalur terpendek yang mungkin. Selain itu semut bisa melacak kembali lintasannya, ketika sebuah lintasan itu diselesaikan. Setelah semua semut membangun sebuah tour, Pheromone di-update dengan cara mengurangi tingkat Pheromone oleh suatu faktor konstanta dan kemudian semut meletakkan Pheromone pada edge yang dilewati. Update dilakukan sedemikian rupa sehingga edge dari lintasan yang lebih pendek dan dilewati banyak semut menerima jumlah Pheromone yang lebih banyak. Karena itu pada iterasi algoritma yang berikutnya akan mempunyai probabilitas yang lebih tinggi untuk dipilih.

Secara umum algoritma ACO untuk TSP mengikuti skema algoritma [9] sebagai berikut :

procedure *ACO Algorithm for Shortpath*

 Penetapan parameters, initialize
 Pheromone trails

while (*termination condition not met*) **do**

ConstructAntSolutions

ApplyLocalSearch

 (*optional*)

UpdatePheromones

Endwhile

End procedure *ACO Algorithm for Shortpath*

2. Desain Penelitian

a. Use case

Use case diagram akan menjelaskan apa saja fungsi-fungsi yang akan dikerjakan oleh sistem. Hal ini dikarenakan use case diagram akan merepresentasikan bagaimana interaksi antar aktor (user) dengan sistem. Untuk mengidentifikasi apa saja aktor dan use case yang terlibat pada sistem ini, kita perlu menjawab beberapa pertanyaan berikut ini:

1. Siapa yang menggunakan sistem?

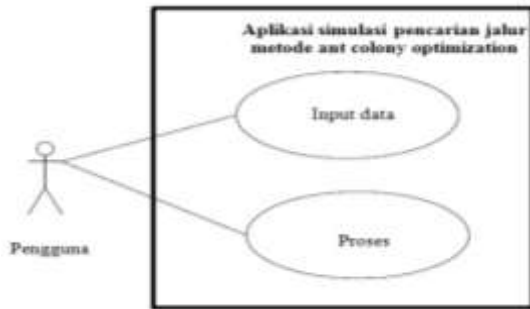
Jawaban: Pengguna

2. Siapa yang diperlukan untuk melaksanakan fungsi pada sistem?

Jawaban: Pengguna

3. Apa saja yang dapat dilakukan pengguna pada sistem?

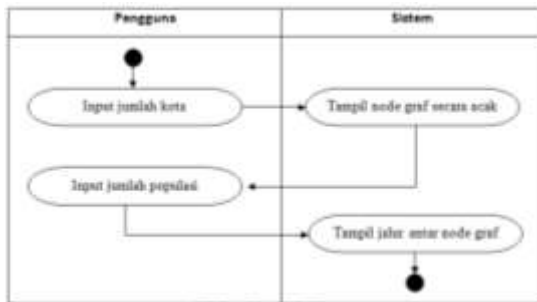
Jawaban: Menginput data dan Melakukan proses simulasi pencarian rute dengan teknik graf.



Gambar 1. Use Case Diagram

b. Activity Diagram

Berikut dijelaskan proses tampil graf pencarian rute yang terjadi pada aplikasi simulasi penentuan rute dengan menggunakan activity diagram.

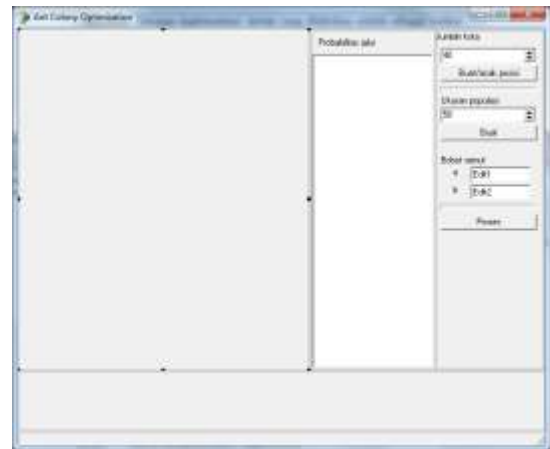


Gambar 2. Activity Diagram

c. Interface aplikasi simulasi Pencarian Rute

Interface atau antarmuka Pencarian Rute akan muncul, jika pengguna mencari dan mengeksekusi file sistem aplikasi ini melalui icon shortcut yang sudah tersedia ataupun melalui windows explorer kemudian aktif pada direktori tempat file sistem aplikasi ini berada. Antarmuka ini berfungsi untuk melakukan proses simulasi pencarian rute berupa garis yang menghubungkan titik-titik node graf yang mewakili daerah/kota

tertentu dengan menggunakan metode algoritma Ant Colony.



