

ANALISIS MIGRASI DAN PERFORMANSI JARINGAN CDMA MENUJU E-GSM 850 MHZ HASIL MERGER DUA OPERATOR SELULAR DI BANDUNG

MIGRATION ANALYSIS AND NETWORK PERFORMANCE OF CDMA TOWARD E-GSM 850 MHZ MERGER RESULT OF TWO MOBILE OPERATION IN BANDUNG

Andi Ghina Haura¹, Nachwan Mufti A, ST., MT.², Dadan Nur Ramadan, S.Pd., MT.³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹a.ghinahaura@gmail.com, ²nmatrainer@gmail.com, ³dadan.nr@gmail.com.

Abstrak

Melihat peluang bisnis telekomunikasi di Indonesia yang semakin berkembang menjadikan lahan ini semakin ketat persaingannya. Berbagai upaya dilakukan operator untuk meningkatkan layanan dan kualitas termasuk dalam pemanfaatan frekuensi agar lebih efisien. Dimana efisiensi yang dilakukan oleh beberapa operator, yaitu dengan penggabungan sumber daya frekuensi antar operator.

Salah satu kasus adalah operator Telkom Flexi menutup bisnis di sektor CDMA (*Code Division Multiple Access*) miliknya, proses pemindahan atau konsolidasi Telkom Flexi akan dilakukan secara bertahap terhadap infrastruktur dan layanan. Telkom melakukan konsolidasi operator Telkom Flexi ke operator Telkomsel dan dalam penelitian ini dilakukan pemindahan frekuensi dan bandwidth. Dalam penelitian ini akan dilakukan optimasi dan rekonstruksi pada jaringan E-GSM 850Mhz di operator Telkomsel/ Telkom Flexi di Bandung. Sebelumnya di daerah ini telah beroperasi sistem seluler dari kedua operator tersebut sehingga dalam penelitian ini kondisi *existing* tersebut akan diolah dengan metode konvensional berupa optimasi *coverage* dari segi *radio access*.

Dari penelitian ini didapatkan bahwa hasil *coverage* dan *capacity*, merger kedua operator cukup baik dimana hasil prediksi dari Flexi cukup bagus, dan hasil prediksi dari Telkomsel kurang baik, persentase Telkomsel berada di bawah Flexi dan dari penggabungan kedua operator tersebut memiliki hasil prediksi 99,6% , flexi megimbangi Telkomsel yang kurang baik. Hasil Rx Level dan C/I dari penggabungan berada di antara -70dBm sampai -65 dBm. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini merupakan rekomendasi untuk diimplementasikan pada jaringan sebenarnya dan menghasilkan kualitas yang baik dalam melayani pelanggan Telkom Flexi dan Telkomsel.

Kata Kunci : DCS1800, GSM 900, E-GSM 850 Mhz, RXLEV, C/I, *coverage*.

Abstract

Telecommunications business opportunities in Indonesia is growing to make this land increasingly tight competition. Various attempts were made to improve the service provider and the quality are included in the frequencies to be more efficient utilization. Where efficiency is carried out by several operators, namely the incorporation of frequency resources among operators.

One case is the operator Telkom Flexi close of business in the sector of CDMA (Code Division Multiple Access) hers, the process of moving or consolidating Telkom Flexi will be gradual to infrastructure and services. Consolidating operator Telkom to Telkom Flexi and Telkomsel in this research and the transfer of the frequency bandwidth. In this study will be carried out optimization and reconstruction on the E-GSM 850Mhz network operator Telkomsel / Telkom Flexi Bandung. Previously in this area has been operating cellular systems of the two operators is that in this study the existing condition will be processed by conventional methods such as optimization of radio coverage in terms of access.

From this study it was found that the results of coverage and capacity, the merger of the two operators is good enough where the predicted outcome of Flexi pretty good, and the predicted results of Telkomsel less well, the percentage of Telkomsel is under Flexi and of merging the two operators have predicted results 99.6% , flexi megimbangi Telkomsel unfavorable. Results Rx Level and C / I of the merger is between -70dBm to -65 dBm. The results obtained from this study is the recommendation to be implemented on the actual network and produce good quality in serving customers of Telkom Flexi and Telkomsel.

Keyword: DCS1800, GSM 900, E-GSM 850 Mhz, RXLEV, C/I, *coverage*.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia sekarang ini, dari segi telekomunikasi sendiri sangatlah pesat, dimana di Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah pengguna handphone terbanyak di dunia. Bagaimana tidak, jumlah pengguna handphone di Indonesia mencapai angka 270 juta, melebihi total penduduk di Indonesia yang hanya 253 juta^[1]. Sehingga tidak mengherankan apabila Indonesia merupakan ladang bisnis seluler yang sangat menggairkan. Telkomsel dan FLEXI merupakan dua operator seluler GSM dan CDMA terbesar di Indonesia.

Salah satu perusahaan penyedia jasa layanan komunikasi di Indonesia adalah PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk (PT Telkom). Perusahaan ini merupakan pemain *Incumbent* dalam bidang penyedia jasa layanan

komunikasi dan internet. Ketersediaan sarana dan prasarana fisik dan jaringan yang tersebar di seluruh wilayah nusantara, menjadikan PT Telkom memiliki tingkat daya saing yang tinggi dalam memenangi persaingan pasar industri telekomunikasi.

Berkembangnya berita diberbagai media sosial, bahwa Telkom FLEXI akan tutup akhir tahun 2014^[2]. Dikarenakan, operator CDMA merugi dibandingkan operator GSM yang semakin menguntungkan. Pendapatan seluruh operator CDMA mengalami kemunduran dibandingkan pada masa awal beroperasi. Sedangkan operator GSM yang semakin berkembang. Baik dari segi layanan maupun produk.

Di mana Telkomsel ingin mengambil alih frekuensi milik Telkom FLEXI. Tetapi memiliki hambatan regulasi karena frekuensi yang berbeda dan tidak otomatis. Telkomsel ingin menyelamatkan operator CDMA Telkom FLEXI dengan melakukan merger. Dan dimana nantinya frekuensi dari penggabungan kedua operator, disisihkan untuk bermigrasi ke LTE dan akan memanfaatkan jaringan tersebut.

Tugas Akhir ini akan menjelaskan dua operator CDMA dan GSM yang akan melakukan merger. Dimana penggabungan kedua operator ini memiliki frekuensi yang berbeda. Tujuan dari TA ini ingin mengoptimalkan penggunaan frekuensi dan bandwidth yang akan digunakan, seoptimal mungkin dengan kedua operator yang berbeda.

2. Landasan Teori

2.1. Pengembangan Telekomunikasi Selular Di Indonesia

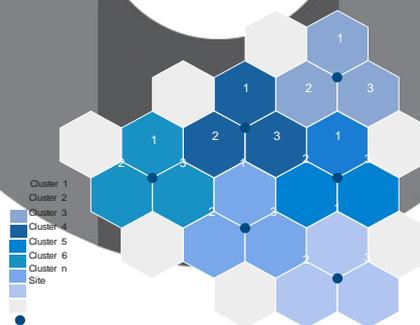
Telekomunikasi selular di Indonesia mulai dikenalkan pada tahun 1984 dengan teknologi selular yang digunakan saat itu adalah NMT (*Nordic Mobile Telephone*) dari Eropa, disusul oleh AMPS (*Advance Mobile Phone System*), keduanya dengan sistem analog yang sering disebut sebagai teknologi selular generasi pertama (1G). Pada tahun 1995 diluncurkan teknologi generasi pertama CDMA (*Code Division Multiple Access*) melalui operator Ratelindo yang hanya tersedia di beberapa wilayah Jakarta, Jawa Barat, dan Banten^[3].

