
**IMPLEMENTASI TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP)
DENGAN ALGORITMA GENETIKA MENGGUNAKAN PETA LEAFLET
(Studi Kasus PT. AMZ Geoinfo Solution Surabaya)**

Danella Kusuma Pitaloka¹⁾, Roenadi Koesdijarto²⁾
Prodi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya^{1) 2)}
danelakusumap@gmail.com¹⁾, runadi@untag-sby.ac.id²⁾

Abstrak

Traveling Salesman Problem (TSP) ialah suatu permasalahan yang sudah cukup lama di dalam dunia optimasi. Pada masalah ini, misalkan ada sejumlah N kota dan sebuah kota awal untuk dilewati oleh salesman. Seorang salesman dituntut memulai perjalanan dari kota awal ke semua kota yang harus dilewati tepat satu kali. Tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan total jarak yang ditempuh salesman dengan mengatur urutan kota yang harus dikunjungi, sehingga bisa menghemat biaya perjalanan salesman tersebut. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka penulis memberikan solusi optimasi dengan Metode Algoritma Genetika dalam proses bisnis tenaga salesman pada PT. AMZ Geoinfo Solution. Dengan metode Algoritma Genetika ini tiap sales dapat mengunjungi sejumlah kota di Indonesia dan kembali ke kota asal dengan jarak/rute paling efisien (pendek).

Kata Kunci : TSP, Algoritma Genetika, Traveling Salesman Problem, Optimasi Rute, Optimasi Jarak

Abstract

Traveling Salesman Problem (TSP) is a problem that quite long enough in the optimization world. In this problem, for example there is a starting city and a number of N cities for the salesman to visit. A salesman is required to start a journey from the initial city to all cities that must be visited exactly once. The purpose of this problem is to minimize the total distance traveled by the salesman by arranging the sequence of cities that must be visited, so as to save the salesman's travel costs. Based on these considerations, the authors provide an optimization solution with the Genetic Algorithm Method in the business process of salespeople at PT. AMZ Geoinfo Solutions. With this Genetic Algorithm Method, each salesperson can visit a number of cities in Indonesia and return to their hometown with the most efficient (short) distance/route.

Keywords : TSP, Genetic Algorithm, Traveling Salesman Problem, Route Optimization, Distance Optimization

Pendahuluan

Traveling salesman problem (TSP) adalah salah satu masalah optimasi kombinatorial. Jika diberikan sejumlah lokasi atau tempat dengan biaya perjalanan tertentu dari satu tempat ke tempat yang lain dengan tujuan untuk menemukan rute terdekat atau biaya termurah (Tahyudin et al., 2015). Seorang salesman dituntut memulai perjalanan dari kota awal ke semua kota yang harus dilewati tepat satu kali.

Saat ini PT. AMZ Geoinfo Solution masih menggunakan perhitungan manual dalam implementasi Tenaga Salesman untuk keliling tiap kota dalam menawarkan produk-produknya, sehingga sulit untuk mengukur efisiensi bagi salesman yang ditugaskan ke berbagai titik kota di Indonesia. Dengan Metode Algoritma Genetika ini tiap sales dapat mengunjungi sejumlah kota di Indonesia dan kembali ke kota asal dengan jarak/rute paling efisien (pendek). Dengan menggunakan peta Leaflet, akan mempermudah pengembang untuk menampilkan peta dengan baik karena menurut (Tanjaya et al., 2016) Leaflet.js adalah perpustakaan Open Source JavaScript yang membantu pembuatan peta pada halaman web mudah.

Diharapkan dengan menggunakan Metode Algoritma Genetika dapat memberikan solusi optimasi jarak terpendek yang dilalui oleh salesman PT. AMZ Geoinfo Solution, sehingga membuat perusahaan lebih hemat biaya dan waktu.

