

Implementasi Algoritma Genetika pada Pencarian Rute Terpendek Studi Kasus Pengantaran Dokumen Di Universitas Diponegoro Semarang

Bery Orindi^{*1)}, Nurdin Bahtiar^{*2)}

*Departemen Ilmu Komputer/Informatika, Fakultas Sains dan Matematika,
Universitas Diponegoro

¹⁾berly.orindi@gmail.com, ²⁾nurdinbahtiar@gmail.com

Abstrak

Universitas Diponegoro merupakan salah satu perguruan tinggi negeri yang terdiri atas beberapa fakultas dimana setiap fakultas memiliki lokasi yang berbeda. Selain fakultas terdapat juga beberapa kantor yang berada di lingkungan Universitas Diponegoro. Pada umumnya, kantor-kantor tersebut menjadi tujuan pengiriman dokumen oleh orang yang mewakili kantor lainnya. Dalam pengiriman dokumen diperlukan seorang kurir karena terdapat kemungkinan tujuan dokumen lebih dari satu. Seringkali, kurir tidak dapat menentukan rute yang dilewati agar menghasilkan jarak terpendek. Algoritma Genetika merupakan metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Penelitian pada Tugas Akhir ini menggunakan Algoritma Genetika dengan operator seleksi roulette wheel, order base crossover (OX2) dan order based mutation (swap mutation). Implementasi penyelesaian masalah dilakukan dalam sebuah aplikasi menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MYSQL serta bantuan Google Maps untuk menampilkan hasil rute terpendek. Hasil Pengujian menunjukkan rata-rata nilai fitness mencapai nilai paling maksimum pada saat nilai probabilitas crossover 30% dan probabilitas mutasi 30%. Selain itu, rata-rata nilai fitness mengalami kenaikan sesuai dengan semakin besarnya jumlah kromosom awal dan jumlah generasi.

Kata kunci : Algoritma Genetika, Order Based Crossover, OX2, Swap Mutation, Roulette Wheel, Rute Terpendek, Google Maps, Fitness.

Abstract

Diponegoro University is a University that consist of several faculties where each faculty has different location. In addition there are also some faculty office that located in Diponegoro University Environment. Usually, these office became destination document that send by people who representing other offices. A courier is needed to deliver the documents because there may be more than one destination to deliver that. Often, the courier can not decide which route are going to passed to prouduce the shortest path. Genetic Algorithm is a method that can used to solve that problem. This research used Genetic Algorithms with operator roulette wheel for selection, order based crossover (OX2) and order based mutation (swap mutation). The solution to solved that problem implemented in a application used PHP programming language, MySQL database and Google Maps to display the route that must be passed. Test results showed that the average fitness value reaches the maximum value when the probability of crossover 30% and probability mutation 30%. In addition, the average value of fitness increased in accordance with the number of initialitation chromosomes and the number of generations.

Keywords : *Genetic Algorithm, Order Based Crossover, OX2, Swap Mutation, Roulette Wheel, Shortest Path, Google Maps, Fitness.*

1 PENDAHULUAN

Universitas Diponegoro merupakan salah satu perguruan tinggi yang memiliki banyak program studi dan terdiri dari beberapa fakultas. Setiap fakultas tersebut memiliki lokasi yang berbeda. Selain fakultas terdapat juga perkantoran non fakultas yang masih berhubungan dengan akademik tetapi masih satu lingkungan Universitas Diponegoro. Masing-masing kantor sering melakukan pengiriman dokumen yang tujuan pengirimannya bisa lebih dari satu lokasi sehingga sering terjadi permasalahan pengantar dokumen bingung menentukan lokasi mana terlebih dahulu yang akan dikunjungi agar jarak yang ditempuh merupakan jarak terpendek untuk mengantarkan dokumen tersebut.