Sekitar 2009 terhitung ada 10 operator selular yang beroperasi di Indonesia baik itu menggunakan teknologi CDMA maupun GSM dengan perkiraan total jumlah pelanggan sekitar 175.18 juta^[3]. Telkomsel yang merupakan salah satu operator besar di dunia selular memegang jumlah pelanggan selular terbanyak hingga saat ini 135 juta pelanggan diikuti oleh Indosat dengan total pelanggan 56 juta pada tahun 2013, setelah itu ada XL Axiata dengan total pelanggan tahun 2013 mencapai 56.5 juta pelanggan, selanjutnya diikuti operator-operator lain termasuk FLEXI yang mencapai 16,8 juta pelanggan pada tahun 2013^[4].

2.2. Konsep Dasar Selular

Sistem selular adalah sistem radio yang membagi suatu kawasan dalam beberapa cakupan area yang kemudian di sebut sel yang sering digambarkan dengan bentuk heksagonal. Hal ini digunakan untuk memastikan bahwa penggunaan frekuensi dapat diterapkan secara luas sehingga mencapai ke semua bagian kawasan tertentu, hal ini bertujuan agar para pengguna dapat melakukan komunikasi menggunakan telepon selular secara kontinyu tanpa jeda ataupun terputus.

Selain sel, *site* juga merupakan istilah dalam selular. *Site* adalah istilah titik pancaran suatu sistem selular, dalam *site* memungkinkan terdiri lebih dari satu sel atau sektor. Kemudian ada istilah *cluster*, *cluster* adalah sekumpulan beberapa sel yang membagi frekuensi sesuai porsinya tanpa ada pengulangan penggunaan frekuensi. Berikut adalah contoh model area cakupan yang terdiri dari 6 *cluster*, 3 sektor, dan 6 *site*.

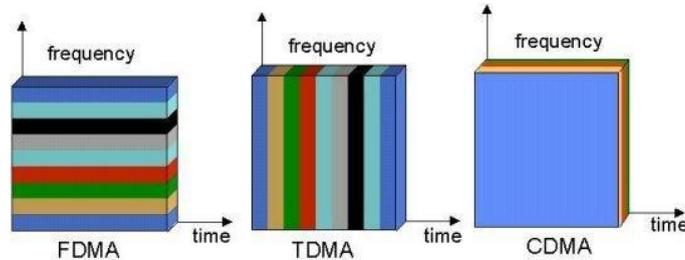


Gambar 2.1

2.2.1 Multiple Access

Multiple Access (Akses Jamak) Merupakan suatu teknik yang memungkinkan satu titik BTS (*Base Transceiver Station*) dapat diakses oleh beberapa titik yang saling berjauhan (*Subscriber Station*).

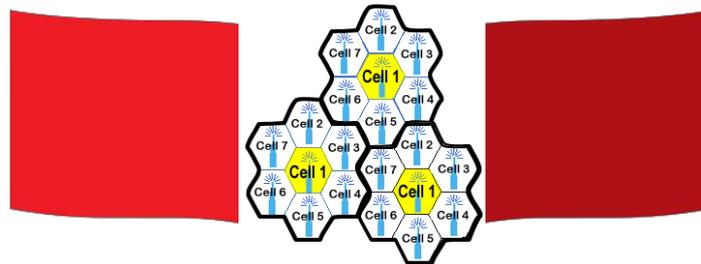
FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) adalah pembedaan antara satu saluran dengan saluran yang lain menggunakan pembedaan frekuensi, TDMA (*Time Division Multiple Access*) adalah pembedaan antara satu saluran dengan yang lain menggunakan pembedaan waktu (penjadwalan), CDMA (*Code Division Multiple Access*) adalah pembedaan antara satu saluran dengan saluran yang lain menggunakan pembedaan kode^[6].



Gambar 2.2 Grafik FDMA, TDMA, dan CDMA^[7].

2.2.2 Frekuensi Reuse

Frequency Reuse adalah penggunaan ulang sebuah frekuensi pada suatu sel, dimana frekuensi tersebut sebelumnya sudah digunakan pada satu atau beberapa sel lainnya. Jarak antara 2 sel yang menggunakan frekuensi yang sama ini harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak akan mengakibatkan interferensi.



Gambar 2.3 Model Penggunaan Frekuensi Reuse^[9].

2.3 Teknologi CDMA

CDMA (*Code division multiple access*) adalah sebuah bentuk pemultipleksan (bukan sebuah skema pemodulasian) dan sebuah metode akses secara bersama yang membagi kanal tidak berdasarkan waktu (seperti pada TDMA) atau frekuensi (seperti pada FDMA), namun dengan cara mengkodekan data dengan sebuah kode khusus yang diasosiasikan dengan tiap kanal yang ada dan menggunakan sifat-sifat ikonstruktif dari kode-kode khusus itu untuk melakukan pemultipleksan. Dalam perkembangan teknologi telekomunikasi telepon selular terutama yang berkaitan dengan generasi ke-tiga (3G)^[9].

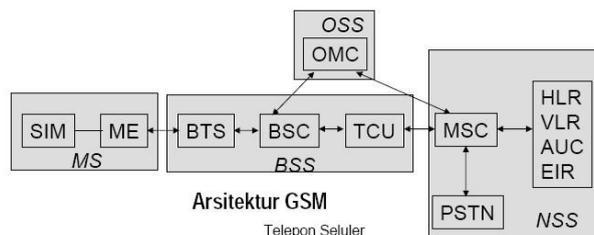
2.4 Teknologi GSM

Global System for Mobile Communication (GSM mulanya singkatan dari *Groupe Spécial Mobile*) adalah sebuah teknologi komunikasi selular yang bersifat digital. Teknologi GSM banyak diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya telepon genggam.

2.4.1 Spesifikasi Teknis GSM

Di Eropa, pada awalnya GSM didesain untuk beroperasi pada frekuensi 900 Mhz. Pada frekuensi ini, frekuensi uplinks-nya digunakan frekuensi 890–915 MHz , sedangkan frekuensi downlinksnya menggunakan frekuensi 935–960 MHz. Bandwith yang digunakan adalah 25 Mhz (915–890 = 960–935 = 25 Mhz), dan lebar kanal sebesar 200 Khz. Dari keduanya, maka didapatkan 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk suara dan satu kanal untuk sinyal. Pada perkembangannya, jumlah kanal 124 semakin tidak mencukupi dalam pemenuhan kebutuhan yang disebabkan pesatnya penambahan jumlah pengguna. Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekuensi untuk GSM pada band frekuensi di *range* 1800 Mhz dengan frekuensi 1710-1785 Mhz sebagai frekuensi *uplinks* dan frekuensi 1805-1880 Mhz sebagai frekuensi downlinks.

