

STUDI PENGGUNAAN ALGORITMA *ANT COLONY* DALAM PENGALOKASIAN KANAL DINAMIK PADA KOMUNIKASI SELULER

Beni Afнора Ganda, Rahmad Fauzi

Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA

e-mail: benysaragih@students.usu.ac.id or saragihbeny@gmail.com

Abstrak

Keterbatasan spektrum frekuensi atau kanal menjadi salah satu masalah pada komunikasi seluler pada saat ini. Untuk itu perlu dicari solusi untuk dapat meminimalkan panggilan yang tidak dapat dilayani atau diblok, yaitu dengan melakukan optimasi pengalokasian kanal. Tulisan ini membahas penggunaan algoritma *ant colony* dalam pengalokasian kanal dinamik pada komunikasi seluler, sebagai metode penyelesaiannya. Dengan metode ini diharapkan persentase probabilitas *blocking* menjadi lebih kecil. Hasil optimasi menggunakan metode *Frequency Exhaustive Assignment* (FEA) dengan jumlah kanal yang tersedia 64 kanal memiliki rata-rata probabilitas *blocking* 20.40 %, sedangkan hasil optimasi algoritma *ant colony* dengan parameter yang sama memiliki probabilitas *blocking* 14.40 %. Ini menunjukkan bahwa pengalokasian kanal menggunakan algoritma *ant colony* mampu mengurangi probabilitas *blocking*.

Kata kunci : Algoritma *Ant Colony*, Kanal Dinamik, Pengalokasian kanal pada komunikasi seluler

1. Pendahuluan

Mobile Stations (MS) mengirim dan menerima sinyal ke dan dari *Base Transceiver Station* (BTS) menggunakan skema *multiple access*. Dengan masalah keterbatasan *bandwidth*, maka sistem komunikasi seluler harus melakukan alokasi kanal sedemikian rupa sehingga dapat memaksimalkan kapasitas transmisi sekaligus mempertahankan kualitas sinyal yang baik.

Permasalahannya terletak pada bagaimana mengalokasikan kanal secara tepat agar dapat memaksimalkan kapasitas tanpa mengorbankan kualitas sinyal. Beberapa strategi alokasi kanal diantaranya *Fixed Channel Assigment* (FCA) dan *Dinamic Channel Assigment* (DCA). Dari masalah tersebut diperlukan sebuah algoritma untuk dapat mengoptimalkan pengalokasian kanal dinamis pada sistem komunikasi seluler.

Tulisan ini akan membahas penggunaan Algoritma *Ant Colony* dalam pengalokasi kanal. Dengan menggunakan Algoritma *Ant Colony* dalam pengalokasian kanal diharapkan dapat mengoptimalkan alokasi kanal.

2. GSM

Global System for Mobile communication (GSM) adalah nama dari sebuah group standarisasi yang dibentuk di Eropa tahun 1982 untuk menciptakan sebuah standar bersama telepon bergerak seluler di Eropa yang

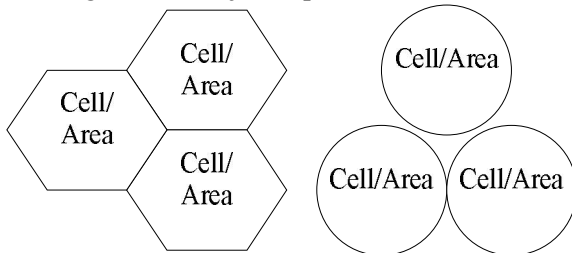
beroperasi pada daerah frekuensi 900-1800 MHz. GSM merupakan teknologi infrastruktur untuk pelayanan telepon selular digital dimana bekerja berdasarkan *Time Division Multiple Access* (TDMA) dan *Frequency Division Multiple Access* (FDMA).

