

ANALISIS ALOKASI KANAL DINAMIK PADA KOMUNIKASI SELULER DENGAN ALGORITMA *TABU SEARCH*

Isywalsyah Lani Putri, Rahmad Fauzi
Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: isywalsyah@yahoo.com

Abstrak

Sistem komunikasi seluler menjadi sangat penting pada masa sekarang. Namun dalam sistem komunikasi seluler terdapat keterbatasan kanal. Banyak hal telah dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan kanal tersebut salah satunya ialah dengan adanya alokasi kanal yang tepat. Tulisan ini membahas bagaimana menganalisis pengoptimasian suatu alokasi kanal dinamik pada komunikasi seluler dengan menggunakan algoritma *tabu search*. Selain itu juga membahas bagaimana mengatasi suatu *channel assignment problem* (CAP). Dari hasil pemodelan yang dilakukan dengan nilai kriteria aspirasi yang berbeda maka didapatkan tingkat utilisasi kanal dan panggilan *blocking*. Dengan nilai kriteria aspirasi sebesar 5 maka didapatkan *blocking* sebanyak 115 panggilan dari total seluruh panggilan sebanyak 287 panggilan. Dan dihasilkan 172 panggilan yang dapat dilayani dengan tingkat utilisasi kanal sebanyak 66,66%. Dengan nilai kriteria aspirasi sebesar 6 maka didapatkan *blocking* sebanyak 105 panggilan dari total seluruh panggilan sebanyak 287 panggilan. Dan dihasilkan 182 panggilan yang dapat dilayani dengan tingkat utilisasi kanal sebanyak 55,63%. Dengan nilai kriteria aspirasi sebesar 7 maka didapatkan *blocking* sebanyak 66 panggilan dari total seluruh panggilan sebanyak 287 panggilan. Dan dihasilkan 221 panggilan yang dapat dilayani dengan tingkat utilisasi kanal sebanyak 47,73%.

Kata kunci: *Tabu Search, Kanal, Channel Assignment Problem, Call Demand, Kriteria Aspirasi, Blocking*

1. Pendahuluan

Dengan kemajuan penyampaian informasi sekarang ini, kebutuhan akan layanan komunikasi yang handal semakin meningkat. Pengguna layanan telekomunikasi menginginkan suatu sistem layanan komunikasi yang fleksibel dimana pengguna komunikasi tidak lagi terbatas oleh ruang gerak. Oleh karena itu digunakan sistem komunikasi seluler yang merupakan solusi untuk kebutuhan layanan hubungan telekomunikasi.

Sistem komunikasi seluler menjadi sangat penting pada masa sekarang. Namun dalam sistem komunikasi seluler terdapat keterbatasan kanal. Banyak hal telah dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan kanal tersebut salah satunya ialah dengan adanya alokasi kanal yang tepat.

Ada beberapa algoritma yang digunakan untuk alokasi kanal. Penulis tertarik untuk menganalisis optimasi pengalokasian kanal menggunakan algoritma *tabu search*. Algoritma

tabu search merupakan algoritma yang digunakan untuk mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu iterasi yang akan digunakan pada iterasi selanjutnya. Dari analisa unjuk kerja pengalokasian kanal tersebut diharapkan dapat mengoptimasi jumlah minimum kanal yang digunakan dan mengurangi interferensi sehingga memeperkecil jumlah panggilan yang ditolak.

2. *Channel Assignment* Pada Sistem Komunikasi Seluler

2.1 Sistem Komunikasi Seluler

Sistem komunikasi seluler merupakan salah satu jenis komunikasi bergerak, yaitu suatu komunikasi antara dua buah terminal dengan salah satu atau kedua terminal berpindah tempat. Dengan adanya perpindahan tempat ini, sistem komunikasi bergerak tidak menggunakan kabel sebagai medium transmisi [1].

Sebuah sistem komunikasi bergerak seluler menggunakan sejumlah besar pemancar berdaya

rendah untuk menciptakan sel (daerah geografis) layanan dasar dari sistem komunikasi nirkabel (tanpa kabel). Variabel tingkat daya antena pemancar, memungkinkan sel-sel diubah ukurannya menyesuaikan kepadatan pelanggan dan permintaan dalam suatu wilayah tertentu.

Unsur-unsur yang utama arsitektur jaringan selular terdiri atas tiga sub sistem yaitu : MS (*Mobile Station*), BSS (*Base Station Subsystem*), *Network switching Subsystem* (NSS), *Operation Subsystem* (OSS).

