

ANALISIS HCS (*HIERARCHICAL CELL STRUCTURES*) PADA SISTEM GSM TRIPLE BAND

Fiska Jelita Puspitasari^{*)}, Sukiswo, and Imam Santoso

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}*Email: fiska.jelitaku@yahoo.com*

Abstrak

Permintaan layanan sistem komunikasi bergerak selular GSM yang terus menerus meningkat telah menimbulkan permasalahan terhadap kapasitas karena keterbatasan alokasi spektrum frekuensi yang tersedia untuk GSM 900. Maka operator GSM mulai memproses lisensi untuk penerapan sistem GSM 1800 dan 3G (Generasi Ketiga). Pada umumnya operator memanfaatkan sel makro untuk mengatasi masalah daerah cakupan dan memanfaatkan sel mikro untuk mengatasi masalah kapasitas. Akibat penggunaan sel mikro adalah terjadi peningkatan jumlah handover. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan metode agar operator dapat memanfaatkan sel mikro dan sel makro secara efektif yaitu dengan Hierarchical Cell Structures (HCS). Metode ini dipergunakan untuk menempatkan MS pada sel yang telah diberi lapisan prioritas supaya alokasi cakupan MS efektif sesuai dengan kebutuhan. Pada penelitian ini, analisis dilakukan pada sistem GSM triple band yaitu GSM 900, DCS 1800, dan 3G (WCDMA). Pengukuran dilakukan dengan cara drive test dengan MS dalam kondisi idle mode dan dedicated mode, serta untuk jenis sel adalah sel makro, mikro, dan indoor. Penelitian dilakukan untuk menganalisis kondisi sel yang sudah diatur menggunakan HCS dengan memasang parameter-parameter yang dapat mempengaruhi MS untuk tetap berada pada sel tertentu, apakah sudah sesuai yang diharapkan atau belum. Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa apabila MS dicakup oleh sel yang sesuai dengan struktur metode HCS, berarti sistem berjalan efektif. Apabila MS dicakup oleh sel yang berada diluar aturan metode HCS, maka sistem tidak efektif.

Kata kunci : GSM, 3G, Hierarchical Cell Structures (HCS)

Abstract

Demand services GSM cellular mobile communication system that continuously increases have led to capacity problems due to limited available frequency spectrum allocation for GSM 900. GSM operator then start processing licenses for the application of the GSM 1800 and 3G (Third Generation). In general, operators utilizing a macro cell to solve problems and take advantage of the coverage area of the cell microenvironment to overcome capacity issues. Due to the use of micro cells is an increase in the number of handover. To overcome these problems required the operator to utilize the method of micro cells and macro cells effectively is by Hierarchical Cell Structures (HCS). This method is used to put MS on the layer of cells that have been given priority so that effective allocation MS coverage as needed. In this study, analysis was performed on a triple band GSM system is GSM 900, DCS 1800, and 3G (WCDMA). Measurements done by test drive with MS in idle mode and dedicated mode, as well as for the type of cell is the cell macro, micro, and indoor. The study was conducted to analyze the state of the cell is set up using HCS by setting parameters that can affect MS to remain in a particular cell, whether it is as expected or not. From the research that has been done, it can be concluded that if the MS covered by the cell in accordance with the structure of the HCS method, the system is operating effectively. If MS is covered by cells that are outside the rules HCS method, then the system is not effective.

Keyword : GSM, 3G, Hierarchical Cell Structures (HCS)

1. Pendahuluan

Sistem GSM yang banyak digunakan oleh operator GSM di banyak negara saat ini adalah sistem GSM 900. Namun terhubung dengan makin sedikitnya alokasi frekuensi yang tersedia untuk GSM 900, maka operator GSM

menerapkan sistem GSM 1800 (atau disebut juga DCS 1800) sehingga operator yang sebelumnya telah menerapkan GSM 900 dapat memperbesar kapasitas jaringannya dan mendistribusi trafik dari GSM 900 ke DCS 1800.

Sekarang ini, manusia membutuhkan teknologi telekomunikasi kecepatan tinggi serta dapat dilakukan dimana saja. Salah satunya adalah dengan adanya jaringan 3G dengan teknologi *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA) yang juga telah berkembang di Indonesia, sehingga para pengguna layanan dapat melakukan komunikasi dengan nyaman tanpa adanya kendala. Ketiga sistem tersebut diatur dalam konfigurasi sel. Kebutuhan pelanggan yang semakin dinamis membutuhkan pengaturan khusus mengenai sel-sel tersebut. Salah satu pengaturannya adalah dengan model *Hierarchical Cell Structures* (HCS). HCS merupakan sistem dimana sel-sel GSM dibagi dalam beberapa lapisan prioritas supaya penggunaan jaringan menjadi lebih efektif.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis mengenai HCS pada sistem GSM *triple band* yang mana akan membahas tentang analisis HCS pada GSM 900, DCS 1800, dan 3G (WCDMA). Dengan menggunakan HCS maka tiap sel dalam GSM *triple band* dapat diberi prioritas dengan cara yang aman dan efisien.