2.1 Konsep Seluler

Konsep dasarnya adalah mengganti pengirim tunggal berdaya tinggi dengan beberapa pengirim berdaya lebih rendah yang masing-masing melayani daerah cakupan yang lebih kecil. Daerah pelayanan yang lebih kecil ini disebut sel. Pada tiap-tiap sel ini dialokasikan sejumlah kecil kanal dari keseluruhan kanal yang ada, sehingga keseluruhan kanal yang dimiliki sistem tersebut terbagi-bagi dalam sel-sel yang ada. *Interferensi* antar setasiun basis dapat diminimalkan jika setasiun basis yang berdekatan menggunakan *grup* kanal yang berbeda. Dengan memisahkan setasiun-setasiun *basis* dan *grup-grup* kanal dengan cara yang sistematis, kanal-kanal didistribusikan dan digunakan berulang kali. Dalam hal ini *interferensi* antar setasiun *co-channel* harus tetap rendah. Setasiun *co-channel* adalah setasiun-setasiun yang menggunakan frekuensi yang sama.

Bentuk jaringan sistem seluler berkaitan dengan luas cakupan daerah pelayanan. Bentuk sel yang terdapat pada sistem komunikasi

bergerak seluler digambarkan dengan bentuk hexagonal dan lingkaran. Bentuk sel yang hexagonal lebih mewakili untuk dapat mencakup keseluruhan area. Berikut bentuk sel hexagonal dan lingkaran ditunjukkan pada Gambar 1.

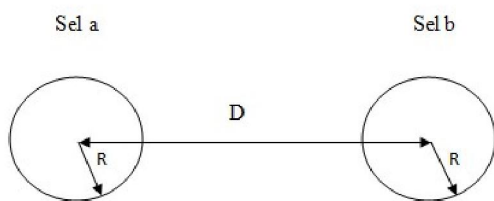


Gambar 1. Bentuk sel hexagonal dan lingkaran

2.2 Frekuensi Reuse

Penggunaan frekuensi yang sama pada sel yang berbeda pada waktu yang bersamaan oleh beberapa pengguna merupakan inti dari komunikasi seluler. Pada konsep *frequency reuse*, suatu kanal frekuensi tertentu dapat melayani beberapa panggilan pada waktu yang bersamaan. Semua frekuensi yang tersedia dapat digunakan oleh tiap-tiap sel.

Pada *frequency reuse*, penggunaan kanal tidak tergantung pada *frequency carrier* yang sama untuk beberapa wilayah cakupan. Gambar 2 [1] dapat dilihat penggunaan ulang kanal frekuensi. Pada sel a yang menggunakan kanal radio f_1 mempunyai radius R dapat digunakan ulang pada sel yang berbeda dengan jangkauan yang sama pada jarak D dari sel sebelumnya.



Gambar 2. Jarak pengulangan frekuensi

Sedangkan jarak pemisah relatif terhadap radius sel dinyatakan dengan D/R . Dapat dilihat pada persamaan 1 [1].

$$(D/R)^2 = 3K \tag{1}$$

Dimana :

- D = jarak pengulangan (*reuse distance*)
- R = jari jari terjauh sel hexagonal (jarak terjauh dari pusat sel ke ujung sel)
- K = cluster

2.3 Alokasi Kanal

Pada teknologi seluler perangkat telepon bergerak hanya dapat mengirimkan sinyal menuju *base station* melalui kanal dengan menggunakan salah satu dari skema *multiple access*. Karena adanya keterbatasan kanal maka sistem komunikasi seluler harus melakukan alokasi kanal. Ada beberapa strategi alokasi kanal diantaranya FCA atau setrategi dimana jumlah kanal telah ditetapkan secara permanen dan DCA atau jumlah kanal diberikan berdasarkan permintaan jumlah *trafik*. Strategi yang akan digunakan adalah DCA yaitu sebagai berikut [2]:

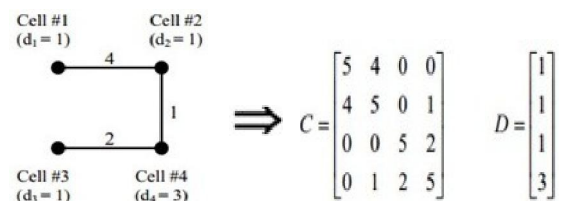
1. Setiap BTS yang membutuhkan kanal melakukan permintaan pada *Mobile Switcing Center* (MSC).
2. Kanal dialokasikan ke BTS oleh MSC dengan memperhatikan probabilitas *blocking*, *frekuensi reuse* dan faktor biaya.
3. Probabilitas *blocking* menurun dan kapasitas *trunking* meningkat.