2.2 Konsep Seluler

Cell adalah Area Cakupan (*coverage area*) dari Radio *Base Station*, daerah layanan ini dibagi-bagi menjadi daerah yang kecil-kecil yang disebut *cellular*, yang sifatnya pelanggan mampu bergerak secara bebas di dalam area layanan sambil berkomunikasi tanpa terjadi pemutusan hubungan. Selular artinya adalah sistem komunikasi jarak jauh tanpa kabel, selular adalah bentuk komunikasi modern yang ditunjukkan untuk menggantikan telepon rumah yang masih menggunakan kabel. Pada sistem seluler semua daerah dapat dicakup tanpa adanya gap sel satu dengan yang lain sehingga bentuk sel secara heksagonal lebih mewakili di banding bentuk lingkaran. Bentuk lingkaran lebih mewakili perserbaran daya yang ditransmisikan oleh antena [2].

2.2.1 Frekuensi Reuse

Konsep frekuensi *reuse* yaitu memungkinkan penggunaan frekuensi yang sama pada sel yang berbeda, diluar jangkauan interferensinya. Parameter yang menjadi ukuran adalah perbandingan daya sinyal/*carrier* terhadap daya total interferensinya [1].

2.2.2 Konsep Handoff

Konsep *handoff* yaitu memungkinkan seorang pengguna pindah dari suatu sel ke sel yang lain tanpa adanya pemutusan hubungan. Terjadi pemindahan frekuensi/kanal secara otomatis yang dilakukan oleh system [1].

2.3 Penugasan Kanal (*Channel Assignment*)

Channel assignment merupakan pengalokasian kanal frekuensi ke setiap sel berdasarkan atas beban trafik yang diketahui. Pengalokasian kanal frekuensi ini bergantung pada kemampuan reuse pada kelompok sel dan trafik yang ada.

Secara umum strategi penempatan kanal adalah untuk peningkatan kapasitas kanal dari setiap sel dan meminimalkan interferensi sesuai dengan yang diinginkan. Strategi penempatan kanal yang telah dikembangkan untuk memenuhi tujuan di atas, dapat dikelompokkan menjadi *fixed* atau *dinamic*. Pemilihan strategi penempatan kanal dapat mempengaruhi kinerja dari sistem, terutama pengaturan panggilan saat sebuah pengguna berpindah dari satu sel ke sel yang lain.

Channel assignment dapat dibagi menjadi *Fixed Channel Allocation* (FCA) dan *Dynamic Channel Allocation* (DCA).

2.3.1 Fixed Channel Allocation (FCA)

Merupakan teknik pengalokasian kanal secara tetap, pada setiap sel dialokasikan kanal secara tetap. Karena setiap sel dialokasikan secara tetap maka dalam sistem ini diperlukan management kanal yang tetap. Bila seluruh kanal terduduki maka sel akan diblok dan kadang digunakan strategi peminjaman kanal dari sel tetangga [2].

2.3.2 Dynamic Channel Allocation (DCA)

Dynamic Channel Allocation (DCA) merupakan salah satu strategi untuk mengatasi penambahan beban trafik dalam sistem seluler. 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 *blocking* pada sel dengan beban trafik padat. Teknik DCA dapat mengalokasi kanal frekuensi bila hanya beban trafik meningkat dan melepaskan kanal frekuensi bila beban trafik menurun [2].

2.4 Perumusan Channel Assignment

Permasalahan *channel assignment* (CAP) muncul dalam jaringan telepon seluler yakni rentang frekuensi diskrit dengan spektrum frekuensi radio tersedia yang disebut sebagai kanal, diperlukan untuk dialokasikan ke daerah lain guna meminimumkan bentangan frekuensi total, tergantung pada permintaan (*demand*) dan pembatas bebas interferensi (*interference-free constraint*).

Batasan *electromagnetic compatibility* (EMC) ditentukan melalui jarak minimum dimana dua kanal harus dipisahkan agar rasio S/I diterima kuat dapat dijamin dalam wilayah yang salurannya telah ditugaskan, dapat ditunjukkan

melalui *matriks* $N \times N$ yang disebut *matriks compatibility* C [3].

Ada tiga jenis batasan kanal dalam penugasan kanal, yaitu [3] :

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 ditugaskan ke sel i . Nilainya tergantung pada standar komunikasi yang digunakan. Pada umumnya nilai α dimulai dengan 5 untuk menyatakan jarak antar kanal dalam satu sel.

