

**ANALISIS JARINGAN GSM 1800 MHz PADA SEKTOR YANG
MENGUNAKAN *FREQUENCY REUSE* TERHADAP KUALITAS
PELAYANAN BTS DKI JAKARTA
DI PT. TELKOMSEL INDONESIA, TBK.**



ARISKA CAHYA

5215134381



**Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**




2017

LEMBAR PENGESAHAN

PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
Drs. Wisnu Djatmiko, M.T NIP. 196702141992031001 (Dosen Pembimbing I)		18 Juli 2017
Aodah Diamah, ST., M.Eng. NIP. 197809192005012003 (Dosen Pembimbing II)		17 Juli 2017

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Moch.Sukardjo,M.Pd. NIP. 195807201985031003 (Ketua Penguji)		14 Juli 2017
Drs.Mufti Ma'sum,M.Pd NIP. 195608161988031001 (Sekretaris)		13 Juli 2017
Dr,Baso Maruddani, ST.,MT. NIP. 198305022008011006 (Dosen Ahli)		14 Juli 2017

Tanggal Lulus: 10 Juli 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Ariska Cahya
Nomor Registrasi : 5215134381
Judul Skripsi : Analisis Jaringan GSM 1800 MHz Pada Sektor Yang
Menggunakan *Frequency Reuse* Terhadap Kualitas
Pelayanan BTS DKI Jakarta Di PT. Telkomsel Indonesia,
tbk.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penulisan skripsi ini adalah hasil dari penelitian, pemikiran dan pengkajian asli dari penulis pribadi pada semua bagian skripsi. Jika ada hasil karya orang lain penulis akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini penulis buat dengan keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran terhadap pernyataan yang dibuat ini, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta .

Demikian pernyataan ini penulis paparkan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 20 Juli 2017

Yang membuat pernyataan,



Ariska Cahya
5215134381

ABSTRAK

Ariska Cahya, *Analisis Jaringan GSM 1800 MHz Pada Sektor Yang Menggunakan Frequency Reuse Terhadap Kualitas Pelayanan BTS DKI Jakarta Di PT. Telkomsel Indonesia, tbk.* Jakarta, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2017. Dosen Pembimbing : Drs. Wisnu Djatmiko, MT. Dan Aodah Diamah, ST, M.Eng.

Tujuan penelitian ini adalah mencari hubungan antara *Co – Channel Interference* pada konsep *Frequency Reuse* terhadap kualitas pelayanan BTS DKI Jakarta.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana data diolah dengan menggunakan korelasi product moment dengan bantuan microsoft excell. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari PT, Telkomsel, tbk. yang diambil dengan metode *drive test*. Sampel yang diambil berjumlah 7 tempat di DKI Jakarta. Data yang diambil merupakan data dari nilai Carrier to Interference (C/I), juga nilai Rx Level dan jarak antara sel asli dan sel co – channel.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai Rx Level berpengaruh terhadap nilai Carrier To Interference. Dimana Peneliti menggunakan Carrier To Interference. Dimana peneliti menggunakan Carrier To Interference untuk melihat kualitas dari pelayanan jaringan GSM 1800 MHz dan menggunakan Rx Level sebagai parameternya.

Kata kunci : *Co – Channel Interference, Frequency Reuse, GSM 1800 MHz, Carrier To Interference, Rx Level.*

ABSTRACT

Ariska Cahya, *1800 MHz GSM Network Analysis Method on the Quality of Service Frequency Reuse BTS Jakarta at PT. Telkomsel Indonesia, Tbk.* Jakarta, Electronic Engineering Education Study Program, Faculty of Engineering, Jakarta State University, 2017. Supervisor: Drs. Wisnu Djatmiko, MT. And Aodah Diamah, ST, M.Eng.

The purpose of this research is to find a relationship between the *Co - Channel Interference* in *Frequency Reuse* concept of service quality BTS Jakarta.

This research uses quantitative method where data is processed by using product moment correlation with the help of microsoft excell. This study uses secondary data sourced from PT, Telkomsel, Tbk. captured with *drive test method*. The sample is 7 places in DKI Jakarta. The data taken is data from Carrier to Interference (C / I) value, also Rx Level and distance between original cell and co-channel cell.

The results of this study indicate that the value of Rx Level effect on the value of Carrier To Interference. Where Researchers use Carrier To Interference. Where the researcher uses Carrier To Interference to see the quality of GSM 1800 MHz network service and use Rx Level as its parameter.

