# Optimasi *Routing* Berbasis Algoritma Genetika Pada Sistem Komunikasi Bergerak

Devi Rahmayanti

***Abstrak*—Komunikasi bergerak selular adalah suatu komunikasi antara dua terminal di mana salah satu atau kedua terminal tidak berada pada lokasi atau posisi yang tetap, misalkan komunikasi yang dilakukan oleh orang yang sedang dalam perjalanan. Keberadaan system radio selular adalah karena kebutuhan akan tersedianya pelayanan telepon bergerak dalam jangkauan nasional bukan hanya untuk daerah tertentu saja. Sistem komunikasi selular membagi wilayah pelayanan yang akan dijangkau menjadi bebrapa zona-zona kecil yang disebut sel, setiap sel dilayani oleh suatu Base Station. Kelebihan sistem selular bila dibandingkan dengan sistem konvensional adalah adanya fasilitas Handoff, di mana pembicaraan tidak terputus bila pembicaraan berpindah sel. Hal ini terjadi karena kanal sel yang digunakan akan berganti secara otomatis. Dari permasalahan di atas maka diperoleh suatu ide untuk membuat suatu program yang mampu mensimulasikan proses pencarian jalur komunikasi (routing) pada jaringan telekomunikasi, dan program yang dibangun ini diharapkan akan memberikan pemahaman mengenai routing (proses pencarian jalur komunikasi. Untuk menghindari kekeliruan pada proses pencarian rute atau kegagalan pencarian maka dalam proses algoritma gentika harus diinisialisasikan dengan benar.**

***Kata Kunci*— Algoritma Genetika.**

## I. PENDAHULUAN

KEBUTUHAN akan suatu komunikasi juga sangat meningkat seiring dengan perkembangan populasi manusia, sehingga untuk memenuhi kebutuhan itu maka disediakan jaringan komunikasi yang besar. Untuk mengatasi kepadatan yang terjadi maka dikembangkan sistem komunikasi bergerak atau komunikasi tanpa kabel, karena komunikasi ini menyediakan daerah cakupan yang cukup luas. Selain itu ada pula kelebihan dari sistem komunikasi bergerak yakni adanya fasilitas Handoff, di mana pembicaraan tidak terputus walaupun pembicaraan berpindah sel.

Untuk melakukan suatu percakapan (hubungan) maka dibutuhkan beberapa proses diantaranya proses *routing* (pencarian jalur komunikasi), dimana *client* dan *client* bisa saling berhubungan dan tukar menukar informasi melalui jalur yang telah disediakan oleh pihak telekomunikasi. Sehingga sering kita jumpai adanya waktu tunda dan pembatalan komunikasi, hal ini terjadi akibat jalur percakapan atau rute komunikasi yang disediakan telah terpakai (dalam keadaan sibuk).

Peran aplikasi program komputer dalam melakukan desain sangat penting dewasa ini, penyebabnya adalah komputer dapat melakukan pengolahan dan menganalisa data yang relatif lebih akurat dengan kecepatan tinggi dibanding dikerjakan secara manual. Keterbatasan waktu dan ketelitian untuk melakukan penganalisaan terhadap sistem pencarian jalur pada telekomunikasi dapat menyebabkan terjadinya kesalahan dalam mendesain proses pencarian jalur komunikasi bila dikerjakan secara manual.

Dari permasalahan di atas maka diperoleh suatu ide untuk membuat suatu program yang mampu mensimulasikan proses pencarian jalur komunikasi (*routing)* pada jaringan telekomunikasi, dan program yang dibangun ini diharapkan akan memberikan pemahaman mengenai *routing* (proses pencarian jalur komunikasi).

### *A. Sistem Komunikasi Bergerak*

Komunikasi *Wireless* merupakan komunikasi tanpa kabel, pada prinsipnya adalah sebuah konsep di mana radio digunakan untuk mendukung hubungan telepon dengan pelanggan.

Dalam lalu lintas telekomunikasi maka obeknya adalah pembicaraan (informasi). Jika satu jalur sudah terpakai untuk mengalirkan satu pembicaraan, maka jalur itu tidak dapat digunakan untuk menyalurkan pembicaraan lain. Jika pembicaraan sudah selesai barulah jalur tersebut dapat dipakai untuk yang lain. Volume lalu lintas ini akan menentukan ukuran sentral telepon. Intensitas lalu lintas berubah-ubah dari waktu ke waktu, hari ke hari dan bulan ke bulan. Kesibukan berbeda-beda untuk setiap tempat. Sebab itu untuk jumlah telepon yang sama, maka kapasitas sentral telepon yang dibutuhkan tidak sama.

