

**ANALISIS TRAFIK SISTEM KOMUNIKASI MOBILE
CELLULAR MELALUI SATELIT GEO DENGAN STRUKTUR
SEL OVERLAY DAN OVERLAP**

Nugrahany Ima Prajawati, L2F300548

ABSTRAK

Dalam perkembangan sistem komunikasi bergerak, modifikasi sistem untuk peningkatan kapasitas berjalan selaras dengan peningkatan kualitas dan ragam layanan. Modifikasi sistem dapat dicapai dengan memperbesar bandwidth frekuensi dalam transmisi isyarat, tetapi karena bandwidth frekuensi merupakan sumber daya yang mahal dan terbatas, maka harus diupayakan teknik lain untuk merealisasikan tujuan tersebut yaitu memperkecil radius sel hingga beberapa ratus meter.

Permasalahan yang muncul adalah bila sistem ini diterapkan pada sistem komunikasi bergerak orbit sinkron, dengan kecepatan satelit kurang lebih 11057 km/jam atau sekitar 3,07 km/detik (sehingga dalam analisa kecepatan pelanggan dapat diabaikan), semakin kecil ukuran sel akan mengakibatkan peluang suatu MS melewati batas sel adalah sangat besar. Sehingga peluang kegagalan handoff dan beban switching jaringan menjadi sangat besar.

Untuk mengatasi masalah ini digunakan struktur sel saling cakup (overlapping). Dengan besarnya overlapping secara teori akan memberikan cukup waktu kepada panggilan (baik panggilan baru atau panggilan handover) untuk menjalani antrian sebelum mendapatkan sel kanal untuk koneksi.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dikembangkannya suatu konsep jaringan komunikasi yang global yang dapat memberikan hubungan komunikasi yang handal dan global yang mempunyai daerah cakupan diseluruh belahan permukaan bumi maka dibentuklah sistem komunikasi bergerak melalui satelit orbit sinkron. Keunggulan teknologi satelit orbit sinkron ini adalah :

- ✓ Bandwidth lebar.
- ✓ Relatif murah.
- ✓ Topologi network sederhana.
- ✓ Memberikan akses terhadap jumlah pengguna lebih besar.

Beberapa teknologi satelit yang telah digunakan pada orbit sinkron antara lain ACeS, Thuraya dan AMSC.

Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk melakukan hal ini adalah memperkecil radius sel hingga beberapa ratus meter. Dengan teknik ini, daerah yang sebelumnya dicakup dengan satu sel jika digunakan sistem selular makrosel cakupan sel lebih dari 1 km akan dicakup oleh beberapa mikrosel sehingga kapasitas total perdaerah cakupan dapat ditingkatkan beberapa kali lipat dari sistem semula. Disamping aspek kapasitas sistem, aspek lain yang menguntungkan adalah dengan radius sel yang kecil maka pemrosesan sinyal lebih sederhana serta konsumsi daya lebih kecil sehingga ukuran terminal dapat diperkecil dan biaya

pembangunan sistem serta biaya langganan lebih rendah.

B. Tujuan

1. Memodelkan trafik panggilan baru dan *handoff* pada sistem komunikasi satelit GEO.
2. Menganalisa Parameter probabilitas *blocking* dan *dropping* pada panggilan baru dan *handoff* pada sistem tersebut.

C. Pembatasan Masalah

1. Analisa kinerja trafik berupa penentuan probabilitas *blocking* dan *dropping* panggilan dalam sistem *switching* karena tidak ditemukannya kanal kosong (*idle*) di sel tujuan (sel yang dimasuki oleh terminal bergerak) pada saat *setup* panggilan baru dan *handoff*.
2. Model diasumsikan bahwa :
 - a. Semua MT (*Mobile Terminal*) terdistribusi secara seragam dalam suatu sel yang diamati.
 - b. Pada sistem ini kecepatan satelit sangat besar dibanding kecepatan terminal pelanggan, maka kecepatan terminal pelanggan dapat diabaikan. Sehingga hanya kecepatan satelit yang diperhatikan dalam analisa.
 - c. Waktu layanan mulai dari *setup* panggilan sampai selesai (*holding time*), *dwell time* serta waktu yang dihabiskan oleh terminal bergerak disebuah sel saat terminal bergerak tersebut terlibat dalam satu panggilan mengikuti distribusi eksponensial negatif.

- d. Laju kedatangan panggilan baru (*new call arrival rate*) dan *handoff* mengikuti distribusi poisson.
- e. Probabilitas *blocking handoff* sama dengan probabilitas *blocking* panggilan baru.

D. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan adalah :

1. Studi Literatur berdasarkan buku–buku referensi, jurnal, *manual instruction* dan hasil penelitian.
2. Studi Lapangan untuk mendapatkan data sebagai bahan analisis.
3. Studi Analisis untuk mengetahui data sesuai referensi.