Keywords: *Co - Channel Interference, Frequency Reuse, GSM 1800 MHz, Carrier To Interference, Rx Level.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYASTAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Kegunaan Penelitian	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Sistem Global System for Mobilecommunication (GSM)... 5	
2.1.2 Komponen Jaringan GSM.....	6
2.1.3 Definisi Cell dan Cluster.....	9
2.1.4 Konsep Dasar Frequency Reuse	10
2.1.5 Co- Channel Interference	18
2.1.6 Carrier To Interference Ratio (C/I)	20
2.1.7 Parameter – Parameter	20
2.1.8 Handoff	23
2.1.9 Rumus Prediksi Okumura – Hatta	27
2.1.10 Drive Test.....	29
2.1.11 NEMO.....	30
2.2 Penelitian Yang Relevan.....	30

2.3	Kerangka Konseptual.....	30
2.4	Hipotesis Penelitian	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		32
3.1	Tujuan Operasional Penelitian.....	32
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.2	Metode Penelitian	32
3.2.1	Jenis Data	33
3.2.2.	Teknik Pengumpulan Data.....	33
BAB 4 ANALISIS DATA		35
4.1	Deskripsi Data.....	35
4.1.1	Sampel 1.....	35
4.2	Grafik Hasil Pengukuran	58
4.3	Data Hasil Perhitungan	59
4.4	Grafik Hasil Perhitungan	61
4.5	Hasil Korelasi	62
BAB 5 KESIMPULAN.....		80
5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Brand Frekuensi GSM	6
Tabel 2.2	Parameter – parameter yang akan diukur	29
Tabel 4.1	Hasil Parameter.....	37
Tabel 4.2	Data Variabel Sampel 1	62
Tabel 4.3	Data Variabel Sampel 2	64
Tabel 4.4	Data Variabel Sampel 3	67

Tabel 4.5 Data Variabel Sampel 4	69
Tabel 4.6 Data Variabel Sampel 5	71
Tabel 4.7 Data Variabel Sampel 6	74
Tabel 4.8 Data Variabel Sampel 7	76
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cell	9
Gambar 2.2 Cluster	10
Gambar 2.3 Frequency <i>reuse</i>	11
Gambar 2.4 Ilustrasi bentuk hexagonal suatu sel untuk perhitungan.....	15
Gambar 2.5 Frequency <i>reuse</i> dengan $k = 7$	18
Gambar 2.6 Co-Channel Interference	23
Gambar 4.1 Penggunaan Frequency <i>Reuse</i>	36
Gambar 4.2 Tampilan C/I untuk sel asli	38
Gambar 4.3 Tampilan C/I pada sel terinterferensi atau sel <i>reuse</i>	39
Gambar 4.4 Sampel 2 Penggunaan Frequency <i>Reuse</i>	41
Gambar 4.5 Hasil pengukuran sampel 2 pada sel asli (carrier).....	42
Gambar 4.6 Hasil pengukuran pada sel terinterferensi	43
Gambar 4.7 Sampel 3 penggunaan Frequency <i>reuse</i>	44
Gambar 4.8 Sampel 3 hasil pengukuran sel asli (carrier)	45
Gambar 4.9 Sampel 3 hasil pengukuran sel terinterferensi atau sel <i>reuse</i>	46
Gambar 4.10 Sampel 4 penggunaan Frequency <i>reuse</i>	47
Gambar 4.11 Hasil Pengukuran pada sel asli (carrier).....	48
Gambar 4.12 Hasil Pengukuran pada Sel yang Terinterferensi	49
Gambar 4.13 Sampel 5 Penggunaan Frequency <i>Reuse</i> di Pisangan Lama Dan Cakung Barat Jakarta Timur	50
Gambar 4.14 hasil pengukuran pada sel Carrier (asli).....	51
Gambar 4.15 sel yang terinterferensi	52

Gambar 4.16 Penggunaan Frequency <i>Reuse</i> di Halte Cempaka Mas	53
Gambar 4.17 Hasil Pengukuran Sel Asli (Carrier).....	54
Gambar 4.18 Sel yang Terinterferensi	55
Gambar 4.19 Penggunaan Frequency <i>Reuse</i> di Pasar Senen Jakarta Timur	56
Gambar 4.20 Hasil Pengukuran Sel Asli (Carrier).....	57
Gambar 4.21 Sel yang Terinterferensi	58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. DATA RATA – RATA SAMPEL 1

LAMPIRAN 2. DATA RATA – RATA SAMPEL 2

LAMPIRAN 3. DATA RATA – RATA SAMPEL 3

LAMPIRAN 4. DATA RATA – RATA SAMPEL 4

LAMPIRAN 5. DATA RATA – RATA SAMPEL 5

LAMPIRAN 6. DATA RATA – RATA SAMPEL 6

LAMPIRAN 7. DATA RATA – RATA SAMPEL 7

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab 1 pendahuluan peneliti menjabarkan mulai dari latar belakang masalah, identifikasi masalah, perumusan masalah sampai kegunaan dari penelitian yang dilakukan.

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan dan pemanfaatan teknologi telekomunikasi, menunjukkan bahwa layanan yang digunakan oleh masyarakat semakin beragam. Salah satunya adalah perkembangan teknologi komunikasi seluler. Dimulai dari penerapan teknologi generasi pertama, sampai sampai saat ini yang telah memasuki generasi keempat dari teknologi seluler.

