

PENERAPAN ANT-COLONY OPTIMIZATION PADA FITUR EVAKUASI GEMPA BMKG

Iffa Dwi Maulidina¹, Sarah Astiti², Jihan Kumala³, Intan Yulita Wibowo⁴, Reka Juliyana⁵

^{1,2,3,4} Prodi S1 Sistem Informasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

¹17103073@ittelkom-pwt.ac.id, ²Sarah@ittelkom-pwt.ac.id, ³17103074@ittelkom-pwt.ac.id,

⁴17103094@ittelkom-pwt.ac.id, ⁵17103101@ittelkom-pwt.ac.id,

Abstract

Agar dapat menghemat waktu untuk sampai di tempat tujuan, penggunaan rute terdekat menjadi pilihan terutama pada saat keadaan darurat seperti evakuasi bencana. Penggunaan rute terdekat untuk menentukan jalur evakuasi merupakan pengamanan yang diperlukan terutama oleh masyarakat dengan daerah yang mempunyai potensi bencana tinggi. Dengan adanya penambahan fitur notifikasi jalur evakuasi terdekat pada aplikasi BMKG, maka akan memudahkan masyarakat mendapatkan peringatan dan sesegera mungkin melakukan evakuasi ke lokasi yang sudah direkomendasikan oleh maps dengan menampilkan pilihan rute jalur terdekat untuk menuju lokasi evakuasi.

Ant Colony Optimization (ACO) merupakan salah satu cara untuk mencari perhitungan dengan jalur paling baik melalui graf dengan teknik probalistik, algoritma ini terinspirasi dari koloni semut yang mencari makan. Simple Additive Weighted (SAW) merupakan metode pencarian jumlah terbobot dari rating kinerja setiap alternatif di semua atribut yang digunakan untuk menyelesaikan masalah Multi-Attribute Decision Making (MADM).

Pada penelitian ini, kami mencoba menambahkan satu fitur baru pada aplikasi BMKG yang telah ada sebelumnya, yaitu fitur jalur evakuasi berbasis android dan IOS. Fitur ini berfungsi untuk memberi notifikasi ketika terjadi suatu bencana serta menampilkan jalur evakuasi tercepat, dalam penelitian ini kami contohkan bencana gempa bumi dengan mengkombinasikan metode Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) dengan Simple Additive Weighting (SAW). Metode pengembangan sistem yang penulis gunakan yaitu metode System Development Life Cycle (SDLC) Waterfall serta rancangan sistem berbasis Object Oriented. Pada penelitian ini, IT Telkom Purwokerto merupakan node awal dan Lapangan KarangAnyar, Pancurawis menjadi node akhirnya (titik evakuasi). Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil rute terpendek pada titik 1-10-6-7-8-9 dengan panjang rute 0,846 m.

Keywords: *Ant Colony Optimization, SAW, Jalur Evakuasi*

I. INTRODUCTION

Perkembangan teknologi sistem informasi kini sudah merambah ke semua bidang, terutama untuk media informasi baik untuk kebutuhan industri maupun untuk kebutuhan masyarakat. Salah satu teknologi sistem informasi di bidang geografis yang sedang berkembang yaitu pencarian rute terdekat (shortest

path). Agar dapat menghemat waktu untuk sampai di tempat tujuan, penggunaan rute terdekat menjadi pilihan terutama pada saat keadaan darurat seperti evakuasi bencana.

Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (Walhi) menemukan peningkatan kerentanan risiko bencana di Pulau Jawa. Mengutip data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), dari total 1900 kejadian bencana, hampir 600 diantaranya terjadi di Provinsi Jawa Tengah, ini mengindikasikan bahwa Provinsi Jawa Tengah memiliki potensi bencana lebih besar dibanding provinsi lainnya dengan sumber bencana berasal dari gunung berapi ataupun laut.

Penggunaan rute terdekat untuk menentukan jalur evakuasi merupakan pengamanan yang diperlukan terutama oleh masyarakat dengan daerah yang mempunyai potensi bencana tinggi. Dengan adanya penambahan fitur notifikasi jalur evakuasi pada aplikasi BMKG akan memudahkan masyarakat untuk mendapatkan peringatan dan sesegera mungkin melakukan evakuasi ke lokasi yang sudah direkomendasikan oleh maps dengan menampilkan pilihan rute jalur terdekat untuk menuju lokasi evakuasi.

