

ENGARUH IMPLEMENTASI *SYNTHESIZED FREQUENCY HOPPING* TERHADAP CALL SETUP SUCCESS RATE (CSSR) GSM 900 MHz PT. INDOSAT BALI

Gede Sukadarmika

sukadarmika@ee.unud.ac.id

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Perkembangan teknologi komunikasi bergerak (mobile communication) yang sangat pesat memacu para operator seluler di Indonesia untuk saling melempar strategi guna merebut hati konsumennya. Salah satu caranya adalah dengan memperkuat jaringan masing-masing. Salah satu upaya yang ditempuh untuk memperkuat jaringan adalah dengan mengoptimalkan penggunaan frekuensi yang tersedia. PT. Indosat melakukan pengoptimalan frekuensi ini dengan penerapan Synthesized Frequency Hopping. Call Setup Success Rate (CSSR) adalah salah satu parameter yang menentukan unjuk kerja jaringan. CSSR merupakan rata – rata panggilan sukses yang masuk setelah mendapatkan Traffic Channel(TCH). Kondisi existing CSSR di PT Indosat sebelum penerapan SFH masih dibawah 97,5 % sedangkan target yang diinginkan yaitu 98,7 %. Setelah penerapan SFH diperoleh peningkatan CSSR sebesar 0,63 %, namun demikian peningkatan ini belum mencapai terget yang diinginkan. Sehingga diperlukan langkah-langkah optimasi lagi terhadap network yang existing.

Kata kunci: Komunikasi bergerak, Synthesized Frequency Hopping, Call Setup Success Rate.

1. PENDAHULUAN

Komunikasi bergerak (*mobile communication*) merupakan teknologi yang semakin diminati karena fleksibilitasnya dalam mencapai penggunaannya. Hal ini menuntut efisiensi dalam penggunaan frekwensi operasinya akibat dari perkembangan jumlah operator di suatu kawasan/area. Akibat terbatasnya alokasi frekwensi yang tersedia memicu perkembangan teknologi untuk dapat memperkuat jaringan yang ada.

PT. Indosat sebagai operator seluler kedua terbesar di Indonesia menerapkan teknologi SFH sebagai upaya untuk memperkuat jaringan melalui pengoptimalan frekwensi yang ada. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran untuk mengetahui pengaruh penerapan *Synthesized Hopping* terhadap unjuk kerja jaringan.

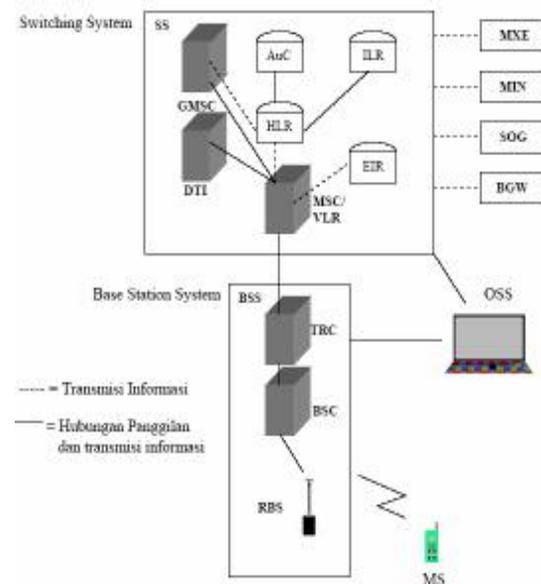
Analisa dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran *Call Setup Success Rate (CSSR)* sebelum dan sesudah penerapan SFH di Jaringan PT. Indosat dengan menggunakan software Reflection dengan aplikasinya yang dikenal dengan nama Network Doctor Report. Sumber data diperoleh dari PT. INDOSAT berupa data statistik jaringan dengan media *Network Doctor Report* mulai tanggal 1 Oktober 2004.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arsitektur Sistem GSM

Sistem GSM Ericsson merupakan sistem telepon mobile yang terdiri dari beberapa band frekuensi yaitu GSM 900, GSM 1800, GSM 1900. Jaringan GSM terbagi dalam 3 (tiga) system utama, yaitu :

Switching System (SS), Base Station System (BSS), dan Operation and Support System (OSS).



