Sistem Pencarian Rute Distribusi Terpendek Menggunakan Algoritma Genetika

(Studi Kasus Distributor Sari Roti Yogyakarta)

Shortest Distribution Route Search System Using Genetic Algorithms

(Case Study of Sari Roti Distributor in Yogyakarta)

Adena Reis Vanrika1, Arita Witanti, ST.M.,Eng.2

1Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Jl. Wates Km. 10 Yogyakarta 55753, Indonesia

Email: vinothiguain@gmail.com, arita@mercubuna-yogya.ac.id

ABSTRAK

Di zaman era modern ini peran teknologi sangat bermanfaat dan berkembang dengan cepat di masyarakat, teknologi dapat membuat efisien dan membuat efektif kegiatan atau pun pekerjaan di masyarakat, salah satu peran teknologi yang saat ini telah banyak di pergunakan oleh masyarakat yaitu google maps, google maps sendiri banyak kegunaan dan manfaat nya salah satunya yaitu mencari lokasi ke berbagai tempat lalu menampilkan rute perjalanan. Pada perusahan distribusi adanya perjalanan seorang kurir untuk mengantarkan produknya ke setiap lokasi konsumen. Permasalahan tersebut masuk kedalam kasus *travelling salesmen problem* (TSP), dimana seorang kurir akan mengunjungi sejumlah n titik. dan setiap titik hanya boleh dikunjungi satu kali saja selain titik awal.

Dalam penelitian ini, peneliti bertujuan membuat sistem yang dapat mencari rute distribusi paling minimum menggunakan algoritma genetika, dengan memanfaatkan fitur *google maps* sehingga berdampak pada efektifitas waktu dan biaya transportasi. Algoritma genetika adalah algoritma heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan cara mengoptimasikan masalah yang ada dengan menirukan proses evolusi dari makhluk hidup. Dalam penelitian ini data yang di gunakan adalah data dari distributor sari roti jogjakarta. Pada pengujian data latih di dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai parameter algoritma yang terbaik dan didapatkan nilai parameter tersebut yaitu jumlah populasi = 100, maksimal gen = 100, *crossover rate* = 0.5, dan *mutation rate* 0.1. Dari 5 data uji, dengan melakukan 10 pengujian pada setiap data uji. maka didapatkan hasil persentase hasil kinerja algoritma genetika sebesar 84% rute atau nilai fitness yang optimal, dan 16% menunjukan *error* rute yang tidak optimal.

**Kata kunci**: **:** Algoritma Genetika, Google Maps, Distribusi

**Keywords**: Genetic Algorithm, Google Maps, Distribution

ABSTRACT

*In the modern era is the role of technology is very useful and rapidly evolved in societies, technology can make efficient and make effective activity or employment in the community, one of the roles of the current technology has been widely used in by the community i.e. google maps, google maps itself many uses and benefits of its one that is looking for a location to various places and then showing the route of the journey. On the existence of a travel distribution company couriers to deliver its products to any location of the consumer. These problems in the case of travelling salesmen problem (TSP), where a courier will visit a number of n points. and every point should only be visited once in addition to the starting point. In this study, researchers aim to create a system that can locate the most minimum distribution route using a genetic algorithm, utilizing the features of google maps so that the impact on the effectiveness of time and transportation costs. Genetic algorithm is a heuristic algorithm is used to resolve the problem by way of mengoptimasikan the problem with imitating the process of evolution of living beings. In this study data on use is data from the distributor sari bread jogjakarta. Data on testing trainers in this research aims to find the best algorithm parameter values and parameter values that is obtained by the total population = 100, maximum = 100 genes, the crossover rate = 0.5, and the mutation rate is 0.1. Of the 5 test data, by performing a test on each of the 10 test data. then the obtained results of genetic algorithm performance results percentage of 84% of the route or the value of an optimal fitness, and 16% showed error route that is not optimal.*

**1. PENDAHULUAN**

#  Sistem Pencarian Rute Distribusi Terpendek Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Distributor Sari Roti Yogyakarta)

 Di zaman era modern ini peran teknologi sangat bermanfaat dan berkembang dengan cepat di masyarakat, teknologi dapat membuat efisien dan membuat efektif kegiatan atau pun pekerjaan di masyarakat, salah satu peran teknologi yang saat ini telah banyak di pergunakan oleh masyarakat yaitu *google maps, google maps* sendiri banyak kegunaan dan manfaat nya salah satunya yaitu mencari lokasi ke berbagai tempat lalu menampilkan rute perjalanan.