2.4.2 Arsitektur GSM

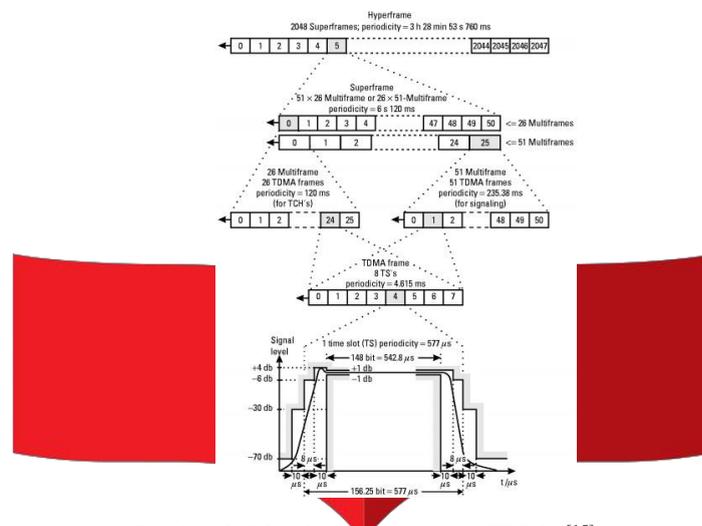


2.4.3 Struktur Kanalisasi GSM

Struktur kanal GSM 900 MHz dan DCS 1800 MHz dibagi menjadi dua yaitu kanal fisik dan kanal logika . kanal fisik menghubungkan secara khusus dengan kanal frekuensi radio dan *time slot* sedangkan kanal logika erat hubungannya dengan informasi dan *control* data pensinyalan.

2.4.4 Struktur *Frame* GSM

Seperti yang telah dijelaskan di atas, bahwa teknik *multiple access* pada GSM memiliki tiga jenis, salah satunya TDMA. Pada TDMA, tiap frekuensi *carrier* dibagi ke dalam *frame* yang berisi 8 buah TS dengan durasi mendekati $577\mu\text{s}$ yang memiliki lebar 156.25 bit tiap TS. Durasi tiap *frame* TDMA adalah $577\mu\text{s} \times 8 = 4.615\text{ ms}$. Untuk lebih jelas dapat dilihat melalui gambar di bawah ini.



Gambar 2.5 Struktur *Frame* pada TDMA^[15].

2.5 Parameter-Parameter Performansi GSM

Pada hasil tugas akhir ini akan diambil kesimpulan mengenai performansi jaringan operator tinjauan, maka dari itu dibutuhkan parameter-parameter yang menjadi tolak ukur kualitas performansi jaringan GSM. Beberapa parameter yang dianalisis pada tugas akhir ini adalah *Carrier to Interference Ratio (C/I)* dan *Receiver Signal Level (RXLEV)*.

2.6 Absolute Radio Frequency Channel Number (ARFCN)

Absolute Radio Frequency Channel Number (ARFCN) adalah satuan angka yang menggambarkan sepasang frekuensi *uplink* dan *downlink*. *Uplink* dan *downlink* masing-masing memiliki *bandwidth* sebesar 200 Khz. Jadi untuk tiap peningkatan ARFCN maka baik *uplink* maupun *downlink* akan mengalami peningkatan sebesar 200 Khz.

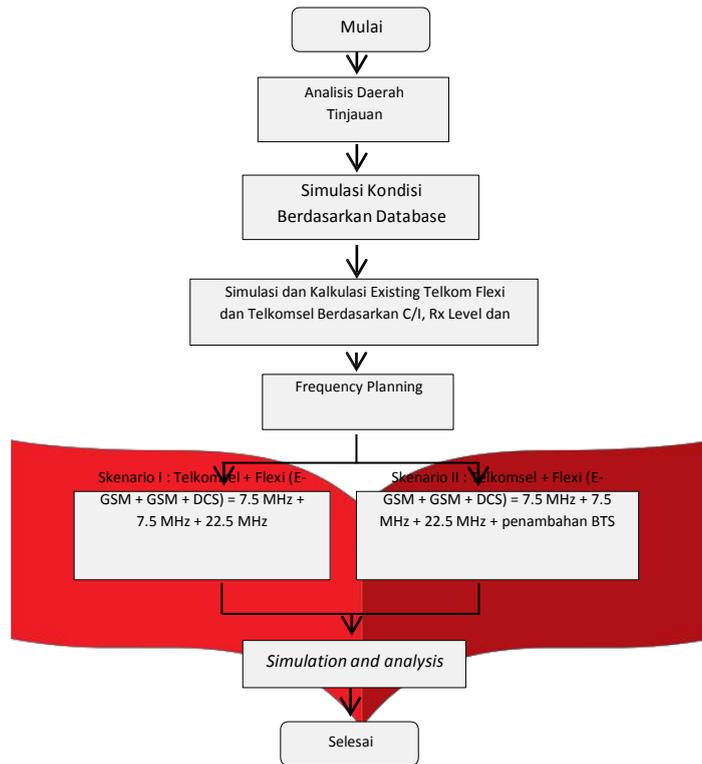
3. Simulasi Existing dan Planning Frequency

Pada tugas akhir ini, dilakukan analisis perancangan *retune* frekuensi pada jaringan DCS 850, 900, dan 1800 dengan kondisi *existing* dan menyangkut dua buah operator yang terintegrasi. Pada bab ini akan dipaparkan kondisi *existing* operator terkait dan akan dilihat performa awal dari kondisi *existing* tersebut. Kemudian akan diujikan dua buah skenario, yaitu skenario I (GSM + DCS) dan skenario II (E-GSM + GSM + DCS).

Untuk mengetahui standar performa dari jaringan yang diujikan, maka dibutuhkan parameter yang akan dianalisis. Parameter-parameter yang ditinjau adalah *Carrier to Interference Ratio* dan *Receiver Signal Level*.

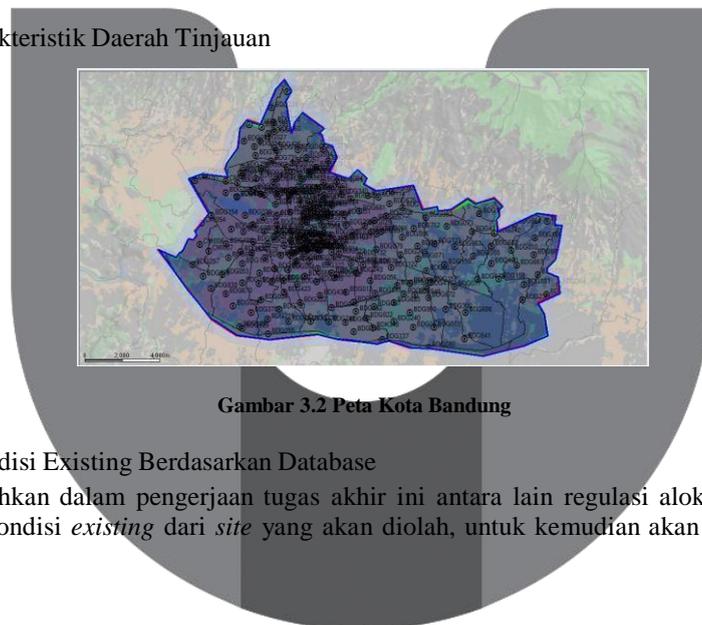
Seluruh rangkaian pengerjaan tugas akhir ini akan disimulasikan menggunakan *software* pendukung Atoll 3.2.1. *Software* ini membantu dalam penentuan titik-titik *site* yang ada dan juga membantu dalam mengukur nilai-nilai dari parameter yang diujikan pada tugas akhir ini.