Gambar 1. Model Sistem GSM

2.2 Efisiensi Penggunaan Spektrum

Spektrum frekuensi merupakan sumber daya yang terbatas. Tugas utama dari BSC adalah untuk mengoptimalkan penggunaan frekuensi yang tersedia. *Feature-feature* ini secara bagian dilokasikan dalam BSC dan RBS. Dua tipe *Frequency Hopping*

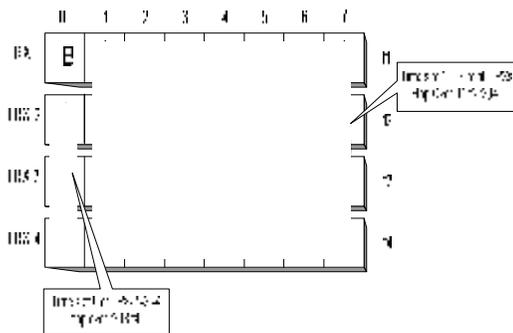
didukung *Synthesizer* dan *Baseband*. *Frequency Hopping* melayani 2 fungsi, yaitu:

- Mengembangkan kualitas jalur bicara dari MS yang bergerak pelan
- *Co-channel interference* adalah terbatas untuk semua hubungan di dalam jaringan, penghasil dalam sebuah rencana *cell* dengan *frequency reuse distance* yang lebih pendek, keuntungan peningkatan panggilan.

2.3 Prinsip Frequency Hopping

Pada prinsipnya *frequency hopping* adalah TRX (*Transceiver Receiver*) dari *BCCH* (*Broadcast Control Channel*) harus ditransmisikan secara berkelanjutan atau *continuously* disetiap *time slot* yang tepat dimana *frequency hopping* dapat diaplikasikan pada sebuah sel. Solusinya adalah dengan menggunakan prinsip *Baseband Frequency Hopping* (BB FH) dan *Synthesized Frequency Hopping* (RF FH).

Pada *Baseband Frequency Hopping* (BB FH), TRX dioperasikan pada frekuensi yang tetap (*fixed*). *Frequency hopping* dibangkitkan dengan mengubah secara berurutan *burst* pada setiap *time slot* melalui TRX yang berbeda sesuai urutan *hopping* yang diberikan. Banyaknya frekuensi yang meloncat-loncat (*hop over*) ditentukan oleh jumlah dari TRX. Karena *time slot* pertama dari TRX *BCCH* tidak ikut *hop* maka hal ini tidak termasuk kedalam urutan *hopping*. Hal ini menyebabkan terdapat tiga grup *hopping*. Grup pertama tidak ikut meloncat (*hop*) dan hanya merupakan *time slot* *BCCH*. Grup yang kedua terdiri dari *time slot* pertama dari *non-BCCH* TRX. Grup ketiga termasuk *time slot* satu sampai *time slot* tujuh dari setiap TRX. *Baseband Frequency Hopping* ditunjukkan pada gambar 2.

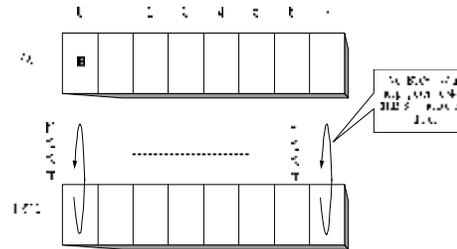


Gambar 2 Baseband Hopping (BB FH)

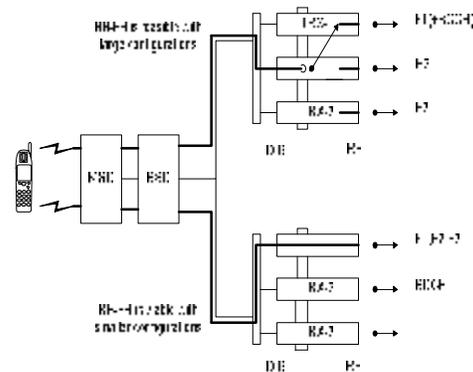
Pada *Synthesized Frequency Hopping* semua TRX kecuali TRX *BCCH* mengubah frekuensinya untuk setiap frame TDMA sesuai urutan *hopping*. Itulah mengapa TRX *BCCH* tidak meloncat (*hop*). Jumlah frekuensi yang melakukan *hop* dibatasi sampai 63 frekuensi, yang mana merupakan jumlah

maksimum dari frekuensi pada *Mobile Allocation* (MA). *Synthesized Frequency Hopping* diilustrasikan pada gambar 3.