Dari ketiga hal tersebut dapat dihitung jumlah kanal minimum yang dapat disediakan untuk penugasan kanal, dengan rumus [3]:

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

Dimana :

k = kanal minimum yang dibutuhkan

cii = nilai maksimum CSC pada matrik C

di = nilai maksimum *demand* (kanal tertinggi)

2.5 Utilisasi

Utilisasi disini adalah memanfaatkan kanal yang kosong agar semua kanal dapat dialokasikan secara maksimal. Utilisasi bertujuan mengefisienkan biaya pemakaian kanal dengan cara mengurangi kanal yang tidak terpakai.

2.6 Algoritma Tabu Search

Tabu Search berasal dari Tongan, suatu bahasa Polinesia yang digunakan oleh suku Aborigin Pulau tonga untuk mengindikasikan suatu hal yang tidak boleh “disentuh” karena sakralnya [4]. Pada tahun 1986, Fred Glover mengutarakan konsep dasar dari *tabu search* adalah merupakan suatu algoritma yang menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan kriteria aspirasi yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal

yang ditemukan selama tahapan itu berlangsung [5].

2.6.1 Pengertian Algoritma Tabu Search

Tabu Search adalah sebuah metode optimasi yang berbasis pada *local search*. Proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya, dengan cara memilih solusi terbaik *neighbourhood* solusi sekarang (*current*) yang tidak tergolong solusi terlarang (*tabu*). Ide dasar dari algoritma *tabu search* adalah mencegah proses pencarian dari *local search* agar tidak melakukan pencarian ulang pada ruang solusi yang sudah pernah ditelusuri, dengan memanfaatkan suatu struktur memori yang mencatat sebagian jejak proses pencarian yang telah dilakukan. Struktur memori fundamental dalam *tabu search* dinamakan *tabu list* [4].

2.6.2 Mekanisme Algoritma Tabu Search

Secara umum, algoritma *tabu search* dapat dituliskan sebagai berikut [6]:

1. Membangkitkan solusi awal

Mempunyai acuan awal sebelum *tabu search* dimulai.

2. Menentukan kriteria aspirasi

Suatu penanganan khusus terhadap move yang dinilai dapat menghasilkan solusi yang baik namun move tersebut berstatus *tabu*. Umumnya diterapkan jika pergerakan *tabu* tersebut menghasilkan kandidat solusi yang memiliki nilai yang lebih baik daripada solusi terbaik yang telah dihasilkan. Pada tugas akhir ini parameter kriteria aspirasi inilah yang akan digunakan untuk melihat hasil kinerja optimasi algoritma *tabu search*. Nilai kriteria aspirasi ini yang akan digunakan, yang nilainya berasal dari nilai *cosite constraint* atau *cii*. Adapun nilai kriteria aspirasi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah 5,6, dan 7.

3. Melakukan *move*

Ada beberapa macam *move* yang dapat dipilih selama proses pencarian ini berlangsung [4]:

Local search, yang terdiri dari dua macam yaitu *insertion* (memilih secara acak satu bagian struktur untuk dipindah ke bagian yang lain) dan *swap* (memilih secara acak dua bagian struktur untuk selanjutnya ditukar posisinya).

Neighborhood search, pada setiap perulangan *local search* atau *tabu search*, perubahan bentuk lokal dapat dipakai untuk solusi yang ada yang ditandai dengan S , menggambarkan suatu set solusi-solusi berdekatan di dalam ruang pencarian, ditunjukkan $N(S)$. $N(S)$ adalah suatu subset ruang pencarian yang digambarkan

dengan, $N(S) = \{solusi-solusi\ yang\ diperoleh\ dengan\ menerapkan\ perubahan\ bentuk\ local\ tunggal\ untuk\ S\}$.

3. Pemodelan Alokasi Kanal Dinamik Dengan Algoritma Tabu Search

3.1 Struktur Pemodelan

Pada Tugas Akhir ini penganalisisan optimasi alokasi kanal dinamik dengan algoritma *tabu search* dapat dilihat pada blok diagram seperti Gambar 1.