2. Metode

2.1 Hierarchical Cell Structures (HCS)

HCS yang digunakan dalam telekomunikasi seluler berarti pemecahan sel. Jenis struktur sel memungkinkan jaringan untuk secara efektif menggunakan wilayah geografis dan melayani populasi yang meningkat. Pada daerah urban sudah seharusnya diimplementasikan sistem lapisan (*layering*) dimana pada daerah tersebut sudah terdapat implementasi Makro GSM 900, Makro DCS 1800, sel *indoor*, dan 3G (WCDMA). Beberapa vendor sudah memiliki fitur lapisan dimana sel makro, mikro, *indoor*, dan 3G dapat ditentukan lapisan prioritasnya[6]. Perlu diingat bahwa sistem DCS lebih memiliki tingkat interferensi yang lebih rendah karena spektrum frekuensinya lebih lebar daripada sistem GSM.

Parameter dipergunakan untuk mendistribusikan trafik ke sel pada lapisan yang berbeda berdasarkan kondisi MS, yaitu :

- 1). MS dalam kondisi *idle mode*
- 2). MS sedang melakukan panggilan (*dedicated mode*)

2.2 Parameter 2G

2.2.1 MS Idle Mode

Seleksi Sel (*Cell Selection*) : Pada saat MS diaktifkan (*power on*), maka beberapa saat kemudian MS akan melaksanakan proses pencarian sel yang disebut seleksi sel.

Parameter yang digunakan adalah parameter C1.

$$C1 = (\text{tingkat penerimaan} - RXLEV_ACCESS_MIN) - (MS_TXPWR_MAX_CCH - P) \quad (1)$$

dengan :

RXLEV_ACCESS_MIN adalah tingkat sinyal penerimaan *downlink* minimum yang diperlukan untuk bisa mengakses suatu sel (dBm).

MS_TXPWR_MAX_CCH adalah tingkat daya keluaran maksimum dari sebuah MS yang diperbolehkan dalam sel (dBm).

P adalah tingkat daya keluaran maksimum dari sebuah MS (dBm).

Seleksi Ulang Sel (*Cell Reselection*) : Proses seleksi ulang sel (*cell reselection*) terjadi saat MS berpindah dari satu sel ke sel lain.

$$C2 = C1 + CELL_RESELECT_OFFSET \quad (2)$$

dengan :

CELL_RESELECT_OFFSET memiliki nilai 0 sampai 63 dan setiap poin menambah 2 dB (0 sampai 126 dB). Semakin tinggi CRO maka BTS semakin atraktif terhadap MS (dB).

2.2.2 MS Melakukan Panggilan (*Dedicated Mode*)

Konsep Parameter Handover

Konsep dari parameter *handover* adalah :

- 1). GSM HO ke DCS akan diperkuat dengan *Inter layer handover*
Layer HO threshold adjustment :
 - > Kriteria level penerima pada sel yang melayani = *layer HO threshold - layer HO hysteresis*
 - > Kriteria level penerima pada sel yang tetangga = *layer HO threshold + layer HO hysteresis*
- 2). DCS HO ke GSM akan diperkuat dengan *Edge handover*

Key Performance Indicator

Key Performance Indicator (KPI) berfungsi untuk evaluasi sebuah jaringan seperti *Accessibility*, *Retainability*, dan *Integrity*[6]. Namun dalam penelitian HCS ini, kategori yang digunakan adalah *Retainability* dan *Integrity*. *Retainability* pada jaringan 2G yang digunakan pada penelitian ini adalah *TCH Drop Rate*. *Integrity* pada jaringan 2G yang digunakan adalah *HOSR* (*Handover Success Rate*), FER, RxQual, dan SQL.

2.3 Parameter 3G

2.3.1 MS Idle Mode

CPICH RSCP : adalah *Common Pilot Channel Received Signal Code Power* yang merupakan tingkat kekuatan sinyal untuk jaringan 3G. Skala RSCP yang diterapkan

adalah 0 sampai dengan -92 dBm baik, -92 sampai -102 dBm rata-rata (*fair*), dan <-102 dBm buruk.