Keterbatasan terbesar di *baseband hopping* adalah bahwa jumlah frekuensi yang *hopping* adalah sama dengan jumlah TRX. Pada *synthesized hopping* jumlah frekuensi yang *hopping* dapat merupakan jumlah antara TRX yang *hopping* dan 63. Perbedaan antara BB dengan RF *hopping* lebih jauh dapat diilustrasikan pada gambar 4.



Gambar 3 Synthesized Hopping (RF FH)



Gambar 4 Perbedaan antara BB FH dan RF FH

2.2.1 Cell Allocation (CA)

Cell Allocation (CA) merupakan sebuah daftar dari semua frekuensi yang dialokasikan pada sebuah sel. CA ditransmisikan secara reguler pada *BCCH*. Biasanya hal ini termasuk dalam *signaling messages* yang memerintahkan MS untuk memulai menggunakan *frequency hopping* pada kanal logika (*logical channel*).

2.2.2 Mobile Allocation (MA)

Mobile Allocation (MA) merupakan daftar dari *frequency hopping* yang ditransmisikan ke MS setiap saat yang ditempatkan pada sebuah kanal fisik *hopping* (*Hopping Physical Channel*). MA-list merupakan bagian dari daftar CA. MA-list secara otomatis dibangkitkan jika *baseband hopping* digunakan. Jika suatu jaringan menggunakan RF

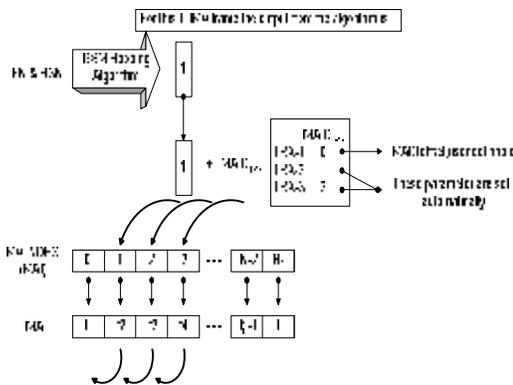
hopping, maka MA_{-list} harus dibangkitkan untuk setiap selnya oleh perencana jaringan. MA-list dapat mencapai 64 frekuensi yang didefinisikan pada daftar CA. Tetapi bagaimanapun juga frekuensi BCCH juga termasuk dalam daftar CA, jadi secara prakteknya jumlah maksimum dari frekuensi pada MA_{-list} adalah 63. Frekuensi pada MA_{-list} dibutuhkan untuk meningkatkan kapasitas karena tipe dari signaling digunakan untuk mentrasfer MA_{-list}.

2.2.3 Hopping Sequence Number (HSN)

Hopping Sequence Number (HSN) mengindikasikan urutan hopping yang mana dari 64 frekuensi yang tersedia terpilih. Urutan hopping diperlukan untuk menentukan frekuensi mana pada MA-list yang akan digunakan. Pada baseband hopping terdapat dua Hopping Sequence Number (HSN). Time slot 0 pada sel BB hopping menggunakan HSN 1 dan sisa dari time slot menggunakan HSN 2, sedangkan pada sel RF hopping semua time slot menggunakan HSN 1.

2.2.4 Mobile Allocation Index Offset (MAIO).

Jika pada suatu BTS menggunakan lebih dari 1 TRX dengan nama MA-list yang sama maka Mobile Allocation Index Offset (MAIO) digunakan untuk memastikan bahwa setiap TRX yang digunakan merupakan suatu frekuensi yang unik. Setiap hopping TRX dialokasikan pada sebuah Mobile Allocation Index Offset (MAIO) yang berbeda. Mobile Allocation Index Offset (MAIO) ditambahkan pada Mobile Allocation Index (MAI) ketika frekuensi yang digunakan ditentukan dari MA_{-list}. Contoh dari generasi urutan hopping ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Contoh dari Hopping Sequence Generation