1.1 Pemodelan Sistem



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan frekuensi

3.2 Analisis Karakteristik Daerah Tinjauan



Gambar 3.2 Peta Kota Bandung

1.2 Simulasi Kondisi Existing Berdasarkan Database

Data yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini antara lain regulasi alokasi frekuensi operator di Indonesia, termasuk kondisi *existing* dari *site* yang akan diolah, untuk kemudian akan dianalisis performa awal dari jaringan tersebut.

3.3.1 Regulasi Alokasi Frekuensi di Indonesia

Spektrum frekuensi para penyedia jasa telekomunikasi di Indonesia diatur oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika. Berikut adalah gambar alokasi frekuensi di Indonesia untuk GSM 900 pada sisi *uplink* dan *downlink*^{[6][7]}.

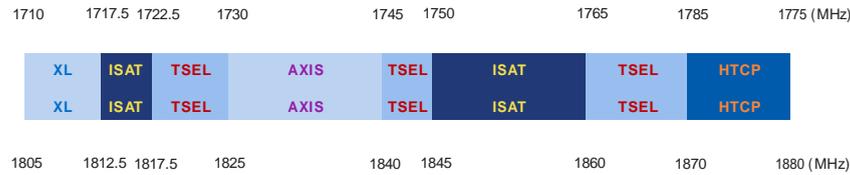


Gambar 3.3 Alokasi Frekuensi GSM 900

Untuk GSM 900, Indosat memiliki lebar frekuensi sebesar 10 Mhz dengan rincian untuk *uplink* mulai dari 890 Mhz sampai 900 Mhz dan pada sisi *downlink* berada pada 935 Mhz sampai 945 Mhz. Kemudian operator Telkomsel memiliki lebar frekuensi sebesar 7.5 Mhz dengan rincian pada sisi *uplink* mulai dari 900 Mhz sampai 907.5 Mhz dan pada sisi *downlink* berada pada 945 Mhz hingga 952.5 Mhz. Dan terakhir untuk

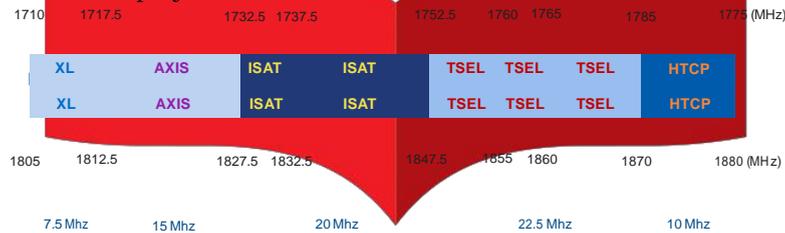
operator XL sama dengan operator Telkomsel yang memiliki lebar frekuensi 7.5 Mhz, untuk *uplink* berada di 907.5 Mhz hingga 915 Mhz dan untuk *downlink* berada di 952.5 Mhz hingga 960 Mhz.

Selanjutnya adalah gambar alokasi frekuensi kerja DCS 1800 sebelum dan setelah penataan ulang lengkap dengan alokasi frekuensi *uplink* dan *downlink*.



Gambar 3.4 Alokasi frekuensi DCS 1800 sebelum penataan ulang^{[6][7]}

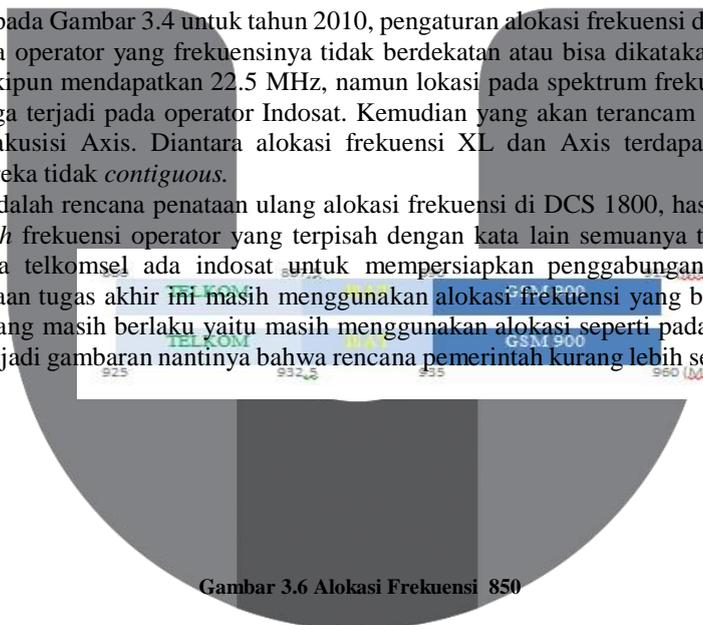
Di Indonesia terdapat 5 penyelenggara layanan telekomunikasi yang memanfaatkan band DCS 1800, yaitu Indosat, Telkomsel, XL, Axis, dan Hutchison (Tri). Masing-masing mendapatkan lebar frekuensi yang berbeda-beda, XL memiliki 7.5 MHz, Indosat berhak atas 20 MHz, Telkomsel dengan 22,5 MHz, Axis dengan 15 MHz, dan terakhir Tri mendapat jatah 10 MHz.



Gambar 3.5 Alokasi frekuensi DCS 1800 setelah penataan ulang^[7]

Dapat dilihat pada Gambar 3.4 untuk tahun 2010, pengaturan alokasi frekuensi di DCS 1800 masih belum *contiguous*, artinya ada operator yang frekuensinya tidak berdekatan atau bisa dikatakan terbagi-bagi. Misalkan untuk Telkomsel, meskipun mendapatkan 22.5 MHz, namun lokasi pada spektrum frekuensi 1800 terbagi di tiga alokasi, dan hal ini juga terjadi pada operator Indosat. Kemudian yang akan terancam kasus yang sama adalah XL yang telah mengakuisisi Axis. Diantara alokasi frekuensi XL dan Axis terdapat frekuensi operator lain, sehingga spektrum mereka tidak *contiguous*.

Gambar 3.5 adalah rencana penataan ulang alokasi frekuensi di DCS 1800, hasilnya dapat terlihat tidak terdapat lagi *bandwidth* frekuensi operator yang terpisah dengan kata lain semuanya telah *contiguous*, dimana yang awalnya diantara telkomsel ada indosat untuk mempersiapkan penggabungan satu operator tersebut. Namun dalam pengerjaan tugas akhir ini masih menggunakan alokasi frekuensi yang belum ditata ulang karena berdasarkan regulasi yang masih berlaku yaitu masih menggunakan alokasi seperti pada Gambar 3.4. Jadi untuk Gambar 3.5 hanya menjadi gambaran nantinya bahwa rencana pemerintah kurang lebih seperti itu.



Gambar 3.6 Alokasi Frekuensi 850

Untuk 850, Telkom memiliki lebar frekuensi sebesar 7,5 Mhz dengan rincian untuk *uplink* mulai dari 880 Mhz sampai 887,5 Mhz dan pada sisi *downlink* berada pada 932,5 Mhz sampai 935 Mhz. Kemudian operator Indosat memiliki lebar frekuensi sebesar 2.5 Mhz dengan rincian pada sisi *uplink* mulai dari 887,5 Mhz sampai 890 Mhz dan pada sisi *downlink* berada pada 932,5 Mhz hingga 935 Mhz. Dan terakhir untuk operator GSM 900 memiliki lebar frekuensi sebesar 25 Mhz dengan rincian pada sisi *uplink* mulai dari 890 Mhz sampai 915 Mhz dan pada sisi *downlink* berada pada 935 Mhz hingga 960 Mhz.

