

PENGOPTIMASIAN KANAL DINAMIK PADA KOMUNIKASI SELULER DENGAN ALGORITMA GENETIKA

Rimhot Omri Tua Situmeang, Rahmad Fauzi
Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: rimhotomri.situmeang@yahoo.com

Abstrak

Sistem komunikasi seluler saat ini tumbuh sangat pesat, sementara *bandwidth* yang dibutuhkan tidak tumbuh sejalan dengan permintaan. Hal ini dapat mengakibatkan banyak panggilan yang tidak dapat dilayani atau diblok. Perlu dicari solusi untuk dapat meminimalkan panggilan yang tidak dapat dilayani, yaitu dengan melakukan optimisasi pengalokasian kanal. Tulisan ini membahas pengoptimasian kanal dengan menggunakan Algoritma Genetika sebagai metode penyelesaiannya. Algoritma Genetika adalah salah satu metode pengoptimasian yang banyak digunakan dalam bidang keteknikan. Berlandaskan ilmu genetika, metode ini bertujuan mencari sifat-sifat unggul yang ada pada induk kemudian diturunkan kepada generasinya. Pada optimasi Algoritma Genetika ini, parameter yang diubah adalah nilai *cross over* untuk nilai 0,1 mendapatkan kanal 157, untuk 0,5 mendapatkan kanal 163 dan 0,9 mendapatkan kanal 160. Parameter tipe *Cross over* satu titik, dua titik, dan banyak titik sama-sama memiliki jumlah kanal 149. Parameter nilai mutasi untuk nilai 0,005 memiliki jumlah kanal 162, untuk nilai 0,01 memiliki jumlah kanal 185, dan untuk nilai 0,1 memiliki jumlah kanal 373. Parameter tipe seleksi Roda *Roulette*, seleksi *Ranking*, dan *Tournament* memiliki jumlah kanal yang sama yaitu 149. Dan parameter *string* bit 6, 12, dan 33 memiliki jumlah kanal yang sama yaitu 149. Hasil optimal dari prosedur Algoritma Genetika ini untuk 18 sel adalah 149 kanal.

Kata kunci: Algoritma Genetika, Optimasi, Pengalokasian kanal pada komunikasi seluler.

1. Pendahuluan

Telepon seluler pada masa sekarang dianggap menjadi sangat penting, ini dikarenakan banyaknya orang yang ingin berhubungan komunikasi dengan orang lain. Penggunaan kanal pada komunikasi seluler otomatis akan semakin tinggi pula. Sementara permintaan *bandwidth* oleh konsumen tidak tumbuh sesuai oleh kebutuhan konsumen. Permasalahannya ada pada mendapatkan alokasi kanal yang tepat untuk dapat memaksimalkan kapasitas penggunaan kanal dengan tetap memperhatikan kualitas sinyal yang baik. Dari masalah tersebut diperlukan sebuah metode optimasi untuk dapat mengoptimalkan pengalokasian kanal dinamik pada sistem komunikasi seluler. Salah satu metode optimasi tersebut adalah Algoritma Genetika. Metode optimasi Algoritma genetika berlandaskan pada ilmu genetika, yaitu seleksi alam.

2. Channel Assignment Problem (CAP) pada komunikasi seluler

Salah satu dari sistem komunikasi bergerak seluler adalah GSM (*Global System*

for Mobile Communication), yang merupakan sistem komunikasi bergerak generasi kedua yang telah mengimplementasikan teknologi digital pada sistemnya.

Masalah penugasan kanal timbul dalam jaringan telepon seluler di mana rentang frekuensi yang tersedia dalam spektrum frekuensi radio perlu dialokasikan untuk wilayah geografis yang berbeda untuk meminimalkan rentang total frekuensi, sesuai pada permintaan dan kendala bebas interferensi (*interference-free constrain*).

Secara umum, tujuan dari strategi penempatan kanal adalah untuk meningkatkan kapasitas kanal dari setiap sel dan meminimalkan interferensi sesuai dengan yang diinginkan. Strategi penempatan kanal dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah *Fixed Channel Allocation* (FCA) dan *Dynamic Channel Allocation* (DCA).

