

ALGORITMA GENETIKA DALAM PROGRAM PENCARIAN JALUR ALTERNATIF

Wahyu Trianto Nugroho⁽¹⁾, Joko Purwadi⁽²⁾, Nugroho Agus Haryono⁽³⁾

Abstrak:

Pencarian jalur alternatif pada saat terjadi kemacetan atau penutupan jalan bisa dilakukan dengan mengingat setiap jalan yang terhubung dengan jalan tersebut, tapi hal ini hanya bisa dilakukan oleh pengguna jasa kendaraan yang sudah mengenal jalan tersebut. Bentuk permasalahan yang terjadi diubah dalam bentuk graf dimana tiap titik merupakan perwujudan dari tiap persimpangan yang ada pada peta, sedangkan jaraknya diwujudkan dalam bentuk garis.

Pencarian jaraknya adalah dimulai dengan penginputan titik asal dan titik tujuan. Melalui perhitungan dengan algoritma genetika maka akan didapat jalur yang menurut sistem merupakan jalur yang dapat dilewati, dan jika terjadinya kemacetan pada jalur tersebut sistem akan mencari ulang jalur alternatifnya dengan titik awal adalah persimpangan dimana kemacetan terjadi.

Algoritma Genetika merupakan algoritma pencarian yang berdasarkan pada genetika dan seleksi alam. Karena prosesnya menggunakan evolusi yang diwakili dengan bilangan random, maka hasil yang didapat bervariasi mulai dari diketahui jalur alternatif paling baik, sampai jalur yang diinginkan tidak didapat.

Kata Kunci : graf, algoritma genetika, jalur alternatif, kecerdasan buatan.

1. Pendahuluan

Jalan darat merupakan sarana utama yang mampu menghubungkan satu tempat ke tempat yang lain. Hal ini mengakibatkan tingkat mobilitas yang terjadi sangat tinggi, dan tidak semua jalan yang ada di Indonesia memiliki lebar yang sama, sehingga pada akhirnya timbul penumpukan kendaraan pada jalan-jalan tertentu.

Kemacetan yang terjadi akan sangat baik jika dapat dihindari dengan mencari jalur yang lain, tetapi akan timbul permasalahan baru jika pengguna jalan tersebut merupakan orang yang tidak mengenal daerah itu, sehingga dengan terpaksa pengguna jalan tersebut menunggu dengan waktu yang lama untuk melewati jalan dengan antrian kendaraan yang panjang.

Penggunaan algoritma genetika yang merupakan algoritma pencarian heuristik dapat dipakai untuk mendapatkan solusi yang tepat untuk pencarian jalur alternatif dengan memilih jalur dengan nilai jarak seminimum mungkin.

2. Teori Graf

Karya Euler pada problem Jembatan Königsberg (1735) yang kemudian menghasilkan konsep graf Eulerian merupakan awal dari lahirnya teori graf. Euler menyatakan bahwa *jika suatu pseudograf G mempunyai sirkuit Euler (jalan tertutup yang memuat semua sisinya dan masing-masing hanya sekali) maka G pasti terhubung dan derajat setiap titiknya genap*⁴.

Graf merupakan diagram yang memuat titik-titik yang disebut "verteks" yang masing-masing dapat dihubungkan dengan garis yang disebut dengan "egde".

Graf tak berarah (*Undirected Graph*) G didefinisikan sebagai pasangan himpunan $(V(G), E(G))$, dimana $V(G)$ adalah himpunan tak kosong dari elemen-elemen yang disebut titik (*verteks*) dan $E(G)$ adalah himpunan (mungkin kosong) dari pasangan tak terurut (u, v) dari titik – titik u, v di V yang disebut sisi (*egde*). Selanjutnya sisi $e = (u, v)$ dalam graf G akan ditulis dengan $e = uv$ dan graf tak berarah G akan disebut dengan graf G saja

⁽¹⁾ Mahasiswa Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Duta Wacana

⁽²⁾ Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom., Dosen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Duta Wacana

⁽³⁾ Nugroho Agus Haryono, S.Si., M.Si., Dosen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Duta Wacana

⁽⁴⁾ Profesor Edy Tri Baskoro, Mengenalkan Indonesia Melalui Teori Graf, Pidato Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung, 13 Juli 2007, Balai Pertemuan Ilmiah ITB

3. Algoritma Genetika

Genetic Algorithm (GA) merupakan algoritma pencarian yang berdasarkan pada mekanisme sistem natural yakni genetik dan seleksi alam⁵. Algoritma ini dapat dipakai untuk mendapatkan solusi pencarian yang terbaik dari beberapa solusi yang ada dengan menggunakan proses evolusi.

