

REKAYASA APLIKASI PENCARI RUTE LOKASI INDUSTRI MENGUNAKAN ALGORITMA ANT COLONY SYSTEM

Anwar Hidayat¹⁾, Agung Budi Prasetyo²⁾

^{1,2)} Teknik Informatika, STMIK AKAKOM
Jl. Raya Janti 143 Karangjambé, Yogyakarta
e-mail: agung_bp@akakom.ac.id²⁾

ABSTRAK

Algoritma Ant Colony System merupakan teknik untuk menyelesaikan masalah pencarian rute. Algoritma Ant Colony System terinspirasi oleh tingkah laku semut dalam suatu koloni. Semut mampu menemukan Rute dari sumber makanan ke sarang mereka tanpa menggunakan isyarat visual dengan memanfaatkan informasi feromon. Sambil berjalan, semut meninggalkan jejak feromon di tanah, dan feromon ini akan membimbing semut lain untuk menemukan sumber makanan. Algoritma Ant Colony System telah banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah pencarian rute. Makalah ini melaporkan hasil penelitian berupa pembuatan aplikasi penentuan rute lokasi industri berbasis web untuk memudahkan orang menentukan rute industri.

Pengujian aplikasi dilakukan dalam kasus pencarian industri mebel di kabupaten Jepara. Dengan dataset berupa 10 titik lokasi perusahaan mebel di Kabupaten Jepara yang ditandai dengan latitude dan longitude, aplikasi mampu menemukan rute antara 2 lokasi industri. Selain rute, aplikasi juga dapat menghitung estimasi jarak antar lokasi tersebut dalam satuan kilometer. Dengan menggunakan google maps API, aplikasi ini menawarkan solusi pencarian rute industri secara online berbasis GIS.

Kata Kunci: Algoritma Ant Colony System, GIS.

ABSTRACT

Ant Colony System algorithm is a technique to solve the problem of route search. Ant Colony System algorithm inspired by the behavior of ants in a colony. Ants were able to find a route from a food source to their nest without using visual cues by using pheromone information. While walking, ants leaving pheromone trail on the ground, and these pheromones will guide other ants to find food sources. Ant Colony System algorithm has been widely used to solve the problems of route search. This paper reports the results of making the search application of industry location.

Application testing has been done in the case of finding the furniture industry in Jepara regency. With 10 locations point of furniture company in Jepara regency as a dataset, characterized by latitude and longitude, the application is able to find a route between two locations industries. In addition to these, the application can also calculate an estimate of the distance between the location in kilometer. By using google maps API, this application offers search solutions industry online service based on GIS.

Keywords: Enter Ant Colony System algorithm, GIS.

I. PENDAHULUAN

Algoritma *Ant Colony System* merupakan algoritma yang cocok untuk menyelesaikan masalah komputasional dalam menentukan jalur suatu objek. *Ant Colony System* sendiri merupakan salah satu algoritma dari metode heuristik yang merupakan salah satu pencarian jalur terpendek selain metode konvensional. *Ant Colony System* diadopsi dari perilaku semut yang dikenal sebagai sistem semut [1]. Secara alamiah semut dapat menentukan rute dalam perjalanan dari sarang ke tempat-tempat sumber makanan. *Ant Colony System* dapat menemukan rute jarak terpendek antara sarang dan sumber makanan berdasarkan jejak kaki pada lintasan yang dilalui. Semakin banyak semut yang melalui lintasan maka akan semakin jelas jejak kakinya. Hal ini akan menyebabkan lintasan yang dilalui semut dalam jumlah sedikit, semakin lama akan berkurang kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan akan tidak ada dilewati sama sekali, dan sebaliknya, lintasan yang dilalui semut dalam jumlah banyak, semakin lama akan semakin bertambah kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan semut akan melalui lintasan tersebut.