 Pada perusahaan distribusi, pendistribusian adalah hal yang penting agar tercapai nya kegiatan bisnis di bidang distribusi. Distributor sari roti jogja adalah perusahan yang bergerak di bidang makanan, perusahaan ini mendistribusikan produk nya ke berbagai lokasi konsumen di wilayah Kota Yogyakarta, oleh karna itu perlu adanya rute untuk mencapai lokasi konsumen ke berbagai wilayah di Kota Yogyakarta.

 Permasalahan tersebut masuk kedalam kasus TSP (*travelling salesmen problem*) dimana seoring kurir hanya dapat mengunjungi lokasi tepat satu kali, kecuali titik awal.

 Masalah yang dihadapi adalah bagaimana mencari rute yang minum hingga membuat efektifitas waktu dan hemat biaya transportasi.

 Dalam menyelesaikan masalah tersebut penulis tertarik akan menggunakan metode heuristik yaitu algoritma genetika yaitu pencarian dan optimasi yang terinspirasi oleh prinsip dari genetika dan seleksi alam (Teori Charlesi Darwin). Algoritma ini sangat tepat digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi yang kompleks dan sukar diselesaikan dengan metode konvensional, untuk itu penulis akan membuat sebuah sistem dengan bantuan fitur *google maps* untuk memudahkan Distributor Sari Roti Yogyakarta untuk menemukan rute terpendek

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam penelitian yang berjudul “**Penerapan Algoritma Genetika *Traveling Salesman Problem with Time Window* Studi Kasus Rute Antar Jemput *Laundry”*** menggunakan ukuran generasi, ukuran populasi, probabilitas *crossover* dan mutasi dan metode seleksi yang tepat algoritma genetika dapat di implementasikan untuk menyelesaikan permasalahan antar jemput *laundry*. Metode seleksi Elitis lebih baik dan lebih stabil dari pada metode seleksi *roulette wheel*. Ukuran generasi yang optimal adalah 2000 generasi dengan Probabilitas *crossover* yang optimal adalah 0,4 dan probabilitas mutasi yang optimal adalah adalah 0,6. Perbedaan *dataset* yang digunakan dapat mempengaruhi nilai optimal parameter algoritma genetika. Dari nilai-nilai parameter ini didapatkan solusi yang memungkinkan untuk melayani semua pelanggan dengan *time window* masing – masing(Suprayogi, Mahmudy, 2015).

 Dalam penelitian yang berjudul **“ Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penyelesaian Masalah *Vehicle Routing* di PT.MIF** Pengiriman oleh kendaraan 1 dilakukan dari depo menuju ke *customer* 8 kemudian langsung kembali ke depo dengan total jarak 17.9Km dan volume barang yang diangkut sebesar 2.2 m3 pengiriman dilakukan selama 0.716 jam Kendaraan 2 Pengiriman oleh kendaraan 2 dilakukan dari depo menuju ke customer 6,customer 1,customer 18,customer 7 kemudian kembali ke depo dengan total jarak 140 Km dan volume barang yang diangkut sebesar 14.9 m3. Pengiriman dilakukan selama 5.6 jam Persentase penghematan yang dapat diperoleh apabila rute hasil perhitungan metode optimasi ini diterapkan pada perusahaan adalah sebesar 7,88 % (Tanujaya, Dewi, Indah, 2011) .

* 1. Landasan Teori

2.1.1 Graph

 *Graph* adalah himpunan simpul yang di hubungkan dengan busur-busur. Setiap simpul diasosiasikan dengan tepat dua simpul benda-benda yang disebut vertex (atau node) yang terhubung oleh edge-edge (atau arc). Biasanya *graph* digambarkan sebagai kumpulan titik-titik (melambangkan vertexs) yang dihubungkan oleh garis-garis (melambangkan edge). Banyak sekali struktur yg bisa dipresentasikan dengan *graph* dan banyak masalah yang bisa diselesaikan dengan bantuan *graph* (Mursalin, 2013)

### 2.1.2 Traveling Salesmen Problem (TSP)

 Pada tahun 1800, matematikawan Irlandia William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris Thomas Penyngton mengemukakan permasalahan matematika yang merupakan cikal bakal dari permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP).