Banyak Algoritma pencarian rute terdekat yang sedang dikembangkan, mengingat pentingnya pencarian rute terdekat terhadap masyarakat pada saat keadaan darurat. Ant Colony Optimization (ACO) merupakan algoritma yang unik karena ini diadopsi dari Koloni Semut yang sedang mencari makanan dari sarang menuju suatu sumber makanan, dengan cara meninggalkan jejak kaki yang disebut Pheromon.

II. LITERATURE REVIEW

2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan peristiwa yang terjadi akibat adanya pelepasan energi yang tersimpan secara tiba-tiba di kerak bumi. Seismometer merupakan alat yang digunakan dalam mengukur kekuatan gempa bumi, umumnya dikenal dengan seismograf. Besarnya gempa bumi dilaporkan secara konvensional dengan menggunakan skala richter atau skala moment.

2.2 Evakuasi

Evakuasi adalah jalan keluar segera atau pelarian orang-orang dari suatu daerah yang berisi ancaman yang akan terjadi, ancaman yang berkelanjutan atau bahaya terhadap jiwa atau harta benda. Evakuasi dapat dilakukan sebelum, selama atau sesudahh bencana seperti: letusan gunung berapi, badai tropis, banjir, gempa bumi, tsunami, kebakaran hutan, kecelakaan industri, serangan militer serta wabah virus.

2.3 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan merupakan sebuah sistem berbasis komputer interaktif yang melayani kebutuhan pengambilan keputusan dari seorang manajer. Ini menyediakan manajer dengan informasi yang memungkinkan mereka untuk membuat kedua keputusan semi-terstruktur dan tidak terstruktur. Sebuah DSS mempekerjakan berbagai model analitis untuk melakukan analisis data tingkat rendah dan menghasilkan informasi.

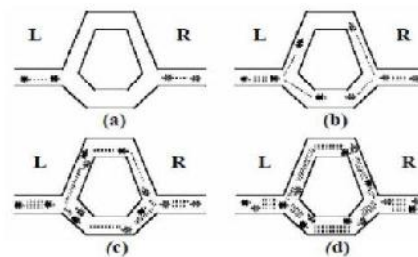
Seorang manajer dapat menerapkan pengetahuannya ke sistem yang dihasilkan informasi dan mendapatkan pandangan yang lebih jelas tentang masalah. Penggunaan sistem pendukung keputusan biasanya meningkatkan kemampuan manajer untuk membuat keputusan yang benar dan seimbang.

2.4 Ant Colony Optimization

Ant Colony Optimization (ACO) merupakan salah satu cara untuk memecahkan masalah perhitungan dengan jalur terbaik melalui graf dengan teknik probalistik, algoritma ini terinspirasi dari koloni semut yang mencari makan. Komunikasi berbasis feromon dari semut biologis seringkali merupakan paradigma yang dominan digunakan. Kombinasi semut buatan dan algoritma pencarian lokal telah menjadi metode pilihan

untuk berbagai tugas optimasi yang melibatkan semacam grafik, misalnya, routing kendaraan dan internet routing.

Awalnya algoritma ini diusulkan oleh Marco Dorigo pada tahun 1992 dalam tesis PhD nya, Algoritma pertama bertujuan untuk mencari jalan yang optimal dalam sebuah grafik, berdasarkan perilaku semut mencari jalan antara koloni mereka dan sumber makanan. Ide asli sejak diversifikasi untuk memecahkan kelas yang lebih luas dari masalah numerik, dan sebagai hasilnya, beberapa masalah telah muncul, menggambar pada berbagai aspek perilaku semut. Dari perspektif yang lebih luas, ACO melakukan pencarian berbasis model dan berbagi beberapa kesamaan dengan estimasi. algoritma distribusi. masalah optimasi (Fransisca Arvevia I A, 2014).