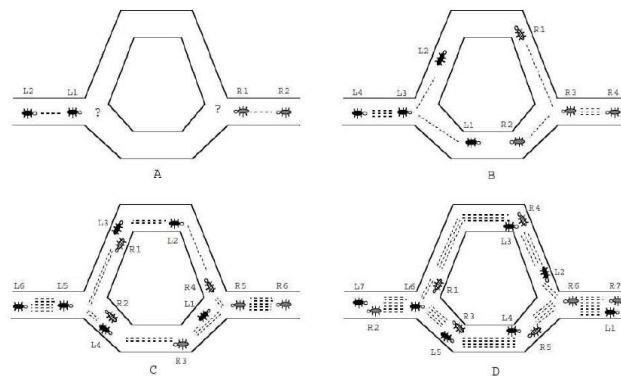
Masalah yang kemudian muncul adalah bagaimana algoritma ini dapat dimanfaatkan untuk kepentingan-kepentingan masyarakat atas adanya kebutuhan aplikasi-aplikasi yang dapat memudahkan seseorang untuk mengetahui letak dan rute menuju ke tempat tertentu. Referensi [2-3] memaparkan upaya pemanfaatan algoritma *Ant Colony System* dalam pencarian rute, baik rute ke tujuan tetap maupun tujuan tidak tetap.

Makalah ini memaparkan bagaimana pemanfaatan Algoritma *Ant Colony System* dalam pembuatan

aplikasi pencarian rute terhadap obyek industri. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan Google Maps (GM). Google Maps adalah layanan online dapat ditambahkan kedalam sebuah website menggunakan Google Maps API (Application Programming Interface) [4]. Google Maps API dapat ditambahkan ke website menggunakan JavaScript. API tersebut menyediakan banyak fasilitas dan utilitas untuk memanipulasi peta dan menambahkan konten ke peta melalui berbagai layanan, memungkinkan untuk membuat aplikasi peta yang kuat pada sebuah website.

II. ALGORITMA ANT COLONY SYSTEM

Berdasarkan prinsip kerjanya, algoritma *Ant Colony System* meniru perilaku semut yang memanfaatkan feromon untuk menemukan jalur rute antara dua titik (Gambar 1). Dalam pergerakannya yang pertama akan dilakukan semut adalah mencari secara acak dengan membawa zat feromon, kemudian setelah menemukan makanan, semut akan kembali ke sarang melewati jalur yang sudah dilewatinya. Semakin sering semut tersebut melewati jalur maka jejak feromon akan semakin menguat..



Gambar 1. Mekanisme Pergerakan Koloni Semut

Langkah-langkah algoritma *ant colony system* yaitu [5]:

LANGKAH 1

a. Inisialisasi parameter-parameter algoritma dan inisialisasi titik pertama setiap semut.

1. Intensitas jejak semut antar lokasi industri dan perubahannya (T_{ij}).
2. Banyak lokasi industri (n) termasuk koordinat (x,y) atau jarak antar lokasi industri (d_{ij}) serta lokasi industri asal dan lokasi industri tujuan.
3. Tetapan siklus-semut (Q).
4. Tetapan pengendali intensitas jejak semut(α), nilai $\alpha \geq 0$.
5. Tetapan pengendali visibilitas (β), nilai $\beta \geq 0$.
6. Visibilitas antar lokasi industri = $1/d_{ij}$ (η_{ij}).
7. Tetapan penguapan jejak semut (ρ), nilai ρ harus > 0 dan < 1 untuk mencegah jejak pheromone yang tak terhingga.
8. Jumlah siklus maksimum (NC_{max}) bersifat tetap selama algoritma dijalankan, sedangkan τ_{ij} akan selalu diperbaharui harganya pada setiap siklus algoritma mulai dari siklus pertama ($NC=1$) sampai tercapai jumlah siklus maksimum($NC=NC_{max}$) atau sampai terjadi konvergensi.

b. inisialisasi lokasi industri pertama setiap semut

Setelah inisialisasi T_{ij} dilakukan, kemudian m semut ditempatkan pada lokasi industri pertama tertentu secara acak.