Hal yang perlu diperhatikan di dalam kasus TSP adalah perjalanan *salesman* dimulai dari kota awal sampai seterusnya ke kota *n* dan akhirnya akan kembali lagi ke kota awal. Namun, aturannya adalah setiap kota selain kota awal hanya dapat dikunjungi tepat satu kali.

1. TSP Asimetris

 Untuk TSP jenis ini, biaya dari kota 1 ke kota 2 tidak sama dengan biaya dari kota 2 ke kota 1. Dengan n kota, maka besarnya ruang pencarian yang mungkin dikunjungi adalah n!/n = (n-1)! kemungkinan.

2. TSP Simetris

 Untuk TSP jenis ini, biaya dari kota 1 ke kota 2 sama dengan biaya dari kota 2 ke kota 1. Dengan n kota, maka besarnya ruang pencarian yang mungkin dikunjungi adalah n!/2n = (n-1)! /2 kemungkinan.

### 2.1.3 Algoritma Genetika

 Algoritma genetika adalah algoritma yang memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi (Goldberg, 1989).

 (Indraningsih, 2010) Algoritma genetik merupakan suatu wujud pencarian random yang menirukan prinsip proses evolusi biologi alami guna mencari solusi optimal. Untuk suatu permasalahan kompleks, algoritma ini dimulai dengan suatu kumpulan parameter yang disebut kromosom atau string, kemudian masing-masing dievaluasi tingkat ketangguhannya oleh fungsi tujuan yang telah ditentukan. Sifat AG adalah mencari kemungkinan-kemungkinan dari calon solusi untuk mendapatkan yang optimal bagi penyeleesaian masalah.

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

3. Bahan Penelitian

 Dalam penelitian ini memuat beberapa bahan pendukung yang dapat membantu dalam penelitian ini adalah data dari distributor sari roti yogyakarta yang memuat alamat dan nama toko para konsumen distributor sari roti yogyakarta. Data-data tersebut nanti nya sebagai data latih dan data uji untuk melakukan penelitian rute terpendek menggunakan algoritma genetika. Data tersebut di masukan untuk menentukan langitude dan longitude lokasi konsumen dengan bantuan *google maps*. Setelah data dimasukan dengan mengetahui titik titk lokasi, lalu menentukan titik awal sebagai titik pertama awal pemberangkatan lalu di proses menggunakan algoritma genetika untuk menghasilkan rute terpendek.

3.2 Jalan Penelitian

Dalam Penilitian ini jalan penelitian untuk pencarian rute dsitribusi terpendek menggunakan algoritma genetika di mulai dengan memasukan titik awal lokasi distributor sari roti jogja lalu memasukan data konsumen distributor sari roti jogjakarta data tersebut merupakan alamat dan nama tempat konsumenditrbutor sari roti jogjakarta sebagai data yang akan di uji dalam penelitian ini, kemudian di lanjutkan dengan memecahkan masalah dengan metode yang di gunakan. Dalam penelitian ini akan di buat diagram alir yang menggambarkan proses perhitungan Algoritma Genetika.



Gambar 1 Jalan Penelitian

### 3.3.1 Input Data Lokasi Konsumen

 Dalam penelitian ini data yang di uji adalah data dari distributor sari roti jogjakarta data distributor sari roti jogja memilki banyak data lokasi, setiap kurir memiliki lokasi konsumen masing-masing.

### 3.3.2 Nilai Bobot

 Nilai Bobot yang di dapat adalah dari data lokasi konsumen distributor sari roti jogjakarta lalu data tersebut di cari jarak nya dengan menghubungkan semua lokasi konsumen satu persatu. Dengan bantuan fitur *google maps* dan di hubungan satu per satu ke lokasi konsumen distributor sari roti, maka di dapatkan jarak antar lokasi.