Gambar 1. Perjalanan semut menemukan sumber makanan

Simple Additive Weight

Dalam menghitung suatu sistem pendukung keputusan, salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode Simple additive Weighting (SAW). Simple Additive Weighted (SAW) merupakan metode pencarian jumlah terbobot dari rating kinerja setiap alternatif disemua atribut yang digunakan untuk menyelesaikan masalah Multi-Attribute Decision Making (MADM). Dalam metode ini dilakukan proses penentuan nilai bobot pada setiap kriteria. Skor penilaian dihitung untuk setiap alternatif dengan mengalikan nilai skala yang diberikan kepada alternatif dari atribut tersebut dengan bobot relatif kepentingan diikuti oleh penjumlahan nilai untuk semua kriteria.

2.6 System Development Life Cycle (SDLC)

Serangkaian kegiatan yang direncanakan untuk mengembangkan atau mengubah produk perangkat lunak merupakan pengertian dari Siklus hidup pengembangan perangkat lunak (SDLC). Siklus hidup pengembangan perangkat lunak (SDLC) adalah sebuah proses yang digunakan oleh industri perangkat lunak untuk merancang, mengembangkan dan menguji Software berkualitas tinggi. Menghasilkan perangkat lunak berkualitas tinggi yang memenuhi atau melampaui ekspektasi pelanggan, mencapai penyelesaian dalam waktu dan perkiraan biaya merupakan tujuan dari SDLC.

2.7 Waterfall Model

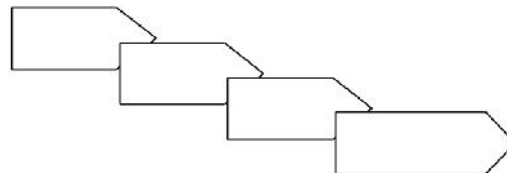
Waterfall model adalah model proses pertama yang diperkenalkan. Hal ini juga disebut sebagai siklus hidup model linear. Dalam model Waterfall, setiap fase harus diselesaikan sebelum fase berikutnya dapat dimulai dan tidak ada tumpang tindih dalam fase.

Waterfall model menggambarkan proses pengembangan perangkat lunak dalam aliran berurutan linier. Ini berarti bahwa setiap fase dalam proses pengembangan dimulai hanya jika tahap sebelumnya selesai. Dalam model Waterfall ini, fase tidak tumpang tindih.

III. RESEARCH METHOD

3.1 Metode System Development Life Cycle (SDLC) Waterfall

Metode SDLC merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam pengembangan sistem pada umumnya. Dengan kombinasi metode waterfall, pengembangan perangkat lunak ini dilakukan secara semantik dan sekuensial, yang dimulai dari Planning, Analysis, Design dan Implementation.



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall

3.1.1 Planning

Tahap perencanaan dilakukan dengan

memahami algoritma Ant Colony Optimatization menentukan jarak terpendek serta menggunakan bobot jarak menggunakan SAW, dengan penjelasan aktivitas yang dilakukan pada tahap ini dapat dilihat pada tabel

Tabel 1. Rincian tahap Planning

No	Tahapan	Dekripsi
1	Identifikasi Masalah	Pada Aplikasi BMKG belum terdapat rekomendasi jalur terpendek untuk evakuasi saat terjadi bencana
2	Pengumpulan Data	Melakukan studi literatur melalui jurnal yang sejenis yaitu algoritma ACO dan SAW serta melakukan penentuan jarak dengan bantuan Google Maps sekitar lokasi yang sudah ditentukan yaitu IT Telkom Purwokerto
3	Menganalisi Teori	Melakukan analisis pada algoritma ACO dan SAW serta metode pengembangan SDLC Waterfall
4	Mencari Solusi	Menentukan variabel yang akan dihitung yaitu menggunakan algoritma ACO dan SAW dengan menentukan jalur terpendek dari lokasi ke tujuan yang sudah direkomendasikan.