2.4 Frequency Exhaustive Assignment (FEA)

Merupakan strategi penugasan kanal pada tiap-tiap sel dengan tetap memperhatikan aturan kendala kompatibility 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 . Ilustrasi pada Gambar 3 menunjukkan strategi FEA[4].

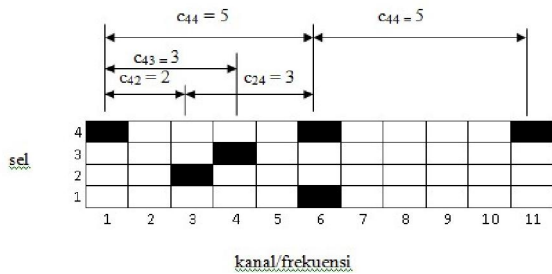
Bentuk Layout Sel

Matrik



Gambar 3. Bentuk Layout Sel dan b. Matrik

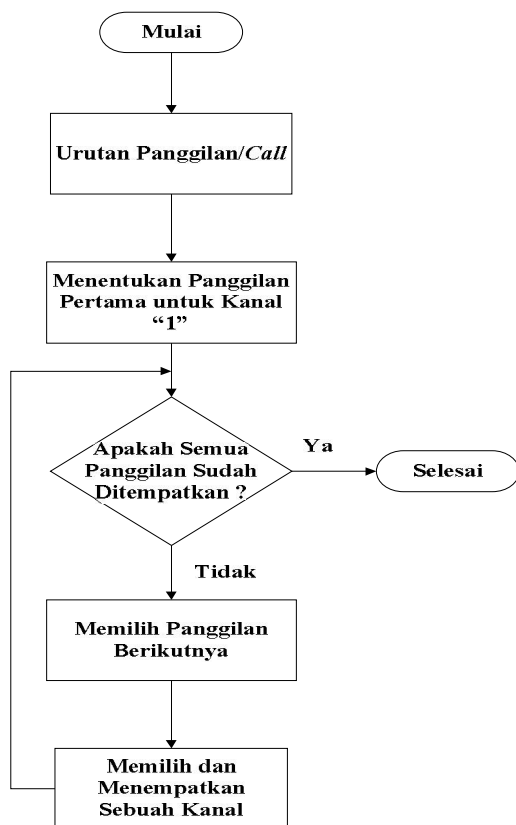
Matrik D adalah matrik *call of demand*, yaitu jumlah panggilan yang ada pada setiap sel. Dari ilustrasi di atas dapat diperoleh jumlah kanal/frekuensi minimum yang di butuhkan dengan melihat matrik demand dimana $c_{ii} = 5$, $d_i = 3$. Maka dapat dihitung jumlah kanal minimum, $5(3-1) + 1 = 11$ kanal. Gambar 4 adalah cara penentuan letak kanal pada tiap-tiap sel.



Gambar 4. Strategi *Frequency Exhaustive Assignment*

Untuk menugaskan kanal pada Gambar 4 langkah pertama adalah terlebih dahulu perlu dilihat pola layout sel bersamaan dengan memperhatikan kendala EMC yaitu CCC, ACC, dan CSC. Alokasikan deman D terbesar yang ada. Pada ilustrasi Gambar 3 dimand D terbesar adalah 3 yaitu pada sel ke 4 dengan jarak antara *co-site* (CCC) adalah 5 yaitu menempati kanal (f_1 , f_6 , dan f_{11}). Kemudian tempatkan *call of dimand* D berikutnya yaitu 1 pada sel ke 3 yang menempati kanal (f_4). Selanjutnya pada *demand* yang sama yaitu 1 untuk sel 2 dan *demand* 1 untuk sel 1 yang menempati kanal (f_3) untuk sel 2 dan kanal (f_6) untuk sel 1[2].