Gambar 3. Interface Aplikasi Simulasi Pencarian Rute

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Tahap hasil rancangan penelitian ini diwujudkan dalam bentuk aplikasi. Dalam hal ini, dideskripsikan bagian-bagian dari aplikasi dan fungsinya.

Setelah seluruh tahap perancangan aplikasi pada penelitian ini selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah mengimplementasikan sistem tersebut agar dapat digunakan. Tahapan implementasi sistem yang dilakukan adalah sebagai berikut :

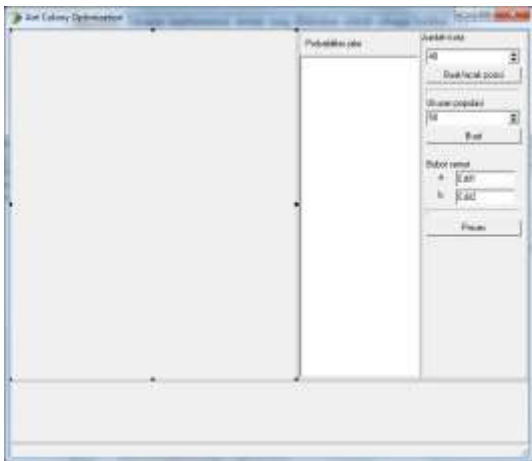
- a. Menjalankan aplikasi ini dengan menggunakan sebuah perangkat lunak yang berbasis windows dengan bahasa pemrograman delphi agar perangkat lunak berjalan dengan baik.

b. Menguji apakah proses-proses yang terdapat pada aplikasi telah berfungsi dengan baik.

2. Implementasi sistem

Implementasi aplikasi ini dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

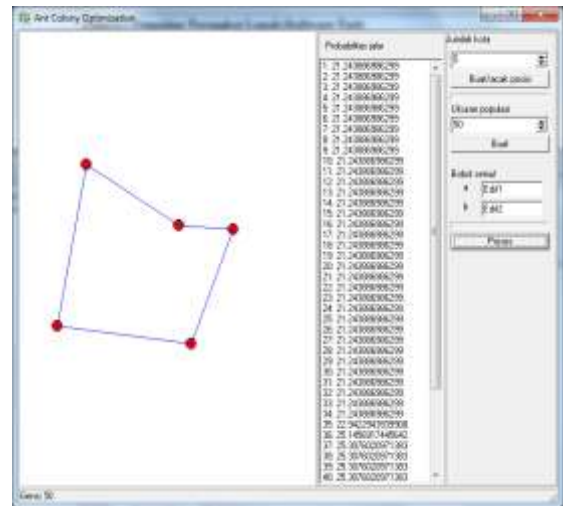
- a. Aktifkan aplikasi Borland Delphi 7.0
- b. Buka file project dari aplikasi simulasi pencarian rute ini seperti tampak pada gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4. Project Aplikasi Simulasi Pencarian Rute

Langkah berikutnya adalah menginput jumlah kota pada kotak spinner kemudian mengklik tombol buat/acak posisi, maka aplikasi akan menampilkan gambar node berupa lingkaran berwarna merah yang mewakili satu kota pada kotak kanvas. Kemudian menginput nilai pada ukuran populasi pada kotak spinner kedua. Langkah berikutnya adalah menginput nilai bobot semut pada isian a dan b. Langkah

terakhir adalah mengklik tombol proses untuk menampilkan jalur antar node berupa garis berwarna merah sebagai model simulasi jalur yang dipilih antar node seperti tampak pada gambar 5 berikut ini :