3.1.2 Literature Review

Pada tahap analisis dibagi menjadi dua tahap yaitu analisis teori dan analisis sistem

1. Analisis Data

Pada analisis ini dilakukan analisis mengenai algoritma ACO dan SAW dimana langkah-langkahnya dapat dikombinasikan sebagai berikut :

1. Inisialisasi Parameter yang dimiliki ACO :

- a. Intensitas pheromone (τ_{ij}).
- b. Tetapan siklus semut (q_0).
- c. Tetapan pengendali intensitas visibilitas (β), nilai $\beta \geq 0$.
- d. Tetapan pengendali pheromone (α), nilai $\alpha \geq 0$.
- e. Jumlah ants (m).
- f. Tetapan penguapan pheromone (ρ), nilai ρ harus > 0 dan < 1 .
- g. Jumlah siklus maksimum (NCmax).

2. Menentukan nilai bobot (w) untuk jarak.

3. Menghitung normalisasi

4. Menentukan preferensi

5. Mencari node tujuan berikutnya

6. Hitung probabilitas dari node 1 menuju ke setiap node

7. Menghitung Probabilitas Kumulatif

8. pencarian nilai dari siklus pertama

9. Proses perankingan dengan menggunakan bobot yang telah diberikan menggunakan persamaan (1) untuk normalisasi Tabel dan persamaan (2) untuk menghitung nilai dari preferensi.

10. Menentukan rute terbaik.

2. Analisis sistem

Tahapan yang dilakukan untuk melakukan analisis penambahan fitur yaitu :

- a. Pembuatan use case diagram
- b. Pembuatan class diagram
- c. Pembuatan sequence diagram

3.1.3 Design

Pada pembuatan desain dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna dan sistem berdasarkan masalah yang sudah diidentifikasi sebelumnya. Desain yang dirancang terdiri dari :

- a. Tampilan notifikasi pada layar ponsel
- b. Tampilan maps pada aplikasi

3.1.4 Implementation

Tahap implementasi dilakukan dengan membuat program yang mengacu pada desain yang sudah dibuat sebelumnya. Penulisan program dilakukan dengan teknik Object Oriented Programming (OOP), dimana sebuah sistem didefinisikan menggunakan set yang lebih kecil dari objek yang saling terkait.

Beberapa tahapan implementasi yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

- a. Instalasi sistem
Menjelaskan tahapan untuk melakukan instalasi aplikasi BMKG pada ponsel.
- b. Pelatihan Prosedural
Memberikan pelatihan atau tatacara penggunaan fitur yang ditambahkan pada aplikasi BMKG yang sudah ada sebelumnya.
- c. Pengujian Terhadap Sistem
Melakukan pengujian terhadap fitur tambahan apakah sudah terintegrasi dengan data yang ada pada aplikasi BMKG agar notifikasi dapat ditampilkan sesuai yang diharapkan

IV. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Project Planning Phase

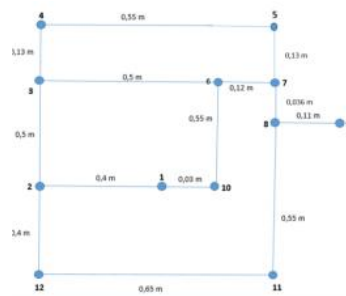
Pada tahap ini dihasilkan rincian dari setiap aktivitas yang dilakukan mulai dari identifikasi masalah hingga melakukan perhitungan dalam mencari jalur evakuasi terpendek.

4.2 Analysis Phase

Di dalam tahapan analisis ini meliputi analisis kombinasi teori algoritme ACO dan SAW, yaitu berupa hasil perhitungan ACO terhadap variabel bobot pada rute dan data jalur evakuasi terdekat. Serta analisis sistem untuk kebutuhan pembangunan penambahan fitur aplikasi BMKG.