Metode

Metode akan dijabarkan dalam poin-poin berikut:

a. Tahapan Penelitian



Gambar 2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam gambar 2.1 akan dijelaskan lebih lanjut pada tabel 2.1 sebagai berikut :

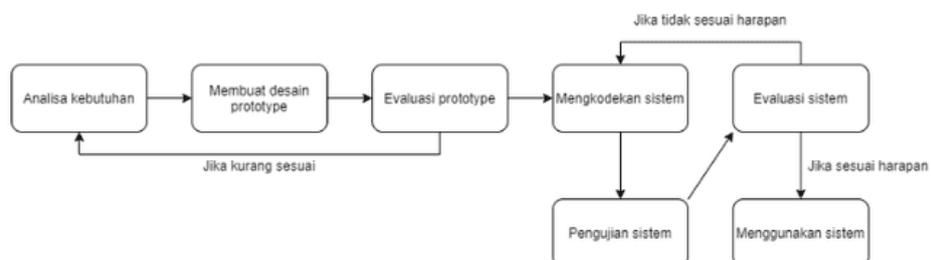
Tabel 2.1 Penjelasan Tahapan Penelitian

Proses	Penjelasan
Analisa masalah	Menentukan kebutuhan permasalahan yang ada di PT. AMZ Geoinfo Solution.
Studi pustaka	Mencari referensi dari jurnal, buku, artikel dan sumber lainnya terkait dengan permasalahan kebutuhan yang telah ditemukan di PT. AMZ Geoinfo Solution.
Perancangan desain	Merancang desain seperti mockup, diagram use case, dan lain-lain. Serta menerapkan metodologi pengembangan (dalam hal ini menggunakan Prototype).
Demo dan validasi	Melakukan demo dan validasi bahwa sistem yang akan diterapkan seperti apa dan apakah sudah sesuai dengan yang didemokan.
Implementasi	Mengimplementasikan sistem yang telah divalidasi oleh PT. AMZ Geoinfo Solution Surabaya.
Testing	Pengujian sistem dengan pengujian black box.

b. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan 2 cara yakni observasi dan interview. Menurut (Oktarina & Hajjah, 2019) observasi dilakukan dengan memperhatikan dan mendapatkan data-data yang bersesuaian dengan penyelesaian Algoritma Genetika, dalam hal ini koordinat-koordinat kota. Dan interview menurut (Santoso & Sanuri, 2019) adalah pengumpulan data dengan melakukan wawancara atau tanya jawab secara langsung dengan perusahaan, dalam hal ini PT. AMZ Geoinfo Solution Surabaya.

c. Metode Pengembangan



Gambar 2.2 Metode Pengembangan Prototype

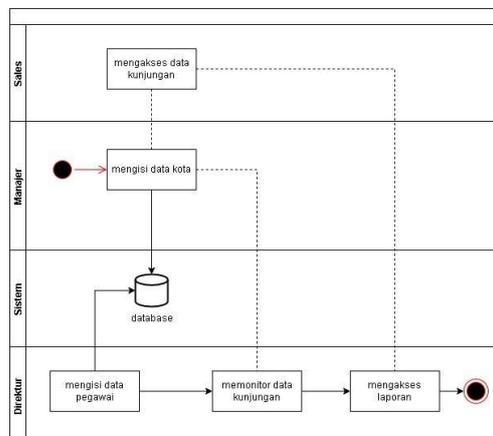
Menurut (Firmansyah et al., 2021) Metode prototyping merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi tertentu mengenai kebutuhan-kebutuhan informasi pengguna secara cepat. Metode Prototype yakni metode yang memungkinkan user untuk memiliki gambaran di awal. Berikut adalah penjelasan dari setiap prosesnya di gambar 2.2 melalui tabel 2.2:

Tabel 2.2 Penjelasan Metode Prototype

Proses	Deskripsi
Analisa kebutuhan	Melakukan identifikasi segala kebutuhan dan keperluan sistem.
Membuat prototype	Membuat perancangan aplikasi user.
Evaluasi prototype	Melakukan evaluasi terhadap prototype yang sudah dibuat telah sesuai dengan harapan atau tidak.
Mengkodekan sistem	Melakukan penerjemahan prototype ke dalam bahasa pemrograman.
Pengujian sistem	Dilakukan setelah sistem sudah siap, maka dilakukan pengujian berupa black box
Evaluasi sistem	Melakukan evaluasi terhadap sistem dengan hasil seperti yang diharapkan atau belum.
Menggunakan sistem	Aplikasi yang sudah siap dapat digunakan.