2. SISTEM SATELIT ORBIT SINKRON

Sistem satelit ACeS mencakup global seluruh dunia menggunakan sistem digital, berbasis satelit selular dan menganut sistem komunikasi pribadi dengan maksud utama sebagai alat bantu perdagangan. Karakteristik dan kemampuan satelit ACeS ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik Sistem Umum Satelit ACeS

Karakteristik	<i>Feature</i>
Daerah Layanan	Asia Tenggara, India, China, Australia
Karakteristik	<i>Feature</i>
Jenis Layanan	<i>Voice, data, group3 fax, voice supplementary</i>
Jumlah Sirkuit (Saluran)	11.000 sirkuit
Tipe Terminal Pelanggan	<i>Dual Mode Hand-held dan Fixed</i>
Spektrum L–band (Jalanan Pelayanan)	Hand-held dari/ke Satelit Bumi ke Satelit : 1525–1559 MHz Satelit ke Bumi : 1626,5–1660,5 MHz Lebar bidang tiap kanal : 9,6 MHz Jarak antar Kanal : 25 KHz Jumlah maks. kanal tiap Satelit : 72 spotbeam
Spektrum C–band (Jalanan Kanal)	Satelit dari/ke Gateway Bumi ke Satelit : 3415–3700 MHz Satelit ke Bumi : 6443–6725 MHz Lebar bidang tiap kanal : 12,8 MHz Jarak antar Kanal : 200 KHz Jumlah maks. Kanal tiap Satelit : 896 kanal
Jumlah Satelit	2
Lokasi	Dengan konstelasi 1 satelit dengan sudut inklinasi 123 ⁰ pada ketinggian 36.500 km
Umur Layanan	12 tahun
Jumlah gateway	3 buah

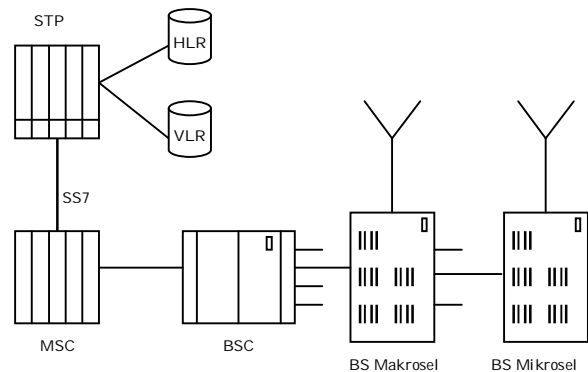
3. SISTEM KOMUNIKASI SELULAR

Dengan struktur mikrocel ada beberapa keuntungan yang dapat diperoleh :

1. Peningkatan kapasitas yang tidak tergantung pada RF.
2. Tingkat mobilitas pelanggan yang rendah menyederhanakan pemrosesan sinyal.
3. Daya transmisi yang rendah memungkinkan miniaturisasi BS dan MS serta penurunan biaya sistem RF.
4. Fleksibilitas perancangan sistem RF dan cakupan trafik.

Dengan kemampuan seperti ini, maka sistem mikrocel akan meningkatkan kapasitas dan kualitas sistem secara simultan.

Pada sistem selular dua tingkat, *hot spot area* dilingkupi oleh mikrocel, sedangkan makrocel mencakup daerah lain untuk menjaga kontinuitas komunikasi. Berikut diberikan ilustrasi jaringan untuk mengimplementasikan sistem selular dua tingkat yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Implementasi Sistem selular 2 tingkat

MSC (*Mobile Switching Center*) berfungsi untuk melakukan pemrosesan panggilan dan *set up*. Jaringan dihubungkan oleh SS7, *tracking data locating* pelanggan dalam HLR dan VLR melalui STP (*Service Transfer Point*). Untuk merealisasikan sistem selular 2 tingkat tersebut harus dilakukan koordinasi frekuensi, manajemen kanal dan *handover* antar kedua tingkat tersebut dan tugas ini dilakukan oleh BSC.

Dalam merancang sistem 2 tingkat, konfigurasi mikrocel dan makrocel harus dioptimalkan agar kedua tingkat tersebut berfungsi untuk melengkapi. Terdapat 3 topik utama yang harus dipelajari untuk merancang jaringan, yaitu :

1. Deteksi *hot spot area* dalam jaringan operasi, penentuan ukuran mikrocel dan posisi BS mikrocel dalam makrocel.
2. Jumlah optimal kanal dalam mikrocel dan makrocel serta alokasi spektrum frekuensi antar tingkat.
3. Strategi penanganan panggilan baru dan *handover*.

Perbandingan didasarkan pada jumlah pelanggan per sel dan timbal balik antara dua tingkat tersebut. Pada saat pengguna di mikrocel banyak, *bandwidth* yang tersedia di mikrocel semakin sedikit sehingga C/I akan mengalami kenaikan. Pendekatan terbaik dengan cara yang paling sederhana yaitu penggunaan frekuensi berbeda untuk tingkat yang berbeda. Untuk meningkatkan kapasitas karena pembagian frekuensi yang kurang efisien maka operator dapat menerapkan

teknik *overflow*. Pada teknik ini, apabila panggilan baru atau *handover* di mikrosel mengalami *blocking* karena ketiadaan kanal kosong maka panggilan baru atau *handover* tersebut dapat dialihkan ke mikrosel.

Masalah yang juga penting untuk dipertimbangkan adalah berapa jumlah mikrosel dalam satu makrosel dan jumlah kanal di tiap-tiap makrosel dan mikrosel apabila diinginkan untuk mencakup satu wilayah menggunakan beberapa mikrosel yang dilingkupi oleh satu makrosel.