2.1 Fixed Channel Allocation (FCA)

Kelebihan FCA dibandingkan dengan DCA adalah relatif lebih cepat untuk meng

handle panggilan yang terjadi dalam sel, lebih murah untuk instalasi dan investasi awal karena tidak dibutuhkan komputer *switching* yang super cepat untuk pengambilan keputusan saat adanya alokasi kanal baru.

Sedangkan kelemahan dari FCA (*Fixed Channel Allocation*) adalah butuh perencanaan alokasi kanal yang sangat matang saat instalasi, butuh pengecekan berkala, operator harus sering mengecek perkembangan pelanggan dalam tiap area, operator harus mengecek keadaan di lapangan apakah ada perkembangan beban trafik atau ada daerah yang banyak pelanggannya tapi tidak ter *cover* ataupun jelek performasinya.

2.2 Dynamic Channel Allocation (DCA)

Konsep dasar dari strategi DCA adalah bila beban trafik tidak merata dalam tiap sel maka pemberian kanal frekuensi pada tiap sel akan sering tidak terpakai dalam sel yang kurang padat, dan terjadi bloking pada sel dengan beban trafik padat [1].

2.3 Perumusan Channel Assignment Problem (CAP)

Salah satu tugas yang paling penting pada perancangan jaringan selular adalah untuk menentukan alokasi kanal yang efisien dan bebas dari interferensi kanal antara sel-sel dimana kendala nya adalah jumlah pelanggannya bertambah dan trafik nya meningkat atau biasa dikenal dengan nama *Electromagnetic Compatibility* (EMC) [2].

Ada tiga jenis batasan kanal dalam penugasan kanal, yaitu:

1. *Cochannel Constraint* (CCC) disebut cij dengan nilai = 1 atau 0

Dimana frekuensi yang sama tidak dapat dialokasikan pada satu kanal dengan pasangan frekuensi lain secara bersamaan.

2. *Adjacent Channel Constraint* (ACC) disebut cij dengan nilai ≥ 2

Dimana frekuensi yang berdekatan tidak dapat dialokasikan untuk sel radio yang berdekatan secara bersamaan.

3. *Cosite Constraint* (CSC) disebut cii dengan nilai = α

Dimana setiap pasangan frekuensi yang ditetapkan dalam sel yang sama harus memiliki jarak frekuensi minimum α . Nilai α merupakan nilai positif mulai dari 0 sampai 7. Nilainya tergantung pada standar komunikasi yang digunakan. Pada umumnya nilai α dimulai

dengan 5 untuk menyatakan jarak antar kanal dalam satu sel.

Dari ketiga jenis batasan kanal diatas, dapat dihitung jumlah kanal minimum yang disediakan untuk penugasan kanal dengan Persamaan 1.

$$K = (\text{cii}(\text{di}-1)+1) \quad (1)$$

Dimana :

K = kanal minimum yang dibutuhkan

Cii = nilai maksimum CSC pada matrik C

di = nilai maksimum *demand* (kanal tertinggi)

2.3 Pola cell

Dalam banyak literatur tentang seluler, digambarkan bentuk dari coverage area sebuah cell adalah berbentuk hexagon, walau dalam kenyataan bentuk tersebut tidak bisa diterima. Dengan pertimbangan, bentuk hexagon adalah bentuk yang gampang untuk *melayout coverage area* sebuah cell dan bentuknya paling mendekati bentuk ideal dari sebuah *coverage antenna* (lingkaran). Luas sel heksagonal dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Luas sel} = 2,6R^2 \text{ (Km}^2\text{)} \quad (2)$$

Dimana :

R = Jari-jari sel (Km)

Untuk mengetahui jumlah sel, dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.

$$\sum \text{Sel} = \text{Luas area} : \text{Luas sel} \quad (3)$$

2.4 Struktur Cell

Layanan pancaran akan sangat tergantung dari keadaan topografi, kepadatan populasi, dan kepadatan lalu lintas data. Pada sistem GSM dan PCS, dibuat tingkatan-tingkatan stasiun yang terdiri dari [3]:

1. Sel Makro (*Macro Cell*)

Maksimum *macro cell* mempunyai jangkauan hingga 35 km. Pada realitanya, *macro cell* hanya beroperasi s/d 20 km saja.