Komunikasi seluler terus dikembangkan untuk mengatasi masalah keterbatasan spektrum frekuensi dan kapasitas yang kecil dari komunikasi *wireless* serta untuk mendukung mobilitas pengguna yang semakin tinggi karena jumlah penduduk yang semakin meningkat.

Semakin meningkatnya jumlah mobilitas pengguna maka semakin besar pula lebar pita kanal (*bandwidth*) yang digunakan dan akan sangat mempengaruhi banyaknya spektrum frekuensi yang digunakan. Sementara spektrum frekuensi merupakan sumber daya alam yang terbatas. Maka dari itu, penggunaanyapun harus secara efektif.

Ada beberapa cara atau metode untuk menghemat spektrum frekuensi, salah satunya adalah dengan penggunaan *frequency reuse*. Dimana *frequency*

reuse itu merupakan penggunaan frekuensi sama yang dapat dipakai oleh *base station* lain.

Dalam penggunaan *frequency reuse* inipun harus mempertimbangkan interferensi yang ada agar tidak terjadi cross talk atau gangguan lainnya. Diantara gangguannya yaitu *Co- Channel Interference*, jenis interferensi tersebut biasa terjadi pada penggunaan spectrum frekuensi yang sama. Ketika melakukan perencanaan dengan menerapkan *frequency reuse* maka harus mempertimbangkan jarak antar sel atau jarak aman interferensi dan beberapa parameter lainnya untuk meminimalisir *Co- Channel Interference*.

Penelitian ini akan membahas mengenai Analisis Jaringan GSM 1800 MHz pada Sektor yang Menggunakan *Frequency Reuse* Terhadap Kualitas Pelayanan BTS DKI Jakarta Di PT. Telkomsel Indonesia, Tbk. Hal itu dapat dikarenakan kepadatan penduduk semakin meningkat yang akan menimbulkan mobilitas pengguna seluler semakin meningkat juga akan berdampak pada penggunaan banyaknya spektrum frekuensi sehingga berpengaruh terhadap kualitas pelayanan.

1.2 Identifikasi Masalah

Uraian latar belakang di atas dapat diidentifikasi masalah yang akan dijelaskan dalam proposal ini, seperti di bawah ini :

1. Spektrum frekuensi yang merupakan sumber daya alam yang terbatas
2. Kebutuhan mobilitas pengguna seluler yang meningkat
3. Penggunaan *frequency reuse* sebagai efisiensi spektrum frekuensi
4. Analisis Hubungan Jarak antar sel untuk meminimalisir *Co – Channel Interference* dengan kualitas pelayanan yang dilihat dari C/I

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka batasan masalah pada proposal ini adalah menganalisis Analisis Jaringan GSM 1800 MHz pada Sektor Yang Menggunakan *Frequency Reuse* Terhadap Kualitas Pelayanan BTS DKI Jakarta Di PT. Telkomsel Indonesia, Tbk. juga membahas mengenai interferensi yang terjadi saat menggunakan *frequency reuse*. Dalam hal ini, tidak membahas mengenai traffic pada komunikasi seluler

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti membuat rumusan masalah pada proposal ini yaitu apakah terdapat hubungan Analisis Jaringan GSM 1800 MHz Dengan Metode *Frequency Reuse* Terhadap Kualitas Pelayanan BTS DKI Jakarta Di PT. Telkomsel Indonesia, Tbk.?

1.5 Tujuan Penelitian

Sesuai masalah yang telah diidentifikasi, maka tujuan dari penelitian ini pada pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Menghasilkan Analisis Jaringan GSM 1800 MHz pada Sektor yang Menggunakan *Frequency Reuse* Terhadap Kualitas Pelayanan BTS DKI Jakarta Di PT. Telkomsel Indonesia, Tbk.
2. Pengaturan jarak aman interferensi untuk meminimalisir *Co – Channel Interference* sehingga dapat meningkatkan kualitas yang dilihat dari nilai C/I
3. Menghasilkan analisis penggunaan *frequency reuse* guna efisiensi spektrum frekuensi.

1.6 Kegunaan Penelitian

Sesuai masalah yang telah diidentifikasi, maka kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai tugas akhir dari perkuliahan di program studi Pendidikan Teknik Elektronika Universitas Negeri Jakarta
2. Sebagai solusi secara teoritis mengenai penggunaan *frequency reuse* guna efisiensi spektrum frekuensi

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Pada bab 2 berisi kajian pustaka mengenai teori – teori yang terkait dengan judul penelitian, berisi penelitian yang relevan, deskripsi kontekstual serta hipotesis peneliti.