3.3.2 Jumlah BTS dan BSC di Area Tinjauan

Untuk melakukan pengaturan ulang frekuensi, diperlukan data *existing* yang telah beroperasi. Data tentang informasi *site* yang berisi *site name*, *cell name* yang akan menjadi identitas dari *site*. Kemudian *longitude* dan *latitude* yang akan menentukan titik kordinat *site* ditempatkan. Ada juga *Azimuth* yang akan menentukan arah pancar *transmitter* dan tentunya kanal-kanal yang beroperasi dalam bentuk ARFCN.

Dari data yang diperoleh, diketahui kondisi *existing* di kota Bandung dicakup oleh 1 buah BSC yaitu mencakup 272 *site* dan tiap *site* ada yang memiliki 3,2 dan 1 arah cakupan sel. Adapun *Transmitter* (TRX) yang digunakan pada kondisi *existing* ini berjumlah 1035, penggunaan TRX tiap sel ini tidak rata di tiap sel, ada yang menggunakan cuma 4,5,6 dan 8 TRX yaitu untuk BCCH. Jadi penggunaan TRX di kota Bandung tiap selnya

antara 4 TRX sampai 8 TRX. Untuk data lengkap kondisi *existing* dari operator Telkom FLEXI di kota Bandung akan dilampirkan pada tugas akhir ini.

3.3.3 Penerapan Kondisi *Existing*

Hal awal yang dibutuhkan dalam *plotting* site adalah *cluster* atau peta digital dari area tinjauan yang akan menjadi simulasi menggunakan Atoll 3.2.1. Peta digital ini akan menjadi daerah penentuan posisi-posisi site, di dalamnya sudah termasuk ketinggian dari kondisi daerah tersebut. Untuk data site, data yang dibutuhkan adalah Site, *Transmitter*, *Longitude*, *Latitude*, *Azimuth*. Di bawah ini adalah tabel contoh data yang dimasukkan ke dalam *database* Atoll 3.2.1

Tabel 3.1 Contoh data site existing

SITE	TRASMITTER	LONGITUDE	LATITUDE	AZIMUTH	BCCH
BDG001	BDG001_1	107°36'39.6"E	6°55'0.84"S	40	796
BDG001	BDG001_2	107°36'7.92"E	6°52'58.08"S	160	782
BDG001	BDG001_3	107°37'6.24"E	6°55'20.28"S	280	791

Untuk parameter-parameter penunjang untuk *planning* GSM dapat dilihat melalui Tabel 3.3. Ketentuan itu akan digunakan untuk penerapan kondisi existing dan juga pada skenario *retune* frekuensi yang digunakan.

Tabel 3.2 Parameter spesifikasi site existing DCS

Parameter	Urban	Suburban
<i>Sector</i>	3, 2 dan 1	3, 2 dan 1
<i>TRx Type</i>	Intra-network (Server and Interferer)	Intra-network (Server and Interferer)
<i>Antenna</i>	65deg 17dBi 6Tilt 1800MHz	65deg 17dBi 6Tilt 1800MHz
<i>HCS</i>	Macro Layer	Macro Layer
<i>Height</i>	30 Meters	30 Meters
<i>Frequency Band</i>	DCS	DCS
<i>Power</i>	43 dBm	43 dBm
<i>TRx Equipment</i>	BTS	BTS
<i>TMA Equipment</i>	TMA	TMA
<i>TRx Loss</i>	3 dB	3 dB
<i>Main Calc. Radius</i>	2,000 Meters	2,000 Meters
<i>Propagation</i>	Cost-Hata	Cost-Hata
<i>Number of TRx</i>	1	1
<i>Hexagon Radius</i>	400 Meters	400 Meters
<i>Cell Type</i>	Macro Cell 1800	Macro Cell 1800
<i>Reuse Distance</i>	2,800 Meters	2,800 Meters

Tabel 3.3 Parameter spesifikasi site existing GSM

Parameter	Urban	Suburban
<i>Sector</i>	3 dan 2	3 dan 2
<i>TRx Type</i>	Intra-network (Server and Interferer)	Intra-network (Server and Interferer)
<i>Antenna</i>	65deg 17dBi 4Tilt 900MHz	65deg 17dBi 4Tilt 900MHz
<i>HCS</i>	Macro Layer	Macro Layer
<i>Height</i>	30 Meters	30 Meters
<i>Frequency Band</i>	GSM	GSM
<i>Power</i>	43 dBm	43 dBm
<i>TRx Equipment</i>	BTS	BTS
<i>TMA Equipment</i>	TMA	TMA
<i>TRx Loss</i>	3 dB	3 dB
<i>Main Calc. Radius</i>	2,000 Meters	2,000 Meters
<i>Propagation</i>	Okumura-Hata	Okumura-Hata
<i>Number of TRx</i>	1	1

<i>Hexagon Radius</i>	400 Meters	400 Meters
<i>Cell Type</i>	Macro Cell 900	Macro Cell 900
<i>Reuse Distance</i>	2,800 Meters	2,800 Meters

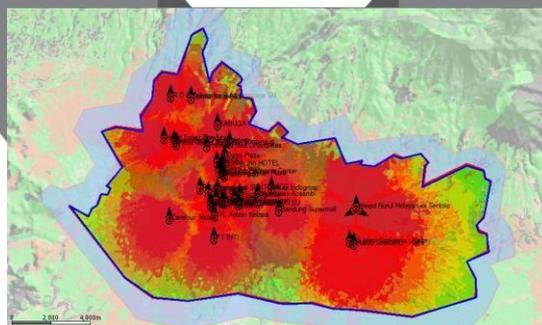
Tabel 3.4 Parameter spesifikasi site existing E-GSM

Parameter	Urban	Suburban
<i>Sector</i>	3 dan 1	3 dan 1
<i>TRx Type</i>	Intra-network (Server and Interferer)	Intra-network (Server and Interferer)
<i>Antenna</i>	65deg 17dBi 4Tilt 900MHz	65deg 17dBi 4Tilt 900MHz
<i>HCS</i>	Macro Layer	Macro Layer
<i>Height</i>	30 Meters	30 Meters
<i>Frequency Band</i>	E-GSM	E-GSM
<i>Power</i>	43 dBm	43 dBm
<i>TRx Equipment</i>	BTS	BTS
<i>TMA Equipment</i>	TMA	TMA
<i>TRx Loss</i>	3 dB	3 dB
<i>Main Calc. Radius</i>	2,000 Meters	2,000 Meters
<i>Propagation</i>	Okumura-Hata	Okumura-Hata
<i>Number of TRx</i>	1	1
<i>Hexagon Radius</i>	400 Meters	400 Meters
<i>Cell Type</i>	Macro Cell 900	Macro Cell 900
<i>Reuse Distance</i>	2,800 Meters	2,800 Meters

Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 merupakan spesifikasi teknis yang digunakan dalam perancangan jaringan GSM dan DCS, spesifikasi ini ada yang berasal dari database *existing* namun tak sedikit juga tidak terdapat di database sehingga dalam *planning* ditetapkan sebagai *default* atau mengacu pada spesifikasi teknologi GSM dan DCS secara umum. Untuk model propagasi, pada semua skenario yang diujikan menggunakan Cost-231 untuk daerah suburban. Hal ini dikarenakan model propagasi ini memungkinkan diterapkannya frekuensi antara 1500 MHz hingga 2000 MHz^[14].