Komunikasi bergerak selular adalah suatu komunikasi antara dua terminal di mana salah satu atau kedua terminal tidak berada pada lokasi atau posisi yang tetap, misalkan komunikasi yang dilakukan oleh orang yang sedang dalam perjalanan. Sistem komunikasi selular membagi wilayah pelayanan yang akan dijangkau menjadi beberapa zona-zona kecil yang disebut sel, setiap sel dilayani oleh suatu *Base Station*.

Kelebihan sistem selular bila dibandingkan dengan sistem konvensional adalah adanya fasilitas *Handoff*, di mana pembicaraan tidak terputus bila pembicaraan

Devi Rahmayanti adalah dosen Kopertis Wilayah VII DPK pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Gajayana Malang. (Korespondensi: email: devi_elektrouniga@yahoo.co.id)

berpindah sel. Hal ini terjadi karena kanal sel yang digunakan akan berganti secara otomatis.

Proses *Handoff* terjadi bila pembicaraan sedang berlangsung dipindahkan dari suatu kanal frekuensi ke kanal frekuensi lainnya ketika pelanggan bergerak memasuki daerah cakupan *Base Station* yang lain pada sistem yang sama. Selain itu system ini dapat bergerak secara bebas (*roaming*) baik nasional maupun internasional. Pada tempat yang luas dibutuhkan lebih dari satu akses point. Posisi akses point disesuaikan dengan lokasi, artinya melingkupi semua area dalam lokasi yang diinginkan, sehingga hubungan *client* dengan jaringan tidak akan terputus. Kemampuan jaringan untuk bergerak dari cakupan akses point satu ke lainnya disebut *roaming*. Ketika terjadi *roaming*, level daya pancar akan berubah dan kualitas sinyal juga akan berbeda. Akan tetapi, semakin baik performansi jaringan maka semua akibat dari proses perpindahan itu tidak akan dirasakan oleh *client.*

### *B. Metode* Routing.

Jika pada satu saat, saluran antara kedua sentral habis terpakai semua karena permintaan hubungan yang banyak maka permintaan hubungan baru dapat dilewatkan melalui *Base Transceiver Station* (BTS) lain. Kadangkala, di satu kota yang cukup besar, di mana ada beberapa *Base Transceiver Station* (BTS), dengan demikian pada proses penyambungan dikenal *route* langsung dan *route* alternatif untuk overflow.

Secara umum penyambungan sebuah hubungan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Adapun penyambungan langsung adalah ketika pengguna berada bersebelahan sel, maka komunikasi ini tidak mengalami pencarian rute, karena langsung disambungkan melalui *Base Transceiver Station* (BTS)-nya. Namun ketika jalur komunikasi mengalami overflow maka digunakan pencarian rute komunikasi (*routing*).

### *C. Teori Trafik*

Panggilan telepon merupakan usaha permintaan pelanggan untuk dihubungkan dengan pelanggan lainnya. Panggilan ini muncul secara acak dan tidak dapat diduga waktunya. Trafik merupakan kepadatan pelanggan telepon yang dapat dilewatkan pada saluran telepon. Intensitas trafik adalah jumlah rata-rata panggilan secara simultan dapat diproses selama periode tertentu. Informasi tentang keadaan trafik ini sangat penting pada perencanaan sebuah sistem telepon sehingga dapat diantisipasi terjadinya beban berlebihan akibat trafik yang datang melebihi kapasitas kanal yang telah tersedia.

Dalam lalu lintas telekomunikasi yang mejadi objek adalah pembicaraan (informasi). Jika satu jalur sudah terpakai untuk mengalirkan satu pembicaraan, maka jalur itu tidak dapat di gunakan untuk menyalurkan pembicaraan lain. Jika pembicaraan sudah selesai barulah jalur tersebut dapat dipakai untuk yang lain. Kesibukan berbeda-beda untuk setiap tempat. Secara umum trafik dapat diartikan sebagai perpindahan informasi dari satu tempat ke tempat lain melalui jaringan telekomunikasi. Besaran dari suatu trafik telekomunikasi diukur dengan satuan waktu, sedangkan nilai trafik dari suatu kanal adalah lamanya waktu pendudukan pada kanal tersebut.