2.1 Landasan Teori

Landasan teori berisi mengenai teori- teori terkait dengan penelitian agar dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah

2.1.1 Sistem Global System for Mobilecommunication (GSM)

Global System for Mobilecommunication (GSM) merupakan teknologi yang dapat mentransmisikan voice dan data, namun bit-ratena masih kecil yaitu sekitar 9,6 kbps untuk data dan 13 Kbps untuk voice, menggunakan teknologi circuit switch, artinya pembagian kanal dimana setiap satu kanal itu mutlak dimiliki oleh satu user. System komunikasi bergerak seluler GSM mempunyai spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ETSI seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Band Frekuensi GSM

Band Frekuensi	Uplink 890 – 915 MHz Downlink 935 – 960 MHz
Duplex Spacing	45 MHz
Carrier Spacing	200 MHz
Modulasi	GMSK
Transmission Rate	270 Kbit/s
Speech Coder	13 Kbit/s
Time Slot per Frekuensi carrier	8 time slot
Periode Frame	4,615 ms
Periode Time Slot	576,9 mikro s

Sumber: Gunawan, 2007 : 29

2.1.2 Komponen Jaringan GSM

a. *Mobile Station (MS)*

Terdiri dari mobile telepon. MS dilengkapi dengan sebuah smartcard yang dikenal dengan SIM (*Subscriber Identity Mobile*) yang berisi nomor identitas pelanggan.

b. *Base Station System (BSS)*

Merupakan bagian dari jaringan yang menyediakan intekoneksi dari MS ke peralatan dasar switching.

BSS terdiri dari tiga , yaitu :

1. Base Station Controller (BSC)

BSC membawahi satu atau lebih BTS serta menatur trafik yang datang dan pergi dari BSC MENUJU msc ATAU bts. BSC juga mengatur manajemen sumber energy radio dalam pemberian frekuensi unyuk setiap BTS dan mengatur handover.

2. *Base Tranceiver Station* (BTS)

BTS merupakan perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada MS. Dalam BTS terdapat kanal trafik yang digunakan untuk komunikasi.

3. *Transcoder* (XDCR)

Transcoder berfungsi untuk translasi MSC dari 64 Kbps menjadi 16 Kbps dan juga untuk efisiensi kanal trafik.

c. *Network Switching System* (NSS)

Berfungsi sebagai switching pada jaringan GSM, manajemen jaringan dan sebagai interface antara jaringan GSM dengan jaringan lainnya.

Komponen NSS pada jaringan GSM terdiri dari :

1. *Mobile Switching Center* (MSC)

MSC didesain sebagai switch ISDN (*Integrated Sevice Digital Network*) yang dimodifikasi agar berfungsi untuk jaringan seluler. MSC juga dapat menghubungkan jaringan seluler dengan jaringan fixed.

2. Home Location Register (HLR)

HLR merupakan database yang berisi data – data pelanggan yang tetap. Data – data tersebut antara lain : layanan pelanggan, service tambahan serta informasi mengenai lokasi pelanggan yang paling akhir (update).

3. Visitor Location Register (VLR)

VLR merupakan database yang berisi informasi sementara mengenai pelanggan terutama mengenai lokasi dari pelanggan pada cakupan area jaringan.

4. Authentication Center (AuC)

AuC berisi database yang menyimpan informasi rahasia yang disimpan dalam bentuk format kode. AuC digunakan untuk mengontrol penggunaan jaringan yang sah dan mencegah pelanggan yang melakukan kecurangan.

5. Equipment Identity Register (EIR)

Merupakan database terpusat yang berfungsi untuk validasi International Mobile Equipment Identity (IMEI).

6. Inter Working Function (IWF)

Berfungsi sebagai interface antara jaringan GSM dengan jaringan ISDN

7. Echo Canceller

Digunakan untuk sambungan dengan PSTN, berfungsi untuk mengurangi echo (gema)

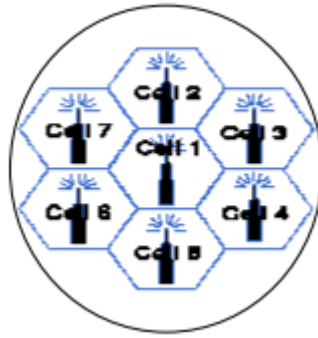
2.1.3 Definisi *Cell* dan *Cluster*

Kata seluler berasal dari sel. Artinya satu daerah atau kawasan tertentu dengan daerah layanan yang luas, dibagi – bagi menjadi kawasan yang lebih kecil, dan daerah kawasan yang lebih kecil itu dinamakan sel. Bentuk sel ideal adalah lingkaran, yang pada umumnya menggunakan antenna penagrah omni, akan tetapi karena bentuk lingkaran mempunyai sifat tumpang tindih (*overlapping*), maka digunakan bentuk sel hexagonal sebagai sel efektif, seperti terlihat pada Gambar 2.1.. (hikmaturokhman, 2006)



Gambar 2.1 *Cell*

Kluster adalah kumpulan beberapa sel, memiliki prinsip tidak ada penggunaan ulang kanal dalam satu cluster. Berikut ilustrasi tujuh buah sel dalam satu cluster ditunjukkan oleh Gambar 2.2. (Alfin Hikmaturokhman, 2006)