Gambar 1. Blok diagram optimasi alokasi kanal

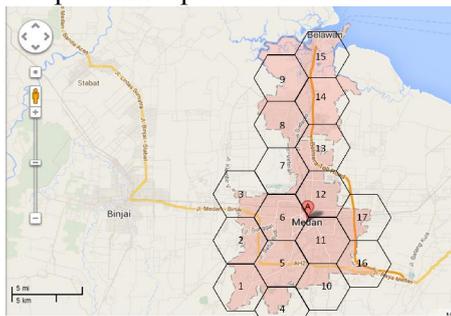
Pada blok diagram dapat dilihat, sebelum melakukan optimasi menggunakan algoritma *tabu search* harus terlebih dahulu melihat layout sel yang digunakan, jumlah *call demand* per sel, kendala interferensi, dan jumlah kanal yang tersedia untuk seluruh sel.

3.2 Parameter Kinerja Optimasi

Beberapa parameter yang digunakan dalam optimasi alokasi kanal ini antara lain :

1. Layout Sel

Untuk melakukan pembagian kanal untuk setiap sel dilakukan secara acak. Dimana pembagian kanal tersebut harus memenuhi syarat interferensi Matrix C. Untuk menentukannya diperlukan layout sel yang akan digunakan. Layout yang digunakan pada optimasi kanal dinamik dengan algoritma *tabu search* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Layout sel

Layout sel yang digunakan pada alokasi kanal dinamis ini berjumlah 17 sel yang tiap sel nya memiliki *call demand* yang berbeda-beda. Bentuk sel yang digunakan adalah sel hexagonal dengan diameter sel sebesar 6 km. Untuk bisa memplot sel hexagonal pada peta maka dibuat skala 1,956:600000. Kemudian dengan diameter 1,956 cm diplot pada peta kota Medan dan didapat serta diasumsikan jumlah selnya sebanyak 17 sel.

2. Pola Interferensi Sel

Dari layout sel yang digunakan dapat dihasilkan pola interferensi sel.

3. Matriks Cij

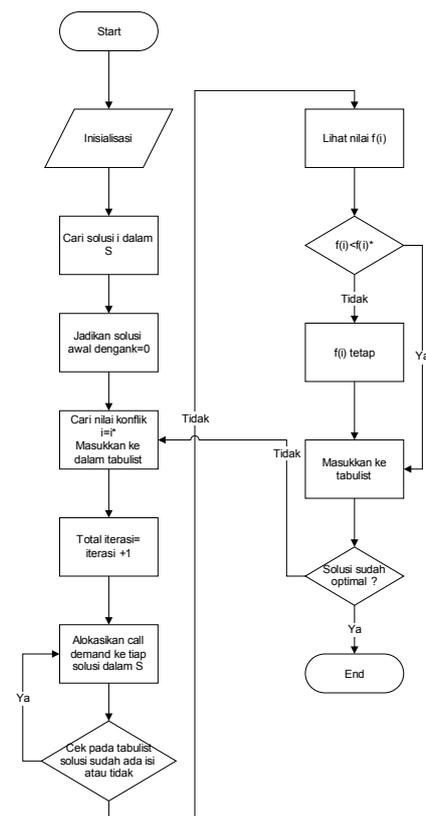
Matriks Cij didapatkan setelah melihat layout yang digunakan dan telah disesuaikan dengan kaidah EMC.

4. Call demand

Call demand yang digunakan pada optimasi alokasi kanal dinamik ini merupakan panggilan yang ditawarkan pada setiap sel. *Call demand* pada setiap sel berbeda-beda.

3.3 Algoritma Tabu Search

Struktur pemodelan pada optimasi alokasi kanal dinamik dengan algoritma *tabu search* dapat dibuat dalam bentuk *flowchart* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Algoritma Tabu Search

Dari Gambar 3 dapat dilihat sistem berhenti apabila solusi sudah optimal yaitu semua kanal sudah dialokasikan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengaruh Nilai *Call Demand* Tertinggi Terhadap Alokasi Kanal

Call demand yang digunakan pada tugas akhir ini merupakan bilangan acak yang diasumsikan. Dan perubahan nilai *call demand* ini yang dikatakan dinamik pada alokasi kanal ini. Pada tugas akhir ini digunakan *call demand* sebanyak 26 panggilan, sehingga didapatkan kanal sebanyak 151 kanal. Apabila *call demand* yang digunakan lebih tinggi dari 26 panggilan maka kanal yang digunakan untuk pengalokasian akan semakin banyak dan begitu sebaliknya bila *call demand* yang digunakan lebih rendah dari 26 panggilan maka kanal yang digunakan semakin kecil.