2. Sel Mikro (*Micro Cell*)

Jenis sel ini digunakan untuk melayani daerah dengan trafik yang sangat tinggi. Karakteristik dari model sel ini yaitu ketinggian antena yang berkisar 4 meter – 50 meter. jari-jari yang digunakan untuk sel mikro mempunyai rentang 0,2 Km sampai

dengan 5 Km, biasanya sekitar 2 atau 3 Km agar mendapatkan luas daerah yang kecil.

3. Sel Piko (*Pico Cell*)

Sel ini digunakan untuk melayani suatu kapasitas trafik yang sangat tinggi. Sel ini berukuran sangat kecil berkisar 10 sampai 30 meter dan terletak di dalam gedung (*indoor*).

2.5 *Frequency Exhaustive Assignment*

Merupakan strategi penugasan kanal pada tiap-tiap sel dengan tetap memperhatikan aturan kendala kompatibilitas elektromagnetik (EMC). Kendala *co-site* yaitu tiap kanal pada sel yang sama harus mempunyai rentang minimum yaitu 5, untuk kendala berdekatan sel rentang minimum 2 kanal, dan untuk kendala *co-channel* rentang minimum ≥ 0 [4].

3. Metodologi

3.1 Konsep Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah algoritma komputasi yang diinspirasi teori evolusi John Holland (tahun 1975) yang kemudian diadopsi menjadi algoritma komputasi untuk mencari solusi suatu permasalahan dengan cara yang lebih "alamiah". Salah satu fungsinya ialah untuk mencari solusi atas permasalahan optimasi kombinasi, yaitu mendapatkan suatu nilai solusi optimal terhadap suatu permasalahan yang mempunyai banyak kemungkinan solusi.

Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata. alam atau "siapa yang kuat, dia yang bertahan (*survive*)". Dengan meniru teori evolusi ini, Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata [10].

3.2 Prosedur Algoritma Genetika

Ada beberapa prosedur yang harus dijalankan dalam optimasi Algoritma Genetika. Prosedur tersebut adalah:

1. Menetapkan fungsi optimasi atau fungsi *fitness*.

Nilai *fitness* menggambarkan tingkat kovertensi keoptimalan algoritma. Dalam artian,

individu bernilai *fitness* tinggi akan bertahan hidup, sedangkan yang memiliki nilai *fitness* rendah akan gugur atau mati.

Ada dua bentuk fungsi *fitness*, yaitu fungsi linear dan fungsi nonlinear [5].

2. Membangkitkan Populasi Awal

Dalam Algoritma Genetika, sederetan biner disebut *bit-bit*. *Bit* merupakan nilai dari sebuah gen. Kromosom yang lebih dari satu akan membentuk individu. Satu kromosom terdiri dari 8 gen yang dikodekan dalam bentuk kode biner. Jika nilai gen tersebut 0, itu berarti kanal bebas atau *free* dan jika nilai gen adalah 1, itu berarti kanal ditempati [6].

3. Mendekodekan

Bilangan biner setiap kromosom dikodekan ke bilangan desimal.

4. Nilai Riil

Untuk mencari bilangan riil dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$X_j = Ra + \text{Bil. Desimal} \times (Rb - Ra/2^n - 1) \quad (4)$$

Dimana :

X_j = Nilai riil

Rb = Batas atas, nilainya = 1

Ra = Batas bawah, nilainya = 0

2^n = banyaknya gen dalam kromosom

5. Seleksi

Metode yang paling sering digunakan adalah metode *Roulette Whell*. Metode ini dikenal juga dengan metode Monte Carlo[7].