### *D. Algoritma Genetika*

Algoritma Genetika adalah suatu algoritma pencarian yang meniru mekanisme dari genetika alam. Algoritma Genetika ini banyak dipakai pada aplikasi bisnis, teknik maupun pada bidang keilmuan. Algoritma ini dapat dipakai untuk mendapatkan solusi yang tepat untuk masalah optimal dari satu variabel atau multi variabel.

Sebelum Algoritma ini dijalankan, masalah apa yang ingin dioptimalkan itu harus dinyatakan dalam fungsi tujuan, yang dikenal dengan fungsi *fitness*. Jika nilai *fitness* semakin besar, maka sistem yang dihasilkan semakin baik. Operasi yang dilakukan adalah reproduksi, *crossover*, dan mutasi untuk mendapatkan sebuah solusi menurut nilai *fitness*-nya.

**Proses Algoritma Genetika**

Sangat perlu untuk mengetahui proses dalam Algoritma Genetika. Di bawah ini akan diuraikan mengenai hal itu, di mana uraian ini merupakan penjabaran dari mekanisme Algoritma Genetika seperti penjelasan pada bagian sebelumnya.

TABEL 1.
ISTILAH YANG DIGUNAKAN DALAM ALGORITMA GENETIKA

| **Istilah** | (1) Keterangan |
|---|---|
| Kromosom | Individu berupa segmen string yang sudah ditentukan |
| Gen | Bagian dari string |
| Loci | Posisi dari gen |
| Allele | Nilai yang dimasukkan ke dalam gen |
| Phenotype | String yang merupakan solusi terakhir |
| Genotype | Sejumlah string hasil perkawinan yang berpotensi sebagai solusi |

**Pengkodean atau Representasi**

Langkah pertama kali yang dilakukan dalam penggunaan Algoritma Genetika adalah melakukan pengkodean atau representasi terhadap permasalahan yang akan diselesaikan.

Secara umum Algoritma Genetika dibentuk oleh serangkaian kromosom yang ditandai dengan $x_i$ ($i$ =1,2,…$N$). Setiap elemen dalam kromosom ini adalah variabel string yang disebut gen, berisi nilai-nilai atau allele. Variabel-variabel ini dapat dinyatakan dalam bentuk bilangan biner, bilangan real (*floating point*), integer, abjad. Pengkodean string biner merupakan pendekatan paling klasik yang digunakan dalam penelitian Algoritma Genetika karena sederhana. Selanjutnya beberapa kromosom dibentuk dan

berkumpul membentuk populasi. Populasi inilah awal bagi Algoritma Genetika untuk awal melakukan pencarian.

**Fungsi Fitness (Fungsi Evaluasi )**

Dalam Algoritma Genetika, sebuah fungsi *fitness f*(*x*) harus dirancang untuk masing-masing permasalahan yang akan diselesaikan. Dengan menggunakan kromosom tertentu, fungsi obyektif atau fungsi evaluasi akan mengevaluasi status masing-masing kromosom. Setiap gen $x_i$ ($i$ =1,2,…$N$) dipergunakan untuk menghitung fk (*x*) di mana k = 1,2,…. *POPSIZE*.

Permasalahan klasik dari Algoritma Genetika adalah beberapa kromosom dengan nilai fitness yang tertinggi (tetapi bukan nilai optimum) mendominasi populasi dan mengakibatkan Algoritma Genetika konvergen pada lokal optimum. Ketika mencapai konvergen, kemampuan Algoritma Genetika untuk mencari solusi yang lebih baik menghilang. Tukar silang antara kromosom induk yang hampir identik menghasilkan keturunan (*offspring*) yang identik.

**Seleksi**

Pada Algoritma Genetika terdapat proses seleksi yaitu proses pemilihan kromosom yang akan di-*crossover*-kan dengan kromosom dari individu lain. Masalah yang paling mendasar pada proses ini adalah bagaimana proses penyeleksiannya. Menurut teori evolusi Darwin proses seleksi individu adalah :" *individu terbaik akan tetap hidup dan menghasilkan keturunan"*. Pada proses seleksi ini dapat menggunakan banyak metode seperti *Roulette Wheel selection, Rank Selection, Elitism* dan sebagainya.