LANGKAH 2

Pencatatan lokasi industri yang dilalui oleh objek semut. Setiap objek semut yang melakukan pencarian lokasi industri tujuan akan mencatat nama lokasi industri yang dilaluinya sehingga kita dapat mengetahui jalur perjalanan semut. lokasi industri awal merupakan lokasi industri yang pertama kali dicatat.

LANGKAH 3

Penyusunan rute kunjungan setiap semut ke setiap lokasi industri. Sebelum melakukan pemilihan lokasi industri tujuan dalam menelusuri lokasi industri, dibuat suatu daftar hubungan antar lokasi industri.

Daftar hubungan lokasi industri ini berisikan lokasi industri yang memiliki hubungan lokasi industri asal perjalanan. *Ant colony system* yang sudah terdistribusi ke sejumlah atau setiap lokasi industri, akan mulai melakukan perjalanan dari lokasi industri pertama masing-masing sebagai lokasi industri asal dan salah satu lokasi industri lainnya sebagai lokasi industri tujuan. Kemudian dari lokasi industri kedua, masing-masing koloni semut akan melanjutkan perjalanan dengan memilih salah satu dari lokasi industri yang tidak terdapat pada daftar hubungan lokasi industri sebagai lokasi industri tujuan selanjutnya. Perjalanan koloni semut berlangsung terus menerus sampai lokasi industri terakhir tidak memiliki hubungan dengan lokasi industri lain atau hubungan yang dimiliki oleh lokasi industri tersebut sudah tercatat dalam catatan si semut. Untuk menentukan lokasi industri tujuan digunakan persamaan probabilitas lokasi industri untuk dikunjungi sebagai berikut :

$$P_{ij}^k = \frac{[t_{ij}]^a \cdot [n_{ij}]^b}{\sum [t_{ij}]^a \cdot [n_{ij}]^b} \quad (1)$$

dengan i sebagai indeks lokasi industri asal dan j sebagai indeks lokasi industri tujuan

LANGKAH 4

a. Perhitungan panjang rute setiap semut

Perhitungan panjang rute tertutup (length closed tour) atau Lk setiap semut dilakukan setelah satu siklus diselesaikan oleh semua semut. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan Panjang Jalur masing-masing semut.

b. Pencarian rute

Setelah Lk setiap semut dihitung, akan didapat harga minimal panjang rute tertutup setiap siklus atau LminNC dan harga minimal panjang rute tertutup secara keseluruhan atau Lmin.

c. Perhitungan perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar titik.

LANGKAH 5

Perhitungan harga intensitas jejak kaki semut antar lokasi industri untuk siklus selanjutnya. Harga intensitas jejak kaki semut antar lokasi industri pada semua lintasan antar lokasi industri ada kemungkinan berubah karena adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang melewati. Untuk siklus selanjutnya, semut yang akan melewati lintasan tersebut harga intensitasnya telah berubah. Harga intensitas jejak kaki semut antar lokasi industri untuk siklus selanjutnya

LANGKAH 6

Jika Siklus maksimum (Ncmax) belum terpenuhi, algoritma diulang lagi dari langkah 2 dengan harga parameter intensitas jejak kaki semut antar lokasi industri yang sudah diperbaharui.

III. PERANCANGAN APLIKASI

Berdasarkan langkah-langkah *ant colony system* di atas, pada penelitian ini dibuatlah model pencarian rute menggunakan flowchart program sebagaimana tersaji pada gambar 2.

Penghitungan probabilitas pada penentuan rute lokasi industri menggunakan Algoritma *ant colony system* dilakukan dengan alur sebagaimana tersaji pada gambar 3. Perhitungan probabilitas digunakan untuk pemilihan lokasi industri selanjutnya yang akan dituju. Setelah probabilitas dihitung selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas.