4.2.1 Analisis Teori

Pada tahapan ini akan menjelaskan tentang menentukan suatu jalur terbaik berdasarkan kecepatan waktunya menuju tempat evakuasi, yang akan dipecahkan dengan menggunakan kombinasi teori algoritme ACO dan SAW. Perhitungan algoritme ACO dan SAW dapat dibagi dalam beberapa tahapan seperti berikut:



Gambar 2. Graf berbobot

Pada Graf gambar 2 , akan di cari path terbaik dari node 1-9, dibawah ini merupakan analisis dan langkah-langkah perhitungan path terbaik dari node 1-9 menggunakan metode ACO :

1. Menginisialisasi parameter metode ACO:

$$\begin{aligned} \tau_{ij} &= 0,01 \\ q_0 &= 0,1 \\ \alpha &= 0,1 \\ \beta &= 1 \\ m &= 4 \\ \rho &= 0,5 \\ N_{c_{max}} &= 1 \end{aligned}$$

$$W = \{ \begin{matrix} 0,05 & 0 & 0 & 0,2 & 0 & 0,05 & 0,2 & 0,1 & 0 & 0 \\ 0,4 & 0 & & & & & & & & \end{matrix} \}$$

Dalam penentuan nilai parameter metode algoritma semut ini, terdapat beberapa aturan

Tabel 2. Matrik nilai dari dij (jarak)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0
2	0,4	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
3	0	0,5	0	0,13	0	0,43	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0,13	0	0,55	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0,55	0	0	0,13	0	0	0,55	0	0
6	0	0	0,5	0	0	0	0,12	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0,13	0,12	0	0	0,11	0	0,85	0
8	0	0	0	0	0	0	0,036	0,11	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,03	0	0	0	0	0,55	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,65
12	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,65	0

2. Menghitung Normalisasi

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\max X_{ij}}$$

Tabel 3. Hasil normalisasi

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,05455	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,61538
3	0	1	0	0,23636	0	0,78182	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0,26	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0,92398	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0,23636	0,21818	0	0	1	0	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0,27692	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,075	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0,76471	0

3. Preferensi

V = W x R

Ket: V = Preferensi

W = Bobot Kriteria

R = Matriks Hasil Normalisasi

Tabel 4. Hasil Preferensi

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0,04727	0	0,03909	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0,18462	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0,01091	0	0	0	0	0,4	0
8	0	0	0	0	0	0	0,05538	0,1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,00375	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. Mencari node tujuan berikutnya

Siklus I, Semut 1 :

Probabilitas dari node 1 ke node tujuan: probabilitas dihitung dengan persamaan (3) jika $q < q_0$ dan persamaan (4) jika $q > q_0$.

$$s = \begin{cases} \underset{u \in J_k(r)}{\text{Arg max}} \left\{ [\tau(r,u)] \cdot [\eta(r,u)]^\beta \right\} & \text{jika } q < q_0 (\text{Exploitasi}) \\ S & \text{jika } q \geq q_0 (\text{Explorasi}) \end{cases}$$

$\tau(r,u)$: Jumlah pheromone pada sisi dari node r ke node u.

$\eta(r,u)$: Panjang edges dari node r ke node u

β : Parameter perbandingan jumlah pheromone relatif terhadap jarak (merupakan parameter yang telah ditentukan sebelumnya)

$J_k(r)$: Himpunan yang berisi node yang akan dikunjungi oleh ants

U : node yang berada dalam $J_k(r)$

Q : Bilangan rando

q_0 : Parameter perbandingan eksploitasi terhadap eksplorasi

s : node berikutnya yang dipilih berdasarkan persamaan (4).

Exploitasi : semut memilih node yang paling pendek dan jumlah pheromone yang tinggi

Explorasi : semut mengeksplorasi node yang belum pernah dikunjungi sebelumnya.

$$P_k(r,s) = \begin{cases} \frac{[\tau(r,s)] [\eta(r,s)]^\beta}{\sum_{u \in J_k(r)} [\tau(r,u)] [\eta(r,u)]^\beta} & \text{Jika } s \in J_k(r) \\ 0 & \text{Lainnya} \end{cases}$$

$P_k(r,s)$: probabilitas semut k yang memilih berada di node r memilih node s untuk tujuan selanjutnya.

$\tau(r,s)$: jumlah pheromone pada sisi dari node r ke node s.

$\eta(r,s)$: panjang edges dari node r ke node s.

β : parameter yang menentukan besarnya pengaruh jarak terhadap jumlah pheromone.