Gambar 2.2 Cluster

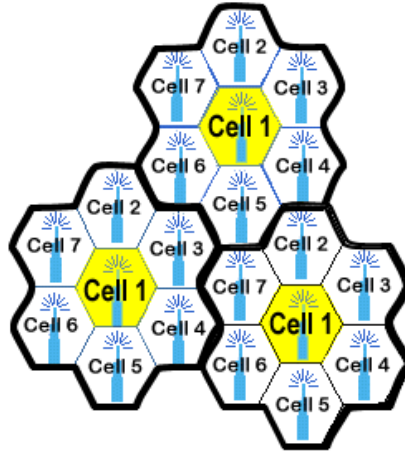
2.1.4 Konsep Dasar *Frequency Reuse*

Konsep seluler menjadikan komunikasi wireless memiliki karakteristik jangkauan Base Station kecil, daya yang dipancarkan Base Station rendah, dan spektrum frekuensi menjadi efisien dengan diterapkannya konsep pengulangan frekuensi (*frequency reuse*), yaitu frekuensi sama yang dipakai oleh Base Station lain. Penerapan *frequency reuse* dimungkinkan karena daerah jangkauan Base Station yang kecil. Jarak minimum antar Base Station yang diperbolehkan untuk pemakaian *frequency reuse* harus diatur sedemikian sehingga pengaruh interferensi minimal.

Pemakaian *frequency reuse* menjadikan kapasitas komunikasi seluler meningkat. Pengembangan komunikasi seluler di masa depan menjadi sangat mudah karena dapat dilakukan dengan penambahan Base Station tanpa menyebabkan bertambahnya spektrum frekuensi. (Gunawan Wibisono,2007)

Daerah cakupan pelayanan sistem seluler terbagi atas daerah – daerah kecil yang disebut sel, dan setiap sel terdapat Base Station. Kumpulan dari beberapa sel disebut cluster. Setiap Base Station yang bersebelahan menggunakan sekumpulan frekuensi yang berbeda dengan sel yang disebelahnya. Frekuensi yang sama dapat digunakan oleh sel lain dimana jarak kedua sel yang

menggunakan frekuensi yang sama sedemikian sehingga pengaruh interferensi antarkanal dapat diminimalkan Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Frequency reuse

Cakupan daerah pelayanan (coverage area) pada komunikasi seluler berbentuk tidak beraturan. Pada praktiknya cakupan daerah pelayanan sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan tanah, propagasi gelombang dan kondisi sekelilingnya. Untuk pendekatan analisis, cakupan daerah pelayanan pada mulanya bentuk segienam (hexagonal), persegiempat, dan segitiga.

Pendekatan lain untuk daerah layanan adalah bentuk lingkaran. Bentuk lingkaran memiliki kelemahan yaitu tumpang tindih daerah pelayanan apabila digunakan lebih dari satu lingkaran untuk dapat mencakup daerah yang luas. Bentuk persegiempat memiliki keterbatasan adanya tumpang tindih atau bahkan tidak dapat dijangkau oleh BS, karena jangkauan BS membentuk lingkaran dengan penggunaan antena omni-directional. Untuk bentuk segitiga, diperlukan banyak segitiga untuk menjangkau daerah pelayanan, jadi kurang praktis.

(Wayne, 2001)

Konsep *frequency reuse* dapat diilustrasikan secara matematis dengan mempertimbangkan sistem dengan nomor saluran full-duplex yang tersedia. Bila jumlah total kanal full duplex sebanyak F , dan setiap sel memiliki beberapa grup yang terdiri atas G kanal, dan banyaknya sel adalah N , Sehingga, total nomor saluran radio yang tersedia dapat dinyatakan secara matematis dengan persamaan sebagai berikut ;

$$F = Gk \quad (2.1)$$

Dimana k = Banyaknya cell dalam sebuah cluster

G = Banyaknya kanal dalam sebuah cell

F = Jumlah kanal full duplex yang tersedia dalam sebuah cluster

Dan

$$G < F \quad (2.2)$$

Beberapa cell yang digunakan secara bersama disebut dengan cluster. Ketika cluster menduplikasi dalam m waktu dalam sebuah sistem, yang menyatakan jumlah total kanal radio yang dapat digunakan dalam komunikasi seluler. Sekumpulan N sel dalam satu sistem disebut cluster. Bila cluster diulang sebanyak m kali, maka total nomor saluran full duplex yang tersedia dapat dinyatakan secara matematis dengan persamaan sebagai berikut ;

$$C = mGk \quad (2.3)$$

$$C = mF \quad (2.4)$$

$$k = \frac{C}{mG} \quad (2.5)$$

Dimana C = kapasitas channel

m = nomor pengulangan cluster

Selain menyatakan jumlah sel dalam satu cluster, N menyatakan ukuran cluster. Bila N diperkecil, sedang daerah cakupan tetap maka diperlukan banyak cluster yang berarti kapasitas sistem meningkat. Bila ukuran cluster besar maka perbandingan antara jari – jari sel terhadap co-channel adalah besar. Sebaliknya, bila ukuran cluster kecil maka jarak antarsel makin dekat. Dalam perancangan, dipilih nilai N sedemikian rupa sehingga kapasitas sistem tetap besar. Faktor *frequency reuse* dinyatakan oleh $1/N$.