d. Perancangan Sistem

1. Proses Bisnis

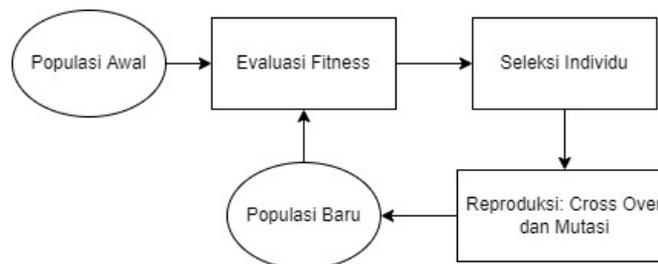


Gambar 2.3 Proses Bisnis BPMN

Menurut (Hidayat, 2015) Pemodelan Proses Bisnis adalah lintas fungsional, biasanya penggabungan pekerjaan dan dokumentasi lebih dari satu departemen dalam sebuah institusi, organisasi atau perusahaan. Proses bisnis pada gambar 2.3 dimulai melalui Manajer, ketika Manajer mengisikan data kota maka data kota dapat diakses oleh Direktur dan Sales untuk melakukan perjalanan kunjungan di menu Transaksi. Setelah Sales melakukan perjalanan maka perjalanan tersebut dapat dimonitor oleh Direktur dan dapat diakses oleh Sales. Data Pegawai dapat ditentukan oleh Direktur dan sistem akan menyimpan data pegawai serta data kota.

e. Algoritma Genetika

Algoritma genetika berkembang seiring dengan perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat (Mahmudy, 2013). Algoritma genetika adalah algoritma yang memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi yang dikemukakan oleh Charles Darwin. Dalam proses evolusi, individu secara terus-menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya. “Hanya individu-individu yang kuat yang mampu bertahan”. Algoritma genetika mungkin tidak selalu mencapai hasil yang terbaik, tetapi seringkali memecahkan masalah dengan cukup baik. Algoritma genetika merepresentasikan suatu solusi permasalahan sebagai kromosom. (Suprayogi & Mahmudy, 2015)



Gambar 2. 4 Proses Algoritma Genetika

Adapun penjelasan proses algoritma genetika yang mengacu kepada gambar 2.4 adalah sebagai berikut:

1. Populasi Awal (Inisialisasi)

Kromosom terdiri atas beberapa gen. Kromosom digunakan untuk merepresentasikan suatu solusi yang mungkin dari permasalahan yang akan diselesaikan menggunakan algoritma genetika. Kromosom bisa dinyatakan dalam banyak cara, seperti kromosom biner, kromosom real, kromosom permutasi, dan lain sebagainya. Populasi dalam

algoritma genetika adalah sekumpulan kromosom. Dalam satu populasi, akan terdapat N buah kromosom dengan nilai N adalah suatu parameter yang ditetapkan oleh user. (Kholik et al., 2018)

2. Nilai Fitness

Fitness adalah nilai yang dimiliki oleh masing-masing individu untuk menentukan tingkat kesesuaian individu tersebut dengan criteria atau tujuan (obyektif) permasalahan yang ingin dicapai. Nilai fitness suatu kromosom menggambarkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. (Suprayogi & Mahmudy, 2015)

3. Proses Seleksi

Proses seleksi adalah proses untuk menyaring calon generasi yang baru. Induk yang baik akan mampu untuk menghasilkan anak yang baik. Semakin tinggi nilai fitness dari suatu individu maka semakin besar kemungkinannya untuk terpilih. Kemampuan algoritma genetika untuk memproduksi kromosom yang lebih baik secara progresif tergantung pada penekanan selektif (selective pressure) yang diterapkan ke populasi. Penekanan selektif dapat diterapkan dalam dua cara. (Suprayogi & Mahmudy, 2015)