### Penentuan Parameter

 Dalam melakukan penelitian ini harus di tentukan parameter terlebih dahulu, parameter yang di maksud adalah parameter kontrol algoritma genetika, yaitu: ukuran populasi (PopSize), probabilitas *crossover* (Pc), probabilitas mutasi (Pm), dan maksimal generasi (Maxgen). Nilai parameter tersebut di tentukan berdasarkan permasalahan yang di selesaikan dan banyak tidak nya titik yang akan di proses. semakin besar kromosom yang di bangkitkan,maksimal generasi yang di inputkan dan peluang *crossover* maka semakin baik proses algoritma genetika. Berbeda dengan peluang mutasi jika semakin besar peluang mutasi di masukan maka akan mengakibatkan ketidak akuratan.

### 3.3.4 Membentuk jumlah populasi

 Populasi adalah kumpulan dari sejumlah kromosom. populasi di bentuk dengan membangkitkan populasi secara acak, untuk membangkitkan populasi digunakan rumus pembangkitan bilangan secara random yaitu:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$pop=random (rn,R)$$ | (3.1) |

Pop = populasi

rn = titik atau gen dalam satu kromosom

R = banyak nya kromosom dalam satu populasi

### Evaluasi *Fitness*

 Setiap langkah algoritma genetika di lakukan perhitungan *fitness*, evaluasi *fitness* didapat dengan melakukan invers dari total jarak yang di dapat dari setiap kromosom. Rumus untuk mencari *fitness* :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$F\left[k\right]= \frac{1}{K[k]}$$ | (3. 2) |

F = Nilai fitnes dari masing-masing kromosom

K = Total jarak dari masing-masing kromosom

### Seleksi Kromosom

 Setelah total *fitness* dari semua kromosom sudah di ketahui pada proses perhitungan *fitness.*

Kemudian di cari nilaiprobabilitas nya menggunakan rumus:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$P=Fitness/totalfitness$$ | (3. 3) |

 Setelah didapat probabilitas nya dihitung nilai *fitness* kumulatif. kemudian proses seleksi dengan metode *Roulette Whell Selection* di lakukan. Dengan membangkitkan bilangan acak antara 0 sampai 1 sebanyak jumlah populasi. Setelah itu di bandingkan nilai R dan C. jika Rk < Ck maka dapat di pilih kromosom k sebagai induk, selain itu pilih kromosom ke-k sebagai induk dengan syarat Ck-1 < R < Ck.

### 3.3.7 *Crossover*

 Setelah proses seleksi telah selesai di lakukan, maka selanjutnya adalah dilakukan proses *crossover.* Pada proses *crossover* dua kromosom induk di dalam populasi akan disilangkan agar menghasilkan kromosom baru yaitu kromosom anak atau *offspring.*

 Proses *crossover* ini tidak akan di alami oleh seluruh kromosom induk, tetapi ditentukan

oleh ukuran probabilitas *crossover* ang di inputkan. Misalkan kita inputkan *crossover* 0.5 dan titik konsumen atau gen adalah 5 maka probabilitas *crossover* yang di lakukan adalah 0.5 x 5 = maka 2 kromosom.setelah di temukan maka akan mengalami proses *crossover*.

 Dalam melakukan proses *crossover* pertama membangkitkan Nilai R sebanyak jumlah populasi yang di masukan

###  Mutasi

 Selanjutnya, dilakukan proses mutasi. Kita tentukan terlebih dahulu nilai Pm yang di inputkan misalnya 0.1 Pm.

Pertama hitung total gen pada satu populasi dengan rumus:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$totalgen=jumlah dalam 1 cro\*jumlah cro$$ | (3. 4) |

 Misalnya dalam satu kromosom terdapat 5 gen atau titik lokasi konsumen dan jumlah kromosomnya 5. Maka

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$totalgen=5 x 4=20$$ | (3. 5) |

 Setelah didapatkan nilai tersebut maka untuk menentukan banyaknya gen yang akan mengalami mutasi ditentukan ukuran Pm yang telah di tentukan sebelum nya yaitu 0.1 dan di kalikan total gen yang telah di dapat.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$banyak gen di mutasi=20x0.1=2$$ | (3. 1) |

 Kemudian untuk menentukan posisi gen mana yang mengalami mutasi mana yang akan didapat dengan membangkitkan bilangan acak dari 1 sampai 20 total gen.