Setrategi *Frequency Exhaustive Assignment* (FEA) ditunjukkan pada Gambar 5[2].



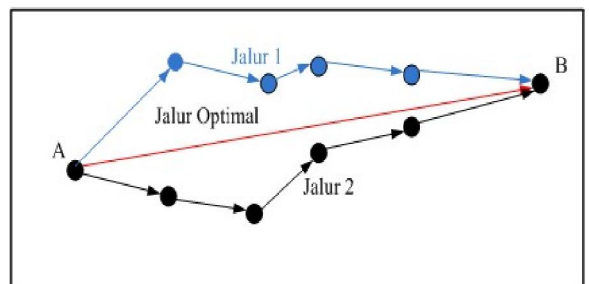
Gambar 5. Struktur Strategi FEA

3. Metode Optimasi

Algoritma *Ant Colony* secara meluas dikembangkan oleh Macro Dorigo, (1996) merupakan teknik probabilitas untuk menyelesaikan masalah optimasi.

Semut meninggalkan sebuah zat di atas tanah yang disebut *pheromone*, membentuk jalur *pheromone* pada jalan mereka. Semut dapat mencium bau *pheromone* dan cenderung untuk memilih jalan yang ditandai oleh konsentrasi *pheromone* yang tinggi. Hal ini dikemukakan bahwa tingkah laku untuk mengikuti jalur *pheromone* ini dapat memunculkan jalan yang paling singkat, yakni jika ada jalan dari sarang ke lokasi sumber makanan, sebuah koloni semut mungkin dapat memanfaatkan jalur *pheromone* yang ditinggalkan oleh beberapa ekor semut.

Setiap semut akan membuat jalur masing-masing sampai ke tempat tujuan yang telah ditentukan. Jika sudah mencapai tujuan ini, maka semut telah menyelesaikan sebuah siklus (*tour*). Solusi akhir adalah menemukan jalur terpendek yang dihasilkan oleh pencarian semut-semut tersebut. Titik A adalah tempat awal koloni (sarang) dan titik B adalah tujuan koloni (sumber makanan). Jalur 1 (garis berwarna biru) merupakan lintasan yang ditempuh oleh semut 1. Jalur 2 (garis berwarna hitam) adalah lintasan yang ditempuh oleh semut 2. Jalur optimal (garis berwarna merah) adalah jalur yang dilewati semut setelah beberapa iterasi atau jalur terpendek[4].



Gambar 6. Lintasan semut menuju ke sumber makanan

3.1 Alokasi Kanal Dinamik *Ant Colony*

Dalam menyelesaikan pengalokasian kanal dinamik dengan algoritma *ant colony* maka dilakukan langkah – langkah sebagai berikut [4]: Langkah 1 : Inialisasi

- Masukan *compatibility* matrik C dan demand vector D
- Membangun sebuah daftar nomor panggilan.
- Inialisasi parameter (m : jumlah semut, α : *importance of trail vs. visibility*, ρ : sisa

koefisien dari *pheromone*, Q : jumlah dari *pheromone*).

Langkah 2 : Membangun Solusi

- a. Untuk setiap k semut, langkah pencarian tunggal dimulai dengan pemilihan acak dari panggilan pertama, katakanlah s_1 , dari daftar panggilan L_0 , dan menugaskan 1 frekuensi ke panggilan ini.
- b. Membuat daftar panggilan baru yang tersedia L_i .
- c. Memilih jumlah panggilan berikutnya s_2 dari L_1 untuk pindah ke, probabilitas pemilihan jalur yang akan dipilih.
- d. Untuk semua frekuensi (diurutkan dalam urutan dari yang meningkat), terapkan strategi *Frequency Exhaustive Assignment* (FEA) (jika penugasan ini tidak menyebabkan interferensi dengan penugasan sebelumnya dengan memeriksa C).
- e. Sampai semut k telah menyelesaikan solusinya.