4.2 Tingkat Utilisasi Dari Nilai Kriteria Aspirasi

Dari tiga nilai kriteria aspirasi yang digunakan pada tugas akhir ini maka didapatkan tingkat utilisasi pemanfaatan kanal. Tingkat utilisasi pemanfaatan kanal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat utilisasi kanal dari nilai kriteria aspirasi

	Nilai Kriteria Aspirasi		
	5	6	7
Jumlah kanal total (kanal)	126	151	176
Jumlah kanal yang dialokasikan (kanal)	84	84	84
Total panggilan (panggilan)	287	287	287
Panggilan <i>blocking</i> (panggilan)	115	105	66
Panggilan dilayani (panggilan)	172	182	221

Dari Tabel 1 dapat dilihat perbandingan tingkat utilisasi kanal dengan nilai kriteria aspirasi yang berbeda. Pada nilai kriteria aspirasi sebesar 5, didapat tingkat utilisasi kanal sebesar 66,66%. Pada nilai kriteria aspirasi sebesar 6 didapat tingkat utilisasi kanal sebesar 55,63%,

dan pada nilai kriteria aspirasi sebesar 7 didapat tingkat utilisasi kanal sebesar 47,73%.

4.3. Analisis Hasil Alokasi Kanal Dinamik

Jika dilihat dari Tabel 1 dapat dianalisa dengan kriteria aspirasi sebesar 5 didapatkan jumlah kanal yang dapat dialokasikan sebanyak 126 kanal. Dengan *call demand* tertinggi yang digunakan sebanyak 26 panggilan yang harus dilayani. Dengan kriteria aspirasi sebesar 5, *blocking* yang dihasilkan masih terlalu besar yaitu terdapat 115 panggilan yang tidak dapat dilayani dari total seluruh panggilan sebanyak 287 panggilan dan dihasilkan 182 panggilan yang dapat dilayani tanpa mengalami *blocking*. Dengan kriteria aspirasi sebesar 6 didapatkan *blocking* sebesar 105 panggilan dan 182 panggilan yang dapat dilayani, dan bila menggunakan kriteria aspirasi sebesar 7 didapatkan *blocking* yang lebih rendah yaitu sebesar 66 panggilan dengan 221 panggilan yang dapat dilayani.

5. Kesimpulan

Dari hasil pemodelan dan hasil analisis yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, antara lain :

1. Alokasi kanal menggunakan algoritma *tabu search* ini dipengaruhi oleh besar kriteria aspirasi dan nilai *call demand*.
2. Dari kriteria aspirasi sebesar 5 didapatkan *blocking* sebesar 115 panggilan, 172 panggilan yang dapat dilayani dan tingkat utilisasi kanal sebesar 66,66%.
3. Dari kriteria aspirasi sebesar 6 didapatkan *blocking* sebesar 105 panggilan, 182 panggilan yang dapat dilayani dan tingkat utilisasi kanal sebesar 55,63%.
4. Dari kriteria aspirasi sebesar 7 didapatkan *blocking* sebesar 66 panggilan, 221 panggilan yang dapat dilayani dan tingkat utilisasi kanal sebesar 47,73%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mufti, Nachwan. 2003. "Modul 3: Sistem Komunikasi Bergerak". <http://sirait.files.wordpress.com/2008/03/modul-3-komunikasi-bergerak.pdf>. 30 Oktober 2013(15:40).
- [2]. Baharuddin. 2008. "Perencanaan Alokasi Kanal Dinamik Pada GSM".

- <http://elektro.ft.unand.ac.id/in/sivitas/data-dosen/898-baharuddin>. 30 Oktober 2013 (16:50).
- [3]. He. Zhenya, Yifeng Zhang, Chengjian Wei, and Jun Wang, "A Multistage Self-Organizing Algorithm Combined Transiently Chaotic Neural Network for Cellular Channel Assignment," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol.51, November 2002.
- [4]. Priyandari. 2009. "Tabu Search-Introduction".
<http://priyandari.staff.uns.ac.id/200909/tabu-search-introduction/>. 16 September 2013 (16.30).
- [5]. Suyanto. *Algoritma Optimasi : Deterministik atau Probabilistik*. Yogyakarta, Graha Ilmu, 2010.
- [6]. Hindriyanto. 2012. "Metaheuristic: Tabu Search".
<http://hindriyanto.wordpress.com/2012/09/03/metaheuristics-tabu-search>. 16 September 2013 (14:50).