

Strategi *Refarming* Frekuensi 1800 MHz Untuk Implementasi LTE di Indonesia

Ratna Septania^{#1}, T. Arief Nugroho^{#2}, Yulius^{#3}

[#]Departmen Teknik Elektro, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Jl. Dipati Ukur no 80-84 Bandung, Jawa Barat, Indonesia

¹septania.ratna@gmail.com

²tunggul@ithb.ac.id

³yulius0707@gmail.com

Abstrak— LTE adalah teknologi yang digunakan dalam generasi keempat dengan arsitektur yang lebih sederhana dan semua berbasis IP (*Internet Protocol*). Teknologi baru ini membutuhkan spektrum frekuensi sesuai dengan standarnya. Masalah yang dihadapi adalah terbatasnya spektrum frekuensi yang tersedia yang dapat digunakan untuk teknologi baru. *Refarming* frekuensi adalah solusi yang ditawarkan untuk memecahkan masalah ini. *Refarming* frekuensi adalah restrukturisasi dan pemanfaatan frekuensi yang ada untuk teknologi baru. *Refarming* pada frekuensi 1800 MHz adalah solusi untuk implementasi LTE 4G dengan berbagai keunggulannya, yaitu biaya investasi rendah, perangkat ponsel pada frekuensi 1800 MHz telah banyak tersedia di pasar, dan frekuensinya tidak terlalu tinggi ataupun terlalu rendah, daya pancar dan cakupan yang luas, dan pembagian spektrumnya dapat digunakan baik untuk DCS (GSM 1800) maupun LTE. Penelitian ini akan dilakukan terhadap 5 operator yang ada pada frekuensi DCS (GSM1800), yaitu Operator A, Operator B, Operator C, Operator D, dan Operator E. Penelitian ini juga akan menghitung jumlah TRx yang harus ditambahkan, pengaruh lalu lintas layanan suara dan jangkauan jaringan LTE. DCS bersama dengan LTE akan menimbulkan pergeseran frekuensi yang ada dan layanan transfer yang signifikan. Keluaran penelitian ini adalah hasil analisis *refarming* frekuensi 1800 MHz, cakupan area LTE dan analisis keuntungan dan kerugian yang disebabkan oleh *refarming*.

Kata kunci— LTE, GSM, DCS, *refarming* frekuensi, frekuensi existing.

Abstract— LTE is the technology used in the 4th generation which comes with a much simpler architecture and uses all IP network. With LTE, it means a new technologie emerges and it requires a spectrum frequency that can be used and in accordance with the LTE standard. The problem faced is there's no more spectrum frequency that can be used for a new technology. Frequency *refarming* is a solution which is done to solve this problem. Frequency *refarming* is the re-structuring and utilization of existing frequency to a new technology. Perform a *refarming* at 1800 MHz frequency is a solution for the implementing the 4G LTE with various advantages, which are low investment costs, many mobile devices available in the market at a frequency of 1800 MHz, the frequency is not too high nor too low, regard to the signal transmit power and broad coverage, and the dividing of the spectrum can be made for DCS (GSM 1800) and LTE. This study will be performed for 5 operators that exist on the frequency of DCS (GSM1800), namely Operator A, Operator B, Operator C,

Operator D, and OPERATOR E. This study will also calculate the amount of TRx that should be added, affecting the voice service traffic and the coverage of LTE network. With the DCS along with LTE will cause the shift impact of the existing frequency and a significant service transfer. The results of this research is the analysis of 1800 MHz frequency *refarming*, LTE coverage area and to find out the advantages and disadvantages caused by *refarming*.

Keywords— LTE, GSM, DCS, *refarming*, existing frequency

I. PENDAHULUAN

LTE dapat digelar pada aneka pita spektrum yang termasuk standar IMT-2000. Spektrum 450 MHz, 700 MHz, 850 MHz, 1800 HHz, 2,1 GHz, dan 2,5 GHz adalah frekuensi yang termasuk standard IMT-2000. Menggelar LTE di spektrum 1800 MHz mungkin adalah solusi yang lebih tepat sebab pada spektrum 1800 MHz dimungkinkan biaya investasi murah, banyak perangkat seluler yang mendukung spektrum 1800 MHz, dan pembagian spektrum dapat dilakukan untuk DCS dan LTE. *Refarming* frekuensi adalah solusi yang dapat menjawab permasalahan.