Mobile Allocation Index Offset (MAIO) dan Hopping Sequence Number (HSN) ditransmisikan ke MS secara bersamaan dengan MA_{-list}. Nokia mempunyai solusi untuk Mobile Allocation Index Offset (MAIO_{offset}) yang merupakan sebuah parameter spesifik dari sebuah sel yang mendefinisikan Mobile Allocation Index Offset TRX

(MAIO_{TRX}) untuk hopping TRX pertama pada sebuah sel. Mobile Allocation Index Offset (MAIO) untuk hopping TRX yang lain secara otomatis dialokasikan berdasarkan parameter Mobile Allocation Index Offset step (MAIO_{step}) yang akan dibahas pada subbab berikutnya.

2.2.5 Mobile Allocation Index Offset Step (MAIO_{Step})

Mobile Allocation Index Offset Step (MAIO_{Step}) merupakan parameter spesifik Nokia yang digunakan pada alokasi Mobile Allocation Index Offset (MAIO) pada TRX. Mobile Allocation Index Offset (MAIO) untuk hopping TRX yang pertama pada setiap sel didefinisikan oleh parameter spesifik Mobile Allocation Index Offset (MAIO_{offset}) sel. Mobile Allocation Index Offset (MAIO) untuk hopping TRX yang lainnya ditentukan dengan menambahkan Mobile Allocation Index Offset Step (MAIO_{Step}) ke Mobile Allocation Index Offset (MAIO) hopping TRX sebelumnya seperti yang ditunjukkan rumus berikut.

$$MAIO_{TRX(n)} = MAIO_{Offset} + MAIO_{Step} \cdot (n - 1)$$

2.2.6 Call Setup Success Rate

CSSR merupakan salah satu parameter yang menjadi acuan dalam penentuan Performansi Jaringan yang didefinisikan sebagai rata – rata panggilan sukses yang masuk setelah mendapatkan TCH. CSSR dihitung berdasarkan rumus

$$CSSR = (1 - SDCCH_Block_Rate) * (1 - SDCCH_Drop_Rate) * (1 - TCH_Block_Rate) * TCH_Assignment_Success_Rate$$

Besarnya target untuk parameter CSSR adalah 98,77 %

3. PEMBAHASAN

Seiring dengan jumlah pelanggan yang semakin meningkat, PT. Indosat terus mengupayakan untuk meningkatkan mutu pelayanan kepada pelanggan. Salah satu upaya yang ditempuh adalah dengan memperkuat jaringannya. Berikut akan diuraikan kondisi jaringan GSM 900MHz PT. Indosat Bali.

3.1 Kondisi Jaringan PT. Indosat Bali Sebelum Penerapan Synthesized Frequency Hopping

Jaringan PT. Indosat terdiri dari sebuah Public Land Mobile Network (PLMN). Dimana dalam PLMN terdapat 3 Maintenance Region, yaitu Bali, Jawa Timur dan Jawa Tengah. Yang mana ketiga region ini terdiri dari beberapa BSC.