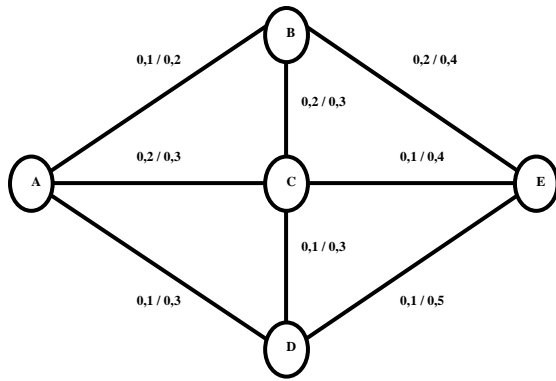


Gambar 5. Hasil Simulasi Penentuan Jalur

3. Pembahasan

Proses yang digunakan untuk menghubungkan jalur antar node pilihan menggunakan ant colony optimization berdasarkan jalur yang memiliki nilai probabilitas tertinggi. berikut contoh simulasi pemilihan jalur menggunakan metode ant colony optimization.

Misalkan seekor semut hendak bepergian dari kota A ke kota E dengan melewati beberapa kota seperti kota B, C dan E seperti tampak pada gambar dibawah ini

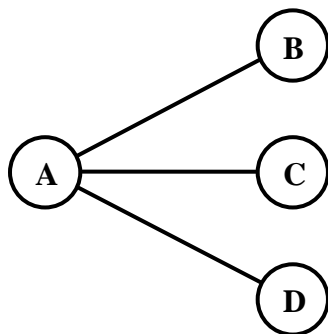


Gambar 6. Simulasi Pemilihan Jalur

Setiap jalur memiliki kemungkinan untuk dilalui oleh semut tetapi jalur yang memiliki nilai probabilitas pheromone tertinggi yang menjadi keputusan yang dipilih. Untuk menentukan jalur yang dipilih dapat dilihat dari simulasi dengan perhitungan dibawah ini :

Diketahui : bobot $a = 0,1$ dan $b = 0,3$ yang bobot tiap semut. Berdasarkan jalur pada gambar maka teknik untuk menghitung probabilitas jalur sebagai berikut :

Path pilihan 1 :



Hitung Path AB

$$P_{AB} = \frac{\tau_{AB}^a \cdot \mu_{AB}^b}{\tau_{AB} \cdot \mu_{AB} + \tau_{AC} \cdot \mu_{AC} + \tau_{AD} \cdot \mu_{AD}}$$

$$P_{AB} = \frac{0,1^{0,1} \cdot 0,2^{0,3}}{(0,1 \cdot 0,2) + (0,2 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,3)} = 4,455704$$

Hitung Path AC

$$P_{AC} = \frac{\tau_{AC}^a \cdot \mu_{AC}^b}{\tau_{AB} \cdot \mu_{AB} + \tau_{AC} \cdot \mu_{AC} + \tau_{AD} \cdot \mu_{AD}}$$

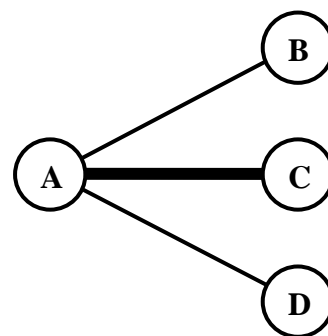
$$P_{AC} = \frac{0,2^{0,1} \cdot 0,3^{0,3}}{(0,1 \cdot 0,2) + (0,2 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,3)} = 5,393202$$

Hitung Path AD

$$P_{AD} = \frac{\tau_{AD}^a \cdot \mu_{AD}^b}{\tau_{AB} \cdot \mu_{AB} + \tau_{AC} \cdot \mu_{AC} + \tau_{AD} \cdot \mu_{AD}}$$

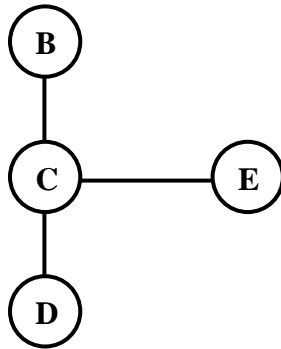
$$P_{AD} = \frac{0,1^{0,1} \cdot 0,3^{0,3}}{(0,1 \cdot 0,2) + (0,2 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,3)} = 5,032035$$

Path terbaik



Pada tahap pertama ini ditetapkan bahwa path AC memiliki nilai probabilitas tertinggi dibandingkan dengan path AB maupun path AD.