Refarming frekuensi adalah pengolahan ulang dan pemanfaatan kembali frekuensi untuk teknologi yang baru. Spektrum 1800 MHz yang ditempati oleh DCS dapat digunakan LTE. Kendalanya adalah dengan mengganti teknologi LTE di frekuensi yang sudah dipakai DCS akan menyebabkan pergeseran Spektrum *existing* dan perpindahan layanan yang signifikan. Perlu menganalisa kapasitas spektrum yang dimiliki oleh operator tersebut untuk *refarming* frekuensi yang akan digunakan LTE.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan *refarming* frekuensi untuk implementasi LTE dengan memanfaatkan rentang frekuensi DCS *existing* di masing-masing operator seluler. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari *refarming* frekuensi.

Hasil dari kajian dan analisis tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi sebuah rekomendasi untuk implementasi jaringan LTE di Indonesia dan dapat dijadikan pertimbangan dengan membandingkannya dengan penelitian pada frekuensi lainnya.

II. LANDASAN TEORI

A. Long Term Evolution (LTE)

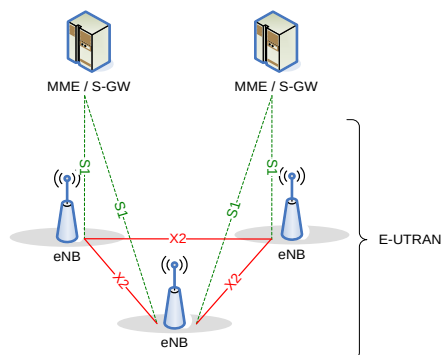
LTE digunakan pada generasi ke-4 (4G) karena sistem arsitekturnya sangat sederhana dan berbasis *Internet Protocol* (IP), seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1. Arsitektur yang sangat sederhana ini dirancang untuk tujuan mendukung trafik *packet switching* dengan mobilitas tinggi, *quality of service* (QoS), dan *latency* yang kecil. LTE memiliki jaringan radio akses sendiri yaitu E-UTRAN dan jaringan intinya disebut EPC (*Evolved Packet Core*). Arsitektur pada LTE terdiri dari dua node yaitu eNB (*e-NodeB*) dan *Mobility Management Entity/ Gateway* (MME/GW). eNB berfungsi sebagai penghubung antara perangkat yang dipakai pengguna atau MS (*Mobile Station*) dengan E-UTRAN. E-UTRAN mempunyai fungsi sebagai BTS dalam jaringan GSM tetapi ditambahkan dengan beberapa fungsi BSC [2].

B. DCS 1800 MHz

Frekuensi 1800 MHz adalah frekuensi yang digunakan jaringan DCS (*Digital Communication System*) atau biasa dikenal dengan jaringan GSM pada frekuensi 1800 MHz. Pada spektrum 1800 MHz ini, kanal-kanalnya ditempati oleh berbagai operator di Indonesia, seperti yang ditunjukkan pada Tabel I. Alokasi frekuensi DCS *uplink* dimulai dari 1710 MHz-1785 MHz, sedangkan *downlink* dari 1805 MHz sampai 1880 MHz dimana alokasi frekuensi antara *uplink* dan *downlink* terpisah selebar 95 MHz. Penomoran kanal ARFCN pada DCS dimulai dari 511 dan berakhir 886, dimana 511 dipakai sebagai sistem *guard band* pada ujung bawah dan 886 dipakai sebagai sistem *guard band* pada ujung atas. Hal ini dilakukan supaya tidak terjadi interferensi yang dapat mengganggu proses komunikasi.