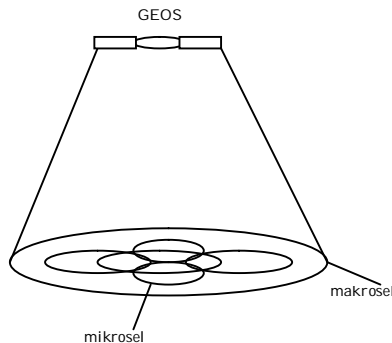
Banyaknya mikrosel dalam makrosel apabila diterapkan teknik *overflow* terhadap panggilan *handover* yang terblok di mikrosel yang *notabene* ditujukan bagi pelanggan dengan mobilitas rendah, maka trafik di makrosel hanya akan dibanjiri oleh trafik dari mikrosel sehingga pelanggan dengan mobilitas tinggi akan mengalami *blocking* dan *dropping* panggilan besar yang pada gilirannya akan menurunkan unjuk kerja sistem.

Dalam skripsi ini hanya dibahas masalah reduksi probabilitas kegagalan *handover* di mikrosel (akibat peningkatan frekuensi permintaan *handover* oleh pelanggan bermobilitas tinggi) dengan menggunakan sistem selular 2 tingkat berbasis analisis trafik untuk menentukan probabilitas panggilan *dropping* karena tidak tersedianya kanal kosong di sel target.

4. MODEL TRAFIK SISTEM SELULAR SATELIT GEO DENGAN OVERLAY DAN OVERLAP

4.1 Susunan Sel

Dalam permodelan sistem komunikasi satelit geo, struktur sel disusun dengan model bertingkat seperti yang ditunjukkan Gambar 2. Cakupan setiap satelit memiliki N mikrosel dan dilapisi oleh sebuah makrosel yang dapat menerima pengalihan panggilan dari mikrosel-mikrosel yang melapisinya.



Gambar 2 Struktur sel pada sistem satelit GEO

Jumlah kanal yang tersedia pada setiap satelit adalah S_s , dan sebagian darinya (S_a kanal) ditetapkan untuk kanal makrosel. Jumlah kanal yang ditetapkan untuk setiap mikrosel adalah $S_i = (S_s - S_a)/7$.

4.2 Panggilan dalam Mikrosel

Analisis model diasumsikan distribusi geografis adalah identik untuk setiap mikrosel. Distribusi dari durasi panggilan tak terbebani dihitung nilainya dengan distribusi eksponensial dengan rerata T_d . Interval kedatangan panggilan baru dan panggilan *handover* dihitung dengan distribusi eksponensial dengan rerata λ_n^{-1} dan λ_h^{-1} berturut-turut. Hubungan dari kedua nilai rerata kedatangan ini adalah

$$\lambda_h = \lambda_n (1 - p_N) p_{hn} + \lambda_n (p_o - p_H) p_{hh} \dots\dots\dots 1$$

Probabilitas p_{hn} yaitu probabilitas panggilan terkoneksi memasuki area *overlap* dari mikrosel selanjutnya sebelum terputus pelayanannya, adalah

$$p_{hn} = \int_0^{T_s} \int_{t_2}^{\infty} \int_{t_1}^{\infty} e^{-t_1} e^{-t_2} dt_1 dt_2 = \frac{T_d}{T_s} \left(1 - e^{-\frac{T_s}{T_d}} \right) \dots\dots\dots 2$$

Dengan analisis yang sama p_{hh} menotasikan probabilitas dengan kelebihan waktu hidup pada panggilan *handover* terkoneksi pada koneksi cepat pada sel sebelumnya adalah lebih panjang dari waktu sampai panggilan memasuki area *overlap* selanjutnya, maka p_{hh} dapat ditulis sebagai berikut.

$$p_{hh} = (1 - p_N) \int_0^{T_s} \frac{1}{T_d} e^{-\frac{t}{T_d}} dt + p_N \int_{(1-\alpha)T_s}^{T_s} \frac{1}{\alpha T_s} \int_{t_2}^{\infty} \frac{1}{T_d} e^{-\frac{t_1}{T_d}} dt_1 dt_2$$

$$= (1 - p_N) e^{-\frac{T_s}{T_d}} + p_N \frac{T_d}{\alpha T_s} \left[e^{-\frac{(1-\alpha)T_s}{T_d}} - e^{-\frac{T_s}{T_d}} \right] \dots\dots\dots 3$$

Probabilitas sebuah panggilan *handover* tidak terputus di area *handover* dan berhasil melakukan *handover* adalah sebagai berikut.

$$p_o = (1 - p_N) + p_N \int_0^{\alpha T_s} \frac{1}{T_d} e^{-\frac{t}{T_d}} \int_0^{t_2} \frac{1}{\alpha T_s} dt_1 dt_2 + p_N \int_{\alpha T_s}^{\infty} \frac{1}{T_d} e^{-\frac{t}{T_d}} dt$$

$$= (1 - p_N) + p_N \frac{T_d}{\alpha T_s} \left(1 - e^{-\frac{\alpha T_s}{T_d}} \right) \dots\dots\dots 4$$

Nilai rerata *channel holding time* pada suatu *new call* di satu sel dapat dinotasikan sebagai berikut.

$$T_{cn} = T_d (1 - p_{on}) \dots\dots\dots 5$$

dan dengan metode yang sama, dapat ditentukan pula nilai rerata *channel holding time* dari sebuah panggilan *handover* adalah

$$T_{ch} = T_d (1 - p_{oh}) \dots\dots\dots 6$$

Karena evakuasi dari panggilan baru terjadi ketika panggilan memasuki area *overlap* berikutnya dan mengalami *handover* ke sel berikutnya atau pengalihan ke makrosel sebelum pemutusan hubungan maka probabilitas evakuasinya dapat diberikan sebagai berikut.