Permasalahan tersebut hampir sama dengan *Travelling Salesman Problem (TSP)*. TSP adalah suatu masalah klasik dalam pengiriman barang. Solusi yang ingin dicapai dalam permasalahan TSP adalah menemukan rute jalan terpendek yang akan melalui setiap titik-titik tujuan yang ditentukan dan kembali lagi ke titik awal. TSP dapat diselesaikan dengan berbagai macam algoritma optimasi. Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan TSP adalah algoritma genetika.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ALGORITMA GENETIKA

Algoritma Genetika merupakan suatu metode heuristik yang dikembangkan berdasarkan prinsip genetika dan proses seleksi alamiah Teori Evolusi Darwin.

Metode optimasi dikembangkan oleh John Holland sekitar tahun 1960-an dan dipopulerkan oleh salah seorang mahasiswanya, David Goldberg, pada tahun 1980-an[2]. Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya sebuah penyelesaian dalam algoritma ini berlangsung sama seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi.

Struktur dasar Algoritma Genetika terdiri atas beberapa langkah yaitu [2]

1. Inialisasi populasi.
2. Evaluasi populasi.
3. Seleksi populasi yang akan dikenai operator genetika.
4. Proses penyilangan pasangan kromosom tertentu.
5. Proses mutasi kromosom tertentu.
6. Evaluasi popuasi baru.
7. Ulangi dari langkah 3 selama syarat belum terpenuhi.

2.2 SELEKSI

Metode seleksi yang sering digunakan adalah seleksi dengan mesin roulette. Metode ini merupakan metode yang paling sederhana dan sering dikenal dengan nama *stochastic sampling with replacement*. Cara kerja metode ini sebagai berikut [1]

1. Dihitung nilai fitness dari masing-masing individu (f_i , dimana i adalah individu ke-1 sampai dengan ke- n).
2. Dihitung total fitness semua individu.
3. Dihitung probabilitas masing-masing individu.
4. Dari probabilitas tersebut, dihitung jatah masing-masing individu pada angka 1 sampai 100.

5. Dibangkitkan bilangan random antara 1 sampai 100.

Dari bilangan random yang dihasilkan, ditentukan individu mana yang terpilih dalam proses seleksi.

2.3 PINDAH SILANG (*CROSSOVER*)

Prinsip dari pindah silang ini adalah melakukan operasi (pertukaran, aritmatika) pada gen-gen yang bersesuaian dari dua induk untuk menghasilkan individu baru. Proses *crossover* dilakukan pada individu dengan probabilitas yang telah ditentukan.

Salah satu *crossover* untuk representasi kromosom permutasi adalah *Order Based Crossover* (OX2). Langkah-langkah dalam metode ini adalah [5]

1. Pilih posisi gen-gen yang akan dilakukan *crossover* secara acak.
2. Bentuk kromosom baru hasil penyilangan pertama untuk posisi selain gen-gen yang terpilih tetap sama dengan induk yang pertama
3. Untuk posisi gen-gen yang terpilih urutannya disesuaikan dengan induk yang kedua.

2.4 MUTASI

Salah satu metode mutasi untuk representasi kromosom permutasi adalah *order based mutation* atau *swap mutation*. Dalam metode ini, proses mutasi dilakukan dengan memilih acak dua posisi gen pada kromosom yang akan dimutasi. Setelah terpilih dilakukan pertukaran antara dua gen tersebut. [5]

2.5 EUCLIDEAN DISTANCE

Euclidean Distance merupakan salah satu formula yang digunakan untuk mengukur jarak 2 titik dengan menggunakan perhitungan matematis. *Euclidean* menggunakan metode *heuristic* yang diperoleh berdasarkan jarak langsung seperti

mendapatkan nilai dari panjang diagonal pada segitiga. Rumus jarak Euclidean [4]:

$$B_{\text{Jarak}} = \sqrt{(Lat_1 - Lat_2)^2 + (Long_1 - Long_2)^2} \quad (1)$$

dimana

Lat_i = latitude lokasi i

$Long_i$ = longitude lokasi i

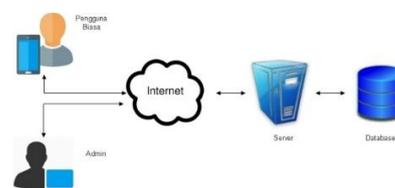
Hasil jarak tersebut masih dalam satuan *decimal degree* hal ini karena format latitude dan longitude yang digunakan masih dalam satuan *decimal degree*. Oleh karena itu perlu penyesuaian sehingga hasil jarak dikalikan 111,319 km atau 111319 m (1 derajat bumi = 111.319 km). [4]

3 METODE PENELITIAN

3.1 PEMODELAN DAN ANALISIS

3.1.1 GAMBARAN UMUM

Sistem Pencari Rute Terpendek berbasis web dibangun untuk diimplementasikan pada lingkungan Universitas Diponegoro. Sistem ini membantu menentukan rute terpendek yang akan dilalui untuk mengantar dokumen atau barang. User memilih titik asal, akhir dan lokasi yang akan dikunjungi. Kemudian sistem akan menghitung dan menampilkan hasil rute terpendek. Arsitektur Sistem disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur Sistem

3.1.2 SPESIFIKASI KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK

Tabel 1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Kebutuhan
SRS-SPRT-F01	Sistem dapat melakukan otentikasi dengan proses <i>login</i> ketika akan masuk ke halaman admin
SRS-SPRT-F02	Sistem dapat mengelola data admin (menampilkan, menambahkan, mengubah, menghapus)
SRS-SPRT-F03	Sistem dapat mengelola data lokasi (menampilkan, menambahkan, mengubah, menghapus)
SRS-SPRT-F04	Sistem dapat mengelola data rute (menampilkan, menambahkan, mengubah, menghapus)
SRS-SPRT-F05	Sistem dapat menampilkan lokasi marker pada peta sesuai dengan input pengguna
SRS-SPRT-F06	Sistem dapat melakukan perhitungan untuk menghasilkan rute terpendek

```

lakukan penentuan pasangan induk,
satu pasang 2 induk berbeda
ELSE
lakukan penentuan pasangan induk,
satu pasang 2 induk berbeda
sisa 1 induk memilih pasangan secara
random
ENDIF

//Menentukan lokasi gen yang akan
dicrossover
jmlgen ← jumlah gen pada induk
kromosom
jmlgencrossover ← angka random
minimal 2 sampai (jmlgen-3)

FOR i=0 sampai i < jmlgencrossover
Generate angka random untuk
menentukan lokasi gen
Menyimpan gen crossover pada variabel
tempa dan tempb
ENDFOR

//Melakukan crossover
FOR i=0 sampai i < jmlgen
Urutan gen pada variabel tempa
ditukar sesuai urutan indukb, begitu
juga sebaliknya
ENDFOR
    
```

3.2 PERANCANGAN ALGORITMA

3.2.1 SELEKSI

```

FOR i=0 sampai i < jumlahkromosomawal
Menghitung probabilitas tiap
kromosom
ENDFOR

FOR i=0 sampai i < jumlahkromosomawal
Menjumlahkan probabailitas tiap
kromosom disimpan dalam variabel
probakumulasi
ENDFOR

FOR i=0 sampai i < jumlahkromosomawal
Generate angka random 1-100
ENDFOR

FOR i=0 sampai i < jumlahkromosomawal
IF angka random lebih kecil
probakumulasi ke i THEN hasil seleksi
adalah nilai i
ENDIF
ENDFOR
    
```