Ada beberapa langkah dalam proses seleksi menggunakan metode *Roulette Whell* yaitu :

1. Hitung nilai *fitness* eval (Y_k) untuk setiap kromosom Y_k
2. Hitung total *fitness* untuk populasi

$$F = \sum_{i=1}^{UP} \text{eval}(Y_k) \quad (5)$$

Dimana:

F = Total *fitness*

UP = Ukuran populasi (*popsize*)

3. Hitung probabilitas relatif P_k untuk masing-masing individu

$$P_k = \frac{\text{eval}(Y_k)}{F} \quad (6)$$

Dimana:

P_k = probabilitas relatif kromosom

$K = 1,2,\dots,popsiz$

4. Hitung probabilitas kumulatif q_k untuk masing-masing individu

$$q_k = \sum_{i=1}^{UP} q_k \quad (7)$$

Dimana:

q_k = probabilitas kumulatif kromosom k

$k = 1,2,\dots,popsiz$

5. Hasilkan sejumlah nilai acak $r(0 < r < k)$ untuk setiap kromosom.

6. Jika $r \leq q_{kk}$, pilih kromosom 1. Jika tidak, ikuti aturan :

$$q_{k-1} < r \leq q_k \text{ dan pilih kromosom } k.$$

6. Pindah Silang (*Cross-Over*)

Langkah pertama proses pindah silang adalah membangkitkan sejumlah angka acak, r_k ($0 < r_k < 1$), untuk setiap kromosom/individu yang kita miliki. Kemudian tentukan probabilitas pindah silang, P_c ($0 < P_c < 1$). Jika $r_k < P_c$, maka kromosom/individu yang diwakilinya akan menjadi induk. Induk-induk yang telah didapatkan kemudian dipindah-silangkan. Caranya dengan mengambil sebagian dari induk yang satu, dan menukarkannya dengan sebagian dari induk yang lainnya [8].

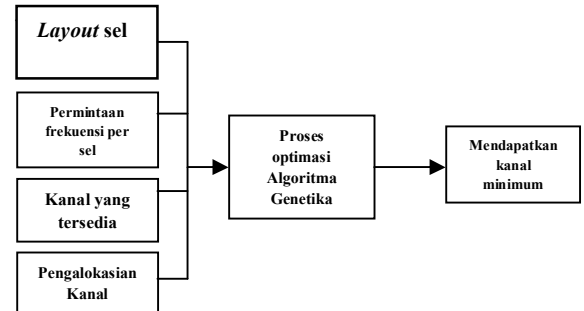
7. Mutasi

Untuk melakukan mutasi, pertama terlebih dahulu kita harus menghitung jumlah total gen pada populasi tersebut. Setelah itu kita bangkitkan angka acak r_k yang akan menentukan posisi mana yang akan dimutasi (gen beberapa kromosom beberapa). Misalkan ukuran populasi ($popsiz = 100$), setiap kromosom memiliki panjang 20 gen, maka total gen adalah $100 \times 20 = 2000$ gen. Jika Probabilitas mutasi ($P_m=100$), berarti bahwa diharapkan ada $(1/100) \times 2000 = 20$ gen akan mengalami mutasi. Jika *bit* yang terpilih bernilai 1, diganti menjadi 0, dan sebaliknya jika yang terpilih bernilai 0, diganti menjadi 1.