CPICH Ec/No : adalah *Common Pilot Channel Energy Carrier Per Noise* menunjukkan level daya maksimum dimana MS masih bisa melakukan panggilan. Nilai Ec/No biasanya menentukan kapan MS harus melakukan *handover*. Skala Ec/No yang diterapkan oleh adalah 0 sampai dengan -12 dB baik, -12 sampai dengan -18 dB rata-rata (*fair*), dan <-18 dB buruk. Rumus dari Ec/No adalah :

$$\text{CPICH Ec/No (dB)} = \text{CPICH (dBm)} - \text{RSSI (dBm)} \quad (3)$$

RSSI : adalah *Received Signal Strength Indicator* yang merupakan parameter yang menunjukkan daya terima dari seluruh sinyal pada band frekuensi *channel pilot* yang diukur.

MS Melakukan Panggilan (*Dedicated Mode*)

CPICH RSCP : adalah *Common Pilot Channel Received Signal Code Power* yang merupakan tingkat kekuatan sinyal untuk jaringan 3G. Skala RSCP yang diterapkan adalah 0 sampai dengan -92 dBm baik, -92 sampai -102 dBm rata-rata (*fair*), dan <-102 dBm buruk.

CPICH Ec/No : adalah *Common Pilot Channel Energy Carrier Per Noise* menunjukkan level daya maksimum dimana MS masih bisa melakukan panggilan. Skala Ec/No yang diterapkan oleh adalah 0 sampai dengan -12 dB baik, -12 sampai dengan -18 dB rata-rata (*fair*), dan <-18 dB buruk.

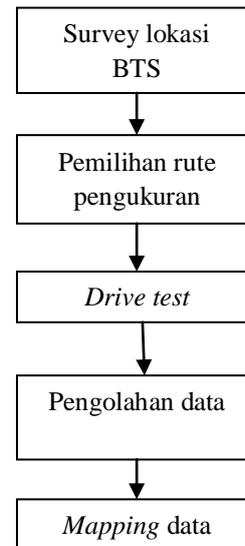
RSSI : adalah *Received Signal Strength Indicator* yang merupakan parameter yang menunjukkan daya terima dari seluruh sinyal pada band frekuensi *channel pilot* yang diukur.

SQI : adalah *Speech Quality Index* (dB) yang dapat diartikan sebagai indikator kualitas suara dalam keadaan menelepon.

TxPower : adalah *Transmitter Power* (dBm) yang menunjukkan level daya rata-rata pemancar yang dihasilkan dari seluruh BTS.

2.4 Metode Pengukuran

Metode pengukuran yaitu dengan melakukan *drive test*. Diagram alur dari metode pengukuran yaitu :



Gambar 1. Blok diagram alur sistem

Data yang diambil meliputi :

- 1). Metode Normal Jaringan
MS dapat menerima jaringan 2G dan 3G
- 2). Metode *Lock* Jaringan
MS hanya dapat menerima jaringan 3G

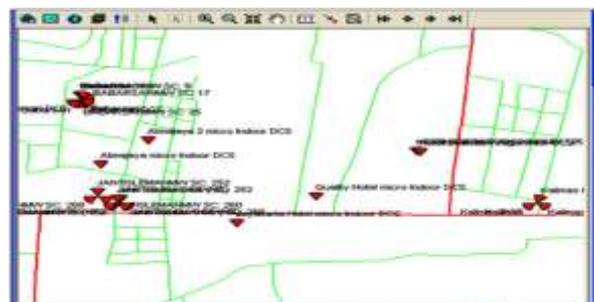
3. Hasil dan Analisis

3.1 Perhitungan Parameter Sel Dalam Kondisi *Idle* Untuk Sel *Indoor*, Sel Makro DCS 1800, GSM 900, dan 3G

Pada bagian ini akan ditunjukkan perhitungan yang dipergunakan untuk memperoleh C1 dan C2 dalam penentuan sel pelayan pada saat MS dalam kondisi *idle* untuk DCS 1800 dan GSM 900.

3.1.1 Sel *Indoor* Dominan DCS (Makro) *Idle Mode*

Perhitungan nilai C1 Seleksi Sel (*Cell Selection*) dan C2 Seleksi Ulang Sel (*Cell Reselection*) menggunakan persamaan (1) dan (2).