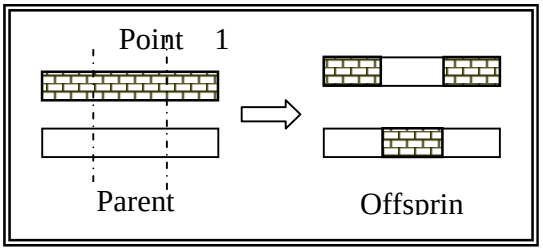
**Elitism**

Selama membuat populasi baru dengan crossover dan mutasi, kemungkinan akan terjadi kehilangan kromosom terbaik (*best/few best*). Elitism adalah nama metode yang pertama kali meng-Copy-kan kromosom terbaik (*best/few best*) ke dalam populasi baru. Sisanya dikerjakan dengan cara yang biasa, yaitu melalui seleksi, crossover dan mutasi. Elitism dapat secara cepat meningkatkan performasi dari Algoritma Genetika karena elitism menghindarkan hilangnya solusi terbaik (*best/few best*) yang telah ditemukan.

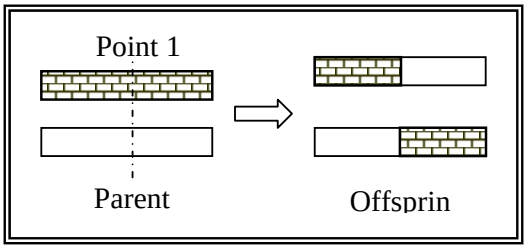
**Crossover ( Pindah Silang)**

Fungsi crossover adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-materi gen dua kromosom induk. Bekerja dengan membangkitkan sebuah nilai random $r_k$ di mana $k$ = 1,2,…*POPSIZE*. Probabilitas crossover ($P_c$) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi crossover. Apabila nilai $r_k$ < $P_c$ maka kromosom ke-k terpilih untuk mengalami *crossover*. *Crossover* yang paling sederhana adalah *one point crossover*. Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara random pada range satu sampai panjang kromosom. Nilai offspring diambil dari dua parent tersebut dengan batas titik persilangan.

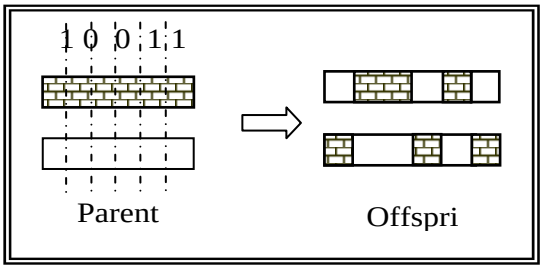
Untuk *crossover uniform* dibangkitkan suatu nilai random 0 dan 1 sepanjang jumlah kromosom untuk tiap *loci*. Jika nilai yang dibangkitkan mempunyai nilai 1 maka *allele offspring* 1 untuk *loci* tersebut diambil dari *allele parent* 2 dan *offspring* 2 untuk *loci* tersebut diambil dari *allele parent* 1. Jika nilai yang dibangkitkan mempunyai nilai 0 maka *allele offspring* 1 untuk loci tersebut diambil dari *allele parent* 1 dan *offspring* 2 untuk loci tersebut diambil dari *allele parent* 2.




Gambar 1. Ilustrasi Operator Crossover dengan One Point Crossover




Gambar 2. Ilustrasi Operator Crossover dengan TwoPoint Crossover



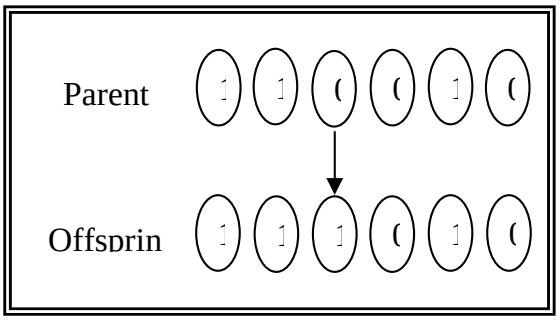

Gambar 3. Ilustrasi Operator Crossover dengan Uniform Crossover

**Mutation ( Mutasi )**

Operator mutasi digunakan untuk memodifikasi satu atau lebih nilai gen dalam satu individu. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random $r_k$ di mana $k$ =1,2,…,*NVAR* (panjang kromosom). Probabilitas mutasi ($P_m$) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi mutasi. Apabila nilai random $r_k$ < $P_m$, maka gen ke-$k$ kromosom tersebut terpilih untuk mengalami mutasi. Mutasi dengan menggantikan 0 dengan 1 atau sebaliknya gen 1 dengan 0. Biasanya disebut dengan proses flip yaitu dengan membalik nilai 0 ke 1atau 1 ke 0. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar dibawah ini.