Cells menggunakan bentuk hexagonal dengan enam sisi untuk bagian sel yang disampingnya. Garis – garis yang lain dibentuk dari garis pusat dengan ketentuan 60° . Untuk menghubungkan beberapa cell tanpa jarak, secara geometri pada bentuk hexagon jumlah cell per cluster hanya dapat memiliki nilai dengan persamaan berikut :

$$k = i^2 + ij + j^2 \quad (2.6)$$

Dimana k = jumlah cell per cluster

i dan j = nilai nonnegative integer

Proses untuk menemukan deretan cell co –channel terdekat yaitu sebagai berikut :

1. Pindahkan i cell melewati pusat cell
2. Putar 60° searah jarum jam

3. Pindahkan j melalui pusat cell

Bentuk yang sering digunakan untuk menggambarkan bentuk daerah pelayanan pada komunikasi seluler adalah bentuk hexagonal. Pendekatan daerah pelayanan untuk hexagonal memiliki beberapa keuntungan, antara lain :

- a. Tidak adanya tumpang tindih daerah pelayanan
- b. Base station yang diperlukan hanya sedikit
- c. Antena yang digunakan pada base station adalah antena omni-directional dan cakupan hexagonal mendekati cakupan dari antena omni-directional tersebut.
- d. Biaya lebih murah dibanding dengan bentuk segiempat atau segitiga.

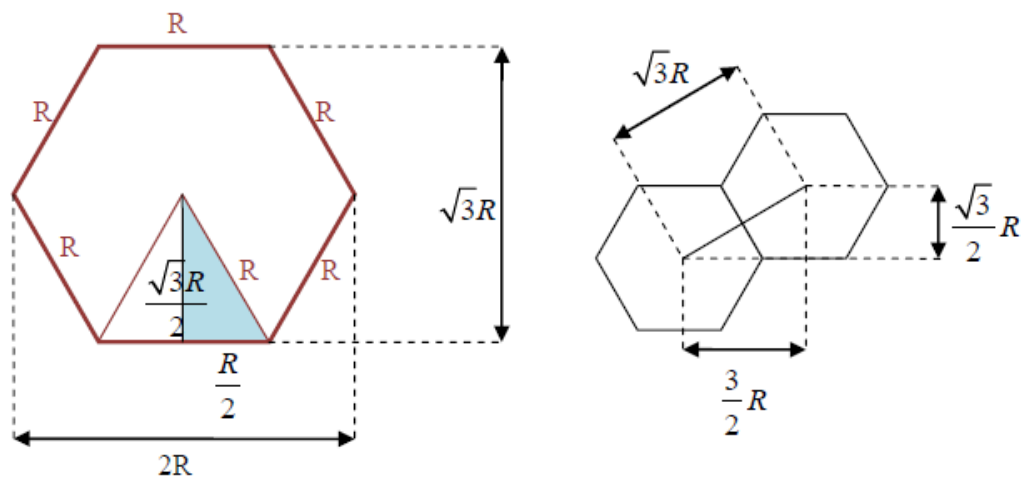
Bentuk lingkaran, persegiempat, segitiga, dan hexagonal merupakan bentuk pendekatan suatu daerah layanan guna analisis dan desain, pada implementasi di lapangan tidak ada bentuk baku yang digunakan. Karena bisa jadi adanya tumpang tindih daerah cakupan, tetapi dilain tempat tidak terlayani sama sekali. Jarak minimum antarsel yang diperbolehkan pemakaian frekuensi yang sama pada sel lain sangat dipengaruhi oleh beberapa hal berikut :

- a. Jumlah co-channel sel yang diperkenalkan
- b. Bentuk geografis
- c. Tinggi antenna
- d. Daya yang dipancarkan oleh Base station

Inti dari konsep selular adalah konsep *frequency reuse*. Walaupun ada ratusan kanal yang tersedia, bila setiap frekuensi hanya digunakan oleh satu sel, maka total kapasitas system akan sama dengan total jumlah kanal. Dalam penggunaan kembali kanal frekuensi diusahakan agar daya pemancar masing

masing BS tidak terlalu besar, hal ini untuk menghindari adanya interferensi akibat pemakaian kanal yang sama.