$$P_{on} = P_{ni} P_o \dots\dots\dots 7$$

dan dengan metode yang sama probabilitas evakuasi dari sebuah panggilan *handover* menjadi sebagai berikut.

$$P_{oh} = P_{ni} P_o \dots\dots\dots 8$$

Penggunaan *channel holding time* ini untuk panggilan baru dan panggilan *handover* didapatkan nilai rerata *channel holding time* untuk semua panggilan dalam sebuah sel sebagai berikut.

$$T_c = \frac{\lambda_n(1-p_N)T_{cn} + \lambda_h(1-p_H)T_{ch}}{\lambda_n(1-p_N) + \lambda_h(1-p_H)} \dots\dots\dots 9$$

dan pesat kepergian karena penghentian pada panggilan terkoneksi *handover* atau pengalihan pada panggilan *handover* adalah

$$\mu_i = 1/T_c \dots\dots\dots 10$$

Dalam analisis diatas, pembahasan terfokus pada proses jalannya suatu panggilan dalam sebuah sel. Sekarang pembahasan akan beralih fokus ke proses jalannya sebuah panggilan *handover* dalam antrian FIFO yang menunggu sebuah kanal kosong dari sel berikutnya untuk *handover*. Diasumsikan suatu panggilan *handover* tidak dapat menemukan kanal kosong pada sel berikutnya selama panggilan *handover* itu menetap dalam antrian FIFO, panggilan mungkin putus ketika sedang menunggu dalam antrian atau teralihkan ke makrosel. Pada situasi ini, *channel holding time* pada pengalihan *handover* didalam area *overlap* lebih singkat dari kelebihan durasi waktu panggilan tanpa beban dan interval antara saat koneksi ke sel saat itu dan saat evakuasi dari sel karena pengalihan ke makrosel. Rerata nilai *channel holding time* dalam μ_o^{-1} , jadi pesat kepergian pada panggilan *handover* karena putus hubungan atau pengalihan dari panggilan *handover* adalah

$$\mu_o = 1/T_d (1-p_{oo}) \dots\dots\dots 11$$

dengan p_{oo} adalah probabilitas sebelum terputus dari pelayanan panggilan *handover* terevakuasi dari sel saat itu dan dialihkan ke makrosel yang nilainya adalah sebagai

$$p_{oo} = \int_0^{\infty} \frac{1}{T_d} e^{-\mu_d t} dt = e^{-\mu_d T_d} \dots\dots\dots 12$$

4.3 Jumlah Panggilan dalam Sebuah Mikrosel

Panggilan yang menunggu dilayani oleh mikrosel yang terdahulu dan total maksimum jumlah panggilan

dengan anggapan ini adalah $2S_i$, sehingga distribusi jumlah panggilan pada keadaan setimbang dapat ditentukan sebagai berikut.

$$\pi(n) = \left[\begin{array}{l} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda_n + \lambda_h}{\mu_i} \right)^n \pi(0) \quad , (0 \leq n \leq S_i) \\ \frac{1}{S_i!} \left(\frac{\lambda_n + \lambda_h}{\mu_i} \right)^{S_i} \left\{ \prod_{k=0}^{n-S_i} \left(1 + k \frac{\mu_o}{S_i \mu_i} \right) \right\}^{-1} \left(\frac{\lambda_n}{S_i \mu_i} \right)^{n-S_i} \pi(0) \quad , (S_i \leq n \leq 2S_i) \end{array} \right] \dots 13$$

$$\pi(0)^{-1} = \sum_{n=0}^{S_i-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda_n + \lambda_h}{\mu_i} \right)^n + \sum_{n=S_i}^{2S_i} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda_n + \lambda_h}{\mu_i} \right)^{S_i} \left\{ \prod_{k=0}^{n-S_i} \left(1 + k \frac{\mu_o}{S_i \mu_i} \right) \right\}^{-1} \left(\frac{\lambda_n}{S_i \mu_i} \right)^{n-S_i} \dots\dots\dots 14$$

dengan $\pi(n)$ adalah probabilitas dari keadaan setimbang (*stationary state*) dengan n jumlah panggilan.

4.4 Probabilitas Pengalihan

Probabilitas pengalihan panggilan baru p_N adalah probabilitas panggilan baru yang ditolak dalam mikrosel atau dengan kata lain probabilitas ketika jumlah panggilan n melebihi jumlah kanal yang tersedia dalam mikrosel S_i , maka nilai p_N dapat diberikan sebagai :

$$p_N = \sum_{n=S_i}^{2S_i} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda_n + \lambda_h}{\mu_i} \right)^n \left\{ \prod_{k=0}^{n-S_i} \left(1 + k \frac{\mu_o}{S_i \mu_i} \right) \right\}^{-1} \left(\frac{\lambda_n}{S_i \mu_i} \right)^{n-S_i} \pi(0) \dots\dots\dots 15$$

Panggilan *handover* yang menuju sel tetangga berikutnya akan menunggu untuk sebuah kanal kosong ketika MS memasuki area *overlap*. Jika pelayanan tidak terputus selama αT_s dan panggilan *handover* tidak dapat berhasil *handover* selama αT_s , maka panggilan akan dialihkan ke makrosel.