4. Analisa dan hasil

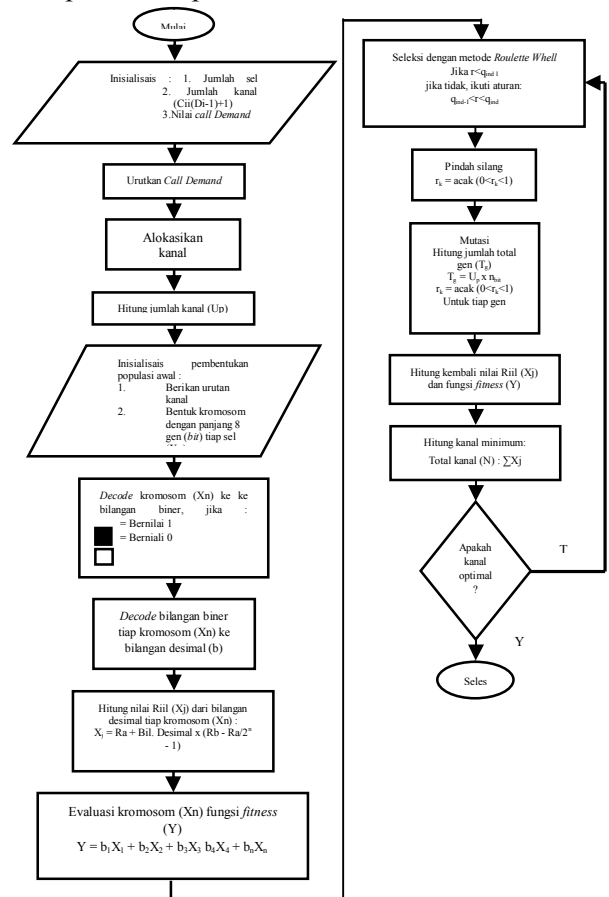
4.1 Struktur Pemodelan

Pengoptimasian alokasi kanal dinamik dengan algoritma Genetika dapat dilihat pada blok diagram seperti Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram optimasi alokasi kanal

Pada Gambar 1, sebelum melakukan optimasi menggunakan Algoritma Genetika harus terlebih dahulu melihat layout sel yang digunakan, permintaan frekuensi per sel, frekuensi yang tersedia, dan pengalokasian kanal. Diagram alir proses pengoptimasian kanal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses pengoptimasian kanal

Untuk melihat pengaruh tiap parameter Algoritma Genetika, maka diubah tiap parameter untuk melihat pengaruhnya terhadap jumlah kanal minimum. Pengaruh nilai *Cross over* terhadap jumlah kanal minimum dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh nilai *Cross over* terhadap jumlah kanal minimum

| Parameter | Nilai | Jumlah kanal minimum |
|--------------------------|-------|----------------------|
| Ukuran <i>Cross over</i> | 0,5 | 165 |
| | 0,7 | 163 |
| | 0,9 | 159 |

Ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum dikarenakan Probabilitas *cross over* (P_c) terhadap r_{ind} ($r_{ind} < P_c$).

Pengaruh tipe *cross over* terhadap jumlah kanal minimum dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh tipe *cross over* terhadap jumlah kanal minimum

| Parameter | Tipe | Jumlah kanal minimum |
|------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Tipe <i>Cross over</i> | <i>Cross over</i> satu titik | 149 |
| | <i>Cross over</i> dua titik | 149 |
| | <i>Cross over</i> banyak titik | 149 |

Tidak ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum dikarenakan tidak ada ada nilai biner yang berubah.

Pengaruh nilai mutasi terhadap jumlah kanal minimum dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh nilai mutasi terhadap jumlah kanal minimum

| Parameter | Nilai | Jumlah kanal minimum |
|---------------|-------|----------------------|
| Ukuran Mutasi | 0,005 | 162 |
| | 0,01 | 185 |
| | 0,1 | 373 |

Ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum. Jika nilai mutasi semakin besar, maka probabilitas untuk mutasi juga semakin banyak. Jika nilai mutasi semakin kecil, maka probabilitas untuk mutasi juga semakin sedikit.

Pengaruh tipe seleksi terhadap jumlah kanal minimum dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh tipe seleksi terhadap jumlah kanal minimum

| Parameter | Tipe | Jumlah kanal minimum |
|--------------|-----------------|----------------------|
| Tipe Seleksi | Roda roulette | 149 |
| | Seleksi Ranking | 149 |
| | Tournament | 149 |

Tidak ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum dikarenakan tipe seleksi hanya mempermudah dalam menseleksi.