Munculnya algoritma ini pertama kali di ungkapkan oleh *John Holland* pada awal tahun 60 an dan di tuangkan dalam bukunya yang berjudul *Adaptation in Natural and Artificial System*⁶. Algoritma genetika yang diperkenalkan oleh Holland pada masa itu tergolong umum dan sederhana, algoritmanya sendiri terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :

1. inialisasi populasi
2. Evaluasi setiap kromosom dan populasi berdasarkan fitness
3. Pilih suatu kromosom dari populasi dengan nilai fitness terbaik
4. Lakukan perkawinan silang (*crossover*) antar kromosom, jika tidak ada persilangan lanjutkan langkah 5
 - a. Pilih pasangan dalam populasi dengan probabilitas sama
 - b. Tentukan titik perkawinan silang antara 1 sampai L dengan probabilitas sama, dimana L adalah panjang kromosom
 - c. Lakukan rekombinasi kromosom dan mutasi pada kromosom jika ada keturunan baru yang dihasilkan ditempatkan pada populasi baru
5. Jika populasi baru belum penuh, lakukan langkah 3
Populasi baru penuh (jumlah populasi baru = jumlah populasi lama) kembali ke langkah 2

Algoritma Genetika dapat di aplikasikan dalam berbagai macam bentuk, salah satunya adalah pencarian jalur alternatif. Pencarian jalur ini berupaya untuk mencari jalur lain selain jalur yang biasa dilewati.

Sebagai contoh kasus dapat di mulai dari berapa pertanyaan berikut,

- a. Ada berapa jalur yang bisa dilewati untuk berjalan dari satu tempat ke tempat yang lain?
- b. Apakah jalur yang dilewati adalah jalur yang paling optimal?
- c. Adakah gangguan yang terjadi pada jalur yang akan dilewati?

4. Hasil Implementasi Algoritma Genetika Pada Pencarian Jalur Alternatif

Hasil implementasi Algoritma Genetika kedalam program dapat dilihat pada gambar 4.1 dimana jalur yang baru dengan titik asal dan titik tujuan tanpa pemotongan jalur atau tanpa terjadi kemacetan. Penggunaan program dimulai dengan pemilihan bentuk graf, dilanjutkan dengan pemilihan jumlah iterasi dalam untuk program pencarian jalur alternatif, serta penentuan titik awal dan titik akhir pada graf.

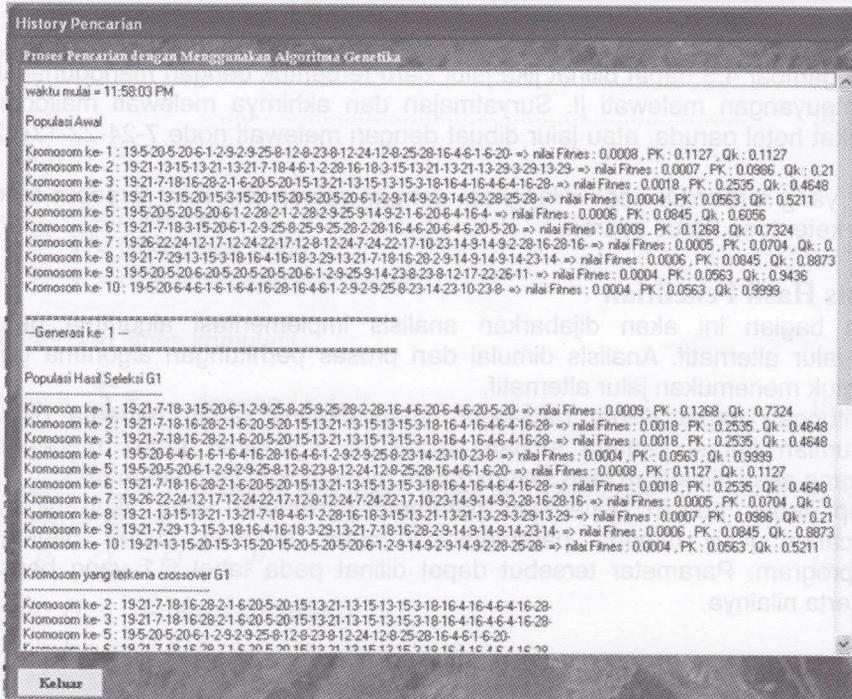
Pada gambar 4.1 dapat diketahui bahwa bentuk graf dengan node awal 19 dan node akhir 2 akan menghasilkan jalur dengan format 19-21-7-18-16-29-2, atau dengan kata lain ketika dari Jl. Dr. Wahidin akan ke hotel garuda di ujung jalan malioboro melewati Jl. Lempuyangan dan Jl. Abu Bakar Ali, sedangkan proses pencarian jalur tersebut dapat dilihat dengan menekan tombol "history" bentuknya dapat dilihat pada gambar 4.2