C. Refarming Frekuensi

Refarming frekuensi adalah penataan ulang kembali frekuensi yang ada untuk teknologi yang baru seperti UMTS atau LTE. Frekuensi yang telah ditata-ulang frekuensinya dapat digunakan untuk perbaharuan teknologi sehingga dapat memudahkan operator seluler mengimplementasi teknologi baru tersebut dengan memanfaatkan frekuensi *existing*. Teknik yang dilakukan adalah dengan menggeser-geser dan



Gambar 1. Arsitektur jaringan LTE [3]

menghilangkan frekuensi *existing* yang ada untuk dapat dipakai kembali seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pada Gambar 2, empat jalur yang dilalui GSM diilustrasikan oleh mobil-mobil berukuran kecil. Gambar 3 mengilustrasikan jalur yang sama tetapi dua jalur dipakai untuk mobil kecil dan dua jalur yang lain dipakai untuk satu bus besar yang mengilustrasikan jaringan LTE. Untuk menghindari terjadinya tabrakan frekuensi antara jaringan GSM dan LTE maka kanal tersebut diberi frekuensi pembatas agar tidak saling bertabrakan.

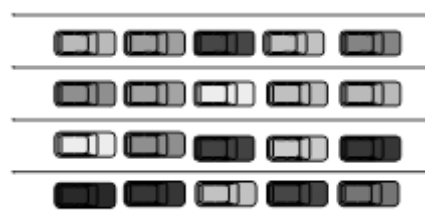
Ada dua jenis *refarming* pada frekuensi 1800 MHz, yaitu *one-off refarming* dan *interim refarming*. *One-off refarming* cocok untuk operator yang mempunyai jaringan 2G dan 3G yang cukup luas dan berkembang. Layanan suara dan GPRS DCS (GSM1800) secara penuh dialokasikan ke GSM900 agar *refarming* dapat dilakukan penuh di frekuensi 1800 MHz. Memperbaharui perangkat 3G seperti seluler, modem, maupun tablet supaya lebih menarik dapat menjadi daya tarik bagi pengguna untuk beralih ke 3G. Dengan cara ini, pengguna 2G akan beralih ke GSM900 atau UMTS yang menyebabkan berkurangnya pengguna DCS sehingga trafik di 1800 MHz menjadi lengang dan *one-off refarming* dapat dilakukan untuk LTE. *Interim refarming* cocok untuk operator yang memiliki spektrum terbatas. Beberapa operator yang masih memiliki pengguna DCS pada persentase tinggi hanya dapat melakukan *refarming* pada sebagian spektrum 1800 MHz untuk LTE. *Interim refarming* dapat disesuaikan dengan trafik DCS.

Interim refarming memiliki dua metoda untuk alokasi spektrum frekuensi, yaitu metoda alokasi *sandwich* dan alokasi *edge*. Pada metoda alokasi *sandwich*, LTE ditempatkan (tidak selalu harus di tengah) pada spektrum frekuensi yang bergantung pada strategi operator tersebut seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4. Selanjutnya, pengembangan untuk kapasitas LTE, operator akan mengalo-

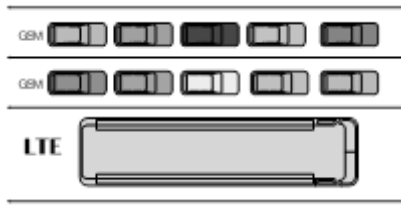
TABEL I.

ALOKASI JARINGAN DCS 1800 MHz [1]

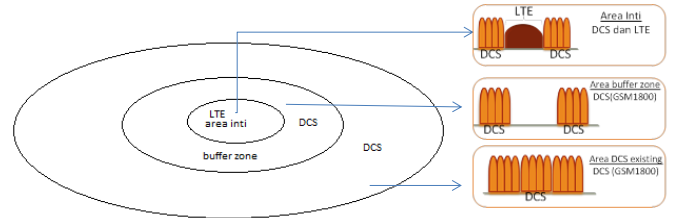
DCS 1800	
Frekuensi kerja	1710-1880 MHz
Uplink	1710-1785 MHz
Downlink	1805-1880 MHz
RF Carrier	75 MHz
Bandwidth setiap kanal	200 kHz
Kanal frekuensi	374 kHz
Frekuensi dupleks	95 MHz
Isi satu frekuensi carrier	8 timeslot
Kecepatan pengiriman	13 kbps (suara), 9.6 kbps (data)