Langkah 3 : *Update* Jejak

- a. Untuk setiap langkah semut (i, j) menghitung $\Delta \tau_{ij}$, i.e., jumlah kontribusi dari semua semut yang bergerak (i, j) untuk membangun solusi.
- b. Update nilai jejak dengan cara memakai aturan *update* jejak.

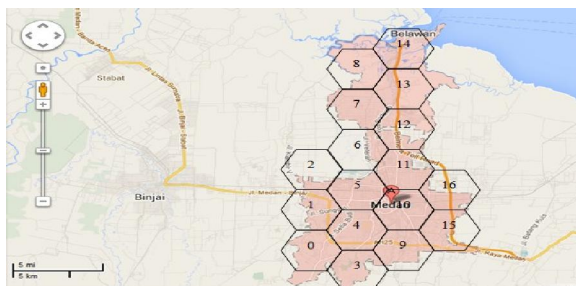
Langkah 4 : Penghentian

- a. Algoritma berakhir ketika jumlah tertentu iterasi tercapai. Jika jumlah iterasi tidak tercapai, maka lanjutkan ke langkah kedua.

3.2 Rancangan Simulasi

Simulasi direalisasikan menggunakan bahasa pemrograman berorientasi objek java. Adapun rancangan simulasi adalah sebagai berikut :

- a. Layout sel adalah tetap untuk setiap iterasi dengan mengacu Gambar 7 adalah rancangan layout sel untuk kota Medan, Sumatera Utara.

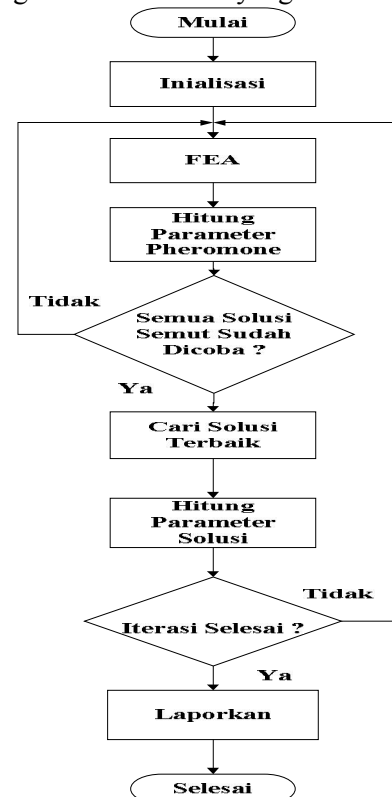


Gambar 7. Jumlah Sel yang Dipilih Pada Kota Medan Secara Umum

- b. Jumlah kanal yang dibutuhkan tiap sel pada setiap iterasi dibangkitkan secara acak
- c. Jumlah iterasi dilakukan 100.

- d. Trafik yang dibangkitkan untuk setiap sel adalah acak yang dipilih dari salah satu model trafik video, *voice* dan data
- e. Simulasi akan menghitung parameter algoritma dan probabilitas *blocking* disetiap iterasi.

Gambar 8 adalah *flowchart* struktur dasar rancangan simulasi yang akan dibuat.



Gambar 8. *Flowchart* Struktur Rancangan Simulasi

4. Data

Jaringan diasumsikan berbentuk kumpulan sel hexagonal, seperti pada *layout* Gambar 7 terhubung ke MSC. Alokasi kanal dilakukan pada MSC.

Untuk mengetahui sejauh apa pengaruh metode yang diuji terhadap probabilitas *blocking* panggilan. Besarnya kanal akan diuji dari kapasitas terkecil hingga kapasitas yang cukup besar. Dalam hal ini jumlah kanal yang tersedia untuk diuji adalah 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64 kanal. Kanal diasumsikan sebagai kombinasi frekuensi, *time slot*, *uplink*, dan *downlink*.

4.1 Analisa Data

Terdapat dua metode alokasi kanal yaitu metode FEA dan Algoritma *Ant Colony*. Dari kedua metode tersebut kemudian dibandingkan

untuk melihat perbandingan kinerja masing-masing metode alokasi kanal.