4. Proses Crossover

Crossover adalah mekanisme yang dimiliki algoritma genetika dengan menggabungkan dua kromosom sehingga menghasilkan anak kromosom yang mewarisi ciri-ciri dasar dari parent crossover bekerja membangkitkan offspring baru dengan mengganti sebagian informasi dari parents. Pada penelitian ini digunakan metode crossover PMX dikarenakan dengan metode ini bisa mencegah adanya gen ganda pada suatu individu. (Suprayogi & Mahmudy, 2015)

5. Proses Mutasi

Mutasi dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada sebuah gen atau lebih dari sebuah individu. Tujuan dari mutasi adalah agar individu-individu yang ada dalam populasi semakin bervariasi. Mutasi akan sangat berperan jika pada populasi awal hanya ada sedikit solusi yang mungkin terpilih. (Myori & Hastuti, 2019)

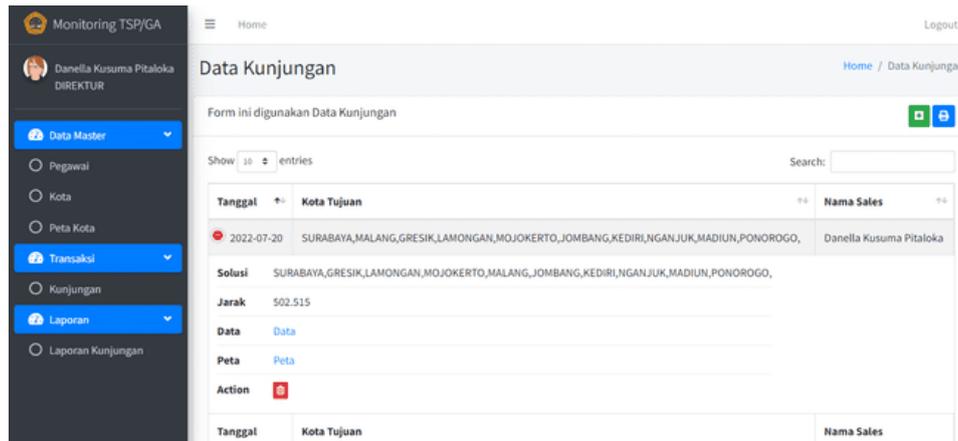
6. Elitism

Metode Seleksi Elitis memilih individu-individu untuk dipakai pada generasi selanjutnya didasarkan pada urutan nilai fitness. Semakin tinggi nilai fitnessnya maka individu tersebut akan dipertahankan. Proses seleksi dilakukan dengan mengurutkan semua kromosom pada satu generasi lalu

diambil sebanyak ukuran populasi yang diinginkan. (Suprayogi & Mahmudy, 2015)

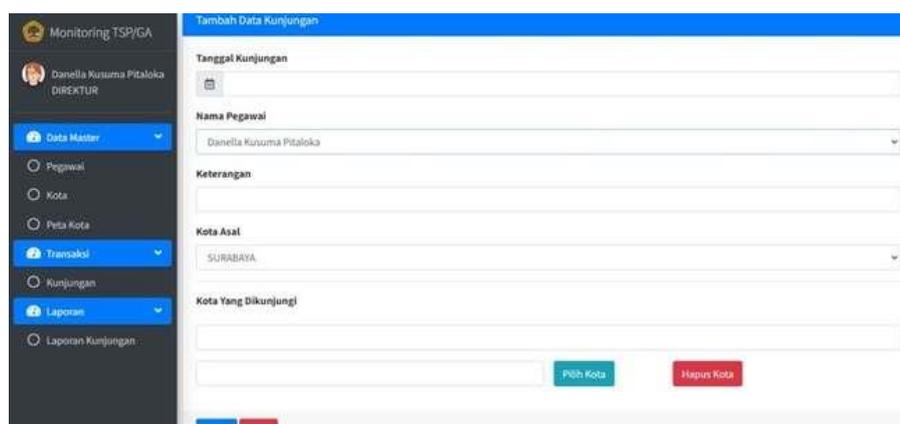
Hasil dan Pembahasan

Hasil yang telah dicapai dalam implementasi Travelling Salesman Problem menggunakan algoritma genetika ialah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Data Kunjungan