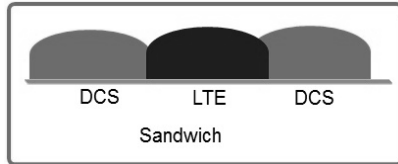
Gambar 2. Ilustrasi GSM pada frekuensi 1800



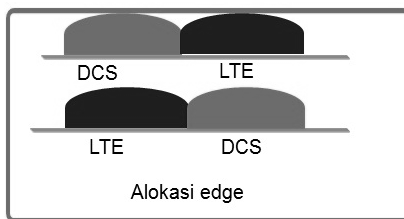
Gambar 3. Ilustrasi GSM dan LTE di frekuensi 1800



Gambar 6. Area buffer zone



Gambar 4. Refarming teknik sandwich



Gambar 5. Refarming teknik alokasi frekuensi

kasikan frekuensi tambahan untuk LTE apabila pengguna DCS sudah bermigrasi. Pada alokasi *edge*, LTE dialokasikan pada pinggir spektrum operator seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5. Alokasi *edge* memiliki frekuensi *guardband* yang cukup besar untuk mengurangi interferensi akibat berdekatan dengan operator lain.

D. Metoda Untuk Mengurangi Interferensi Akibat Refarming

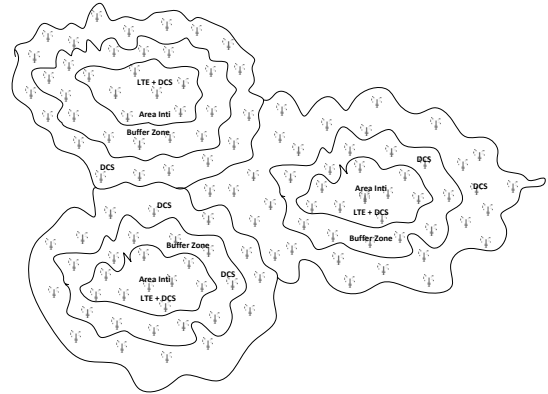
1) Guard Band

Guard Band adalah kanal yang dialokasikan pada sebuah spektrum frekuensi yang bertujuan untuk mencegah adanya interferensi. *Guard band* digunakan untuk memisahkan dua rentang frekuensi yang saling berdekatan tanpa mengganggu pengiriman informasi satu sama lain.

2) Buffer Zone

Buffer zone adalah wilayah yang mengelilingi atau berdampingan dengan area inti yang bertujuan untuk melindungi area inti dari dampak negatif seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6. *Buffer zone* adalah DCS yang telah dikurangi lebar pitanya karena digunakan oleh jaringan LTE. Area *buffer zone* dibuat untuk mengatasi interferensi antara wilayah yang di-refarming dan yang tidak.

Buffer zone tidak banyak mempengaruhi penggunaan frekuensi *reuse*. Penggunaan frekuensi *reuse* DCS dilakukan sama seperti sebelum frekuensi di-refarming untuk LTE. Frekuensi *reuse* berfungsi untuk meningkatkan efisiensi alokasi frekuensi dan kapasitas sistem. Penggunaan frekuensi *reuse* diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Frekuensi DCS setelah refarming

E. Menghitung Area Buffer Zone

Perhitungan luas cakupan wilayah dan area *buffer zone* menggunakan model Hatta. Model Hatta dipakai karena perhitungannya lebih akurat untuk memprediksi perilaku transmisi seluler di daerah yang gedung-gedung bertingkat atau daerah perkotaan. Model Hatta menggabungkan informasi grafis dari Model Okumura dan mengembangkan lebih lanjut untuk merealisasikan efek difraksi, refleksi, dan hamburan yang disebabkan oleh keadaan struktur kota [4].