4.2 Perbandingan Kinerja FEA dan Ant Colony Untuk N Iterasi

Iterasi dilakukan sebanyak 100 kali dan jumlah kanal yang tersedia sebanyak 64 kanal, kemudian tiap iterasi pada kedua metode dibandingkan untuk melihat perbedaan persentase probabilitas *blocking*. Tabel 1 adalah hasil persen probabilitas *blocking* di tiap iterasinya.

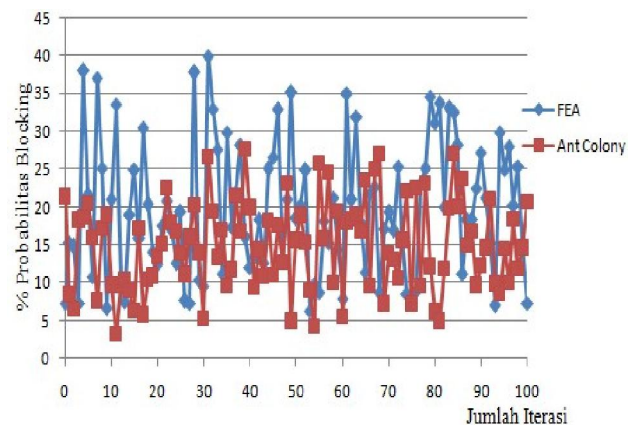
Tabel 1. Probabilitas *blocking* dengan 64 Kanal

Iterasi	FEA	Ant	Iterasi	FEA	Ant
0	7.370	21.33	38	28.21	16.68
1	15.22	8.431	39	16.14	27.63
2	14.81	6.503	40	12.02	19.93
3	7.352	18.23	41	13.35	9.411
4	37.92	18.54	42	18.28	14.40
5	21.56	20.44	43	12.61	10.83
6	10.72	15.94	44	25.04	18.12
7	37.02	7.581	45	26.56	11.04
8	25.17	17.10	46	32.78	17.53
9	6.568	18.88	47	13.01	12.63
10	20.97	9.657	48	21.07	23.05
11	33.47	3.137	49	35.07	4.934
12	10.22	9.657	50	18.49	15.60
13	7.483	10.31	51	20.19	18.88
14	18.98	8.906	52	24.83	15.32
15	24.96	6.291	53	6.291	8.958
16	15.80	17.16	54	9.657	4.215
17	30.40	5.784	55	8.760	25.69
18	20.29	10.31	56	18.15	15.80
19	13.95	10.86	57	15.29	24.57
20	12.37	13.48	58	21.27	10
21	17.58	15.05	59	14.53	19.42
22	20.72	22.50	60	7.860	5.424
23	16.88	17.95	61	35.01	18.02
24	12.52	16.73	62	20.91	18.30
25	19.31	13.83	63	31.89	18.96
26	7.581	11.11	64	17.99	16.67
27	7.370	16.03	65	11.42	23.56
28	37.73	20.14	66	21.89	9.509
29	10.32	13.93	67	22.66	24.98
30	9.509	5.294	68	8.662	27.01
31	39.92	26.61	69	17.17	7.222
32	32.87	19.43	70	19.29	13.86
33	27.59	13.32	71	16.86	13.07
34	11.16	16.99	72	25.33	10.58
35	29.83	9.509	73	16.07	15.62
36	17.40	11.73	74	8.515	22.01
37	21.86	21.39	75	8.039	7.218

Lanjutan Tabel 1

Iterasi	FEA	Ant	Iterasi	FEA	Ant
76	8.971	22.45	88	18.23	16.69
77	23.02	9.577	89	22.40	9.657
78	25.06	23.11	90	27.12	12.25
79	34.57	12.12	91	21.14	14.57
80	31.07	6.143	92	15.16	21.06
81	33.63	4.934	93	7.010	9.869
82	19.91	11.79	94	29.81	8.579
83	33.04	19.82	95	24.95	14.53
84	32.42	26.92	96	27.94	9.951
85	28.10	19.95	97	20.18	18.34
86	11.22	23.74	98	25.27	11.84
87	18.26	14.83	99	14.99	14.57

Data dari Tabel 1 dapat dibuat dalam bentuk grafik yaitu ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan Metode FEA dan Algoritma *Ant Colony*

Dari grafik pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa persentase probabilitas *blocking Ant Colony* (garis berwarna merah) lebih kecil di tiap iterasinya dibandingkan dengan metode FEA (garis berwarna biru).