Desain dari aplikasi pencarian ini meliputi :

1. Kebutuhan Input

a. Input admin

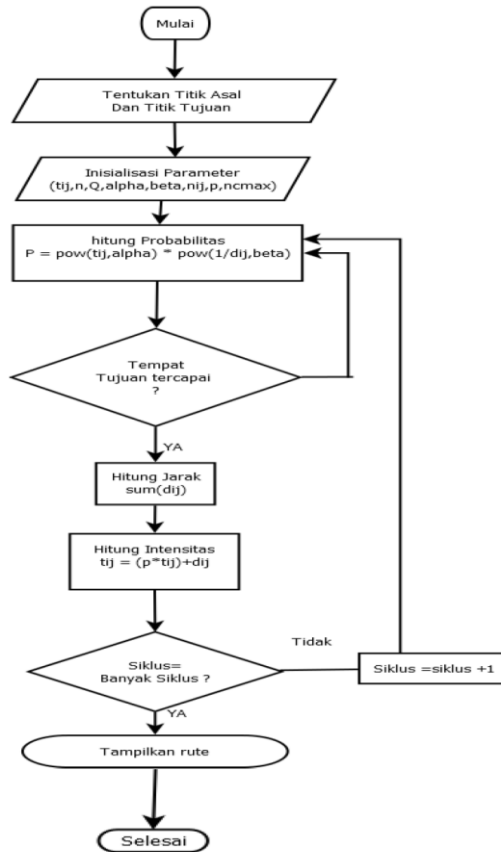
- Input data lokasi industri (nama lokasi industri, alamat, titik latitude dan longitude)
- Input data kategori
- Input data lokasi pendukung (latitude dan longitude)
- Input titik (jarak Titik Tetangga).

b. Input Pengunjung

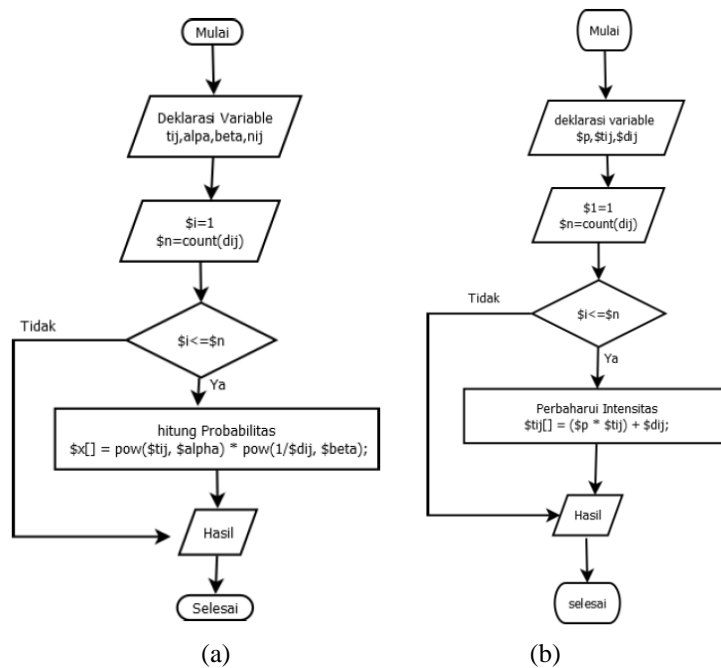
Pengunjung memasukan titik awal dan titik tujuan untuk mendapatkan jarak terdekat antara dua objek lokasi industri.

2. Kebutuhan Output

Hasil output dari program adalah berupa rute beserta jarak antar dua objek lokasi industri.