Gambar 2. Data *drive test* sel *Indoor* dominan DCS (Makro) dalam kondisi *Idle*

Nilai dari perhitungan parameter C1 dan C2 terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar sel dan nilai C1 dan C2

Nama Sel	C1 (dBm)	C2 (dBm)	Lapisan Prioritas
Sel Makro (Kota Baru DCS)	36	62	2
Sel Makro (Kota Baru GSM)	45	45	3
Sel Indoor (Grapari Yogya)	24	50	1
Sel Makro (Kota Baru II DCS-2)	31	57	2
Sel Makro (Eldorado DCS-1)	26	52	2
Sel Makro (Kota Baru II DCS-1)	25	51	2

Berdasarkan data pada Tabel 1, nilai C2 paling tinggi adalah sel makro BTS Kota Baru DCS dengan nilai 62 dBm, sedangkan pada sel indoor Grapari Yogya memiliki nilai C2 50 dBm. Karena nilai C2 Grapari Yogya lebih rendah dari C2 Kota Baru DCS, maka MS dicakup oleh Kota Baru DCS, dimana seharusnya MS dicakup sel indoor Grapari karena memiliki lapisan prioritas paling tinggi (1).

3.1.2 GSM Dominan DCS Idle Mode

Dari hasil pengukuran yang didapat, contoh yang diambil adalah BTS Selomartani 2, Selomartani DCS, dan Selomartani 1.



Gambar 3. Data drive test BTS DCS dominan GSM dalam kondisi Idle

Area pada gambar 3 memiliki cakupan DCS namun MS dicakup oleh GSM dengan sel cakupan Selomartani 2. Hal tersebut karena rendahnya nilai RxLev pada sel Selomartani DCS.

Nilai dari perhitungan parameter C1 dan C2 terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nama Sel dan nilai C1 dan C2

Nama Sel	C1	C2	Lapisan
----------	----	----	---------

	(dBm)	(dBm)	Prioritas
Selomartani 2 (ARFCN 64)	39	39	3
Selomartani DCS (ARFCN 606)	14	38	2
Selomartani 1 (ARFCN 52)	17	17	3
Tirto Martani (ARFCN 66)	16	16	3
Gunung Patuk (ARFCN 51)	14	14	3

Data pada Tabel 2 nilai C2 paling tinggi terdapat pada sel Selomartani 2 yang merupakan sel GSM dengan nilai C2 39 dBm, lalu setelah itu sel Selomartani DCS dengan nilai C2 38 dBm, dan yang paling rendah adalah sel Gunung Patuk dengan nilai C2 14 dBm sehingga MS dicakup oleh Selomartani 2.

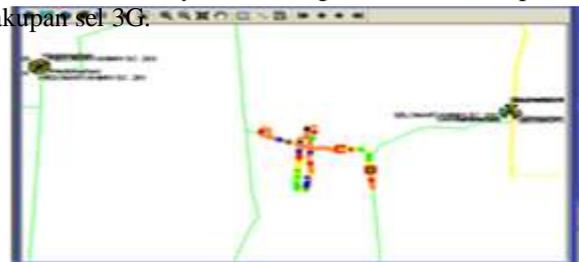
3.1.3 3G Dominan 3G Idle Mode

Dari perhitungan, terdapat perbedaan nilai antara Ec/No pada data yang diperoleh saat drive test dengan Ec/No melalui perhitungan. Ec/No pada BTS Selomartani Mw saat drive test didapatkan nilai -7.00 dB, sedangkan melalui perhitungan didapatkan nilai -5.00 dB. Pada BTS Wukirsari Mw saat drive test didapatkan nilai -14.50 dB, sedangkan melalui perhitungan didapatkan nilai -19.00 dB.

Pada Ec/No BTS Selomartani Mw memiliki nilai Ec/No -7.00 dB yang artinya kualitas sinyal cukup baik. BTS Wukirsari Mw memiliki nilai Ec/No -14.50 dB yang artinya kualitas sinyal rata-rata (fair).

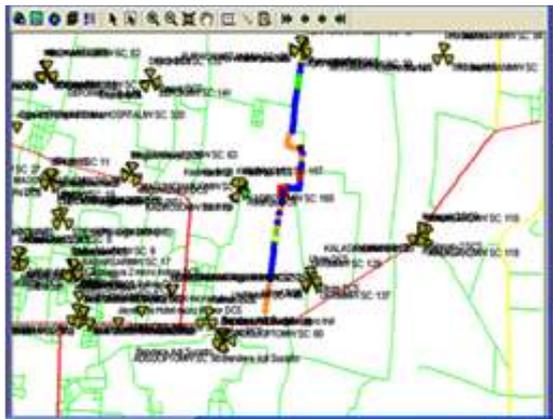
Pada RSCP BTS Selomartani Mw memiliki nilai RSCP -81.00 dBm yang artinya kuat sinyal penerimaan cukup baik.

BTS Wukirsari Mw memiliki nilai RSCP -95.00 dBm yang artinya kuat sinyal penerimaan rata-rata (fair). Karena kondisi sinyal masih bagus, maka MS tetap dalam cakupan sel 3G.