Formula Model Hatta untuk area urban:

$$L_u = 69.55 + 26.16 \log_{10} f - 13.82 \log_{10} h_B - C_H + [44.9 - \log_{10} h_B] \log_{10} d \quad (1)$$

Untuk wilayah kota kecil:

$$C_H = 0.8 + (1.1 \log_{10} f - 0.7) h_M - 1.56 \log_{10} f \quad (2)$$

Untuk kota besar:

$$C_H = \begin{cases} 8.29 (\log_{10} (1.54 h_M))^2 - 1.1, & \text{if } 150 \leq f \leq 200 \\ 3.2 (\log_{10} (11.75 h_M))^2 - 4.97, & \text{if } 200 < f \leq 1500 \end{cases} \quad (3)$$

Dimana:

L_u = *path loss* pada area urban (db)

h_B = ketinggian antenna (m)

h_M = ketinggian *mobile station* (m)

f = frekuensi (MHz)

C_H = faktor koreksi ketinggian antenna

d = jarak antara BTS dan *mobile station* (km)

Rx Signal Level (RSL) atau daya pancar yang diterima dapat diprediksi untuk mengetahui besar daya sinyal yang diharapkan oleh penerima. RSL dapat dihitung dengan

menambahkan dan mengurangi daya pancar (*Tx power*) dengan berbagai parameter yang ada dituliskan dengan persamaan berikut:

$$RSL = P_{Tx} - L_{Tx} + G_{Tx} - FSL + G_{Rx} - L_{Rx} \quad (4)$$

III. ANALISA

A. Strategi *Refarming* Pada Frekuensi DCS Existing

1) Operator A

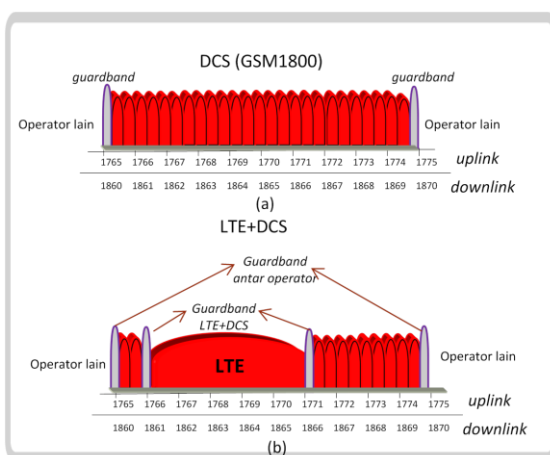
Strategi yang dipakai pada penelitian ini adalah dengan meletakkan LTE pada nomor kanal 1766 sampai 1771 untuk *uplink* dan 1861 sampai 1866 untuk *downlink*, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8. Metoda ini dilakukan untuk mencegah gangguan interferensi jaringan LTE Operator A terhadap DCS Operator A dan DCS operator lain, yaitu Operator B dan Operator D yang kanalnya akan di-*refarming* juga untuk LTE.

2) Operator B

Strategi yang dipakai pada penelitian ini adalah dengan meletakkan LTE pada nomor kanal 1753 sampai 1757 pada *uplink* dan 1848 sampai 1853 pada *downlink* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 9. Metoda ini dilakukan untuk mencegah interferensi pada jaringan LTE Operator B terhadap DCS Operator B maupun jaringan DCS operator lain yang bertetangga yang blok kanalnya dilakukan *refarming* juga untuk jaringan LTE. Operator yang bertetangga dengan blok kanal Operator B adalah operator Operator A yang mengapi blok kanal milik Operator B.

3) Operator C

Strategi yang diusulkan pada operator Operator C adalah dengan meletakkan kanal LTE pada nomor kanal 1733 sampai 1738 pada frekuensi *uplink* dan 1828 sampai 1833 seperti yang diperlihatkan pada Gambar 10. Pada strategi ini, LTE diletakkan ditengah guna mencegah adanya interferensi terhadap frekuensi DCS Operator C maupun DCS operator lain.