⁽⁵⁾ Aries Syamsuddin, *Pengenalan Algoritma Genetik, Kuliah umum ilmukomputer.com, 23 oktober 2007, <http://www.ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2006/08/aries-genetik.zip>*

⁽⁶⁾ Rennard, Jean Philippe Ph.D, *Genetic Algorithm Viewer: De monstration of a Genetic Algorithm, 23 oktober 2007, <http://www.rennard.org/alife/english/gavintrgb.html>*



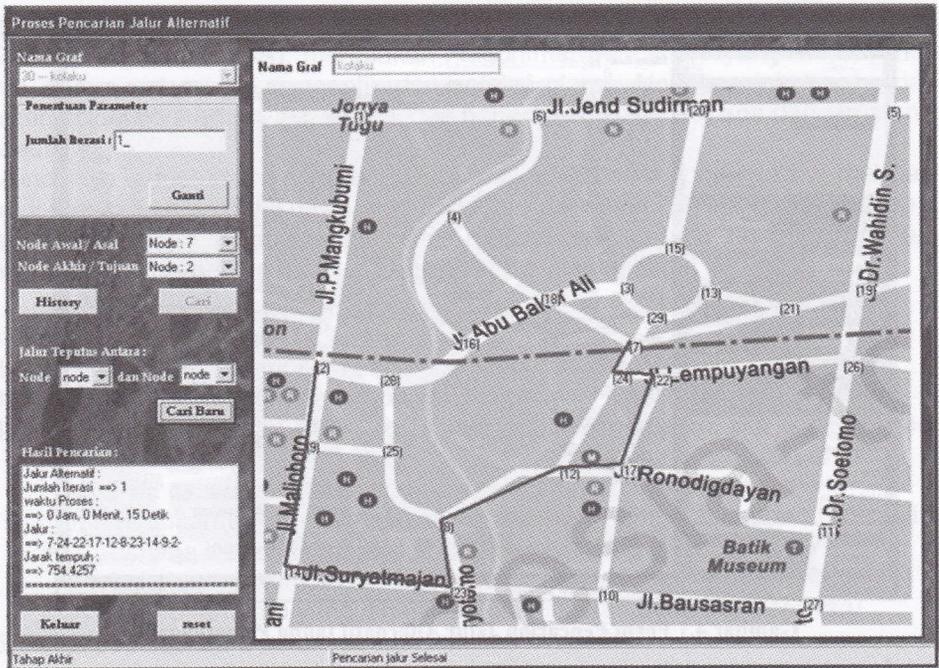
Gambar 4.1 Form Pencarian Jalur Alternatif tanpa Pemotongan



Gambar 4.2 Form History Jalur Tanpa Pemotongan

Pada jalur ini didapat jalur teroptimal pada saat pencarian berlangsung yaitu pada jalur 19-21-7-18-16-29-2 dan ketika terjadi kemacetan pada jalur 7 ke 18 maka pengguna dapat melakukan pencarian ulang jalur alternatifnya dengan memutuskan jalur dari node 7 ke node 18 dan menjadikan jalur ke 7 sebagai titik awal pencarian.

Hasil pencarian jalur setelah pemutusan jalur tersebut dapat dilihat pada form hasil pencarian dengan pemotongan seperti gambar 4.3.



Gambar 4.3 Form Pencarian Jalur Alternatif dengan Pemotongan

Pada gambar 4.3 dapat dilihat jika jalur baru terbentuk dengan menggunakan node ke 7 atau dari lempuyangan melewati jl. Suryatmajan dan akhirnya melewati malioboro ke ujung malioboro dekat hotel garuda, atau jalur dibuat dengan melewati node 7-24-22-17-12-8-23-14-9-2.

Jalur yang terbentuk tidak dilengkapi dengan aturan jika jalur tersebut terkena kondisi jalan dengan ketentuan harus searah.