3.2.3 MUTASI

```

//insialisasi
jumlahkromosom ← jumlah kromosom
dalam himpunan penyelesaian
panjangkromosom ← jumlah gen pada
kromosom dikurangi 2
jumlahtotalgen ← jumlahkromosom *
panjangkromosom
jumlahmutasi ← probabilitas *
jumlahtotalgen
//inisialisasi array mutasi
FOR i=0 sampai i < jumlahmutasi
Generate angka random
ENDFOR

//melakukan swap gen
FOR i = 0 sampai i < jumlahmutasi
Cek posisi gen yang akan dilakukan
mutasi pada kromosom
Melakukan pertukaran gen sesua
dengan array mutasi dengan gen
setelahnya
ENDFOR
    
```

3.2.2 PINDAH SILANG (CROSSOVER)

```

//Menentukan 2 kromosom sebagai induk
crossover
IF jmlkromcrossover genap THEN
    
```

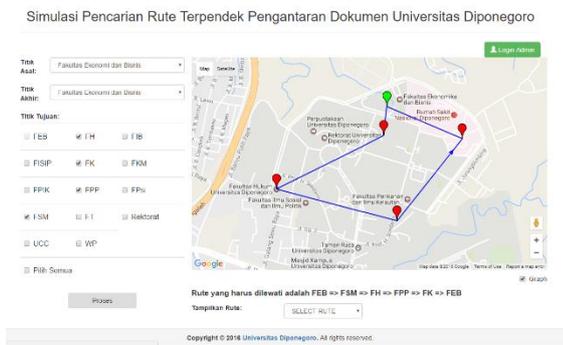
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 IMPLEMENTASI ANTARMUKA

Pada bagian ini dituliskan hasil dari eksperimen yang telah dilakukan dan

berbagai analisa terkait dengan hasil eksperimen yang telah diperoleh. Pada bagian ini disarankan untuk menggunakan ilustrasi secara visual sehingga lebih mendukung informasi yang ingin disampaikan.

Halaman ini akan menampilkan data titik asal dan titik tujuan dalam bentuk *dropdown*. Selain itu terdapat *checkbox* yang berisi titik lokasi yang dikunjungi. Google Maps akan menampilkan titik-titik pilihan user yang akan diproses untuk pencarian rute terpendek. Setelah user menekan tombol proses, proses perhitungan untuk pencarian rute terpendek menggunakan algoritma genetika dilakukan. Setelah proses tersebut sistem akan memberikan output berupa rute yang terpendek yang harus dilewati. User dapat memilih rute antar 2 titik untuk ditampilkan pada Google Maps. Halaman utama dapat dilihat pada Gambar 2.



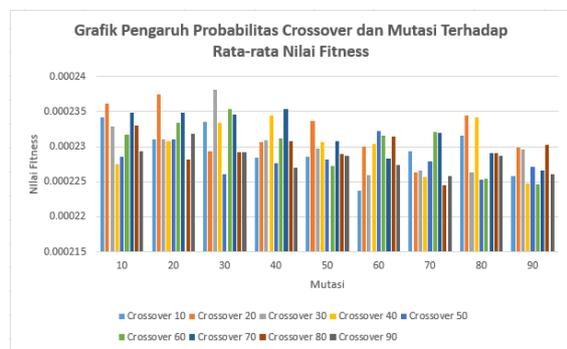
Gambar 2 Halaman Utama Aplikasi

4.2 ANALISIS PENGUJIAN

4.2.1 ANALISIS PENGUJIAN PROBABILITAS CROSSOVER DAN PROBABILITAS MUTASI

Pengujian terhadap probabilitas crossover dan mutasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh probabilitas crossover dan mutasi terhadap nilai fitness yang dihasilkan. Selain itu pengujian juga dapat dijadikan dasar dalam menentukan nilai

probabilitas paling optimum untuk menyelesaikan permasalahan yang menjadi studi kasus. Pengujian dilakukan dengan melakukan kombinasi nilai probabilitas crossover maupun mutasi. Nilai yang digunakan adalah 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% dan 90%. Pengujian dilakukan dengan jumlah generasi atau iterasi sebanyak 25, jumlah kromosom awal 15 dan jumlah pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk tiap kombinasi. Hasil Pengujian tersaji dalam bentuk grafik pada Gambar 3.