Path pilihan 2 :



Path CB

$$P_{CB} = \frac{\tau_{CB}a \cdot \mu_{CB}b}{\tau_{CB} \cdot \mu_{CB} + \tau_{CD} \cdot \mu_{CD} + \tau_{CE} \cdot \mu_{CE}}$$
$$P_{CB} = \frac{0,2^{0,1} \cdot 0,3^{0,3}}{(0,2 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,4)}$$
$$= 4,563479$$

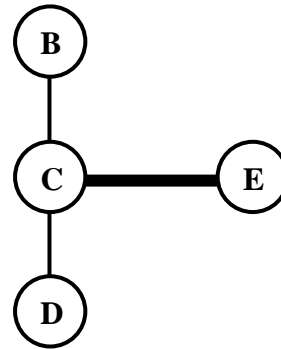
Path CD

$$P_{CD} = \frac{\tau_{CD}a \cdot \mu_{CD}b}{\tau_{CB} \cdot \mu_{CB} + \tau_{CD} \cdot \mu_{CD} + \tau_{CE} \cdot \mu_{CE}}$$
$$P_{CD} = \frac{0,1^{0,1} \cdot 0,3^{0,3}}{(0,2 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,4)}$$
$$= 4,257876$$

Path CE

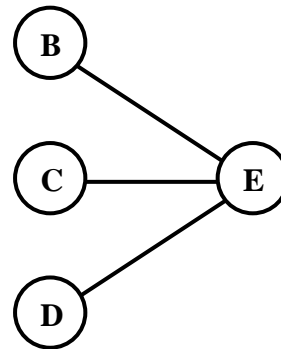
$$P_{CE} = \frac{\tau_{CE}a \cdot \mu_{CE}b}{\tau_{CB} \cdot \mu_{CB} + \tau_{CD} \cdot \mu_{CD} + \tau_{CE} \cdot \mu_{CE}}$$
$$P_{CE} = \frac{0,1^{0,1} \cdot 0,4^{0,3}}{(0,2 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,4)}$$
$$= 4,641674$$

Path terbaik



Pada tahap kedua ini ditetapkan bahwa path CE memiliki nilai probabilitas tertinggi dibandingkan dengan path CB maupun path CD

Path pilihan 3 :



Path EB

$$P_{EB} = \frac{\tau_{EB}a \cdot \mu_{EB}b}{\tau_{EB} \cdot \mu_{EB} + \tau_{EC} \cdot \mu_{EC} + \tau_{ED} \cdot \mu_{ED}}$$
$$P_{EB} = \frac{0,2^{0,1} \cdot 0,4^{0,3}}{(0,2 \cdot 0,4) + (0,1 \cdot 0,4) + (0,1 \cdot 0,5)}$$
$$= 3,804277$$

Path EC

$$P_{EC} = \frac{\tau_{EC}a \cdot \mu_{EC}b}{\tau_{EB} \cdot \mu_{EB} + \tau_{EC} \cdot \mu_{EC} + \tau_{ED} \cdot \mu_{ED}}$$

$$P_{EC} = \frac{0,1^{0,1} \cdot 0,4^{0,3}}{(0,2 \cdot 0,4) + (0,1 \cdot 0,4) + (0,1 \cdot 0,5)}$$

$$= 3,549515$$

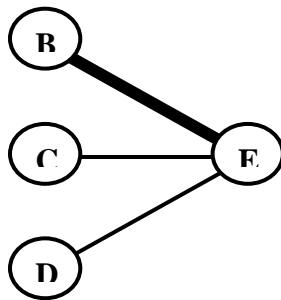
Path ED

$$P_{ED} = \frac{\tau_{ED}a \cdot \mu_{ED}b}{\tau_{EB} \cdot \mu_{EB} + \tau_{EC} \cdot \mu_{EC} + \tau_{ED} \cdot \mu_{ED}}$$

$$P_{ED} = \frac{0,1^{0,1} \cdot 0,5^{0,3}}{(0,2 \cdot 0,4) + (0,1 \cdot 0,4) + (0,1 \cdot 0,5)}$$