Fungsi dari operator mutasi adalah untuk menghindari agar solusi permasalahan yang diperoleh bukan merupakan solusi optimum lokal. Seperti halnya pada operator *crossover*, tipe dan implementasi dari

operator mutasi bergantung pada jenis pengkodean dan permasalahan yang dihadapi. Seberapa sering mutasi dilakukan dinyatakan dengan suatu probabilitas mutasi, $P_m$. Posisi elemen pada kromosom yang akan mutasi ditentukan secara random. Mutasi dikerjakan dengan cara melakukan perubahan pada elemen tersebut.




Gambar 4. Ilustrasi Operator Mutasi untuk Representasi String Biner

Perubahan parameter kontrol seperti besarnya populasi, probabilitas crossover dan probabilitas mutasi merupakan kemajuan dari pencarian di dalam metode Algoritma Genetika. Variasi tersebut dapat memberikan beberapa hasil pencarian walaupun sangat sulit menentukan kombinasi yang optimal dari beberapa parameter pada tiap-tiap proses pencarian yang terjadi.

## II. II. PERANCANGAN

Aplikasi Simulasi Optimasi Routing Berbasis Algoritma Genetika Pada Sistem Komunikasi Bergerak dirancang sebagai perangkat lunak yang bersifat *standalone*. Program untuk merancang antarmuka pengguna menggunakan Borland Delphi (versi 7). Untuk keperluan simulasi digunakan komponen Delphi TOMASWEB yang bersifat gratis dan open source. Sistem operasi yang digunakan dalam perancangan aplikasi adalah Windows XP Professional Version 2002 Service Pack 1.

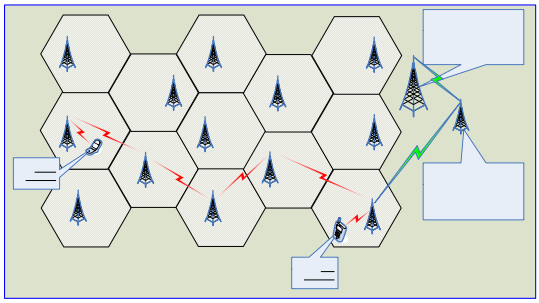
Simulasi Optimasi Routing Berbasis Algoritma Genetika Pada Sistem Komunikasi Bergerak dirancang untuk melakukan:

- Simulasi komunikasi antara satu unit *mobile station* dengan satu unit *mobile station* lainnya menggunakan *discrete event simulation*.
- Pencarian rute terbaik untuk menghubungkan *mobile station* dan Base Transceiver Station (BTS) dengan menerapkan algoritma genetika.
- Menampilkan visualisasi hasil simulasi.

**Perancangan Sistem dan Diagram Blok Sistem**

Perancangan sistem merupakan tahap awal dari perancangan perangkat lunak. Perancangan ini dilakukan untuk mengetahui aplikasi sistem yang akan dibuat secara umum. Perancangan sistem meliputi diagram blok sistem, cara kerja sistem, dan diagram alir sistem. Diagram blok sistem menggambarkan blok atau bagian dari sistem aplikasi yang dirancang.Diagram blok sistem aplikasi ditunjukkan dalam Gambar dibawah ini

Proses ini disimulasikan dalam sebuah aplikasi yang dibuat dengan menggunakan Delphi. *Mobile station* asal panggilan bergerak secara *random* menuju sel lain dengan kecepatan yang telah ditentukan sebelumnya. Proses pencarian rute terbaik yang dikerjakan oleh *Mobile Switching Center* (MSC) dilakukan dengan menerapkan algoritma genetika.