3.3 Flowchart Algoritma Genetika

 Flowchart sistem algoritma genetika gambaran suatu alur kerja urutan proses keseluruhan didalam suatu sistem algoritma genetika dengan menggunakan simbol tertentu. Untuk itu penulis merancang flowchart algoritma genetika pada gambar 2.



Gambar 2 Flowchart GA

**4. PEMBAHASAN**

## 4.1 Hasil dari penelitian

 Hasil dari penelitian ini adalah membuat sebuah sistem yang mampu mencari rute terpendek menggunakan algoritma genetika. Proses yang pertama adalah memasukan data lokasi konsumen distributor sari roti jogjakarta yang menjadi sample dari penelitian ini. dalam penelitian ini dilakukan 2 pengujian algoritma genetika, yang pertama adalah pengujian data pelatihan dan pengujian data uji. Untuk data pelatihan peneliti mengambil data dari kurir mahendra, sedangkan data uji dari kurir ismanto, wahyu alif, m.irham, toni, wahyu santoso.

### 4.1.1 Hasil Data Pelatihan

 Sebelum melakukan data uji dalam penelitian ini dilakukan data pelatihan terlebih dahulu, data pelatihan ini untuk mencari nilai fitnes terbaik dari parameter algoritma yang di inputkan. Setelah mendapatkan nilai fitnes terbaik maka di ambil parameter algoritma genetika sebagai parameter algoritma data uji.

Setelah melakukan 1-6 pengujian dari data pelatihan maka di dapatkan hasil data pelatihan yang sudah di uji.

Tabel 1 Hasil Data Pelatihan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Pengujian | Parameter Ag | Nilai Fitness | Rute Terbaik |
| 1 | Populasi = 10Maskimal Generasi = 10*Crossover* = 0.5*Mutation rate* = 0.1 | 24.203 | M0, M1, M4, M6, M9, M8, M3, M10, M2, M7, M5 |
| 2 | Populasi = 50Maskimal Generasi = 50*Crossover* = 0.5*Mutation rate* = 0.1 | 20.912 | M0, M8, M1, M3, M9, M10, M6, M2, M5, M7, M4 |
| 3 | Populasi = 100Maskimal Generasi = 100*Crossover* = 0.5*Mutation rate* = 0.1 | 18.091 | M0, M1, M8, M9, M3, M2, M10, M6, M5, M7, M4 |
| 4 | Populasi = 10Maskimal Generasi = 10*Crossover* = 0.25*Mutation rate* = 0.1 | 24.745 | M0, M8, M3, M10, M6, M9, M1, M4, M7, M5, M2 |
| 5 | Populasi = 50Maskimal Generasi = 50*Crossover* = 0.25*Mutation rate* = 0.1 | 21.368 | M0, M1, M8, M9, M3, M10, M2, M6, M4, M5, M7 |
| 6 | Populasi = 100 Generasi = 100*Crossover* = 0.25*Mutation rate* = 0.1 | 19.499 | M0, M8, M9, M1, M3, M2, M10, M6, M7, M5, M4 |

Berdasarkan pengujian data pelatihan yang dilakukan 1 sampai 6 pengujian, maka didapatkan nilai fitness terbaik dan nilai parameter algoritma nya. Maka dapat disimpulkan yang mendapatkan rute terbaik adalah dengan nilai parameter algoritma genetika dengan jumlah populasi = 100, maksimal generasi = 100, *crossover rate =* 0.5 dan *mutation rate* =0.1 dengan nilai fitness terbaik 18.091 dan rute terbaik nya adalah M0, M1, M8, M9, M3, M2, M10, M6, M5, M7, M4.

4.1.2 Hasil Data Pengujian

Tabel 2 Hasil Data Pengujian

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Data Pengujian | Parameter Ag | Nilai fitness optimal | Persentase Keberhasilan |
| Wahyu santoso | Jumlah Populasi = 100Maksimal Generasi = 100 *Crossover* = 0.5*Mutation rate* = 0.1 | 3.524 | 100% |
| M.irham | Populasi = 100 Generasi = 100 *Crossover* = 0.5*Mutation rate* = 0.1 | 15.801 | 100% |
| Wahyu alif | Jumlah Populasi = 100Maskimal Generasi = 100*Crossover* = 0.5*Mutation rate* = 0.1 | 7.262 | 100% |
| Toni | Jumlah Populasi = 100Maskimal Generasi = 100*Crossover* = 0.5*Mutation rate* = 0.1 | 11.513 | 100% |
| Ismanto | Jumlah Populasi = 100Maskimal Generasi = 100*Crossover* = 0.5*Mutation rate* = 0.1 | 16.954 | 20% |