4.3 Hasil N Iterasi Untuk Jumlah Kanal yang Berbeda

Analisa dilakukan dengan membandingkan hasil rata-rata persen probabilitas *blocking* tiap metode dengan mengubah jumlah kanal yang tersedia yaitu dimulai pada jumlah kanal empat sampai pada jumlah kanal 64 dengan tiap tingkatan berkelipatan empat. Seperti pada Tabel 2.

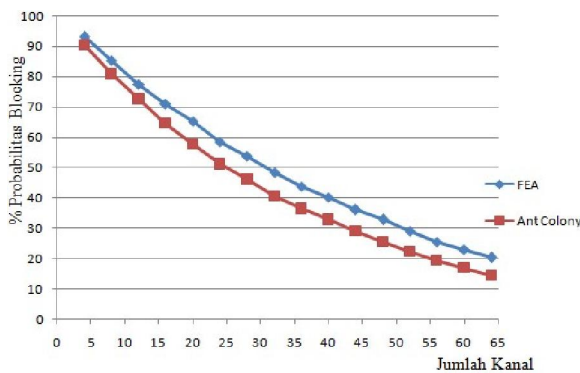
Tabel 2. Jumlah Probabilitas *Blocking* Tiap Tiap Metode

Jumlah Kanal	FEA	Ant Colony
4	92.98	90.26

Lanjutan Tabel 2

Jumlah Kanal	FEA	Ant Colony
8	85.45	80.86
12	77.46	72.61
16	71	64.49
20	65.21	57.86
24	58.41	51.11
28	53.77	46.1
32	48.5	40.52
36	43.82	36.49
40	40.33	32.9
44	36.05	29.12
48	32.92	25.49
52	29.2	22.36
56	25.56	19.39
60	22.99	17.01
64	20.4	14.4

Dari Tabel 2 dapat dibuat dalam bentuk grafik yaitu ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Perbandingan Kinerja.

Gambar 10 adalah grafik probabilitas *blocking* versus jumlah kanal. Data hasil simulasi menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Probabilitas *blocking* algoritma *ant colony* lebih kecil dibandingkan probabilitas *blocking* yang dihasilkan oleh metode FEA.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma *ant colony* melakukan optimasi pengalokasian kanal adalah dengan mencoba seluruh sel menjadi sel awal dengan urutan dimulai dari permintaan kanal terbesar hingga terkecil.
2. Dalam optimasi algoritma *ant colony* untuk pengalokasian kanal dinamik, solusi terbaik adalah dengan melihat kualitas *pheromone* dengan probabilitas *blocking* terkecil.

3. Optimasi pengalokasian kanal algoritma *ant colony* memiliki kinerja lebih baik bila dibandingkan dengan metode FEA.

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] K.N Sivarajan and R.J McEliece. 1989. "Channel Assignment in Cellular Radio Proceedings". IEEE Vehicular Technology Conference. 846-850.
- [3] 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.
- [4] D.Beckmann and U.Killat. 1999. "A New Strategy for the Application of Genetic Algorithms to the Channel-Assignment Problem". IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol.48, no. 4.
- [5] wordpress.com. 2010. "Algoritma Semut (Ant Colony Optimization)". [wordpress.com/http://hismajesty3rd.wordpress.com/2010/11/20/algoritma-semut-ant-colony-optimization/](http://hismajesty3rd.wordpress.com/2010/11/20/algoritma-semut-ant-colony-optimization/). Tanggal akses : 15 November 2013 pukul 21.00 WIB.
- [6] A.Colorni and M. Dorigo, and V. Maniezzo. 1991. "Distributed optimization by ant colonies". Proceedings of ECAL91 – European Conference on Artificial Life. Paris. France.