Gambar 5. Blok kerja sistem

Aplikasi Simulasi Optimasi Routing Berbasis Algoritma Genetika Pada Sistem Komunikasi Bergerak berfungsi untuk menggambarkan proses terjadinya komunikasi antara dua buah *mobile station*. Saat terjadi panggilan, akan dicari lokasi asal penggilan tersebut. Kemudian oleh Mobile Switching Center (MSC) akan dihitung jarak antar lokasi panggilan terhadap semua lokasi Base Transceiver Station (BTS) yang ada.

Mobile Switching Center (MSC) kemudian akan mencari rute terbaik dan terdekat yang dapat dilalui agar panggilan tersebut dapat terhubung. Setelah rute ditemukan, rute tersebut dikirimkan kepada BSC. Setelah itu BSC akan menghubungkan panggilan tersebut berdasarkan rute yang didapatkan dari Mobile Switching Center (MSC).

Jika dalam selang waktu terjadinya komunikasi tersebut terjadi kondisi yang mengakibatkan terjadinya *hand-off*, maka BSC akan mengirimkan informasi lokasi Base Transceiver Station (BTS) terdekat kepada Mobile Switching Center (MSC), kemudian Mobile Switching Center (MSC) akan menghitung kembali rute perlu ditempuh. Hasil pencarian ini kembali diserahkan kepada BSC untuk kemudian BSC melakukan pemindahan kanal komunikasi.

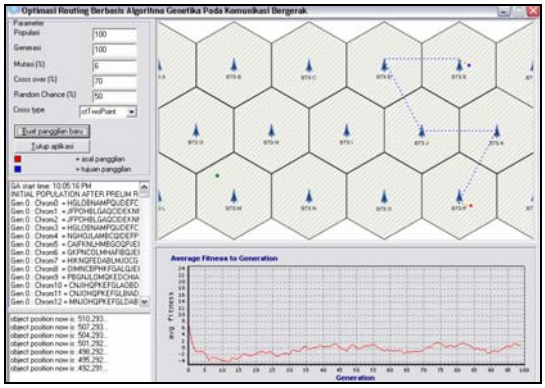
## III. III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap proses berjalannya aplikasi yang telah dibangun berdasarkan perancangan yang telah dibuat sebelumnya.

Tujuan proses ini adalah menghitung waktu yang dibutuhkan dalam usaha pencarian rute terpendek antara BTS asal dengan BTS tujuan berdasarkan algoritma genetik pada saat terjadi proses *hand-off*

Untuk merepresentasikan BTS yang berjumlah 13, masing-masing BTS diberikan indeks sebagai berikut.

- BTS – 1 : [A]
- BTS – 2 : [B]
- BTS – 3 : [C]
- BTS – 4 : [D]
- BTS – 5 : [E]



Gambar 6. Pencarian Rute Terpendek Saat Terjadinya *hand-off*

- BTS – 6 : [F]
- BTS – 7 : [G]
- BTS – 8 : [H]
- BTS – 9 : [I]
- BTS – 10 : [J]
- BTS – 11 : [K]
- BTS – 12 : [L]
- BTS – 13 : [M]

Dari Gambar 6, dapat dilihat bahwa sebuah sel memiliki setidaknya dua sel tetangga dan maksimal enam buah sel tetangga. Keterangan sel tetangga adalah sebagai berikut.

- Sel [A] = [B][D]
- Sel [C] = [B][E]
- Sel [E] = [B][C][D][G][H]
- Sel [G] = [D][E][F][H][I][J]
- Sel [I] = [F][G][J][K][L]
- Sel [K] = [I][L]
- Sel [M] = [J][L]

**Proses pencarian rute**

Sebuah rute, dapat didefininisikan sebagai urutan *array*, dan dalam studi kasus ini untuk menuju suatu BTS dari BTS lainnya, maka rute maksimal yang ditempuh adalah melalui keseluruhan 13 sel tersebut. Dengan demikian, maka secara matematis kemungkinan urutan rute BTS adalah seperti di bawah ini.

```
N= M!
dimana
N = kemungkinan urutan rute
M= jumlah BTS yang harus dilalui
```

Sehingga untuk BTS yang jumlahnya tiga belas (13), akan terdapat kemungkinan :

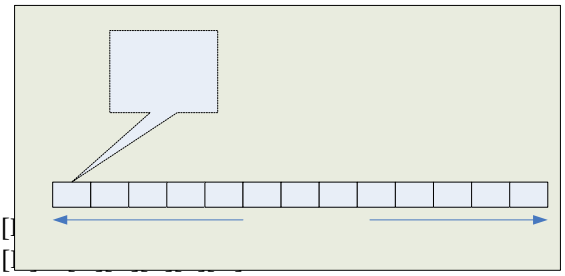
Berdasarkan algoritma genetik, maka perlu didefinikan bagaimana merepresentasikan permasalahan di atas dalam konsep-konsep genetika. Jumlah BTS digunakan sebagai panjang kromosom yang digunakan. Sehingga, sebuah individu dapat digambarkan sebagai berikut.