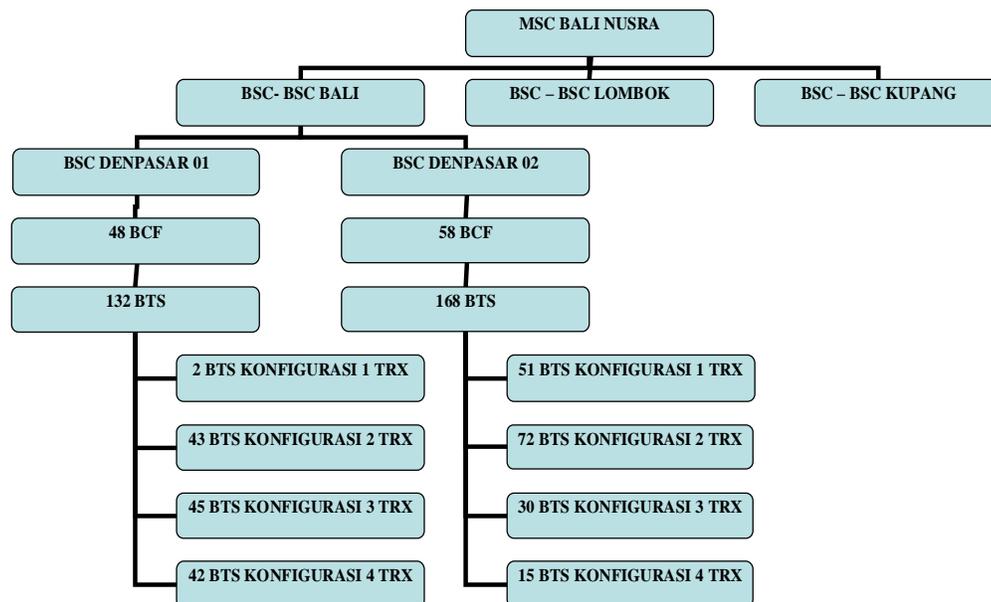
PT. INDOSAT Bali memiliki dua Base Station Control, yang disebut BSC Denpasar 01 dan BSC Denpasar 02. BSC Denpasar 01 menangani BTS yang berada di wilayah selatan bali, sedangkan BSC Denpasar 02 menangani wilayah utara Bali. BSC DENPASAR 01 terdiri dari 49 BCF (Base Control Function) sedangkan BSC Denpasar 02 terdiri dari 58

BCF. BCF atau site terdiri dari beberapa BTS yang biasa dikenal dengan BTS. Sebagai contoh : BCF (site) Balibeach memiliki 3 BTS, yaitu BTS Balibeach1, BTS Balibeach2 dan yang terakhir adalah BTS Balibeach3. Untuk masing-masing BTS memiliki konfigurasi minimum 1 TRX dan maksimum 4 TRX.

PT. Indosat memiliki 51 channel frekwensi GSM dengan bandwidth 10 MHZ untuk uplink dan downlink. Pada uplink frekwensi yang digunakan adalah 890,2 MHz sampai 900,2 sedangkan pada downlink digunakan frekwensi 935,2 MHz sampai 945,2 MHz, namun yang digunakan pada GSM 900 Mhz hanya 50 chanel (channel 1 sampai 50). Channel ke-51 digunakan sebagai pemisah/pembatas dengan operator lainnya. Alokasi ke-50 frekwensi tersebut sebelum penerapan Synthesized Frequency Hopping adalah sebagai berikut :

- BCCH menggunakan channel 1 sampai 49
- TCH juga menggunakan channel 1 sampai 49
- Guard Band menggunakan channel 50

Sedangkan untuk konfigurasi TRX-nya beragam, dimulai dengan konfigurasi 1 TRX tiap BTS sampai dengan konfigurasi 4 TRX per BTS. Untuk konfigurasi 1 TRX hanya diperlukan 1 frekwensi, dimana frekwensi yang digunakan untuk BCCH sama dengan frekwensi TCH, sedangkan untuk konfigurasi lainnya. Misal : 4 TRX diperlukan 1 frekwensi pada TRX-1 dan 3 frekwensi untuk TRX lainnya. Karena terbatasnya channel yang tersedia, maka pada jaringan non hopping probabilitas pemakaian frekwensi yang sama pada BTS yang berbeda cukup besar (pengaruh interferensi beasr).



Gambar 6. Jaringan PT Indosat Bali Sebelum Penerapan SFH

RX pada jaringan GSM 900 MHz PT. INDOSAT BALI memiliki konfigurasi yang berbeda – beda pada suatu BTS. Konfigurasi ini dipengaruhi oleh kepadatan trafik pada daerah tempat BTS itu berada. Semakin padat trafik pada area tersebut, semakin banyak TRX yang dialokasikan pada satu BTS.

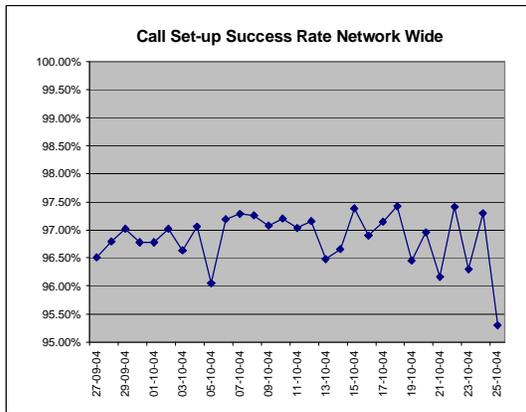
3.2 CSSR Sebelum Penerapan Hopping

Untuk mode non hopping, dilakukan pengumpulan data dari tanggal 27 September 2004 sampai 25 Oktober 2004.