Gambar 8. Kanal frekuensi operator A pada frekuensi DCS

4) Operator D

Strategi yang dipakai pada penelitian ini adalah meletakkan LTE pada nomor kanal 1776.5 sampai 1781.5 untuk *uplink* dan 1871.5 sampai 1876.5 untuk *downlink* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 11. Metoda ini dilakukan untuk mencegah gangguan interferensi pada jaringan LTE Operator D terhadap DCS Operator D dan DCS operator lain, yaitu Operator A yang blok kanal frekuensi DCS *existing* di-*refarming* untuk jaringan LTE.

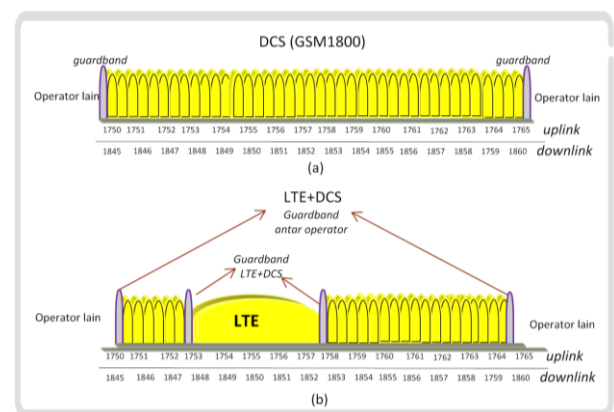
5) Operator E

Strategi yang dipakai pada penelitian ini adalah dengan meletakkan LTE pada nomor kanal 1711 sampai 1716 untuk *uplink* dan nomor kanal 1806 sampai 1811 untuk *downlink* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 12. Metoda ini dilakukan untuk mencegah gangguan interferensi pada jaringan LTE Operator E terhadap DCS Operator E dan DCS operator lain, yaitu operator Operator A.

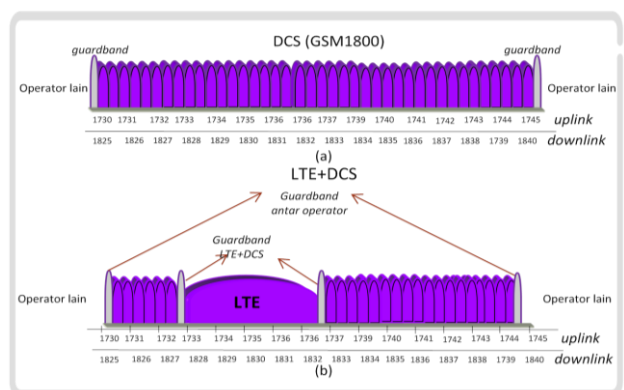
IV. DAMPAK DAN HASIL ANALISA *REFARMING* FREKUENSI 1800 MHz

A. Dampak LTE Terhadap DCS

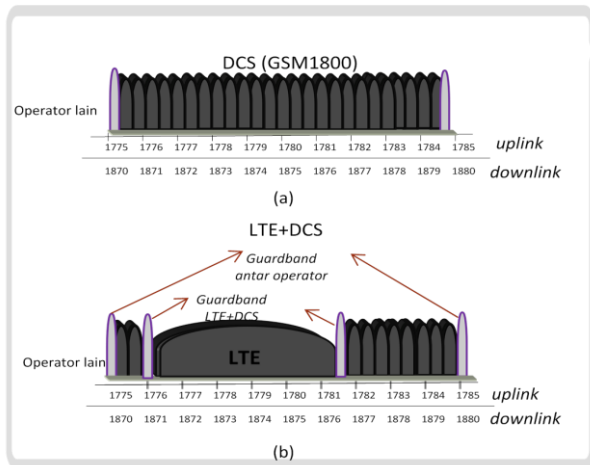
Dampak membangun jaringan LTE dengan frekuensi *existing* DCS yang paling besar adalah interferensi. Hal ini sangat berpengaruh terhadap sistem kerja LTE dan DCS itu