Pengaruh string bit terhadap jumlah kanal minimum dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh string bit terhadap jumlah kanal minimum

| Parameter | String | Jumlah kanal minimum |
|------------|--------|----------------------|
| String bit | 6 | 149 |
| | 12 | 149 |
| | 33 | 149 |

Tidak ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum. Karena tidak ada adanya nilai biner yang berubah.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, maka dapat diperoleh :

1. Pada parameter nilai *cross over*, ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum tetapi tidak signifikan. Untuk nilai 0,5 mendapatkan kanal 165, Untuk 0,7 mendapatkan kanal 163 dan 0,9 mendapatkan kanal 159. Ini dikarenakan semakin besar Probabilitas *cross over* (P_c) terhadap r_{ind} ($r_{ind} < P_c$), maka peluang untuk pemilihan individu untuk persilangan juga semakin banyak.
2. Pada parameter tipe *cross over*, tidak ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum. Untuk tipe *Cross over* satu titik, dua titik, dan banyak titik sama-sama memiliki jumlah kanal 149. Hal ini dikarenakan tidak ada adanya nilai biner yang berubah.
3. Pada parameter nilai mutasi, ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum. Untuk nilai mutasi 0,005 memiliki jumlah kanal 162, untuk nilai 0,01 memiliki jumlah kanal 185, dan untuk nilai 0,1 memiliki jumlah kanal

373. Jika nilai mutasi semakin besar, maka probabilitas untuk mutasi juga semakin banyak sehingga mengakibatkan nilai riil menjadi besar. Sebaliknya, jika nilai mutasi semakin kecil, maka probabilitas untuk mutasi juga semakin sedikit sehingga mengakibatkan nilai riil semakin kecil.
4. Pada parameter seleksi, tidak ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum. Untuk tipe Roda *Roulette*, seleksi *Ranking*, dan *Tournament* memiliki jumlah kanal yang sama yaitu 149. Hal ini dikarenakan tipe seleksi hanya mempermudah dalam menseleksi nilai *fitness* yang paling baik sehingga tidak berpengaruh terhadap jumlah kanal minimum.
 5. Pada parameter *string* bit, tidak ada pengaruh terhadap jumlah kanal minimum. Untuk string 6, 12, dan 33 memiliki jumlah kanal yang sama yaitu 149. Ini dikarenakan tidak ada adanya nilai biner yang berubah.
 6. Hasil optimal dari prosedur optimasi yang dibutuhkan untuk 18 sel adalah 149 kanal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baharuddin. 2008. "Perencanaan Alokasi Kanal Dinamik Pada GSM". <http://elektro.ft.unand.ac.id/sivitas/data/dosen/898-baharuddin>. Tanggal akses : 18 September 2013.
- [2] G.Chakraborty. 2001. "An Efficient Heuristic Algorithm for Channel Assignment Problem in Cellular Radio Networks". *IEEE Trans on Veh Technology*, vol. 50. no. 6 .pp. 1528-1539.
- [3] Tuti Anggraini, Baharuddin. 2007. "Analisis Rugi Propagasi Indoor Coverage Pada Sistem DCS 1800". Padang : Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang.
- [4] K.N Sivarajan and R.J McEliece. 1989. "Channel Assignment in Cellular Radio Proceedings". *IEEE Vehicular Technology Conference*. 846-850.
- [5] Mulyono, sri. (1999). *Operation Research*. Jakarta : Fakultas ekonomi, Universitas Indonesia
- [6] G Rincy, Jude Hemanth. 2011. "Application of an Optimization Algorithm for Channel". Coimbatoree : Karunya University.
- [7] Mitchell, Melanie. (1998). *An Introduction to genetic Algorithm*. Bradford Book The MIT Press : London
- [8] Popov, Andrey. (2005). *Genetic Algorithm For Optimization*. TU sofia Hamburg
- [9] D.Beckmann and U.Killat. 1999. "A New Startegy for the Application of Genetic Algorithms to the Channel-Assignment Problem". *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol.48, no. 4.
- [9] Pemko Medan. *Profil Kota Medan*, (Medan : Pemerintah Kotamadya Medan, 2004) hal.36
- [10] Bhonsale, Satyajeet.S. (2009). *Genetic Algorithm In Optimization*. Lonere : Department Of Chemical Engineering, Dr. Babasaheb Ambedkar Technological University.
- [11] Taufik, Agus (2002). *Traffic dimensioning BSS GSM 900/1800 Pt. Telkomsel untuk MSC medan tahun 2002*. Semarang. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.