Formula yang digunakan adalah:

$$CSSR = (1 - SDCH_{BlockRate}) * (1 - SDCH_{DropRate}) * (1 - TCH_{BlockRate}) * TCH_{AssignmentSuccessRate}$$

Diperoleh nilai CSSR seperti terlihat pada grafik berikut :

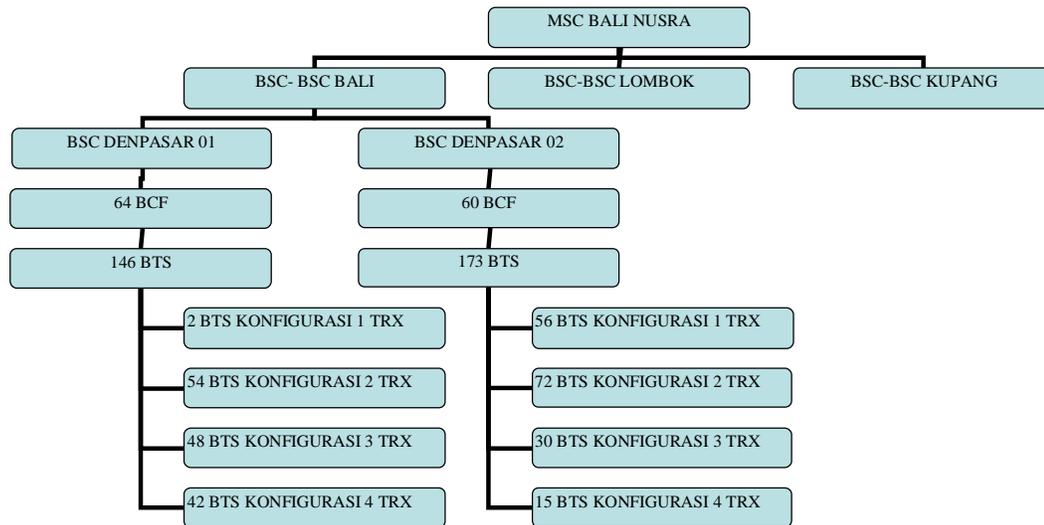


Gambar 7. Grafik CSSR Sebelum Penerapan SFH

Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai rata-rata CSSR yang dihasilkan oleh mode non hopping yaitu dibawah 97,5 %. Nilai ini lebih rendah dari target yang harus dicapai yaitu 98,7%.

3.3 Kondisi Jaringan PT. INDOSAT Bali Setelah Penerapan Synthesized Frequency Hopping

Kondisi jaringan PT. Indosat Bali sebelum penerapan Synthesized Frequency Hopping terdiri dari 300 BTS, dimana 53 BTS memiliki konfigurasi 1 TRX, 120 BTS memiliki konfigurasi 2TRX, 75 BTS memiliki konfigurasi 3 TRX , dan 57 BTS dengan konfigurasi 4 TRX. Setelah penerapan SFH, ada beberapa site baru yang diaktifkan, sehingga konfigurasinya menjadi sebagai berikut :



Gambar 8. Jaringan PT Indosat Bali Setelah Penerapan SFH

Syarat utama penerapan Synthesized Frequency Hopping adalah konfigurasi TRX pada tiap BTS paling sedikit 2 TRX (lebih dari 1 TRX). Ini berarti Synthesized Frequency Hopping tidak dapat diterapkan pada 58 BTS yang memiliki konfigurasi TRX = 1. Sedangkan Pada BTS lainnya dapat diterapkan *Synthesized Frequency Hopping*. Syarat lainnya yang juga harus diperhatikan adalah adanya kemungkinan untuk menggunakan MA frequency list dalam satu BCF (frekwensi sharing) dengan kondisi sebagai berikut:

- Semua BTS sinkron, karena itu BTS harus dikontrol oleh BCF yang sama
- Hanya berlaku untuk RF hopping

- MA-list memiliki frekwensi sebanyak TRX yang hopping pada site
- Semua BTS dikonfigurasi untuk menggunakan HSN (*Hopping Sequence Number*) yang sama

Frekwensi sharing memungkinkan untuk diterapkan pada BTS yang memiliki jumlah TRX yang relatif sedikit, tanpa mengalokasikan frekwensi lain untuk BCF. Sebagai contoh, BCF dengan 3 BTS, dan 2 TRX tiap BTS, setidaknya memiliki 3 frekwensi untuk berpindah di masing-masing BTS ditambah frekwensi BCCH . Tanpa frekwensi sharing, totalnya 12 frekwensi untuk 6 TRX, dimana

sedikit tidak ekonomis untuk penggunaan frekwensi band.

Dengan sharing MA frekwensi list yang sama antara ketiga BTS. Memungkinkan untuk menggunakan hanya 6 frekwensi, 3 untuk BCCH TRX dan 3 untuk hopping TRX. TRX yang hopping pada masing-masing BTS berpindah (*hops over*) pada 3 frekwensi yang sama, tetapi sinkron sehingga tidak terjadi interferensi.

3.3.1 Konfigurasi Synthesized Frequency Hopping 2X2X12

Untuk penerapan SFH, perlu ditetapkan terlebih dahulu konfigurasi SFH yang akan digunakan. Pemilihan konfigurasi ini berdasar kepada frekwensi loading yang nantinya mempengaruhi cell blocking. Konfigurasi yang digunakan adalah 2 x 2 x 12. Dimana angka-angka ini mendefinisikan site x MAList x nomor frekwensi. Untuk frekwensi hopping 2 x 2 x 12, setiap site menggunakan satu group MAList dengan 12 frekwensi channels disetiap MAList.

Frekwensi hopping dengan desain 2 x 2 x 12 ditunjukkan sebagai berikut :
PT. Indosat memiliki 50 channel frekwensi yang bisa digunakan pada GSM 900 MHz. Alokasi ke-50 frekwensi tersebut untuk penerapan SFH adalah :

Tabel 3. Alokasi frekwensi untuk MA list

HOPPING	MA LIST1 (MAL ID = 35)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	MA LIST2 (MAL ID = 36)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

MAIO Offset berguna untuk membatasi frekwensi yang hopping di masing-masing BTS pada BCF.

- MAIO Step yang digunakan = 1
Dengan MAIO Step 1, maka frekwensi yang hopping terpisah sejauh 400 KHz. Sehingga tubrukan pada TRX yang sama dapat dihindari.
- Untuk memudahkan dalam perencanaan SFH, maka nilai BSIC = HSN1, yaitu dari 1 sampai 63.

Pada level BCF digunakan satu MA list, bisa MA list 1 atau MA list 2. Sedangkan pada BTS digunakan MAIO Offset yang berbeda antar BTS agar tidak terjadi tubrukan (*collision*). Pada TRX digunakan MAIO step = 1, dimana MA list yang dipilih (channel yang pertama kali hop) untuk awal MAIO step ini ditentukan oleh MAIO Offset (0/4/8).

3.3.2 Setting Parameter Synthesized Frequency Hopping Pada Jaringan

Ada beberapa parameter SFH yang harus diinput ke jaringan dalam upaya penerapan SFH, diantaranya

BCCH = channel 26 sampai 49, MAIO list = channel 1 sampai 24, Guard Band = channel 25 dan 50

Tabel 1. Alokasi frekwensi untuk BCCH

	A	B	C	D	E	F	G	H
CELL 1	26	27	28	29	30	31	32	33
CELL 2	34	35	36	37	38	39	40	41
CELL 3	42	43	44	45	46	49	48	49

Dari MA list yang ada, maka ditentukan nilai dari MAIO offset dan MAIO step yang digunakan, yaitu