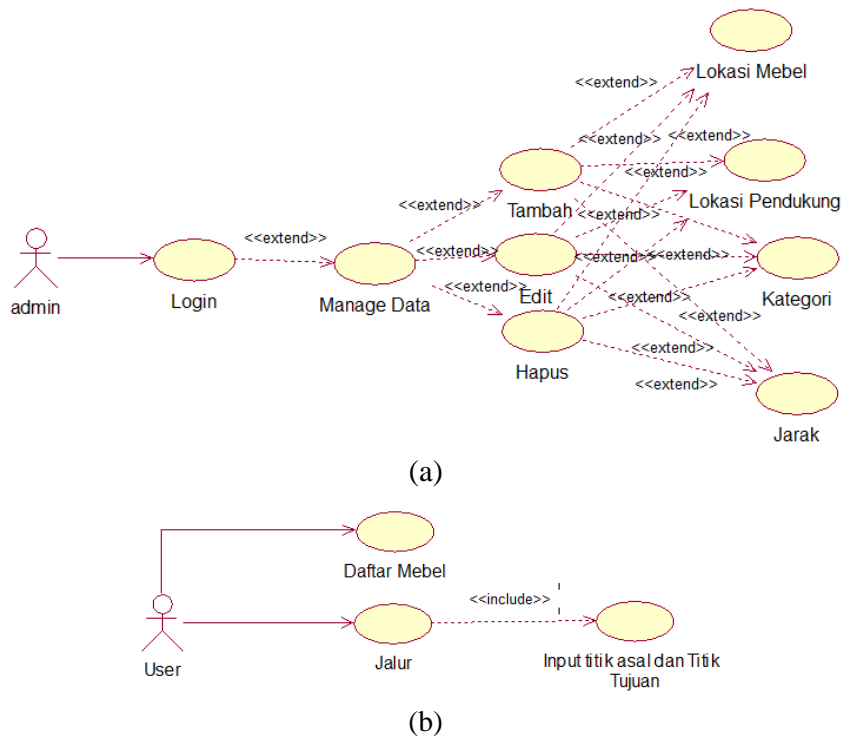


Gambar 2. Flowchart Algoritma Ant Colony System



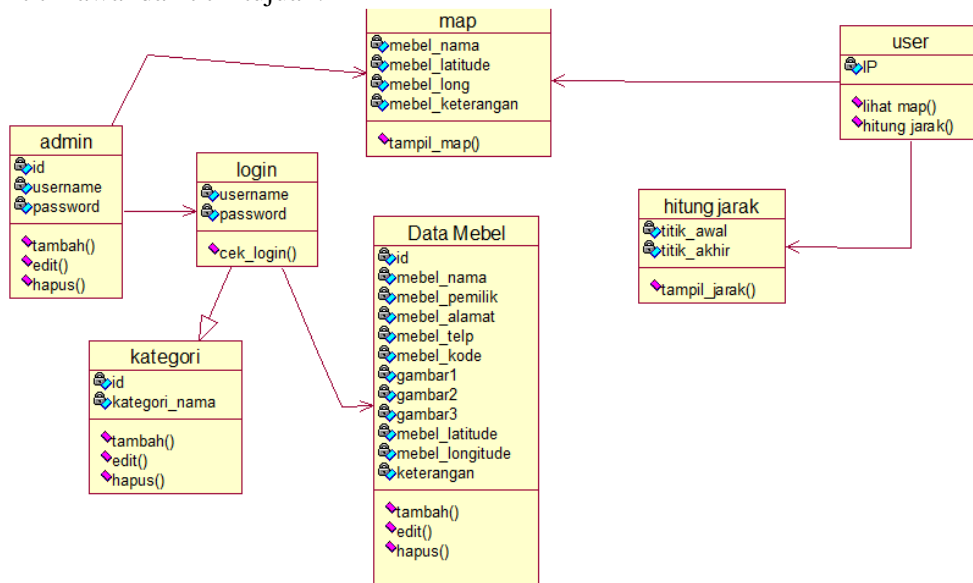
Gambar 3. Flowchart penghitungan (a) probabilitas dan (b) intensitas rute industri

Melalui antar muka pengguna sistem dapat berinteraksi dengan aplikasi sesuai alur usecase yang tersaji pada gambar 4.