Didefinisikan $P_{H|n}$ sebagai probabilitas panggilan *handover* yang tidak ter-*handover* selama αT_s , dalam kondisi terdapat $(n-S_i) \geq 0$ panggilan *handover* sedang menunggu kanal kosong pada saat itu ketika panggilan memasuki area *overlap* sel tetangga sebelumnya. $P_{H|n}$ dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$P_{H|n} = \frac{1}{(n-S_i)!} \left[\frac{S_i \mu_i}{\mu_o} \right]^{n-S_i} \left\{ \prod_{k=0}^{n-S_i} \left(1 + k \frac{\mu_o}{S_i \mu_i} \right) \right\} e^{-\mu_o \alpha T_s} \sum_{j=0}^{n-S_i} (-1)^j \binom{l}{j} \frac{S_i}{S_i + j} \frac{\mu_o}{\mu_i} e^{-(S_i \mu_i + j \mu_o) \alpha T_s} \dots\dots\dots 16$$

Probabilitas pengalihan pada *handover* dapat dirumuskan berdasar rerata probabilitas $P_{H|n}$, jadi

$$P_H = \sum_{n=S_i}^{2S_i} \pi(n) P_{H|n} \dots\dots\dots 17$$

4.5 Probabilitas Blocking dan Dropping

Makrosel adalah sebuah *loss system* dimana masukan trafik dialihkan dari mikrosel. Makrosel melayani kedua panggilan baik itu panggilan baru dan

panggilan *handover*. Dalam sub bab ini akan dievaluasi *loss rate* sistem seperti parameter probabilitas *blocking* dan probabilitas *dropping* yang merupakan ukuran parameter penting dalam sistem. Diasumsikan interval kedatangan dari kedua pengalihan panggilan dari N mikrosel ke makrosel adalah terdistribusi eksponensial. Rerata dari interval itu dinotasikan sebagai berikut.

$$\lambda_a^{-1} = ((\lambda_n p_N + \lambda_n p_H) N)^{-1} \dots\dots\dots 18$$

Rerata *channel holding time* pada makrosel μ_a^{-1} , kemudian rerata durasi panggilan tanpa beban T_d , dapat diekspresikan sebagai berikut.

$$\mu_a^{-1} = T_d \dots\dots\dots 19$$

Dengan asumsi ini, jumlah panggilan didalam makrosel dapat dipresentasikan oleh *Birth and Death process* dan distribusi keadaan setimbang dapat diberikan sebagai berikut :

$$\Pi(n) = \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda_a}{\mu_a} \right)^n \Pi(0) \dots\dots\dots 20$$

$$\Pi^{-1}(0) = \sum_{n=0}^{S_a} \Pi(n) \dots\dots\dots 21$$

Probabilitas penolakan kedua panggilan teralihkan baik itu panggilan baru teralihkan dan panggilan *handover* teralihkan adalah sama dan menjadi $\Pi(S_a)$. Jadi probabilitas *blocking* pada panggilan baru menjadi

$$P_b = p_N \Pi(S_a) \dots\dots\dots 23$$

dan probabilitas *dropping* pada *handover* menjadi

$$P_d = p_H \Pi(S_a) \dots\dots\dots 23$$

5. PERANCANGAN PROGRAM DAN ANALISIS KINERJA TRAFIK SISTEM SELULAR SATELIT GEO

Analisa tampilan sistem komunikasi satelit GEO dengan model trafik panggilan baru dan *handover* digunakan bahasa pemrograman Visual Basic version 6.0.

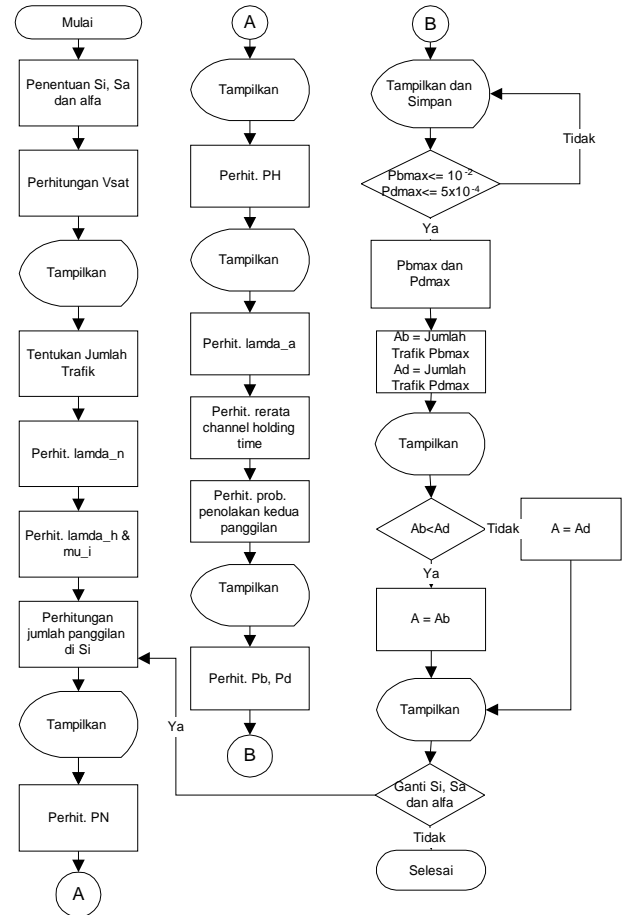
Tabel 2 Parameter Sistem

Kecepatan GEOS	V	11057
Jarak antar pusat mikrosel	D	400 (km)
Jumlah mikrosel pada GEOS	N	140
Durasi waktu rata – rata panggilan	Td	120 (s)
Jumlah kanal dari satelit GEOS	S	72
Jumlah kanal pada mikrosel	Si	3 to 10
Jumlah kanal pada makrosel	Sa	49 to 0