5. Analisis Hasil Penelitian

Pada bagian ini akan dijabarkan analisis implementasi algoritma genetika untuk menemukan jalur alternatif. Analisis dimulai dari proses perhitungan algoritma genetika yang digunakan untuk menemukan jalur alternatif.

Perhitungan dapat dilihat beberapa tahap dimana tahap pertama dimulai dengan penentuan jumlah iterasi dimana jumlah iterasi ini digunakan untuk menentukan proses perulangan yang akan dilakukan oleh sistem dalam menemukan jalur alternatif.

Tahap kedua adalah penentuan parameter-parameter yang akan digunakan untuk proses pencarian jalur dimana parameter-parameter tersebut sudah ditentukan diawal pembuatan program. Parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 5.1 yang berisi parameter genetika beserta nilainya.

Tabel 5.1
Parameter Genetika

Variable	Value	Keterangan
Popsize	10	Ukuran populasi
Pc	0.5000	Peluang Crossover
Maxgen	1 – 30	Jumlah Iterasi
Long	4 – 20	Jumlah Node

Tahap ketiga adalah tahap pembentukan populasi awal dimana populasi tersebut merupakan bentuk dari beberapa solusi yang dapat terbentuk dari kasus yang ditentukan.

Pembentukan populasi awal dapat dilihat pada tabel 5.2 yang berisi no urutan kromosom⁷ beserta node-nodenya.

Tabel 5.2
Bentuk Populasi Awal

Kromosom ke -	Bentuk Kromosom
1	19-5-20-5-20-6-1-2-9-2-9-25-8-12-8-23-8-12-24-12-8-25-29-16-4-6-1-6-20
2	19-21-13-15-13-21-13-21-7-18-4-6-1-2-28-16-18-3-15-13-21-13-21-13-29-3-29-13-29
3	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-13-15-3-18-16-4-16-4-16-4-28
4	19-21-13-15-20-15-3-15-20-15-20-5-20-5-20-6-1-2-9-14-9-2-9-14-9-2-28-15-28
5	19-5-20-5-20-6-1-2-28-2-1-2-28-2-9-25-9-14-9-2-1-6-20-6-4-16-4
6	19-21-7-18-3-15-20-6-1-2-9-25-8-25-9-25-28-2-28-16-4-6-20-6-4-6-20-5-20
7	19-26-22-24-12-17-12-24-22-17-12-8-12-24-7-24-22-17-10-23-14-9-14-9-2-28-16-28-16
8	19-21-7-29-13-15-3-18-16-4-16-18-3-19-13-21-7-18-16-28-2-9-14-9-14-9-14-23-14
9	19-5-20-5-20-6-20-5-20-5-20-5-20-6-1-2-9-25-9-14-23-8-23-8-12-17-22-26-11
10	19-5-20-6-4-6-1-6-1-6-4-16-28-16-4-6-1-2-9-2-9-25-8-23-14-23-10-23-8

Tahap keempat adalah tahap pemberian fungsi evaluasi yang digunakan untuk mencari jalur alternatif, dimana fungsi – fungsi tersebut adalah fungsi fitness, fungsi fitness relatif, dan fungsi fitness kumulatif. Pencarian fungsi tersebut didasarkan pada rumus seperti berikut :

- Nilai Fitness

$$F = \frac{1}{\sum_{i=1}^n} \dots\dots\dots [5.1]$$

dengan, j = node tujuan
n = jarak antar node
F = nilai fitness tiap kromosom

- Fitness Relatif dan fitness kumulatif

□ $totfitness = \sum_{i=1}^j F_i$ dengan $i = 1, 2, \dots, j$ [5.2]

□ $P_k = \frac{F_k}{totfitness}$ dengan P_k = fitness relatif tiap kromosom [5.3]

□ $Q_k = P_k, Q_k = Q_{k-1} + P_k$ [5.4]
dengan, Q_k = fitness kumulatif
k = 2, 3, ..., j

Penggunaan fungsi evaluasi diterapkan pada populasi yang ada, sehingga akan didapat populasi penuh seperti pada tabel 5.3 yang berisi populasi beserta nilai fitnessnya.

⁷⁾ Kromosom merupakan kumpulan dari beberapa gen atau node.