Gambar 4. (a) Usecase admin dan (b) usecase pengunjung

Pada use case (gambar 4) user atau pengunjung bisa menghitung jarak antara objek dengan cara memasukkan titik awal dan titik tujuan.

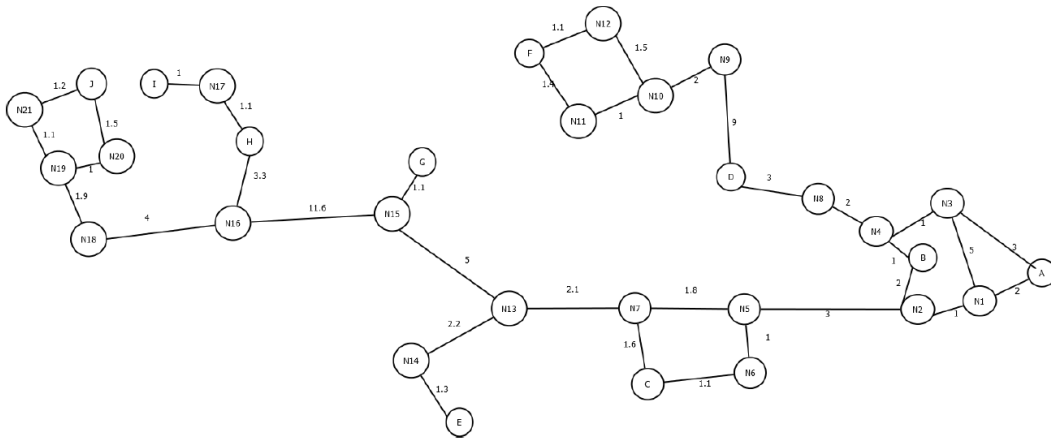


Gambar 5. Class Diagram

Gambar 5 menampilkan class diagram dari Aplikasi. Terdapat class admin dimana admin memiliki username dan password untuk bisa masuk ke dalam sistem, admin ini memiliki hak penuh untuk mengatur jalannya sistem mulai dari tambah data, edit data hingga hapus data, dan selanjutnya class diagram di atas digunakan sebagai acuan dalam pembuatan kode, mulai dari menentukan atribut hingga methodnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Purwarupa aplikasi telah diuji dalam kasus pencarian rute lokasi industri mebel di kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Gambar 6 menyajikan graf beberapa titik yang merupakan titik asal dan titik tujuan. Titik ditentukan berdasarkan peta kabupaten Jepara yang menunjukkan persimpangan jalan dan lokasi industri serta terdapat jarak antar titik.



Titik	Keterangan
A	PT. CHIA JIANN INDONESIA FURNITURE
B	PT. SINMALINDO ABADI
C	PT. DESA KAYU
D	PT. ELEGANCE CARPENTRY
E	PT. TOP FINE FURNITURE
F	PT. AUNIKA JAVA ART
G	PT. EKSOTIKA ABADI
H	PT. SANDINGSIH LESTARI
I	CV. ANG FURNITURE
J	ANDIL KARYA FURNITURE
N1-N21	Titik Pendukung

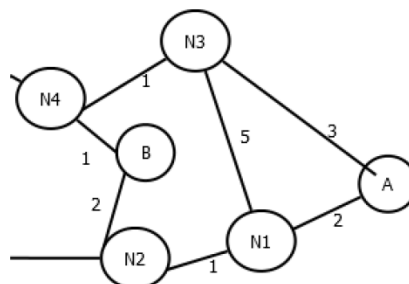
Gambar 6. Graf Titik Asal dan Titik Tujuan

Tabel 1 mendokumentasikan jarak antar titik yang dibutuhkan pada saat aplikasi dijalankan.