Gambar 4. Data drive test BTS 3G dominan 3G dalam kondisi Idle

3.1.4 3G Dominan 2G Idle Mode



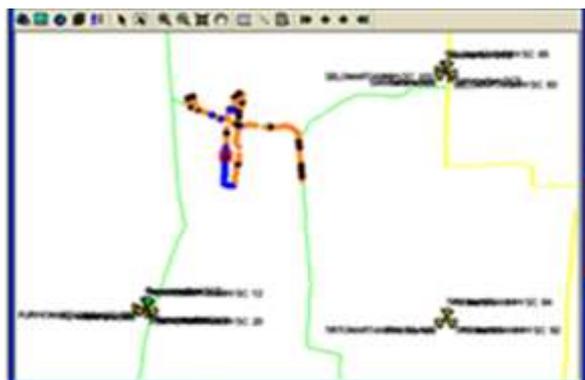
Gambar 5. Drive test sel 3G dominan 2G dalam kondisi Idle

Sel yang dicakup oleh MS saat melakukan *drive test* pada area ini adalah sel Kadirojo DCS dan Kadirojo GSM. Sel Kadirojo Mw memiliki nilai CPICH RSCP dan CPICH Ec/No yang kurang baik, sehingga MS diatasi oleh sel 2G. Sel yang mencakup MS adalah sel Kadirojo DCS dengan nilai C2 40 dBm.

3.2 Perhitungan Parameter Sel Dalam Kondisi Dedicated Untuk Sel Indoor, Sel Makro GSM 900, DCS 1800, dan 3G

Parameter kondisi *dedicated mode* pada sel 2G sudah tidak memakai analisis seleksi sel C1 dan seleksi ulang C2 yang sebelumnya diperhitungkan pada kondisi *idle*.

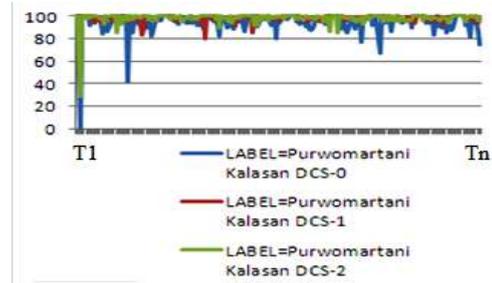
3.2.1 DCS Dominan DCS Dedicated Mode



Gambar 6. Drive test sel DCS dominan DCS dalam kondisi dedicated mode

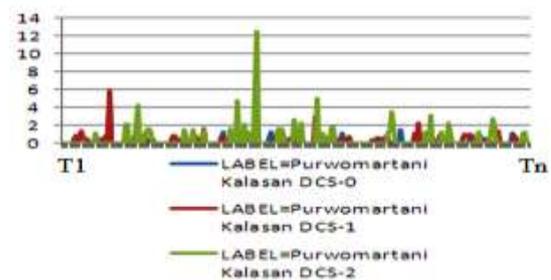
Gambar 6 menunjukkan area sel Purwomartani DCS. RxLev pada sel Purwomartani DCS paling baik yaitu -75 dBm, sehingga MS memilih berada pada sel tersebut. Sedangkan nilai RxLev sel tetangga lebih rendah dari sel Purwomartani DCS yaitu sel Purwomartani GSM dengan nilai RxLev -78 dBm. Tingkat keberhasilan *handover* pada sel Purwomartani DCS adalah 97% dapat dilihat

pada grafik HOSR (*Handover Success Rate*) sebagai berikut :



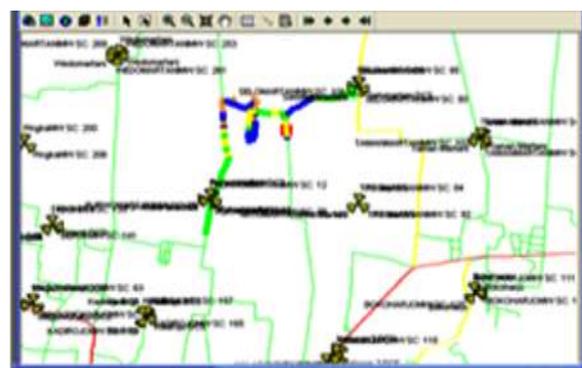
Gambar 7. Grafik HOSR sel Purwomartani DCS

TCH Drop rate pada sel Purwomartani DCS adalah 0.2% bisa dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 8. Grafik TCH Drop Rate sel Purwomartani DCS