Simulasi dan Kalkulasi Kondisi *Existing*

Setelah melakukan *plotting* kondisi *existing*, akan terlihat titik-titik di mana site FLEXI diletakkan di kota Bandung. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



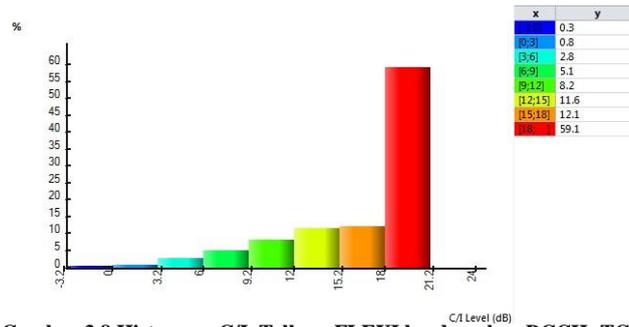
Gambar 3.7 Area cakupan FLEXI dilihat melalui software Forks Atoll 3.2.1

Dapat dilihat bahwa cakupan Flexi cukup sedikit, hampir mencakup setengah dari Pusat kota Bandung. Yang tidak tercakup itu adalah daerah diluar pusat kota Bandung, daerah hutan, dan daerah pemukiman warga. Setelah menentukan titik-titik *site*, langkah selanjutnya adalah menghitung C/I dan RxLev dari kondisi *existing* tersebut.

Carrier to Inference Ratio

C/I erat kaitanya dengan alokasi frekuensi. Penerapan frekuensi *reuse* akan menunjukkan seberapa banyak daerah *coverage* dan *capacity* yang baik dan buruk tergantung dari besar C/I yang disimulasikan.

Dalam simulasi C/I yang akan diukur adalah C/I berdasarkan BCCH+TCH. Berikut adalah histogram hasil kalkulasi C/I Telkom FLEXI.

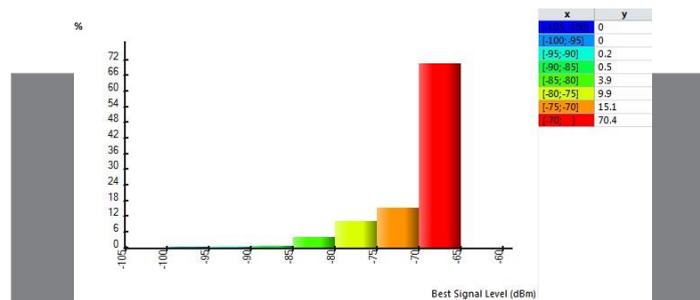


Gambar 3.8 Histogram C/I Telkom FLEXI berdasarkan BCCH+TCH

Kalkulasi gabungan antara TCH dan BCCH diperoleh 59,1% area memiliki kualitas C/I > 18 dB dan 3,9% C/I < 9 dB dengan total 96,1% berada di kualitas C/I > 9dB.

Receiver Signal Level

RxLev dapat diketahui melalui pengukuran signal level dari rancangan jaringan GSM yang dilakukan. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan level sinyal terima berada diantara -95 dBm sampai -70 dBm. Hasil rincian pembagian area sesuai besar level sinyal terima dapat dilihat pada Gambar 3.9 yang merupakan histogram hasil simulasi *Signal Level*.



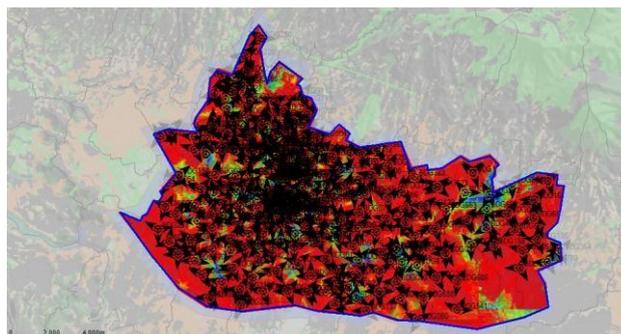
Gambar 3.9 Histogram Rx Level Telkom FLEXI

Capacity Telkom FLEXI

Telkom FLEXI memiliki jumlah pelanggan 798.741 pengguna, dalam kondisi Existing ini Telkom FLEXI memiliki 7,5 Mhz *bandwidth* dengan reuse 7 dan 4, dan menggunakan Half Duplex (16), dimana Telkom FLEXI memiliki 35 jumlah BTS.

Probabilitas Blocking terhadap reuse 7 menggunakan Half Duplex yaitu 87%. Dan *Probabilitas Blocking* terhadap reuse 4 menggunakan Half Duplex yaitu 78%. Dimana hasil perhitungannya memiliki *Probabilitas Blocking* sangat besar.

3.4.2 Simulasi dan Kalkulasi kondisi Existing Telkomsel



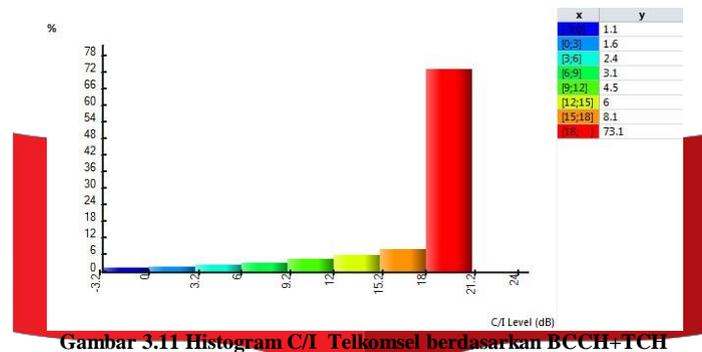
Gambar 3.10 Area cakupan Telkomsel dilihat melalui software Forks Atoll 3.2.1

Dapat dilihat bahwa cakupan Telkomsel cukup banyak, hampir mencakup keseluruhan dari kota Bandung. Yang tidak tercakup itu adalah daerah hutan. Setelah menentukan titik-titik *site*, langkah selanjutnya adalah menghitung C/I dan RxLev dari kondisi *existing* tersebut.

Carrier to Interference Ratio

C/I erat kaitannya dengan alokasi frekuensi. Penerapan frekuensi *reuse* akan menunjukkan seberapa banyak daerah *coverage* dan *capacity* yang baik dan buruk tergantung dari besar C/I yang disimulasikan.

Dalam simulasi C/I yang akan diukur adalah C/I berdasarkan BCCH+TCH. Berikut adalah histogram hasil kalkulasi C/I Telkomsel.

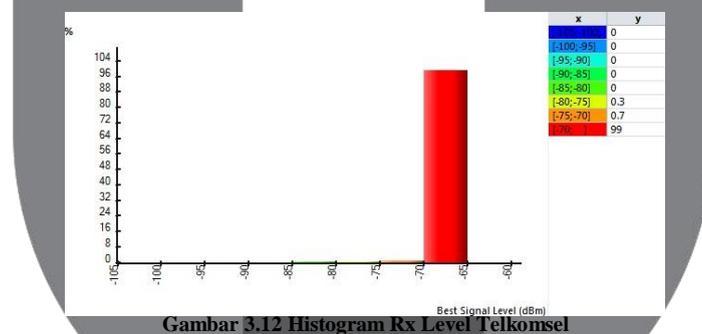


Gambar 3.11 Histogram C/I Telkomsel berdasarkan BCCH+TCH

Kalkulasi gabungan antara TCH dan BCCH diperoleh 73,1% area memiliki kualitas C/I > 18 dB dan 5,1% C/I < 9 dB dengan total 94,9% berada di kualitas C/I > 9dB.