$J_k(r)$: himpunan yang berisi node yang akan dikunjungi oleh ants. u, node yang berada dalam $J_k(r)$ (Yuliyani Siyamting, 2013)

visibility measure, $\eta(r,s)$. dapat dihitung dengan persamaan

$$\sum [\tau(r,u)] [\eta(r,u)]^\beta = (0,01 * 0) + (0,01 * 0,05) + (0,01 * 0) + (0,01 * 0) + (0,01 * 0) + (0,01 * 0) + (0,01 * 0) + (0,01 * 0) + (0,01 * 0) + (0,01 * 0,0038) + (0,01 * 0) + (0,01 * 0) = 0,00054$$

Tabel 5. visibility measure

1	0
2	0,0005
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0,0000375
11	0
12	0
jml	0,000538

Hitung probabilitas dari node 1 menuju ke setiap node

Node 1 = 0

Node 2 = $(0,1)(\text{Preferensi})/0,000538$
 $= (0,1)(0,05)/0,000538 = 0,92937$

Dilanjutkan rumus yang sama untuk node lainnya

Tabel 6. Hasil probabilitas

1	0
2	0,92937
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0,0697
11	0
12	0

Tabel 7. Probabilitas Kumulatif

1	0
2	0,92937
3	0,92937
4	0,92937
5	0,92937
6	0,92937
7	0,92937
8	0,92937
9	0,92937
10	0,99907
11	0,99907
12	0,99907

Bilangan random yang dibangkitkan $r = 0,825$
 Memeriksa $q_{k-1} < r < q_k$, Pilih node 1

Isi daftar node 1-9. Melakukan pembaharuan pheromone local dengan menggunakan

$$\text{persamaan } \tau(r,s) = (1-\rho) \cdot \tau(r,s) + \rho \cdot \tau_0 \quad (5)$$

dimana:

ρ = tetapan penguapan pheromone. Nilai ini bermanfaat agar tidak terjadi penumpukan pheromone secara tidak terbatas mengingat jumlah pheromone akan terus bertambah setiap kali iterasi. $\tau_0 = (\eta \cdot L_m)^{-1}$ dimana L_m menyakan jarak antara node r ke s, η adalah jumlah node
 contoh perhitungan :

$$\tau(1 \text{ ke } 10) = (1-0,05) (0,01) + (12 \times 0,03)^{-1} = 2,7872$$

Contoh lengkap hasil penyusunan path oleh ants seperti pada Tabel 3.

Tabel 8. Hasil pencarian dari siklus pertama

No	Route	Panjang Route	Polisi Tidur	Traffic Light
1	1-2-3-6-7-8-9	1,666	0,4	0
2	1-2-3-4-5-7-8-9	1,856	0,1	0,2
3	1-10-6-7-8-9	0,846	0,15	0
4	1-2-12-11-8-9	2,11	0,05	0,4

Proses perankingan dengan menggunakan bobot yang telah diberikan menggunakan persamaan (1) untuk normalisasi Tabel dan persamaan (2) untuk menghitung nilai dari preferensi.

Rute terbaik adalah 1-10-6-7-8-9 sehingga jumlah pheromone:

$$\tau(r,s) = (1 - \rho) \cdot \tau(r,s) + \rho \cdot \tau(r,s)$$

$$(1 \text{ ke } 10) = (1 - 0,1)(2,7872) + (0,1)(0,03)$$

Dilanjutkan rumus yang sama untuk node lainnya

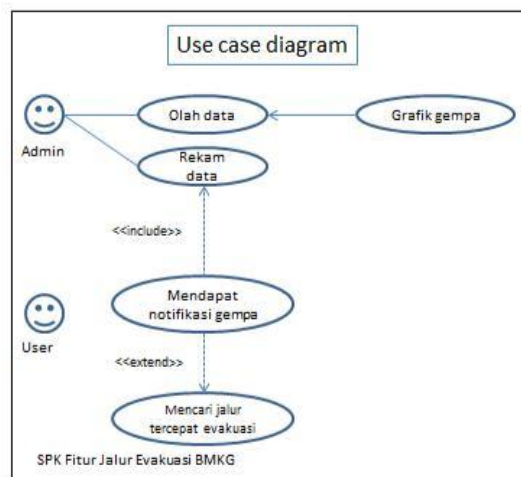
Tabel 9. Hasil perankingan

$\tau(r,s) = (1 - \alpha) \cdot \tau(r,s) + \alpha \cdot \Delta \tau(r,s)$	$\tau(r,s) = (1 - \rho) \cdot \tau(r,s) + \rho \cdot \tau_0$	jumlah pheromone Rute terbaik
1 ke 10	2,7872	2,51148
10 ke 6	0,161	0,1999
6 ke 7	0,703	0,6339
7 ke 8	2,324	2,0952
8 ke 9	0,767	0,7013

4.2.2 Analisis Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisis sistem pada pembuatan fitur SPK Jalur Evakuasi Aplikasi BMKG dengan menggunakan Model OOA (Analisis Orientasi Berbasis Objek). Analisis sistem digunakan sebagai dasar pembuatan prototype atau user interface fitur aplikasi yang dibuat. Sehingga batasan dari pengembangan sistem dapat dibatasi serta sesuai dengan tujuan proyek. Tahapan dari analisis sistem terdiri dari analisis sistem (menggunakan use case diagram), diagram kelas dan interaksi objek (menggunakan sequence diagram) **Use Case Diagram**

The presentation of results should be simple and straightforward. This section reports the most important findings, including results of statistical analysis as appropriate and comparisons to other research results. Results given in figures should not be repeated in tables. This is where Authors should explain in words what he/she/they discovered in the research. It should be clearly laid out and in a logical sequence. This section should be supported suitable references.



Gambar 3. Usecase Diagram

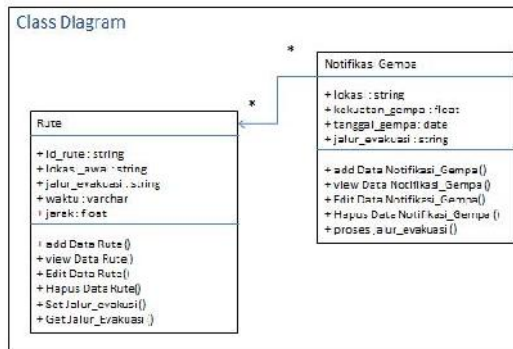
System Activities (Use Case Diagram) Use case pada sistem terdiri dari dua aktor yaitu user sebagai orang yang menggunakan aplikasi dan Petugas BMKG sebagai admin. Boundary use case bernama Sistem Pendukung Keputusan Fitur Jalur Evakuasi Aplikasi BMKG. Use case terdiri dari lima use case. Secara lebih rinci dapat dilihat pada gambar di bawah ini

Class Diagram

a. Class Diagram

Sistem Pendukung Keputusan Fitur Jalur

Evakuasi Aplikasi BMKG memiliki 2 kelas yaitu kelas Notifikasi dan Kelas Rute seperti pada gambar berikut :



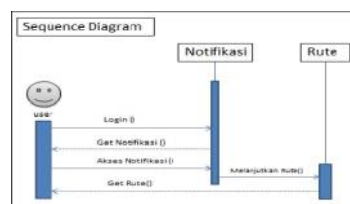
Gambar 4. Class Diagram

b. Class Definition

Tabel 10. Deskripsi class diagram

No	Nama Kelas	Deskripsi
1	Notifikasi	Merupakan kelas untuk menampilkan notifikasi (Pop up) pada mobile user
2	Rute	Merupakan kelas untuk menampilkan rute terdekat “Jalur Evakuasi”

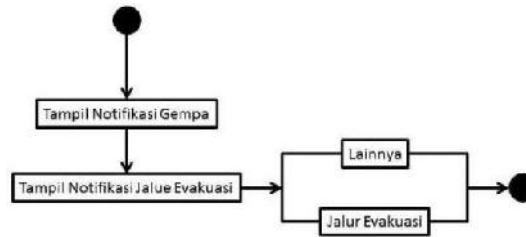
Object Interaction (Sequence Diagram) Diagram Sequence SPK Fitur Jalur Evakuasi Aplikasi BMKG