TABEL I.
JARAK ANTAR TITIK

Titik Asal	Titik Tetangga	Jarak (KM)	Titik Asal	Titik Tetangga	Jarak (KM)
A	N1	2	N5	N6	1
A	N3	3	F	N11	1.4
N1	N2	1	N6	C	1.1
N3	N4	1	C	N7	1.6
N4	B	1	N5	N7	1.8
N4	N8	2	N7	N13	2.1
N8	D	3	N14	E	1.3
D	N9	3	N13	N15	5
N9	N10	9	N15	G	11.6
N10	N11	1	N18	N19	1.9
N10	N12	1.5	N19	N20	1
N12	F	1.1	N20	J	1.5
N2	N5	3			

Pada pengujian dilakukan simulasi pencarian rute dari lokasi industri PT. Chia Jiann Indonesia Furniture ke lokasi industri PT. Elegance Carpentry dengan skema pencarian sebagaimana tersaji pada gambar 7.



Gambar 7. Graf Rute

Dari graf rute selanjutnya disusun jarak antar lokasi industri mebel (d_{ij}) sebagaimana tersaji pada tabel 2 dan tabel 3.

TABEL II.
JARAK ANTAR INDUSRI MEBEL :

	PT. Chia Jiann Indonesia Furniture	N1	N2	N3	N4	PT. Elegance Carpentry
PT. Chia Jiann Indonesia Furniture	-	2	-	3	-	-
N1	2	-	1	5	-	-
N2	-	1	-	-	-	2
N3	3	5	-	-	1	-
N4	-	-	-	1	-	1
PT. Elegance Carpentry	-	-	2	-	1	-

Parameter-parameter yang digunakan adalah Alfa =1.00 , Beta =1.00 , Rho =0.50 , Tij awal = 0.01, Maksimum siklus=2, Tetapan siklus semut (q)=1 , Pencarian jalur = PT. Chia Jiann Indonesia Furniture → PT. Elegance Carpentry. Dari jarak lokasi industri yang telah diketahui dapat dihitung visibilitas antar lokasi industri (n_{ij}) = $1/d_{ij}$.

TABEL III.
VISIBILITAS ANTAR INDUSRI MEBEL :

	PT. Chia Jiann Indonesia Furniture	N1	N2	N3	N4	PT. Elegance Carpentry
PT. Chia Jiann Indonesia Furniture	-	0.5	-	0.3333	-	-
N1	0.5	-	1	0.2	-	-
N2	-	1	-	-	-	0.5
N3	0.3333	0.2	-	-	1	-
N4	-	-	-	1	-	1
PT. Elegance Carpentry	-	-	0.5	-	1	-

Probabilitas dari lokasi industri mebel PT. Chia Jiann Indonesia Furniture ke Setiap lokasi industri mebel berikutnya dapat diuji dengan persamaan (1):

d_{ij} A

Untuk $\Sigma[t_{ij}]^a.[n_{ij}]^b = (0,01*0,5) + (0,01*0,3333) = 0,008333$

Dengan demikian dapat dihitung probabilitas dari lokasi industri PT. Chia Jiann Indonesia Furniture ke Setiap lokasi industri :

Lokasi industri N1 = $(0,01)^{1,00} \cdot (0,5)^{1,00} / 0,008333 = 0,6$

Lokasi industri N3 = $(0,01)^{1,00} \cdot (0,333)^{1,00} / 0,008333 = 0,4$

Dari hitungan probabilitas di atas maka lokasi industri N1 terpilih sehingga jalur selanjutnya PT. Chia Jiann Indonesia Furniture →N1. Kemudian N1 akan mencari lokasi industri selanjutnya.

d_{ij} N1

Untuk $\Sigma[t_{ij}]^a.[n_{ij}]^b = (0,01*1) + (0,01*0,2) = 0,012$

Dengan demikian dapat dihitung probabilitas dari lokasi industri N1 ke Setiap lokasi industri :