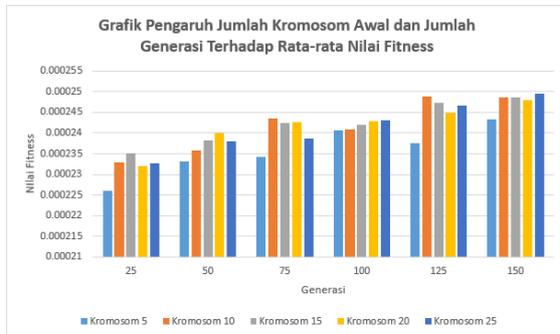


Gambar 3 Hasil Pengujian Probabilitas Crossover dan Mutasi

4.2.2 ANALISIS PENGUJIAN JUMLAH KROMOSOM AWAL DAN JUMLAH GENERASI

Pengujian terhadap jumlah kromosom awal dan jumlah generasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah kromosom awal dan jumlah generasi terhadap nilai fitness yang dihasilkan. Selain itu pengujian juga dapat dijadikan dasar dalam menentukan jumlah kromosom awal dan jumlah generasi paling optimum untuk menyelesaikan permasalahan yang menjadi studi kasus. Pengujian dilakukan dengan kombinasi nilai kromosom awal dan nilai generasi. Nilai kromosom awal yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, 25 dan 30. Sedangkan nilai generasi yang digunakan yaitu 25, 50, 75, 100, 125 dan 150. Pengujian dilakukan dengan nilai probabilitas crossover

30%, nilai probabilitas mutasi 30% dan jumlah pengujian dilakukan sebanyak 20 kali untuk tiap kombinasi nilai. Hasil Pengujian tersaji dalam bentuk grafik pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil Pengujian Jumlah Kromosom Awal dan Generasi

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Implementasi Algoritma Genetika pada Pencarian Rute Terpendek Studi Kasus Pengantaran Dokumen di Universitas Diponegoro berhasil dibangun dan untuk menampilkan rute dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Google Maps*.
2. Secara umum nilai rata-rata *fitness* cukup bervariasi pada setiap kombinasi nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi. Namun, rata-rata nilai *fitness* mencapai nilai paling maksimum pada saat nilai probabilitas *crossover* 30% dan probabilitas mutasi 30%.
3. Rata-rata nilai *fitness* mengalami kenaikan sesuai dengan semakin besarnya jumlah kromosom awal dan jumlah generasi.

5.2 SARAN

Saran-saran yang dapat dilaksanakan untuk pengembangan Sistem Pencarian Rute

Terpendek dengan Algoritma Genetika lebih lanjut antara lain dengan melakukan penelitian lain menggunakan metode seleksi, mutasi dan pindah silang yang berbeda agar sistem ini dapat menjadi sistem pencarian rute terpendek yang lebih efektif dan menghasilkan penyelesaian terbaik pada kasus ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annasir, A. W. (2013). *Implementasi Algoritma Genetika untuk Pencarian Rute Berdasarkan Waktu Tercepat Objek Wisata di Kabupaten Ngawi*. Makalah Program Studi Teknik Informatika Fakultas Komunikasi dan Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] Haupt, R., & Haupt. (2004). *Practical Genetic Algorithms*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- [3] Shiddiq, Ahmad, & dkk. (2012). *Rancang Bangun Alat Kalibrasi Sensor Menggunakan Metode Euclidean*. Seminar Proyek Akhir Jurusan Teknik Elektronika PENS-ITS.
- [4] Widodo Bagas P., P. H. (2016). *Pencangan Aplikasi Pencarian Layanan Kesehatan Berbasis HTML 5 Geolocation*. *Jurnal Sistem Komputer*, Vol 6, No 1, Hal 51.
- [5] Zukhri, Z. (2014). *Algoritma Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*. Yogyakarta: ANDI.