3.2.2 DCS Dominan GSM Dedicated Mode



Gambar 9. Drive test DCS dominan GSM dedicated mode

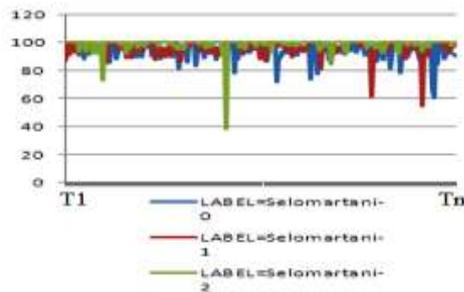
Gambar 9 menunjukkan suatu sel yang memiliki fasilitas cakupan DCS namun ternyata MS berada pada cakupan GSM. Hal tersebut terjadi karena nilai RxLev dari sel GSM yang menduduki peringkat paling baik yaitu sel Selomartani GSM yaitu -77 dBm. Parameter yang menunjukkan syarat terjadinya GSM *handover* ke DCS adalah :

- 1). Lapisan prioritas pada sel target lebih rendah dari sel pelayan, yang artinya sel target memiliki prioritas lebih tinggi
- 2). Level terima pada sel target $> \text{Inter-layer cell threshold} + \text{Inter-layer cell hysteresis}$

Berdasarkan syarat tersebut maka dapat dibuktikan bahwa:

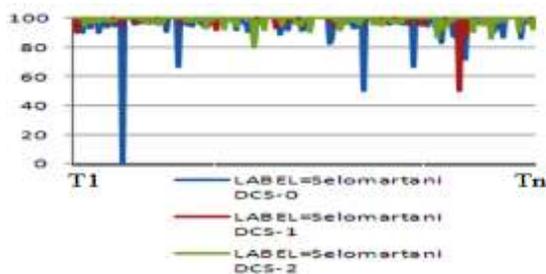
- 1). Lapisan prioritas sel DCS lebih rendah dari sel GSM (sel DCS memiliki prioritas lebih tinggi dari GSM). Sel DCS memiliki lapisan prioritas 2, sedangkan sel GSM memiliki lapisan prioritas 3.
- 2). Level terima pada sel target DCS (Selomartani DCS) adalah -89 dBm , sedangkan perhitungan parameter *threshold* dan *hysteresis* adalah $-110 \text{ dBm} + (30+3) = -77 \text{ dBm}$. Oleh karena ternyata level terima pada sel target Selomartani tidak lebih besar dari batas parameter yang ada, maka *handover* tidak dapat dilakukan.

Tingkat keberhasilan *handover* pada sel Selomartani GSM adalah 96,3%, dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :



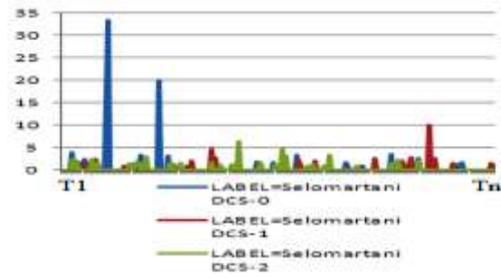
Gambar 10. Grafik HOSR sel Selomartani GSM

Nilai HOSR pada sel Selomartani DCS 98%. Grafik HOSR Selomartani DCS adalah sebagai berikut :

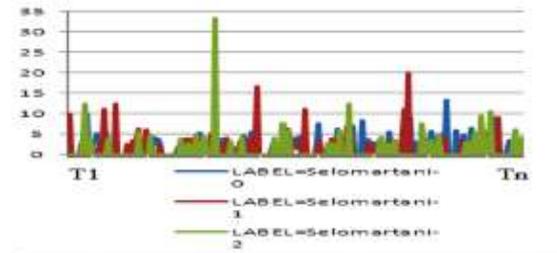


Gambar 11. Grafik HOSR sel Selomartani DCS

TCH Drop Rate dari sel Selomartani DCS 0,3% dan Selomartani GSM 1,4% terlihat dari grafik sebagai berikut :