Tabel 5.3
Populasi penuh beserta Fungsi Evaluasi

Kromosom ke -	Bentuk Kromosom	Nilai Fitness (F)	Fitness Relatif (Pk)	Fitness Kumulatif (Qk)
1	19-5-20-5-20-6-1-2-9-2-9-25-8-12-8-23-8-12-24-12-8-25-29-16-4-6-1-6-20	0.0008	0.1127	0.1127
2	19-21-13-15-13-21-13-21-7-18-4-6-1-2-28-16-18-3-15-13-21-13-21-13-29-3-29-13-29	0.0007	0.0986	0.2113
3	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-13-15-3-18-16-4-16-4-16-4-28	0.0018	0.2535	0.4648
4	19-21-13-15-20-15-3-15-20-15-20-5-20-5-20-6-1-2-9-14-9-2-9-14-9-2-28-15-28	0.0004	0.0563	0.5211
5	19-5-20-5-20-5-20-6-1-2-28-2-1-2-28-2-9-25-9-14-9-2-1-6-20-6-4-16-4	0.0006	0.0845	0.6056
6	19-21-7-18-3-15-20-6-1-2-9-25-8-25-9-25-28-2-28-16-4-6-20-6-4-6-20-5-20	0.0009	0.1268	0.7324
7	19-26-22-24-12-17-12-24-22-17-12-8-12-24-7-24-22-17-10-23-14-9-14-9-2-28-16-28-16	0.0005	0.0704	0.8028
8	19-21-7-29-13-15-3-18-16-4-16-18-3-19-13-21-7-18-16-28-2-9-14-9-14-9-14-23-14	0.0006	0.0845	0.8873
9	19-5-20-5-20-6-20-5-20-5-20-5-20-6-1-2-9-25-9-14-23-8-23-8-12-17-22-26-11	0.0004	0.0563	0.9436
10	19-5-20-6-4-6-1-6-1-6-4-16-28-16-4-6-1-2-9-2-9-25-8-23-14-23-10-23-8	0.0004	0.0563	0.9999

Tahap kelima dilakukan seleksi setiap kromosomnya dengan menggunakan metode *Roulette Wheel Selection*, yang menggunakan bilangan random sebagai bilangan pembandingnya, dan hasil seleksinya dapat dilihat di tabel 5.4 dimana bentuk populasi baru muncul setelah proses seleksi.

Tabel 5.4
Populasi baru hasil seleksi

Kromosom ke -	Bentuk Kromosom	Nilai Fitness (F)	Fitness Relatif (Pk)	Fitness Kumulatif (Qk)
1	19-21-7-18-3-15-20-6-1-2-9-25-8-25-9-25-28-2-28-16-4-6-20-6-4-6-20-5-20	0.0009	0.1268	0.7324
2	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-13-15-3-18-16-4-16-4-16-4-28	0.0018	0.2535	0.4648
3	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-13-15-3-18-16-4-16-4-16-4-28	0.0018	0.2535	0.4648
4	19-5-20-6-4-6-1-6-1-6-4-16-28-16-4-6-1-2-9-2-9-25-8-23-14-23-10-23-8	0.0004	0.0563	0.9999
5	19-5-20-5-20-6-1-2-9-2-9-25-8-12-8-23-8-12-24-12-8-25-29-16-4-6-1-6-20	0.0008	0.1127	0.1127
6	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-13-15-3-18-16-4-16-4-16-4-28	0.0018	0.2535	0.4648
7	19-26-22-24-12-17-12-24-22-17-12-8-12-24-7-24-22-17-10-23-14-9-14-9-2-28-16-28-16	0.0005	0.0704	0.8028
8	19-21-13-15-13-21-13-21-7-18-4-6-1-2-28-16-18-3-15-13-21-13-21-13-29-3-29-13-29	0.0007	0.0986	0.2113

9	19-21-7-29-13-15-3-18-16-4-16-18-3-19-13-21-7-18-16-28-2-9-14-9-14-9-14-23-14	0.0006	0.0845	0.8873
10	19-21-13-15-20-15-3-15-20-15-20-5-20-5-20-6-1-2-9-14-9-2-9-14-9-2-28-15-28	0.0004	0.0563	0.5211

Tahap keenam adalah proses penyilangan dan proses mutasi dimana proses ini dilakukan untuk mencari variasi bentuk kromosom yang baru. Penyilangan dilakukan dengan menggunakan metode *Multi Point Crossover* dan dalam kasus ini jumlah titik potong ada dua buah yaitu pada gen ke-dua dan gen tengah kromosom. Setelah melalui proses penyilangan dan mutasi maka akan didapat populasi baru seperti tampak pada tabel 5.5

Pada tabel 5.5 hasil populasi akhir terlihat jika nilai jalur yang baru adalah dari node 19 ke node 2 melalui node 21-7-18-16-29, atau dengan kata lain ketika dari Jl. Dr. Wahidin akan ke hotel garuda di ujung jalan malioboro melewati Jl. Lempuyangan dan Jl. Abu Bakar Ali.