Dalam analisa ini, jumlah trafik panggilan baru per sel besarnya ditetapkan dari 0 sampai dengan 25 dengan step hitungan 0,5. Jumlah trafik panggilan baru = $\lambda_n T_d$, T_d adalah durasi waktu setiap panggilan yang besarnya telah ditetapkan untuk sistem satelit GEO ini sebesar

120 detik. Nilai λ_n diperoleh dari pembagian antara jumlah trafik per sel dengan waktu durasi setiap panggilan T_d .

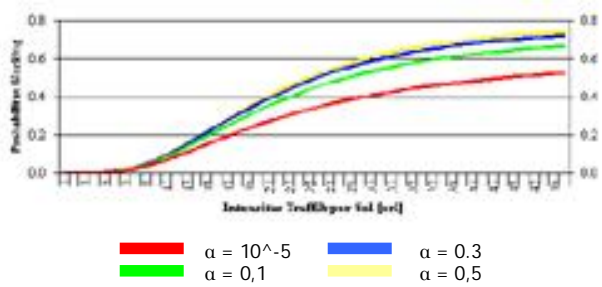
Pesat kedatangan panggilan *handover* λ_h dan pesat kepergian panggilan μ_i , nilai ditetapkan dengan mencari nilai–nilai keduanya menggunakan metode regresi linear. Pertama kali nilai λ_h diset 0,001 untuk nilai λ_h minimum dan 0,6 untuk nilai λ_h maksimum sedang nilai μ_i diset 0,001 untuk μ_i minimum dan 0,1 untuk μ_i maksimum.



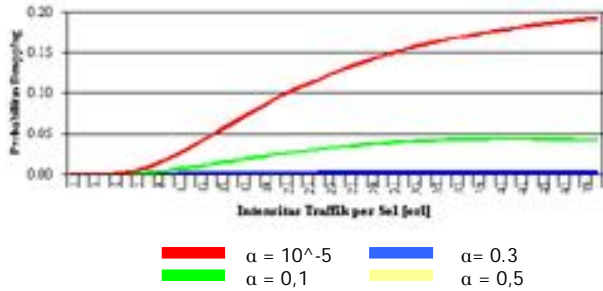
Gambar 3 Diagram Alir Program

A. Struktur Sel Overlap

Karena tidak terdapat makrosel (dalam simulasi ditunjukkan dengan nilai $S_i = 10, S_a = 0$), nilai probabilitas pengalihan dari panggilan baru dan panggilan *handover* berturut–turut sama dengan nilai probabilitas *blocking* pada p_N dan probabilitas *dropping* p_H , yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



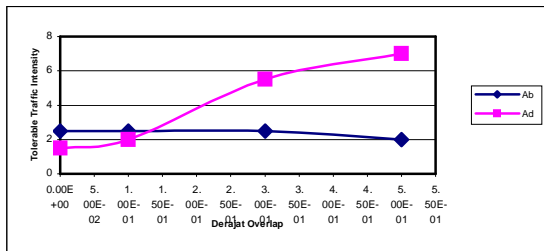
Gambar 4 Probabilitas *Blocking* Struktur *Overlap*



Gambar 5 Probabilitas *Dropping* Struktur *Overlap*

Pada Gambar 4 tersebut terlihat bahwa semakin besar α yang diberikan probabilitas *blocking* p_N mengalami kenaikan sedangkan Gambar 5 menunjukkan bahwa probabilitas *dropping* p_H mengalami penurunan yang cukup besar. Semakin besar daerah *overlap*nya itu berarti semakin besar pula sebuah panggilan memiliki kemungkinan waktu menunggu di area *overlap* untuk sebuah kanal kosong.

Semakin besar area *overlap* (makin besar α) semakin turun nilai probabilitas *dropping* p_H -nya. Sebaliknya, karena jumlah dari panggilan yang tercakup oleh kenaikan area *overlap* ini adalah relatif kecil dibandingkan dengan jumlah keseluruhan panggilan terkoneksi maka nilai probabilitas *blocking* p_N hampir tetap sama.