Dalam gambaran kromosom di atas dapat dilihat bahwa satu buah kromosom akan terdiri dari 13 komponen. Masing-masing komponen berisi indeks BTS yang akan dilalui atau dengan istilah lain, sebuah individu (sebuah solusi yang mungkin terjadi) terdiri dari kemungkinan-kemungkinan kombinasi indeks BTS yang akan dilalui. Satu syarat yang harus dicermati adalah, bahwa tidak boleh terjadi adanya *loop*, atau dengan kata lain pada urutan rute yang akan tawarkan sebagai solusi tidak diperbolehkan terjadinya indeks yang sama atau berulang.

```
N = M!
  = 13!
  = 13 x 12 x 11 x 10 x 9 x 8
x 7 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1
  = 6.227.020.800
```

**Pindah Silang (*Crossover*)**

Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara *random* pada range satu sampai panjang kromosom (dalam hal ini adalah panjang *array*). Kemudian nilai



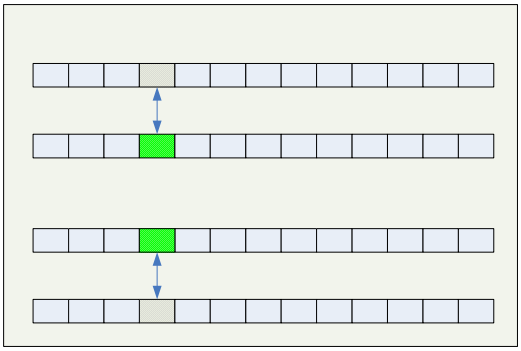
Gambar 7. Representasi dalam kromosom

Sel [
Sel [
Sel [F] = [D][G][I]
Sel [H] = [E][G][J]
Sel [J] = [G][H][I][K][M]
Sel [L] = [I][K][M]

offspring (turunan) diambil dari dua parent tersebut dengan batas titik persilangan tersebut.

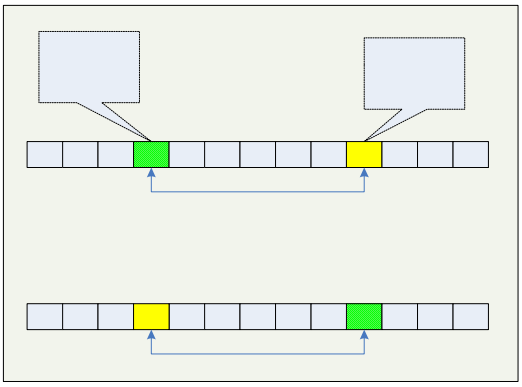
**Mutasi (*Mutation*)**

Mutasi dilakukan dengan menggantikan nilai pada posisi gen yang terpilih dengan sebuah nilai random



Gambar 8. Ilustrasi proses *cross over*

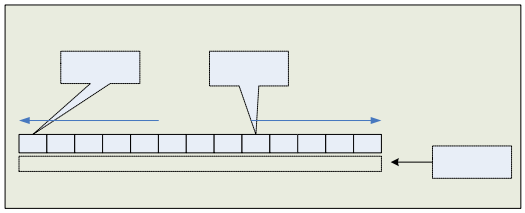
(dalam sebuah range). Setelah sebuah nilai random didapatkan dan menggantikan nilai pada posisi gen yang terpilih, kemudian dicari gen lainnya yang bernilai sama untuk ditukarkan dengan nilai gen terpilih sebelum digantikan nilai yang baru (didapatkan dari proses *random*).