Tabel 2. Nilai MAIO Offset

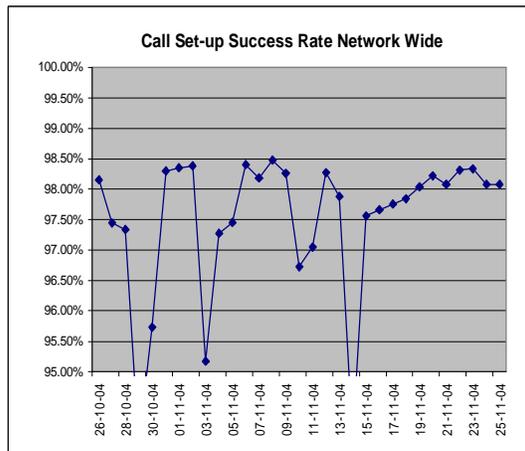
MAIO Offset 1	0	1	2
MAIO Offset 2	4	5	6
MAIO Offset 3	8	9	10

Berdasarkan tabel tersebut, ada 3 konfigurasi MAIO Offset yang dapat digunakan, yaitu : konfigurasi 0/4/8

adalah: hopping mode, HSN, MAIO, dll. Proses untuk input parameter ini juga dilakukan melalui *Reflection*. Dengan menggunakan aplikasi yang biasa disebut *Radio Network Manager* (RNW Manager). Setting parameter SFH secara lebih mendetail dapat dilihat pada lampiran (Setting Parameter *Synthesized Frequency Hopping Pada Reflection*).

3.3.3 Pengukuran terhadap KPI setelah penerapan Hopping

Penerapan hopping berdasarkan konfigurasi 2x2x12 dilakukan pada 25 Oktober 2004 malam, setelah penerapan SFH maka dilakukan pengumpulan data selama satu bulan berikutnya dari tanggal 26 Oktober 2004 sampai 25 November 2004, maka didapat data Call Setup Success Rate seperti terlihat pada grafik berikut :



Gambar 9 Grafik CSSR Setelah Penerapan SFH

Dari grafik terlihat bahwa nilai CSSR yang dihasilkan setelah penerapan SFH mengalami peningkatan, bahkan mencapai 98,5 %. Namun pada hari – hari tertentu mengalami penurunan yang disebabkan peningkatan SDCCH request block dan nilai SDCCH Drop yang meningkat.

4. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. *Synthesized Frequency Hopping* merupakan salah satu metode *hopping*, dimana semua TRX (kecuali TRX BCCH) mengubah frekwensinya sesuai urutan *hopping*. Parameter *Key Performance Indicator* yang digunakan dalam penerapan SFH antara lain: *Call Setup Success Rate*, *SDCCH Drop Rate*, *TCH Drop Rate*, *Handover Success Rate* dan *Handover Failure Rate*.
2. Parameter yang diperlukan dalam penerapan *Synthesized Frequency Hopping* adalah *Mobile Allocation List*, *Mobile Allocation Index Offset*, *Mobile Allocation Index Offset Step*, dan *Hopping Sequence Number*. Masing – masing parameter ini dikirim ke jaringan dengan menginput nilai parameter tersebut pada *Reflection*.
3. Nilai dari parameter *Key Performance Indicator* didapatkan dari keluaran *Network Doctor Report* yang merupakan salah satu aplikasi dari *Reflection*.
4. Penerapan *Synthesized Frequency Hopping* memberikan peningkatan CSSR sebesar 0,63% yaitu dari 96,87 menjadi 97,5. Namun peningkatan ini belum mencapai target yang diinginkan oleh PT. Indosat yaitu 98,77.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Nokia. 1999. **Network Planning Guide For Frequency Hopping**. Nokia Process Doc.
- [2]. Lee, W.C.Y. 1995, **Mobile Cellular Telecommunication System**, New York 2nd ed: Mc Graw Hill.
- [3]. Nokia. 1999. **Base Station Subsystem Parameter**. Nokia Process Doc.
- [4]. Febryansiah Bobby, Castillo Jaime, 2001 . **Frequency Planning Guidelines**, Maxis
- [5]. Partanen Martti, 1997., **Frequency Hopping In Gsm/Dcs Networks**.
- [6]. Nathan Paul, 2001, **Frequency Planning Analysis**, Maxis.
- [7]. <http://www.ericsson.com/GSM> System.pdf