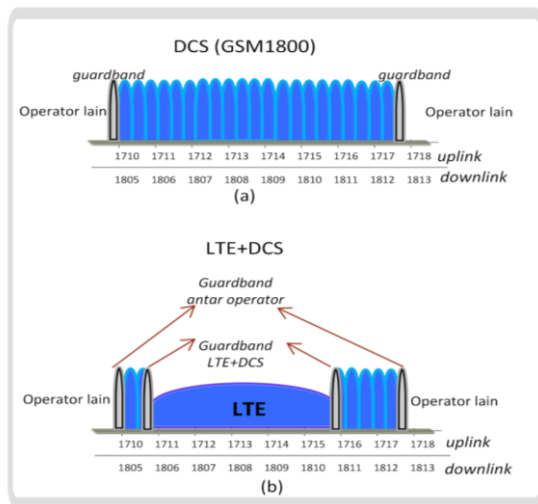
Gambar 9. Kanal frekuensi operator B pada frekuensi DCS



Gambar 10. Kanal frekuensi operator C pada frekuensi DCS



Gambar 11. Kanal frekuensi operator D pada frekuensi DCS



Gambar 12. Kanal frekuensi operator C pada frekuensi DCS

sendiri. Untuk mengurangi dampak tersebut, digunakan *guardband* dan *bufferzone*. Dampak yang kedua adalah GSM900 harus ditambah kapasitasnya akibat trafik DCS (GSM1800) yang dilimpahkan ke GSM900.

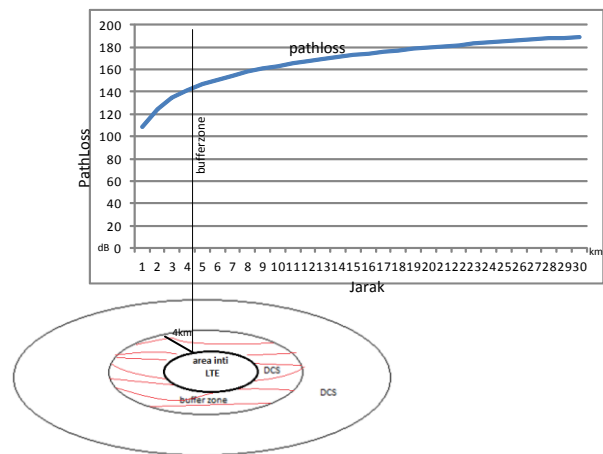
B. Luas Cakupan dan Luas Area Buffer Zone

Berikut perhitungan nilai sensitivitas atau RSL (Rx Signal Level) untuk mengetahui cakupan wilayah jaringan LTE yang diterima oleh perangkat:

Contoh kasus:

- Power Tx = 40 dBm
- Power Rx = 0 dBm
- Gain Tx = 13 dB
- Gain Rx = 0 dB
- Losses Tx = 10 dB
- Losses Rx = 0 dB
- RSL = -107 dB

Setelah menghitung nilai RSL, maka akan dihitung nilai *path loss* untuk mengetahui seberapa jauh wilayah yang dicakup oleh LTE.



Gambar 13. Grafik perhitungan cakupan wilayah dan area *buffer zone*

Contoh kasus:

- Frekuensi = 1800 MHz
- Tinggi antenna BTS = 30 m
- Tinggi antenna MS = 1.5 m
- Jarak BTS – MS (d) = 1 km - 30 km
- Perhitungan faktor koreksi tinggi antenna:

$$Rx \text{ Signal Level} = Tx \text{ power} - Tx \text{ cable loss} + Tx \text{ Gain antenna} - FSL + Gain Rx \text{ antenna}$$

$$- Rx \text{ cable loss}$$

$$-107 \text{ dB} = 40 \text{ dBm} - 10 \text{ dB} + 13 \text{ dB} - FSL + 0 - 0$$

$$FSL = 150.511 \text{ dB}$$

Dari hasil uji analisa strategi *refarming* untuk implemetasi jaringan LTE di Indonesia maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