Pada gambar 3.1 terdapat gambar tampilan data kunjungan berupa tabel yang berisikan tanggal, kota tujuan, nama sales, solusi, jarak, data (akan dibahas pada gambar 3.3), peta (akan dibahas pada gambar 3.4) dan aksi untuk menghapus data.



Gambar 3.2 Tambah Data Kunjungan

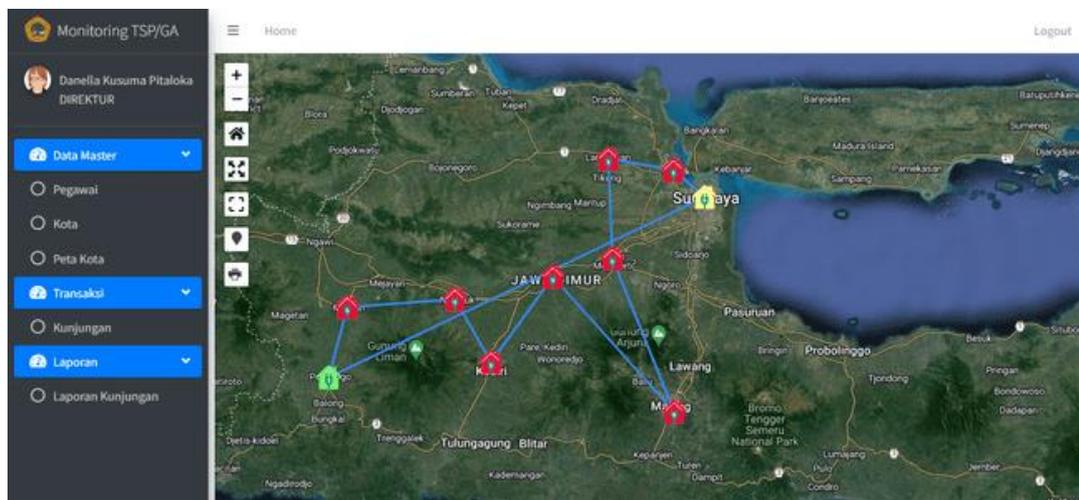
Pada gambar 3.2 merupakan gambar tampilan menu tambah data kunjungan yang berisi tanggal kunjungan, nama pegawai, keterangan, kota

asal dan kota yang akan dikunjungi. Koordinat latitude dan longitude sudah terintegrasi dengan menu data kota.

Proses ke	Keterangan
1	LOOP ke - 1
2	Individu ke-1 =1234567890
3	#proses ke-0 -> kota 1 ke 2 jaraknya = 82.156658331163
4	#proses ke-1 -> kota 2 ke 3 jaraknya = 91.503508125499
5	#proses ke-2 -> kota 3 ke 4 jaraknya = 25.10295013674
6	#proses ke-3 -> kota 4 ke 5 jaraknya = 37.785173672458

Gambar 3.3 Data Detil Kunjungan

Selanjutnya pada data di dalam gambar 3.1 berisikan kumpulan proses algoritma genetika yang ada di dalam gambar 3.3 secara urut dari proses pertama hingga akhir beserta keterangan prosesnya.