Gambar 9. Ilustrasi proses mutasi

**Fungsi Fitness (Fungsi Evaluasi )**

Dalam Algoritma Genetika, sebuah fungsi fitness $f(x)$ harus dirancang untuk masing-masing permasalahan yang akan diselesaikan. Dengan menggunakan kromosom tertentu, fungsi obyektif atau fungsi evaluasi akan mengevaluasi status masing-masing kromosom. Setiap gen $x_i$ ($i$ =1,2,…$N$) dipergunakan untuk menghitung fk ($x$) dimana k = 1,2,…. *Jumlah populasi*. Nilai *fitness* dalam kasus ini dapat ditentukan dengan menghitung posisi indeks *array* tujuan.



Gambar 10. Ilustrasi jarak yang dijadikan parameter *fitness*

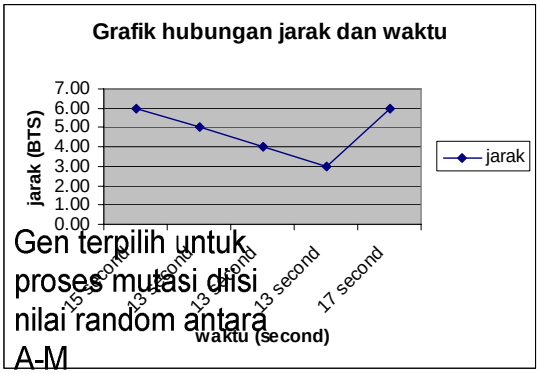
Dalam ilustrasi di atas, dapat dilihat bahwa dari kota asal panggilan K, untuk menuju kota L, maka didapatkan jarak sejumlah delapan (8) ,sesuai dengan nomer indeks pada *array*. Dengan teknik di atas, jarak antara kota asal panggilan dengan kota tujuan dapat diketahui. Dengan demikian, semakin kecil nilai yang didapatkan ,maka tingkat *fitness* dari sebuah individu akan semakin baik.

Selama terjadinya komunikasi, diasumsikan *mobile station* mengalami pergerakan dari satu titik menuju titik lainnya dengan kecepatan **V** yang relatif konstan. Saat *mobile station* berada pada jarak yang mengakibatkan penerimaan sinyal dari BTS melemah, maka proses *hand-off* akan segera dijalankan. Proses *hand-off* akan memindahkan kanal komunikasi dari BTS asal menuju BTS terdekat yang memiliki kuat sinyal terbaik.

TABEL 2.
WAKTU PENCARIAN RUTE

| Waktu (second) | | Rute yang ditemukan |
|---|---|---|
| waktu awal | waktu penemun rute | |
| 12.49 | 13.04 | CBAGHN |
| 17.47 | 18.00 | KJPON |
| 19.35 | 19.48 | GHBC |
| 20.43 | 20.58 | ABG |
| 21.35 | 21.53 | ABCDIJ |

Dalam algoritma genetika fungsi waktu dapat dikatakan lebih efisien karena adanya inisialisasi atau pengenalan jarak pada masing-masing BTS, sehingga dalam pencarian rute relatif lebih cepat. Dari data diatas, dapat dibuat sebuah grafik hubungan jarak dengan waktu pencariannya seperti pada Gambar 11 berikut.




Gambar 11. Grafik Hubungan Antara Jarak dengan Waktu Pencarian

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi rutmg dengan menerapkan algoritma genetika maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Pencarian rute pada jalur komunikasi semakin cepat karena adanya penginisialisasian awal
b. Rute pada proses hand-over sama dengan rute terjadi koneksi awal.
c. Dengan menerapkan algoritma genetika maka jarak tempuh dari sebuah komunikasi tidak membutuhkan waktu yang cukup lama.

## REFERENSI


[1] Davis, Lawrence. 1991. *Handbook Of Genetic Algorithms*. New York: Van Nostrand Reinhold.

[2] Gen, Mitsuo,and Cheng, Runwei .1997. *Genetic Algorithms And Engineering Design.Edited by Hamid R.Parsaei*. United States Of America: John Wiley and Sons.

[3] Saydam,Bc.TT, Drs Gouzali.1984. *Sistem telekomunikasi di Indonesia*. Angkasa.Bandung

[4] Weber, C. Edward, J. Neal ford, and Christopher R. Weber.1996. *Developing with Delphi: object-Oriented Techniques.* Prentice Hall.

[5] www.hariansore.co.id

[6] www.digilib.co.id

[7] www.telkom.net