Lokasi industri N1-N2 = $(0,01)^{1,00} \cdot (1)^{1,00} / 0,012 = 0,83333$

Lokasi industri N1-N3 = $(0,01)^{1,00} \cdot (0,2)^{1,00} / 0,012 = 0,166667$

Dari hitungan probabilitas diatas maka lokasi industri N2 terpilih sehingga jalur Selanjutnya PT. Chia Jiann Indonesia Furniture →N1→N2

d_{ij} N2

Untuk $\Sigma[t_{ij}]^a.[n_{ij}]^b = (0,01*0,5) = 0,005$

Dengan demikian dapat dihitung probabilitas dari lokasi industri N2 ke Setiap lokasi industri :

Lokasi industri N2- PT. Elegance Carpentry = $(0,5)^{1,00} / 0,005 = 1$

Dari hitungan probabilitas diatas maka lokasi industri PT. Elegance Carpentry terpilih sehingga jalur Akhir dari PT. Chia Jiann Indonesia Furniture →N1→N2→ PT. Elegance Carpentry.

Dengan total jarak: PT. Chia Jiann Indonesia Furniture \rightarrow N1 =2 km, N1 \rightarrow N2 =1 km , N2 \rightarrow PT. Elegance Carpentry =2 km, diperoleh jarak PT. Chia Jiann Indonesia Furniture \rightarrow N1 \rightarrow N2 \rightarrow PT. Elegance Carpentry = 5 KM, sebagaimana tersaji pada gambar 8.

(a)



5

KM

(b)

Gambar 8. (a) Input lokasi asal dan tujuan (b) Hasil Penghitungan Jarak

Dari pengujian tersebut di atas aplikasi telah berhasil menemukan rute-rute antar lokasi industri mebel di Kabupaten Jepara dengan estimasi jarak yang terukur. Sekalipun rute yang ditemukan cukup pendek belum bisa dipastikan bahwa rute tersebut adalah rute yang terpendek untuk seluruh dataset industri mebel Kabupaten Jepara. Hal ini dikarenakan sifat data industri mebel Jepara itu sendiri yang relatif sederhana, disamping sifat dari algoritma ant colony system itu sendiri yang lebih bersifat pencarian buta (*blind search*) di mana lebih mengutamakan pemilihan jarak terpendek yang sifatnya sesaat sebagai rute yang akan ditempuh dibanding jarak terpendek yang bersifat global.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Secara umum aplikasi pencarian rute industri menggunakan algoritma *Ant Colony System* dapat digunakan untuk menemukan rute antar lokasi industri khususnya industri mebel di Kabupaten Jepara. Namun demikian aplikasi ini belum dapat digunakan untuk membuktikan bahwa rute ditemukan adalah rute terpendek untuk seluruh dataset lokasi industri mebel di Kabupaten Jepara. Hal ini disebabkan oleh sifat data yang cukup sederhana. Untuk meningkatkan kesahihannya aplikasi perlu diuji cobakan terhadap dataset yang lebih kompleks.

REFERENSI

- [1] Dorigo, M dan Gambardella, L.M. “*Ant Colony System : A cooperative Learning Approach to the Travelling Salesman Problem*”, Universitas Libre de Bruxeless Belgium, 1996.
- [2] Laksono, proba Tri, “*Aplikasi Pencarian Jarak Terpendek Rumah Sakit Terdekat di Sragen Menggunakan Algoritma Semut Berbasis Android*”, Universitas Pembangunan Nasional “VETERAN” YOGYAKARTA, 2005.
- [3] Sanjaya, Doni, “*Implementasi Mobile Tracking Menggunakan Metode Ant Colony dan Google Maps API*”, 2014..
- [4] Google, Google maps. <https://maps.google.com/>. diakses pada Januari 2016.
- [5] Jamilah, Euis S.Kom. “*Algoritma Ant System dalam Minimum Spanning Tree*”, Universitas Komputer Indonesia, 2005.