Gambar 3.4 Visualisasi Polyline Peta

Pada gambar 3.4 merupakan halaman kunjungan visualisasi peta yang terdapat pada kolom peta di gambar 3.1. Visualisasi peta menampilkan peta dan marker dengan berwarna kuning adalah kota awal dan marker berwarna hijau adalah kota kunjungan akhir dengan polyline yang menunjukkan rute urutan kota yang telah diproses dan polyline akan balik

lagi ke kota awal.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang dicapai pada bab 4, telah didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Sistem optimasi rute terpendek ini dapat digunakan oleh siapapun yang bekerja di PT. AMZ Geoinfo Surabaya.
2. Sistem optimasi rute terpendek dengan algoritma genetika menggunakan peta leaflet sudah dapat digunakan/diimplementasikan karena sudah sesuai dengan kebutuhan instansi.
3. Sistem optimasi rute terpendek ini dapat mempermudah sales PT. AMZ Geoinfo Solution Surabaya untuk melakukan perjalanan dengan banyak kota dan menghemat biaya serta waktu.
4. Kriteria yang digunakan dalam optimasi rute terpendek ini dengan menggunakan algoritma genetika adalah jarak (longitude dan latitude).

Daftar Pustaka

- Firmansyah, Y., Maulana, R., & Maulana, M. S. (2021). Implementasi Metode SDLC Prototype Pada Sistem Informasi Indeks Kepuasan Masyarakat (IKM) Berbasis Website Studi Kasus Dinas Kependudukan Dan Catatan Sipil. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (Justin)*, 9(3), 315.
<https://doi.org/10.26418/justin.v9i3.46964>
- Hidayat, A. R. (2015). PEMODELAN PROSES BISNIS SISTEM AKADEMIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN BUSINESS PROCESS MODELLING NOTATION (BPMN) (STUDI KASUS INSTITUSI PERGURUAN TINGGI XYZ) Moch. (Studi :Direktorat TIK UPI Bandung), VII(2), 33–47.
- Kholik, A., Eko Wahyudi, E., Devianto, K., Sholihah, N., Marjani Santosa, Y., Ilmu Komputer dan Elektronika, D., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, F. (2018). Sistem Rekomendasi Berbasis Genetic Algorithm: Studi Kasus Pembelian Komponen Komputer dan Aksesorisnya. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, 11–2018.
- Mahmudy, W. F. (2013). Algoritma Evolusi. *Program Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang, September*, 1–101.
- Myori, D. E., & Hastuti. (2019). Kombinasi Logika Fuzzy dan Algoritma Genetika Untuk Masalah Penjadwalan Perkuliahan. *Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung (SENTER 2018)*, 284–292.
<http://senter.ee.uinsgd.ac.id/repositori/index.php/prosiding/article/view/senter2018p31>
- Oktarina, D., & Hajjah, A. (2019). Perancangan Sistem Penjadwalan Seminar Proposal dan Sidang Skripsi dengan Metode Algoritma Genetika. *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 3(1), 32.
<https://doi.org/10.35145/joisie.v3i1.421>
- Santoso, H., & Sanuri, R. (2019). Implementasi Algoritma Genetika dan Google Maps API Dalam Penyelesaian Traveling Salesman Problem with Time Window (TSP-TW) Pada Penjadwalan Rute Perjalanan Divisi Pemasaran STMIK El Rahma. *Teknika*, 8(2), 110–118.
<https://doi.org/10.34148/teknika.v8i2.187>
- Suprayogi, D. A., & Mahmudy, W. F. (2015). Penerapan Algoritma Genetika Traveling Salesman Problem with Time Window: Studi Kasus Rute Antar Jemput Laundry. *Jurnal Buana Informatika*, 6(2), 121–130.
<https://doi.org/10.24002/jbi.v6i2.407>
- Tahyudin, I., Susanti, I., Purwokerto, A., Sokaraja, D. B., & Maria, G. (2015). Pencarian Rute Terbaik pada Obyek Wisata di Kabupaten Banyumas Menggunakan Algoritma Genetika Metode TSP (Travelling Salesman Problem) (Determine the Best Path at Tourist Objects in Banyumas Regency Using Genetic Algorithms on Traveling Salesman Proble. *III(November)*, 165–173.
- Tanjaya, E. J., Rostianingsih, S., Handojo, A., Studi, P., Informatika, T., Teknologi, F., Universitas, I., Petra, K., & Heritage, S. (2016). *PEMETAAN SURABAYA HERITAGE DENGAN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*. 1–4.