Jarak *frequency reuse*, D bentuk hexagonal dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :



Gambar 2.4 Ilustrasi bentuk hexagonal suatu sel untuk perhitungan

Sumber : Prapun Suskompong prapun.com/ecs455

(Menurut Prapun Suskompong) Pertama yang kita hitung adalah luas segitiga dari bentuk hexagonal tersebut dengan cara :

$$L = \sqrt{R^2 - \left(\frac{1}{2}R\right)^2} \quad (2.7)$$

$$L = \sqrt{R^2 - \frac{1}{4}R^2} \quad (2.8)$$

$$L = \sqrt{\frac{3}{4}R^2} \quad (2.9)$$

$$L = \sqrt{\frac{3R}{2}} \quad (2.10)$$

$$L = 6x2 \left(\frac{1}{2} x \frac{\sqrt{3}}{2} R x \frac{1}{2} R \right) \quad (2.11)$$

$$L = \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2 \approx 2,598R^2 \quad (2.12)$$

$$L = 3R^2 \quad (2.13)$$

$$L = \sqrt{3}R \quad (2.14)$$

$$D^2 = A^2 - 2AB \cos(\theta) + B^2 \quad (2.15)$$

$$D^2 = A^2 - 2AB \cos(120^\circ) + B^2 \quad (2.16)$$

$$D^2 = A^2 + 2AB + B^2 \quad (2.17)$$

$$D = \sqrt{(i\sqrt{3}R)^2 - 2(i\sqrt{3}R)(j\sqrt{3}R) \cos(120^\circ) + (j\sqrt{3}R)^2} \quad (2.18)$$

$$D = \sqrt{(i\sqrt{3}R)^2 - 2(i\sqrt{3}R)(j\sqrt{3}R) - \frac{1}{2} + (j\sqrt{3}R)^2} \quad (2.19)$$

$$D = \sqrt{(i\sqrt{3}R)^2 - 2(i\sqrt{3}R)(j\sqrt{3}R) - \frac{1}{2} + (j\sqrt{3}R)^2} \quad (2.20)$$

$$D = \sqrt{(i\sqrt{3}R)^2 + (i\sqrt{3}R)(j\sqrt{3}R) + (j\sqrt{3}R)^2} \quad (2.21)$$

$$D = R\sqrt{(i^2 + ij + j^2)} \quad (2.22)$$

$$D = R\sqrt{3k} \quad (2.23)$$

$$D = \sqrt{3k}R \quad (2.24)$$

$$Q = \frac{D}{R} = \sqrt{3k} \quad (2.25)$$

Dimana,

D = Jarak minimum sel yang menggunakan kanal frekuensi yang sama

(km)

R = Radius sel, dihitung dari pusat sel ke titik terjauh dalam sel (km)

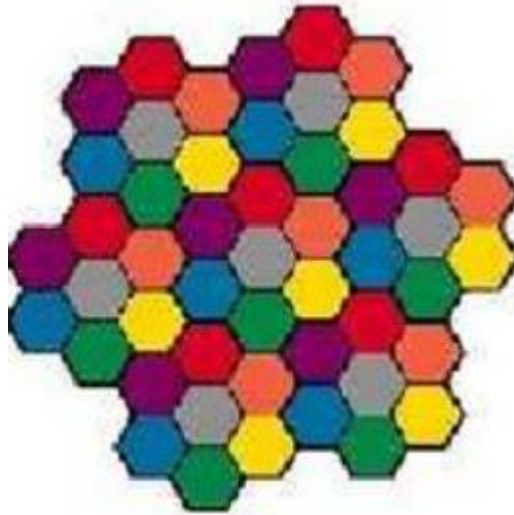
K = Banyaknya sel per kelompok / pola sel / pola *frequency reuse*

Q = perbandingan *Co – Channel Reuse* (unitless)

Kemudian untuk menghubungkan antara *Co – Channel Reuse Ratio* dengan kapasitas system maka, masukan persamaan (2.3) ke persamaan (2.27) sebagai berikut :

$$Q = \frac{D}{R} \quad (2.26)$$
$$Q = \sqrt{3k}$$

$$Q = \sqrt{3 \frac{C}{mG}} \quad (2.27)$$



Sumber: www.almuhibbin.com

Gambar 2.5 *Frequency reuse jumlah sel 7*

Besaran D/K disebut sebagai factor reduksi kanal dengan frekuensi yang sama. Besaran tersebut menentukan kualitas transmisi dalam perencanaan system selular agar tidak terjadi interferensi *co-channel*. Dari persamaan juga terlihat bahwa, jika jarak D semakin besar, maka jumlah kelompok sel akan bertambah, sehingga interferensi *co-channel* akan berkurang, dengan catatan daya pemancar pada BS tidak terlalu besar. Tetapi untuk pita frekuensi yang sama, jumlah kanal/sel akan berkurang yang berarti kapasitas trafik per sel akan lebih kecil.