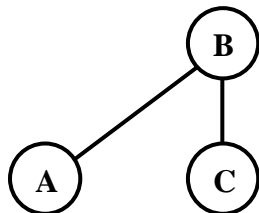
$$= 3,795265$$

Path terbaik



Pada tahap ketiga ini ditetapkan bahwa path EB memiliki nilai probabilitas tertinggi dibandingkan dengan path EC maupun path ED

Path pilihan 4 :



Path BA

$$P_{BA} = \frac{\tau_{BA}a \cdot \mu_{BA}b}{\tau_{BA} \cdot \mu_{BA} + \tau_{BC} \cdot \mu_{BC}}$$

$$P_{BA} = \frac{0,1^{0,1} \cdot 0,2^{0,3}}{(0,1 \cdot 0,2) + (0,2 \cdot 0,3)}$$

$$= 6,126592$$

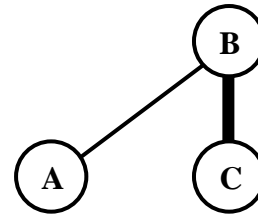
Path BC

$$P_{BC} = \frac{\tau_{BC}a \cdot \mu_{BC}b}{\tau_{BA} \cdot \mu_{BA} + \tau_{BC} \cdot \mu_{BC}}$$

$$P_{BC} = \frac{0,2^{0,1} \cdot 0,3^{0,3}}{(0,1 \cdot 0,2) + (0,2 \cdot 0,3)}$$

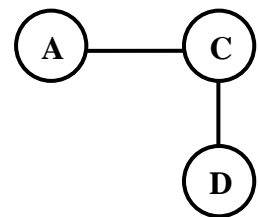
$$= 7,415652$$

Path terbaik



Pada tahap keempat ini ditetapkan bahwa path BC memiliki nilai probabilitas tertinggi dibandingkan dengan path BA.

Path pilihan 5 :



Path CA

$$P_{CA} = \frac{\tau_{CA}a \cdot \mu_{CA}b}{\tau_{CA} \cdot \mu_{CA} + \tau_{CD} \cdot \mu_{CD}}$$

$$P_{CA} = \frac{0,2^{0,1} \cdot 0,3^{0,3}}{(0,2 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,3)}$$

$$= 6,126593$$

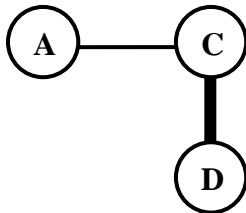
Path CD

$$P_{CD} = \frac{\tau_{CD}a \cdot \mu_{CD}b}{\tau_{CA} \cdot \mu_{CA} + \tau_{CD} \cdot \mu_{CD}}$$

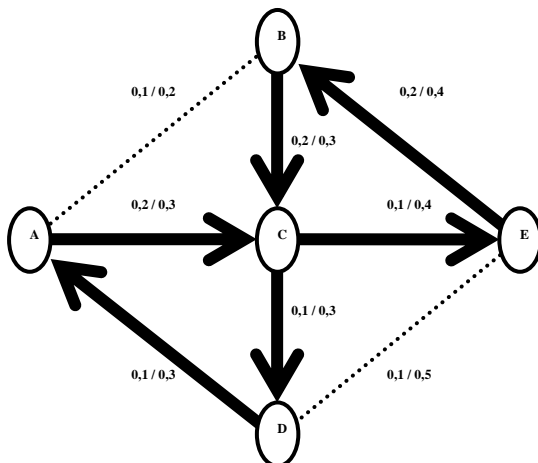
$$P_{CD} = \frac{0,1^{0,1} \cdot 0,3^{0,3}}{(0,2 \cdot 0,3) + (0,1 \cdot 0,3)}$$

$$= 3,489719$$

Path terbaik



Pada tahap kelima ini ditetapkan bahwa path CD memiliki nilai probabilitas tertinggi dibandingkan dengan path CA. Sehingga jalur yang dilewati semut mulai ketika semut start menuju kota E hingga kembali lagi ke kota A dapat dilihat pada gambar dibawah ini ;



Gambar 7. Pemilihan jalur dari kota A

ke kota E hingga kembali ke kota A

Berikut statistik hasil perhitungan tiap path/jalur yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel analisis Jalur terpendek dengan ant colony optimization.