Receiver Signal Level

RxLev dapat diketahui melalui pengukuran signal level dari rancangan jaringan GSM yang dilakukan. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan level sinyal terima berada diantara -80 dBm sampai -70 dBm. Hasil rincian pembagian area sesuai besar level sinyal terima dapat dilihat pada Gambar 3.11 yang merupakan histogram hasil simulasi *Signal Level*.



Gambar 3.12 Histogram Rx Level Telkomsel

Capacity Telkomsel

Telkomsel memiliki jumlah pelanggan 1.356.505 pengguna, dalam kondisi Existing ini Telkomsel memiliki GSM 900 7,5 Mhz + DCS 1800 22,5 Mhz *bandwidth* dimana memiliki total bandwidth yaitu 30 Mhz dengan reuse 7 dan 4, dan menggunakan Half Duplex (16), dimana Telkomsel memiliki 272 jumlah BTS.

Probabilitas Blocking terhadap reuse 7 menggunakan Half Duplex yaitu 0,0%. Dan *Probabilitas Blocking* terhadap reuse 4 menggunakan Half Duplex yaitu 0,0%. Dimana hasil perhitungannya memiliki *Probabilitas Blocking* sangat kecil/ baik.

Frequency Planning

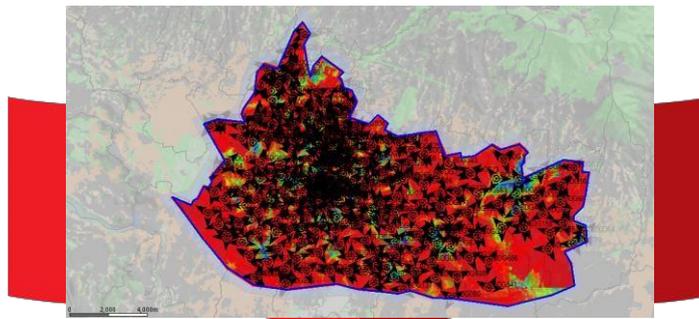
Pada tahap ini akan di rancang frekuensi dan menentukan skenario mana yang akan di gunakan dalam pengujian tugas akhir ini, yang digunakan oleh Telkom FLEXI. Seperti yang kita ketahui *bandwidth* Telkom FLEXI sebesar 7,5 MHz pada kondisi *existing* hampir semua kanal digunakan. Maka dari itu, pada tugas akhir ini akan melihat hasil dari coverage dan capacity saat bandwidth Telkom FLEXI blum merger ke Telkomsel dan ketika sudah merger ke Telkomsel, dan akan dilihat melalui parameter-parameter yang telah ditentukan seperti C/I dan RxLev.

Disimulasikan pada *software* Atoll 3.2.1 agar dapat diketahui nilai-nilai dari paramater yang ditinjau. Hasil tersebut pada akhirnya akan dibandingkan dengan kondisi *existing* dan akan terlihat seberapa jauh perubahan yang terjadi.

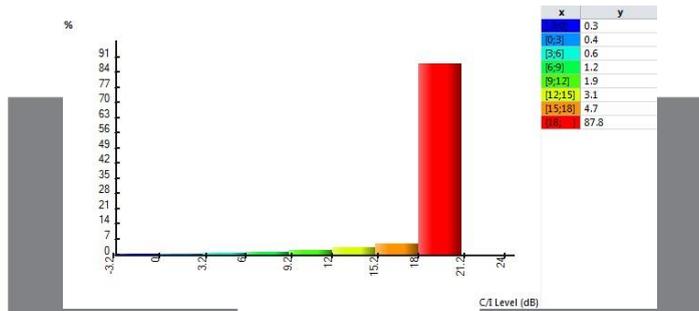
3.5.1 Skenario 1 : Telkom FLEXI 7,5 Mhz (E-GSM) + Telkomsel 22,5 Mhz (GSM + DCS)

Skenario pertama adalah frekuensi Telkom FLEXI yang memiliki *bandwidth* 7,5 Mhz yang digunakan untuk teknologi E-GSM 850 Mhz merger dengan Telkomsel yang memiliki *bandwidth* 22,5 MHz, dimana 22,5 Mhz adalah *bandwidth* yang digunakan untuk teknologi GSM 900 dan DCS 1800.

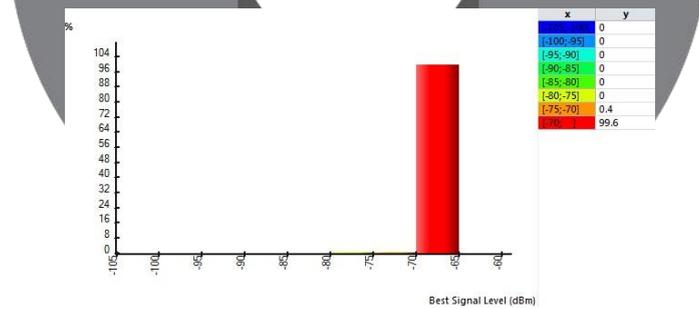
Berikut adalah gambar skenario II menggunakan *software* Forks Atoll 3.2.1.



Gambar 3.13 Skenario Pertama



Gambar 3.14 Histogram C/I skenario pertama



Gambar 3.15 Histogram RX Level skenario pertama

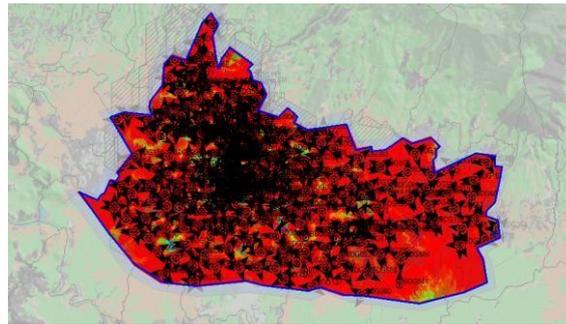
Dimana hasil gambar 3.13 telah melalui plottingan data site *existing* dan penggabungan data dari skenario I, telah melalui penghitungan frekuensi planning dan penghitungan *coverage* dan *capacity* melalui parameter C/I dan RxLev.

3.5.2 Skenario 2 : Telkom FLEXI 7,5 Mhz (E-GSM) + Telkomsel 22,5 Mhz (GSM + DCS) + Penambahan BTS Telkom FLEXI

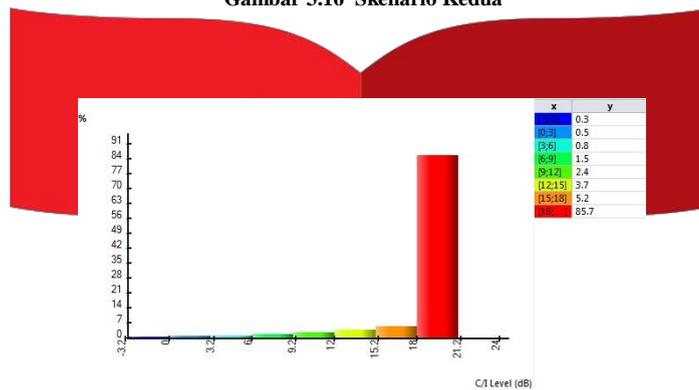
Skenario kedua adalah frekuensi Telkom FLEXI yang memiliki *bandwidth* 7,5 Mhz yang digunakan untuk teknologi E-GSM 850 Mhz merger dengan Telkomsel yang memiliki *bandwidth* 22,5

MHz, dimana 22,5 Mhz adalah *bandwidth* yang digunakan untuk teknologi GSM 900 dan DCS 1800. Dan penambahan BTS operator Telkom FLEXI.