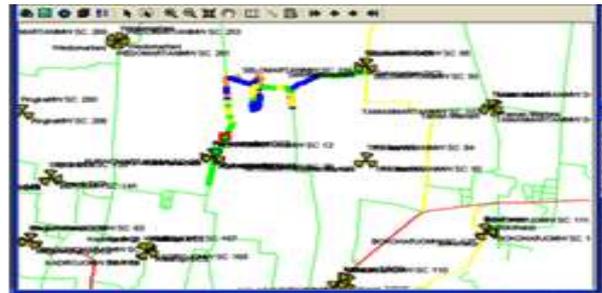


Gambar 12. Grafik TCH Drop Rate sel Selomartani DCS



Gambar 13. Grafik TCH Drop Rate sel Selomartani GSM

3.2.3 3G Dominan 3GDedicated Mode

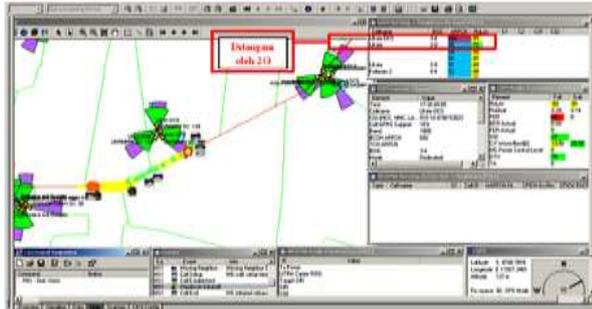


Gambar 14. Drive test 3G dominan 3G dedicated mode

Gambar 14 menunjukkan area Purwomartani yang didominasi sel 3G. Sel yang mendominasi adalah sel Purwomartani Mw SC 12 dengan nilai CPICH Ec/No -4.50 dB dan nilai CPICH RSCP -64.00 dBm . Nilai CPICH Ec/No dan RSCP pada sel Purwomartani Mw SC 12 tersebut masuk dalam kategori baik. Nilai CPICH RSCP sel tetangga Purwomartani Mw dengan SC 28 dan 30 masih cukup baik, namun CPICH Ec/No buruk. Nilai CPICH Ec/No Purwomartani Mw SC 28 adalah -19.50 dB berarti kondisi sinyal buruk. Sedangkan nilai RSCP -78.00 dB berada pada kondisi yang baik. Nilai CPICH Ec/No Purwomartani Mw SC 20 adalah -21.50 dB berarti kondisi sinyal buruk. Sedangkan nilai RSCP -82.00 dB berada pada kondisi yang baik,

3.2.4 3G Dominan 2G Dedicated Mode

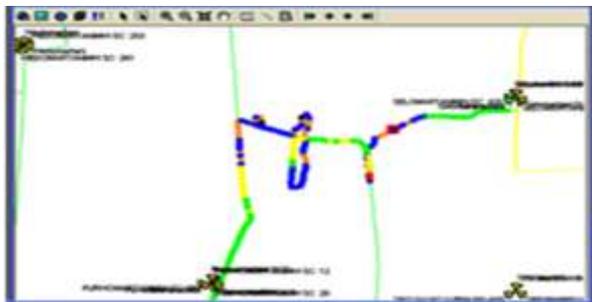
Kasus Sel 3G Ukrim Ditutup untuk Layanan Suara



Gambar 15. Jaringan 3G ditutup sehingga area dicakup sel 2G

Jaringan 3G pada area Ukrim memiliki fasilitas cakupan 3G, namun pada hasil pengukuran pada *drive test* ternyata area tersebut dicakup oleh sel 2G. Hal tersebut bukan dikarenakan tidak diizinkannya perpindahan sel dari sel 2G ke 3G dengan alasan efektivitas jaringan. Parameter yang digunakan untuk menutup *handover* dari sel 2G ke jaringan sel 3G pada daerah Ukrim adalah Inter-rat HO Preference dengan spesifikasi *Pre_2G_CellThres*.

Kasus Sinyal Buruk Pada Sel 3G Selomartani Mw



Gambar 16. Drive test 3G dominan 2G dedicated mode

Gambar 16 menunjukkan area Selomartani yang memiliki fasilitas cakupan 3G namun sel yang mendominasi adalah sel 2G. Hal tersebut disebabkan karena buruknya kualitas sinyal pada sel 3G di area Selomartani.

3.2.5 Sel Indoor

Data sel *indoor* yang diambil adalah sel *indoor* 2G dan 3G Gedung Agung Yogyakarta. Sel *indoor* 3G terlihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 17. Tampilan Serving Scrambling Code plot



Gambar 18. Tampilan Gedung Agung 3G CPICH RSCP

Sel *indoor* Gedung Agung memiliki RSCP rata-rata cukup baik yaitu antara -85 dBm sampai dengan -10 dBm.



Gambar 19. Gedung Agung 3G CPICH Ec/No

Sel *indoor* Gedung Agung memiliki Ec/No rata-rata cukup baik yaitu antara -9 dB sampai dengan 0 dB. Area Gedung Agung dicakup oleh sel 2G dan 3G, dengan sel 2G hanya menggunakan DCS 1800 (tidak ada GSM). Hal tersebut dilakukan karena pertimbangan kapasitas yang masih efektif untuk menggunakan 2G DCS 1800. Hal tersebut bisa dilihat pada data *drive test* 2G *indoor* Gedung Agung pada gambar 20 sebagai berikut :

Cellname	BSC	APFCN	RxLev	C1	C2	CSI	CS2
4-7	824	824	824	824	824	824	824
1-1	810	810	810	810	810	810	810
0-6	80	80	80	80	80	80	80
0-6	84	84	84	84	84	84	84
1-1	707	707	707	707	707	707	707
0-7	81	81	81	81	81	81	81
4-5	856	856	856	856	856	856	856
	81	81	81	81	81	81	81
	81	81	81	81	81	81	81