Tabel 1. Jalur Terpendek dengan Ant Colony

Path	r	q	s	t	r'	q'	Total Ppath	P	P terbaik
AB	0.1	0.2	0.1	0.3	0.7943282	0.6170339	0.11	4.453703809	
AC	0.2	0.3	0.1	0.3	0.8513399	0.6968453	0.11	5.393202049	5.393202049
AD	0.1	0.3	0.1	0.3	0.7943282	0.6968453	0.11	5.032035441	
CB	0.2	0.3	0.1	0.3	0.8513399	0.6968453	0.13	4.56473617	
CD	0.1	0.3	0.1	0.3	0.7943282	0.6968453	0.13	4.257878143	
CE	0.1	0.4	0.1	0.3	0.7943282	0.7596578	0.13	4.641674105	4.641674105
EB	0.2	0.4	0.1	0.3	0.8513399	0.7596578	0.17	3.804276508	3.804276508
EC	0.1	0.4	0.1	0.3	0.7943282	0.7596578	0.17	3.549515482	
ED	0.1	0.5	0.1	0.3	0.7943282	0.8122534	0.17	3.791264777	
BA	0.1	0.2	0.1	0.3	0.7943282	0.6170339	0.08	6.126392737	
BC	0.2	0.3	0.1	0.3	0.8513399	0.6968453	0.08	7.415852817	7.415852817
CA	0.2	0.3	0.1	0.3	0.8513399	0.6968453	0.09	6.591691395	
CB	0.1	0.3	0.1	0.3	0.7943282	0.6968453	0.08	6.919048732	6.919048732

D. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Metode Ant Colony Optimization memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode yang lain dalam penerapannya pada kasus pencarian jalur. Ketepatan memilih jalur berdasarkan probabilitas memungkinkan aplikasi bisa lebih cerdas dalam mengambil keputusan.

2. Saran

Penelitian selanjutnya agar lebih mengembangkan penggunaan konsep pengembangan aplikasi kecerdasan buatan dengan menggunakan metode Ant Colony Optimization dengan mengkombinasikan dengan metode lain untuk proses dinamisasi penentuan kriteria secara random agar aplikasi yang dihasilkan lebih optimal dalam proses pengambilan keputusan dan hasilnya bisa lebih maksimal.

REFERENSI

- [1] Arnaout, J.-P., "Ant Colony Optimization Algorithm for The Euclidean Location-Allocation Problem With Unknown Number of Facilities," *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2011.
- [2] Chietz. (2006). "Algoritma Semut". <http://chietz.wordpress.com/2006/12/05/algoritma-semut>
- [3] Dorigo, M., dan Socha K. (2007), *An Introduction to Ant Colony Optimization*, Tech.Rep/IRIDIA/2006-010, Université Libre de Bruxelles, Belgium.
- [4] Dorigo, M. and Stutzle, T., "Ant Colony Optimization: Overview and Recent Advances," *Handbook of Metaheuristics*, Vol. 146, pp. 227-264, 2010.
- [5] Dorigo, M. and Caro, D. G., "Ant Algorithms for Discrete Optimization," *Artificial Life*, Vol. , pp. 137-172, 1999.
- [6] Hlaing, Z. and Khine, M. A., "An Ant Colony Optimization Algorithm for Solving Traveling 7 Salesman Problem," *International Conference on Information Communication and Management*, Vol. 16, pp. 54-59, 2011.
- [7] Khandre, H. S., "Review of Application of Ant Colony Optimization," *International Journal of Engineering Science and Technology*, pp. 41-47, 2011.
- [8] Qiong, Z. e. a., "An Ant Colony Optimization Model for Parallel Machine Scheduling with Human Resource Constraints," *DET2009 Proceedings, AISC*, Vol. 66, pp. 917-926, 2010.
- [9] Wardy, "Penggunaan Graf dalam Algoritma Semut untuk Melakukan Optimisasi". Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, E-mail: if15035@students.if.itb.ac.id