Ketika terjadi pemutusan jalur dari node 7 ke node 18 proses penyelesaian masih dengan perhitungan yang sama tetapi node asal merupakan node awal merupakan dan jalur yang terpotong tidak akan ikut dalam proses pencarian, sehingga diperoleh jalur alternatif yang melewati node 24-22-17-12-8-23-14-9-2, atau dari lempuyangan melewati jl. Suryatmajan dan akhirnya melewati malioboro ke ujung malioboro dekat hotel garuda.

Tabel 5.5
Populasi akhir genetika

Kromosom ke -	Bentuk Kromosom	Nilai Fitness (F)	Fitness Relatif (Pk)	Fitness Kumulatif (Qk)
1	19-21-7-18-3-15-20-6-1-2-9-25-8-25-9-25-28-2-28-16-4-6-20-6-4-6-20-5-20	0.0009	0.0928	0.0928
2	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-13-15-3-18-16-4-16-4-6-4-16-28	0.0018	0.1856	0.2784
3	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-13-15-3-18-16-4-16-4-6-4-16-28	0.0018	0.1856	0.4640
4	19-5-20-6-4-6-1-6-1-6-4-16-28-16-4-6-1-2-9-2-9-25-8-23-14-23-10-23-8	0.0004	0.0412	0.5052
5	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-12-24-12-8-25-28-16-4-6-1-6-20	0.0018	0.1856	0.6908
6	19-21-7-18-16-28-2-1-6-20-5-20-15-13-21-13-15-13-15-3-18-16-4-16-4-6-4-16-28	0.0018	0.1856	0.8764
7	19-26-22-24-12-17-12-24-22-17-12-8-12-24-7-24-22-17-10-23-14-9-14-9-2-28-16-28-16	0.0005	0.0515	0.9279
8	19-21-13-15-13-21-13-21-7-18-4-6-1-2-28-16-18-3-15-13-21-13-21-13-29-3-29-13-29	0.0007	0.0722	1.0001
9	19-21-7-29-13-15-3-18-16-4-16-18-3-19-13-21-7-18-16-28-2-9-14-9-14-9-14-23-14	0.0006	0.0619	1.062
10	19-21-13-15-20-15-3-15-20-15-20-5-20-5-20-6-1-2-9-14-9-2-9-14-9-2-28-15-28	0.0004	0.0412	1.1032

6. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan implementasi sistem dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Hasil pencarian jalur alternatif bervariasi. Hal ini ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya jumlah iterasi, jumlah edge, dan jumlah node.

Penggunaan bilangan random menjadikan beberapa kali pencarian yang dilakukan tidak dapat mendapatkan hasil yang diharapkan.

7. Daftar Pustaka

Aries Syamsuddin, **Pengenalan Algoritma Genetik**, Kuliah umum ilmukomputer.com, <http://www.ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2006/08/aries-genetik.zip>, 23 oktober 2007

Gross, Jonathan, Jay Yellen., **Graph Theory and Its Applications.**, CRS Press., London., 1998

Kusumadewi, Sri, Hari Purnomo., **Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik – Teknik Heuristik.**, Ghaha Ilmu., Yogyakarta., 2005

Profesor Edy Tri Baskoro, **Mengenalkan Indonesia Melalui Teori Graf**, Pidato Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung, Balai Pertemuan Ilmiah ITB, 13 Juli 2007

Rennard, Jean Philippe Ph.D, **Genetic Algorithm Viewer: Demonstration of a Genetic Algorithm**, <http://www.rennard.org/alife/english/Gavintrgb.html>, 23 oktober 2007

Komputer, Wahana, **Panduan Praktis Pemrograman Borland Delphi 7.0**, Andi Offset, Yogyakarta, 2003

Alam, M. Agus J, **MySQL Server versi 5 dan Aplikasinya dalam Visual Basic 6 dan Delphi**, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2005

Madcoms, **Seri Panduan Pemrograman : Pemrograman Borland Delphi 7**, Andi Offset, Yogyakarta, 2006