Gambar 20. Tampilan cakupan sel Gedung Agung DCS

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sel 2G pada saat MS dalam kondisi *idle mode*, pemilihan cakupan hanya berdasarkan C1 (jika tanpa *Cell Reselect Offset*) dan C2 (jika menggunakan *Cell Reselect Offset*). Pada kondisi *idle*, untuk mempertahankan MS supaya tetap berada pada cakupan sel yang diinginkan digunakan suatu parameter untuk merencanakan kuat sinyal yang disebut *Cell Reselect Offset*. Dengan memberikan nilai *offset* didapatkan nilai C2 tertinggi sel DCS mendominasi sel GSM 62 dBm untuk sel Kota Baru DCS dan nilai C2 terendah 45 dBm untuk sel Kota Baru GSM. Nilai C2 tertinggi sel GSM mendominasi sel DCS 38 dBm untuk sel Kota Baru DCS dan nilai C2 terendah 37 dBm untuk sel Kota Baru GSM. Untuk sel 3G pada saat MS dalam kondisi *idle mode*, pemilihan cakupan berdasarkan lapisan prioritas dan UTRA Carrier RSSI. Pada saat sel 3G Selomartani Mw memiliki nilai UTRAN Carrier RSSI -76 dBm MS dicakup oleh sel tersebut, pada saat sel Kadirojo Mw memiliki nilai UTRA Carrier RSSI -86 dBm sedangkan nilai RxLev sel 2G Kadirojo DCS -81 dBm, maka MS dicakup oleh sel 2G Kadirojo DCS. Dengan menggunakan konsep HCS, suatu sel dapat diberi kebijakan untuk lebih memprioritaskan sel 2G atau 3G dengan mempertimbangkan efektivitas jaringan seperti pada sel Ukrim DCS yang diberi parameter *setting Pre_2G_CellThres* untuk mempertahankan layanan suara berada disisi 2G.n Sel *indoor* Gedung Agung dicakup oleh sel 2G dan 3G, dengan sel 2G hanya menggunakan DCS 1800 (tanpa GSM 900) karena dengan prioritas 3G dan DCS 1800 jaringan masih efektif. Untuk pengembangan lebih lanjut disarankan pada analisis kualitas layanan suara (*voice*) ditambahkan beberapa parameter lain seperti analisis data statistik *drop call* dan parameter lain pada analisis *drive test*. Pengambilan data *drive test* pun sebaiknya dilakukan dalam jangka waktu yang lebih lama untuk memperoleh data yang lebih akurat, serta analisis HCS dapat ditambahkan aspek lain seperti kecepatan MS terhadap BTS yang diambil melalui *drive test* agar lebih akurat.

Referensi

- [1] Ajusady, *Cell Selecion and Reselection*, <http://polarisnetworks.net/>, April 2012
- [2] Candra, Andhika, *Analisis Kualitas Panggilan Layanan Suara (Voice) Sistem WCDMA Saat Terjadi Drop Call Berdasarkan Data Statistik dan Drive Test*, Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Undip, 2011.
- [3] Jürgen Deissner, Gerhard P. Fettweis, *A Study on Hierarchical Cellular Structures with Inter-layer Reuse in an Enhanced GSM Radio Network*, <http://www.ifn.et.tu-dresden.de/>, 1999.
- [4] Goksel, Somer, *Optimization and Log File Analysis in GSM*, 2003.
- [5] Kiswanto, Heri, *Analisa Unjuk Kerja Jaringan Operator 3G (WCDMA-UMTS) Menggunakan Metode Drive test*, Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro ITS, 2011
- [6] Wardhana, Lingga, *2G/3G RF Planning and Optimization for Consultant (plus introduction to 4G)*, www.nulisbuku.com, Jakarta, 2011.
- [7] Susanto, Suksmo, *Implementasi Hierarchical Cell Structures (HCS) Pada Sistem GSM Dual Band*, Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Undip, Oktober 2012.
- [8] -----, *Cells-Hierarchy*, <http://www.privateline.com/>, Agustus 2012
- [9] -----, *Cell-Handoff*, <http://www.ratishnair.com/>, Agustus 2012
- [10] -----, *Hierarchical-Cell-Structures*, <http://freepatentsonline.com/>, Agustus 2012
- [11] -----, *Layer-Hierarchical-Cell-Structures*, <http://www.faqs.org/>, Agustus 2012
- [12] -----, *Operator HO Parameter New Setting and Basic Analysis*, Huawei, 2012