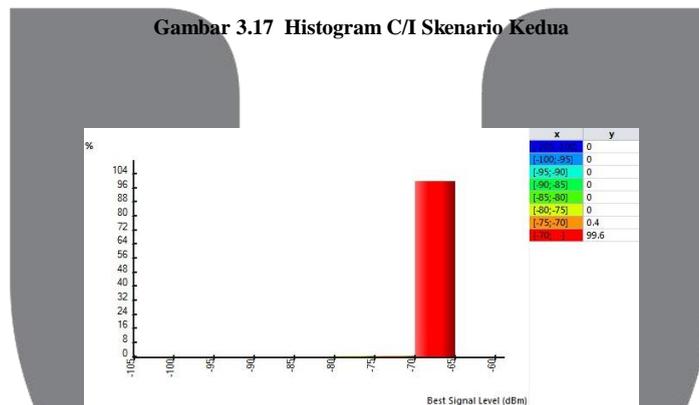
Berikut adalah gambar skenario II menggunakan *software* Forks Atoll 3.2.1.



Gambar 3.16 Skenario Kedua



Gambar 3.17 Histogram C/I Skenario Kedua



Gambar 3.18 Histogram RX Level Skenario Kedua

Dimana hasil gambar 3.16 telah melalui plotting data site existing dan penggabungan data dari skenario II, telah melalui penghitungan frekuensi planning dan penghitungan *coverage* dan *capacity* melalui parameter C/I dan RxLev.

3.5.3 Simulation and Analysis

Dimana setelah melakukan simulasi untuk skenario I dan skenario II, dan masing-masing skenario telah memiliki hasil *coverage* dan *capacity*

Melakukan analisis hasil *coverage* dan *capacity* dari skenario I dan skenario II. Dimana skenario I, terjadi penambahan *bandwidth* 7,5 Mhz dari Telkom FLEXI dan di mana scenario II terjadi penambahan *bandwidth* 7,5 Mhz dari Telkom FLEXI dan penambahan BTS dari Telkom FLEXI. Kemudian membandingkan hasil *coverage* dan *capacity* dari kedua skenario tersebut, melihat apa yang terjadi ketika BTS Telkom FLEXI belum ditambahkan dan belum ditambahkan dengan Telkom FLEXI.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan mengenai operator terintegrasi di kota Bandung sebagai berikut :

1. Dari hasil simulasi Telkom FLEXI E-GSM 850 Mhz dengan badwidth 7,5 Mhz, memiliki nilai *coverage* Rx level yaitu 97% dari -70 dBm sampai -65 dBm dan *coverage* C/I (BCCH + TCH) yaitu

95,7% dari 18dBm sampai 21,2 dBm. Dimana yang artinya Telkom FLEXI memiliki coverage yang cukup baik.

2. Dari hasil simulasi Telkomsel GSM 900 dengan badwidth 7,5 Mhz + Telkomsel DCS 1800 dengan bandwidth 22,5 Mhz, memiliki nilai coverage Rx level yaitu 99% dari -70 dBm sampai -65 dBm dan coverage C/I (BCCH + TCH) yaitu 5,5% dari 18 dBm sampai 21,2 dBm . Dimana yang artinya Telkomsel memiliki coverage dari segi C/I kurang baik.
3. Dari hasil simulasi Telkom FLEXI E-GSM 850 Mhz dengan badwidth 7,5 Mhz ditambahkan Telkomsel GSM 900 dengan badwidth 7,5 Mhz + Telkomsel DCS 1800 dengan bandwidth 22,5 Mhz, memiliki nilai coverage Rx level yaitu 99,6% dari -70 dBm sampai -65 dBm dan coverage C/I (BCCH + TCH) yaitu 87,8% dari 18 dBm sampai 21,2 dBm . Dimana yang artinya coverage C/I Telkom FLEXI menutupi kekurangan coverage C/I dari Telkomsel, jadi hasil coverage C/I dari merger dua operator segi C/I cukup baik, karenasaling melengkapi.

5. DaftarPustaka

- [1] 3GPP, "3rd Generation Partnership Project Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network Radio transmission and reception (Release 8)," 3GPP, Valbonne, 2010.
- [2] Wahyu, Reza. Telkom Flexi Resmi Ditutup. <http://tekno.kompas.com/read/2014/10/04/15150047/telkom.flexi.resmi.ditutup>. [Akses tanggal 07 Agustus 2015].
- [3] A. Panji, "tekno.kompas.com," KOMPAS, 9 June 2014. [Online]. Available: <http://tekno.kompas.com/read/2014/06/09/0921001/XL.Perkuat.Internet.3G.di.Madura>. [Diakses 2 January 2015].
- [4] B. P. Jatmiko, "http://bisniskeuangan.kompas.com," 17 February 2014. [Online]. Available: <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2014/02/17/1344015/Merger.dan.Akuisisi.Selamatkan.Axis>. [Diakses 2 December 2014].
- [5] D. POSTEL, "http://statistik.kominfo.go.id," [Online]. Available: http://statistik.kominfo.go.id/site/data?idtree=221&iddoc=560&data-data_page=3. [Diakses 4 December 2014].
- [6] D. Setiawan, *LTE Indonesia : Teknologi, Regulasi, Ekosistem dan Aplikasi*, Jakarta: Kementrian Komunikasi dan Informatika, 2013.
- [7] Denny Setiawan, ST. MT, *Alokasi Frekuensi KEBIJAKAN DAN PERENCANAAN SPEKTRUM INDONESIA*, Jakarta: Departemen Komunikasi dan Informatika, Direktorat Jendral Pos dan Telekomunikasi, 2010.
- [8] E. R. Systems, *Frequency Hopping*, Ericsson, 1999.
- [9] Ericsoon, *Channel Concepts*, Ericsson.
- [10] I. A. Yusuf, "bincangmedia.wordpress.com," 2011 October 2011. [Online]. Available: <https://bincangmedia.wordpress.com/tag/perkembangan-telekomunikasi-di-indonesia/>. [Diakses 2014 December 3].
- [11] J. Eberspächer, H.-J. Vögel, C. Bettstetter dan C. Hartmann, *GSM Architecture, Protocols and Services 3rd Edition*, Germany: John Wiley & Sons Ltd, 2009.
- [12] J. T. Elektro, *Sistem Komunikasi Bergerak STANDAR GSM dan GPRS*, Bandung: STT Telkom, 2005.
- [13] Madurapadia, "http://madura.bpws.go.id/," Badan Pengembangan Wilayah Surabaya Madura, 5 March 2014. [Online]. Available: <http://madura.bpws.go.id/index.php/bangkalan/geografi>. [Diakses 2 January 2015].