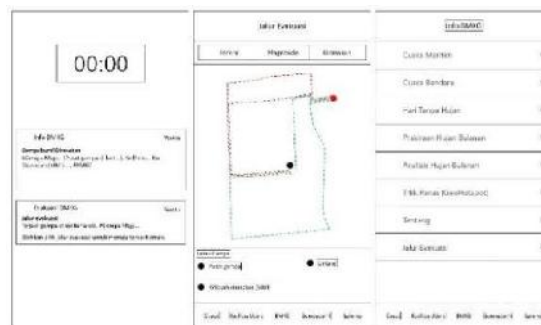
Gambar 5. Sequence Diagram

4.3 Design Phase

Pada fase desain ini, menggunakan Object Oriented Design (OOD) berupa desain proses dan desain antarmuka aplikasi. Dimana desain proses ini menggambarkan proses aplikasi mulai dari menampilkan notifikasi gempa hingga jalur-jalur evakuasi.



Gambar 6. Design Proses



Gambar 7. Design Antarmuka

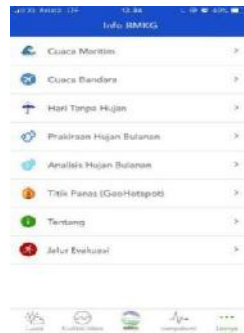
4.4 Implementation Phase

Berikut merupakan tampilan dari fitur jalur evakuasi yang terdapat dalam aplikasi BMKG, dalam fitur tersebut mampu menampilkan notifikasi gempa ketika terjadi bencana gempa. Selain itu, fitur ini juga mampu menampilkan

jalur evakuasi terpendek yang dapat kita lewati ketika terjadinya bencana.



Gambar 8. Notifikasi Masuk



Gambar 9. Tambah Fitur



Gambar 10. Pencarian jalur evakuasi terdekat

V. Conclusion

KESIMPULAN

1. Hasil penelitian fitur pencarian jalur evakuasi terdekat BMKG dengan menggunakan metode (untuk pembobotan) dan (ACO) dapat digunakan untuk mencari rute terbaik dan alternative dengan pertimbangan nilai dari jarak node, polisi tidur, dan traffic light
2. Hasil dari pengujian sistem fitur pencarian jalur evakuasi BMKG, meskipun jarak memiliki bobot yang lebih rendah namun jalur tersebut belum dapat dikatakan jalur terbaik. Ada beberapa kriteria pembobotan lain yang mempengaruhi, seperti adanya polisi tidur dan traffic light

ACKNOWLEDGMENT

Jurnal penerapan ant-colony optimization pada fitur evakuasi gempa BMKG mengungkapkan penghargaan yang tulus kepada semua pengulas untuk tanpa pamrih menyumbangkan keahlian dan waktu mereka untuk proses meninjau, yang sangat penting untuk menjamin kualitas dan dampak substantif jurnal. editor jurnal dan penulis bersama berterima kasih atas upaya pengulas dalam mengevaluasi dan menilai artikel yang diajukan untuk dipertimbangkan dalam proses publikasi, apapun hasil (penerimaan atau penolakan).

REFERENCES

- [1] Abusini, S., Sukmarini, M., Karim, C. 2019. Ant Colony Optimization With Double Selections For Solving Integrated Scheduling Problem In Manufacturer. Journal Of Engineering And Management In Industrial System. 7(1): 26-34.
- [2] Nurlaelasari, E., Supriyadi., Lenggana, T. 2018. Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization Menentukan Nilai Optimal Dalam Memilih Objek Wisata Berbasis Android. Jurnal Simetris. 9(1): 287-298.
- [3] Siyamtining, Y., Prijodiprodo, W. 2013. Aplikasi Pencarian Rute Terbaik dengan Metode Ant Colony Optimization (ACO). IJCCS. 7(1): 55-64.
- [4] Zarman A., Irfan, M. 2016. Implementasi Algoritma Ant Colony Optimization Pada Aplikasi Pencarian Tempat Ibadah di Bandung. JOIN. 1(1): 6-12.