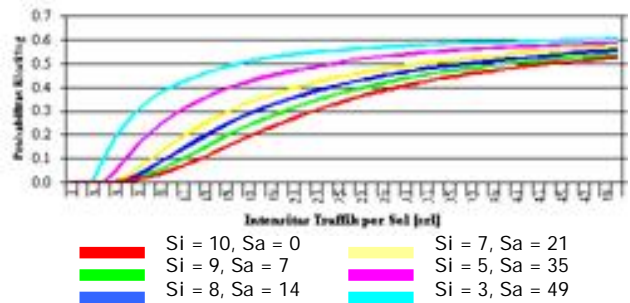


Gambar 6 Intensitas trafik Struktur *Overlap*

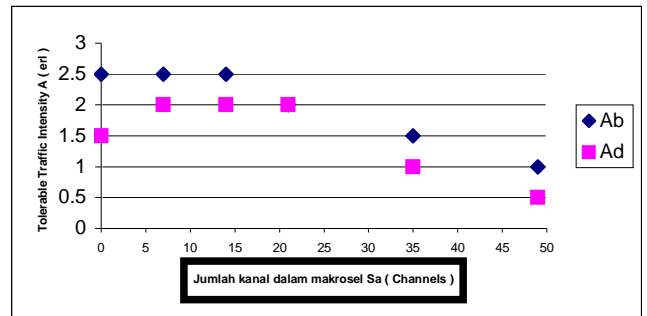
Terdapat nilai optimum untuk α sebesar 0,30. Nilai maksimum dari intensitas trafik A adalah 2,5 [erl] yaitu lebih baik sekitar 25% dari 1,5 [erl] dibandingkan tanpa *overlap*.

B. Struktur Sel *Overlap*

Perubahan jumlah kanal makroset S_a memberikan pengaruh yang sama terhadap unjuk kerja dari probabilitas *blocking* P_b dan Probabilitas *dropping* P_d . Kenaikan jumlah kanal di makroset S_a dan penurunan jumlah kanal di mikroset S_i memberikan 2 fenomena yang kontradiksi yaitu kenaikan jumlah kanal kapasitas untuk dapat menerima panggilan yang teralihkan ternyata juga menaikkan jumlah panggilan teralihkan itu sendiri. Sebagai hasil percobaan ini, terdapat nilai optimum jumlah kanal di makroset S_a yang memberikan nilai probabilitas *blocking* P_b dan nilai probabilitas *dropping* P_d yang terkecil.



Gambar 7 Probabilitas *Blocking* Struktur *Overlap*



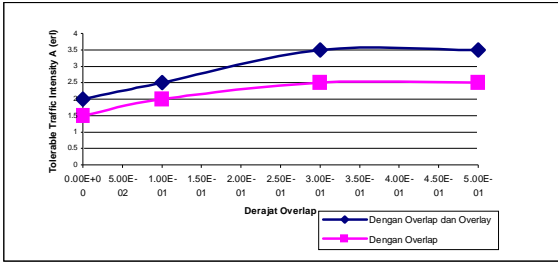
Gambar 8 Intensitas Trafik Struktur *Overlap*

Tabel 3 Probabilitas *Blocking* dan *Dropping* Struktur *Overlay* ($\alpha = 0,00001$)

S_i	S_a	P_b	A_b	P_d	A_d
10	0	$6,23007 \times 10^{-3}$	2,5	$2,67805 \times 10^{-4}$	1,5
9	7	$3,79583 \times 10^{-3}$	2,5	$3,14379 \times 10^{-5}$	2
8	14	$2,83006 \times 10^{-3}$	2,5	$8,14704 \times 10^{-5}$	2
7	21	$1,14311 \times 10^{-3}$	2	$4,20476 \times 10^{-4}$	2
5	35	$2,68285 \times 10^{-3}$	1,5	$2,33618 \times 10^{-11}$	1
3	49	$5,85674 \times 10^{-3}$	1	$3,96655 \times 10^{-15}$	0,5

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah kanal pada mikroset sebesar 5 dan makroset 35 memberikan nilai probabilitas *blocking* dan probabilitas *dropping* yang terkecil. Namun demikian bila dilihat dari sudut pandang intensitas trafik maka jumlah kanal pada mikroset

C. Struktur Sel *Overlay* dan *Overlap*



Gambar 9 Intensitas Trafik Struktur *Overlay* dan *Overlay*

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa probabilitas *blocking* P_b dan probabilitas *dropping* P_d mengalami peningkatan unjuk kerja yang sangat besar, walaupun ini terjadi ketika trafik tidak terlalu berat. Bila dilihat pada peningkatan unjuk kerja yang terjadi pada pengaplikasian *overlay* dan *overlap* dibandingkan dengan peningkatan unjuk kerja yang terjadi ketika tanpa *overlay* dan *overlap*. Namun bila dilihat dari intensitas trafik yang diterima terlihat penggunaan strategi *overlay* dan *overlap* memiliki intensitas trafik yang dapat diterima lebih tinggi dan ini menunjukkan adanya pengaruh aplikasi kedua strategi terhadap unjuk kerja sistem. Hal ini lebih jelas terlihat jika nilai-nilai intensitas maksimum dari setiap strategi ditunjukkan dalam Tabel 4

Tabel 4 Nilai maksimum intensitas trafik dengan struktur yang berbeda

Struktur Sel	Intensitas Trafik Maksimum
No <i>Overlay</i> dan <i>Overlap</i>	1,5
<i>Overlay</i>	2
<i>Overlap</i>	2,5
<i>Overlay</i> dan <i>Overlap</i>	3,5

Terlihat pada Tabel 4 bahwa nilai intensitas trafik dengan menggunakan strategi *overlay* dan *overlap* memberikan angka yang paling baik, yaitu 3,5 [erl]. Berdasarkan dari hasil ini dapat diambil satu kesimpulan bahwa untuk mencapai unjuk kerja sistem yang paling tinggi untuk sistem komunikasi bergerak satelit GEO maka digunakan strategi *overlay* dan *overlap* dengan $\alpha = 0,3$ dan jumlah kanal pada mikrosel 5 dan makrosel 35 bila dipandang dari sisi unjuk kerja probabilitas *blocking* dan *dropping*, atau jumlah kanal mikrosel 9 dan makrosel 7 jika dipandang dari segi intensitas trafik per sel.