 Berdasarkan tabel hasil pengujian, dari 5 data pengujian dilakukan 10 pengujian setiap

 data pengujiannya. Maka didapatkan hasil persentase dari nilai kinerja algoritma genetika,rute yang optimal adalah 84% sedangkan 16% menunjukan rute atau nilai fitness yang tidak optimal

**4. KESIMPULAN**

 Berdasarkan hasil penelitian yang sudah di uji maka dapat di tarik beberapa kesimpulan dalam penelitian ini yaitu:

1. Berdasarkan pengujian data pelatihan maka didapatkan nilai parameter algoritma genetika terbaiknya. dengan melakukan 6 pengujian dengan nilai parameter algoritma yang telah di rancang, didapatkan nilai parameter algoritma terbaiknya yaitu jumlah populasi = 100, maksimal generasi = 100, *crossover rate* = 0.5, dan *mutation rate* = 0.1.
2. Bedasarkan hasil dari 5 data pengujian, dengan melakukan 10 pengujian dari setiap data uji, maka didapatkan hasil persentase dari kinerja algoritma genetika, rute yang optimal adalah 84% sedangkan 16% menunjukan rute atau nilai fitnes yang tidak optimal.

##

**5. UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih untuk seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini sehingga skripsi ini selesai pada waktuinya*.*

**DAFTAR PUSTAKA**

Ariyanti R, K. (2015). Pemanfaatan Google Maps Api pada Sistem Informasi Geografis Direktori Perguruan Tinggi di Kota Bengkulu. *Jurnal Media Infotama Vol. 11 No. 2*, 199-129.

Effendi, Q. .. (2017). Algoritma genetika Untuk Memenetukan Topoligi cincin pada Wan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 62-68.

Goldbreg, D. (1999). An Introduction to Genetic Algorithms for Scientists and Engginers.

Hannawati, A. (2002). Pencarian Rute Optimum Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik Elektro Vol. 2, No. 2*, 78-83.

Hasibuan C, L. (2015). Pencarian Rute Terbaik Pada Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Genetika. *Sains dan Teknologi Informasi vol 1,No. 1*.

Indraningsing. (2010). Algoritma Genetik untuk menyelesaikan masalah optimasi fungsi berkendala. *Volume 2*.

Manggolo Inu, M. (2011). Optimalisasi Perencanaan Jaringan Akses Serat Optik Fiber To The Home Menggunakan Algoritma Genetika. *InComTech, Jurnal Telekomunikasi dan Komputer, vol. 2, no.2*.

Muftikali E, D. H. (2017). Algoritma Genetik dalam Menentukan Rute Optimal Topologi Cincin pada Wan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK) vol 4,No. 1*, 62-68.

Mursalin, R. (2013). *Penerapan Algoritma Floyd-Warshall Pada Aplikasi Pencarian SPBU Dengan Rute Terpendek.* Tugas Akhir, Pekanbaru.

Saptono, F. T. (2007, Juni 16). Perancangan Algoritma Genetika Untuk Jalur Terpendek. *Seminar nasional teknologi informasi*, 50-60.

Suprayogi Aries Dwi, M. (2015). Penerapan Algoritma Genetika Traveling Salesmen Problem with Time Window : Studi Kasus Rute Antar Jemput Laundry. *Jurnal Buana Informatika, Volume 6*, 121-130.

Tanujaya W, D. S. (2011). Penerapan algoritma genetika untuk penyelesaian masalah vehicle routing di routing pt.mif . *WIDYA TEKNIK Vol. 10, No. 1,*, 92-102.

Utami, P. (2014). Aplikasi Pencarian rute terpendek. *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, 19-25.

Widodo W, M. F. (2010). Penerapan algoritma genetika pada sistem rekomendasi. *Jurnal Ilmiah KURSOR Vol. 5, No. 4,*, 205-211.