$$C_H = 0.8 + (1.1 \log_{10} f - 0.7) h_M - 1.56 \log_{10} f$$

$$C_H = 0.8 + (1.1 \log_{10} 1800 - 0.7) 1.5 - 1.56 \log_{10} 1800 \text{ MHz}$$

$$C_H = -4.274 \text{ dB}$$

Perhitungan *path loss*:

$$FSL = 69.55 + 26.16 \log_{10} f - 13.82 \log_{10} h_B - C_H + [44.9 - \log_{10} h_B] \log_{10} d$$

$$FSL = 69.55 + 26.16 \log_{10} (1800 \text{ MHz}) - 13.82 \log_{10} (30 \text{ m}) - (-4.274) + [44.9 -$$

$$\log_{10} (30 \text{ m})] \log_{10} (1 \text{ km})$$

$$FSL = 117.473 \text{ dB}$$

Dari perhitungan *path loss* di atas didapatkan hasil FSL 117.473 dB. Setelah menggunakan rumus RSL maka didapatkan hasil FSL sebesar 150.511 dB. Dari perhitungan ini, dapat diketahui juga luas area *buffer zone*-nya. Setelah dilakukan perhitungan, diketahui bahwa 150.511 dB, jaraknya adalah 4 km. Hasil perhitungan cakupan wilayah dan area *buffer zone* dalam bentuk grafik ditunjukkan pada Gambar 13.

V. KESIMPULAN

Dari hasil uji analisa strategi *refarming* untuk implemetasi jaringan LTE di Indonesia maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Frekuensi yang dipakai pada penelitian ini adalah frekuensi 1800 MHz dengan lebar pita 5 MHz untuk LTE. Untuk menghindari interferensi antara DCS dan LTE maka dibuat area *bufferzone* yang jaraknya 4 km dari sektor terluar.
2. *Refarming* frekuensi DCS memiliki dampak terhadap jumlah kapasitas DCS dan GSM karena dibatasi oleh jumlah TRX DCS, sehingga perlu ditingkatkan (*upgrade*) kapasitas di DCS ataupun GSM bahkan diperlukan untuk membuat *site* baru. Lima operator GSM yang menempati kanal DCS (GSM1800) tersebut akan di-*refarming* pada nomor kanal:
 - Operator A = *uplink*:1767–1771, *downlink*: 1862-1867
 - Operator B = *uplink*: 1767–1771, *downlink*: 1862-1867
 - Operator C = *uplink*: 1767–1771, *downlink*: 1862-1867
 - Operator D = *uplink*: 1767–1771, *downlink*: 1862-1867
 - Operator E = *uplink*: 1767–1771, *downlink*: 1862–1867

REFERENSI

- [1] Ericsson White Paper, Mobile Broadband in 1800 MHz Spectrum, 2011.
- [2] Fadhli Fauzi, Gevin Sepria Harly, Hanrais HS, “*Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia*,” Majalah Ilmiah Unikom, vol.10, no 2, p 281-288. 2012.
- [3] Huawei, LTE 1800 MHz Ecosystem Drivers, issue 1.0, 2011.
- [4] Seybold, John S. Introduction to RF propagation. John Wiley and Sons. 2005.

Ratna Septiana, mahasiswa Teknik Elektro Institut Teknologi Harapan Bangsa yang lulus pada tahun 2013.

T. Arief Nugroho, kelahiran Solo tahun 1967, menyelesaikan S1 di Jurusan Teknik Elektro ITB pada Oktober tahun 1991. Kemudian melanjutkan S2 di Teknik Elektro ITB pilihan Sistem Informasi Telekomunikasi hingga selesai pada Oktober tahun 2001. Minat penelitian pada *Spread Spectrum*, *Wireless Communication* dan aplikasi Jaringan Sensor Nirkabel. Saat ini bekerja sebagai staf pengajar di Teknik Elektro ITHB.

Yulius, menyelesaikan S1 di Jurusan Teknik Elektro ITHB pada tahun 2006. Saat ini bekerja sebagai staf pengajar di Departemen Teknik Elektro ITHB.