6 PENUTUP

Kesimpulan

1. Penggunaan kombinasi struktur *overlay* dan *overlap* akan menjamin intensitas trafik yang lebih besar yaitu 40% dibandingkan dengan tanpa *overlap* ataupun *overlay*.

2. Unjuk kerja sistem komunikasi satelit Geo yang paling tinggi dicapai pada saat $\alpha = 0,3$ dengan struktur *overlay* dan *overlap*.
3. Unjuk kerja sistem dilihat dari nilai probabilitas *blocking* dan probabilitas *dropping* akan dicapai saat jumlah kanal pada mikrosel 5 dan makrosel 35.
4. Unjuk kerja sistem dilihat dari intensitas trafik per sel yang maksimum dicapai saat jumlah kanal pada mikrosel 9 dan makrosel 7.

Saran

Dalam penelitian ini, digunakan model satu dimensi dengan algoritma penentuan kanal (*channel assignment*) yang sederhana. Sehingga perlu diuji dengan penggunaan model yang lain (model tiga dimensi) dengan algoritma yang lebih kompleks. Selain itu, perlu juga untuk mengaplikasikan struktur ini untuk orbit yang lain (HEO, MEO atau LEO) dan membandingkan sistem tampilan FDMA/TDMA dengan CDMA.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blake, Roy, "Wireless Communication Technology" 2nd Ed, Mc Graw-Hill International, USA, 1991.
- [2] Bourmerdassi, S., A. L. Beylot, "New Handoff Strategies in Microcell/Macrocell Overlaying System".
- [3] Chiang K.H., dan N. Shenoy, "Overlap Macrocell Based LA for Location Management in Mobile Networks", RMIT University, Australia.
- [4] Coombs, R., dan R. Steele, "Introducing Microcells into Macrocellular Network : A Case Study", IEEE Trans. Commun., vol 47, no 4, pp. 568–576 April 1999.
- [5] Dang, M. S., Amol Prakesh, Rajeev Shorey, Natwar Modani dan D.K. Anvekar, "Performance Modelling and Analysis of a Handover Channel Exchange Scheme in Mobile Cellular Communication Systems", IBM India Research Laboratory, Indian Institute of Technology.
- [6] Ekici, E., dan C. Erson, "Optimal Two-Tier Cellular Network Design".
- [7] Grillo, D., R. A. Skoog, S. Chia dan K.K. Leung, "Teletraffic Engineering for Mobile Personal Communications in ITU-T-The Need for Matching Practice and Theory", IEEE Personal Communication.
- [8] Jang, J., B.C Shin, S.H. Yoo, B. C. Kim, dan C. H. Yoon, "Teletraffic Performance of Hierarchical Microcell/Macrocell PCS Architecture", IEICE Trans. Commun., vol E84-B, no 5, pp.1362–1374 Mei 2001.
- [9] Katzela, I., dan M. Naghshineh, "Channel Assignment Schemes for Cellular Mobile Telecommunication Systems" IEEE Personal pp. 10–31.

- [10] Kim, B., H. Choi, “*Teletraffic Model Considering Subscriber and Satellite Mobility in the Terrestrial Cell/Satellite Beam Hierarchical Structure*“ IEICE Trans.Commun., vol E81-B, no 3, pp. 647–658 Maret 1998.
- [11] Lam, D., D.C. Cox, dan J. Widom, “*Teletraffic Modelling for Personal Communications Services*“, Electrical Engineering & Computer Science Stanford Univ, Stanford.
- [12] Ono,K., M. Katayama, T. Yamazato dan A. Ogawa, “*Effect of Cell Structure on Quality of Service of LEOS Communication System*”, IEICE Trans. Commun., vol.E83-B, no.4, pp 782–790, April 2000.
- [13] Schorcht,G, U. Freund, H. Salzwedel dan H. Keller, “*A Hierarchical Object-Oriented Global Traffic Model for Simulation of Mobile Satellite Communication Network*”, University of Ilmenau, German.
- [14] Tekinay, S., dan B. Jabbari, “*Handover and Channel Assignment in Mobile Cellular Networks*”, IEEE Commun. Mag., November 1991.
- [15] Tripathi,N. D., N.J.H. Reed dan H. F. Vanlandingham, “*Handoff in Cellular System*” IEEE Personal Commun., Desember 1998.
- [16] Thipchaksurat,S., U. Yamamoto, dan Y. Onozato, “*An Analysis of the New Call Channel Limiting Technique for Mobile User in One-Dimensional Cellular Networks*“, IEICE.Trans.Commun., vol E-84, no 3, pp. 550–557 Maret 2001
- [17] Wang, LC., G. Stubber dan C. Lea, “*Architecture Design, Frequency Planning, and Performance Analysis for a Microcell/Macrocell Overlaying System*“, IEEE Trans. Vehic., vol.46, no.4, pp.836–848, November 1997.
- [18] Watanabe,F., T. Iwama, dan M. Mizuno, “*Overlapping Coverage Control in Sector Cells*“, IEICE. Trans. Commun., vol E79-B, no 3, pp.368–372, Maret 1996.