2.1.5 *Co- Channel Interference*

Co- Channel merupakan penggunaan frekuensi yang sama secara berulang, hal ini dilakukan untuk mengatasi kepadatan kapasitas pengguna dengan keterbatasan spektrum frekuensi yang terbatas yang dimiliki oleh sebuah operator. Jika permintaan meningkat secara otomatis dibutuhkan jumlah kanal yang lebih banyak, banyaknya BTS dapat ditingkatkan dengan *co - channel cell* (sel yang menggunakan frekuensi yang sama secara berulang), sehingga dapat menyediakan

kapasitas radio tambahan tanpa menambah spektrum frekuensi yang dimiliki oleh sistem.

Penggunaan frekuensi yang sama akan mengakibatkan terjadinya interferensi yang disebut *Co – Channel Interference*. *Co – Channel Interference* merupakan gangguan interferensi yang berasal dari sel – sel lain yang menggunakan frekuensi yang sama. Interferensi dari kanal yang sama tidak dapat diatasi hanya dengan menaikkan daya sinyal pembawa (carrier) pada pemancar. Hal ini disebabkan usaha untuk menaikkan daya pemancar berarti juga menaikkan interferensi sel – sel lain yang berkanal sama. Untuk mengurangi interferensi sel yang berkanal sama dengan mengatur daya pemancar (Kuat Sinyal /Signal Strength) secara optimum.

Dalam kasus pada sistem TDMA *Co – Channel Interference* sebagian besar disebabkan oleh alokasi spektrum frekuensi yang digunakan berulang. Masalah yang ditimbulkan tergantung dari faktor pengulangan, namun dalam kasus yang sering terjadi, received sinyal pada handset tidak berasal dari channel pada cell yang diduduki namun juga diperoleh dari sinyal cell sekitarnya.

Kerusakan yang diakibatkan oleh *co – channel* interferensi dapat dikurangi dengan melakukan optimalisasi berikut :

1. Pengaturan daya pancar cell
2. Re-design frequency reuse
3. Merubah ketinggian tower/antenna
4. Tilting antenna base station untuk membatasi pancaran atau cakupan sinyal.

2.1.6 Carrier To Interference Ratio (C/I)

Menurut Arif Hidayat, Carrier To Interference Ratio adalah perbandingan antara power sinyal informasi (carrier) dengan rata – rata co – channel interference power atau cross talk dari transmitter lain. Carrier to Interference ini menunjukkan kualitas BER (Bit Error Rate). Semakin tinggi nilai C/I maka BER semakin rendah. Sebaliknya semakin rendah nilai C/I maka nilai BER semakin tinggi (Arif, 7).

Menurut Ade Nurhayati, Carrier To Interference ratio adalah perbandingan level daya dari sinyal terima yang diinginkan dengan daya sinyal terima yang tidak diinginkan. Pada kondisi kasus terburuk, perbandingan antara daya carrier dengan daya interferensi harus tetap lebih besar atau sama dari C/I minimum yang dipersyaratkan oleh sistem seluler tersebut (Ade, 3).

Dimana rumus C/I adalah sebagai berikut :

$$\frac{C}{I} = \frac{\text{power desir edsignal}}{\text{power int fertingsignal}} \quad (2.28)$$

$$C/I = \text{Signal Strength site terjauh dari interferensi} - \text{Signal Strength site terdekat dari interferensi} \quad (2.29)$$

(Surjati, 2007)

$$\text{SignalStrenght} = EIRP - \text{wallloss} - \text{bodyloss} - \text{pathloss} - \sum(\text{handover} + \text{fadingmargin}) \quad (2.30)$$

$$RxLevel = EIRP - FSL + RxAntenaGain - MaterialLoss \quad (2.31)$$

2.1.7 Parameter – Parameter

Parameter-parameter dasar yang lain:

1. *Kluster*

Kluster adalah kumpulan sel yang memiliki kelompok frekuensi operasi yang berbeda. Kelompok frekuensi itu, nantinya diulang lagi pada kluster yang lain.

2. *D (Distance)*

Jarak aman interferensi yang menggunakan kanal frekuensi yang sama.

3. *R sel (Radius Sel)*

Radius sel, dihitung dari pusat sel ke titik terjauh dalam sel dalam meter

4. *R tilt (Radius Tilting Antena)*

Radius saat melakukan tilting antena dalam meter

5. *Q (Co – Channel Reuse Ratio)*

Co-channel interference (CCI) mengacu pada gangguan dari 2 stasiun radio yang berbeda pada frekuensi yang sama. CCI merupakan salah satu keterbatasan utama dalam jaringan telepon nirkabel seluler dan PCS. Dalam kasus jaringan TDMA, seperti GSM / GPRS atau NADC, gangguan co-channel terutama disebabkan oleh spektrum yang dialokasikan untuk sistem yang digunakan kembali beberapa kali.

Pengulangan kanal radio dengan frekuensi bersama co-channel, menyatakan bahwa dalam daerah liputan tertentu terdapat beberapa sel yang menggunakan spectrum frekuensi yang sama. Sel-sel ini disebut kanal frekuensi bersama, dan interferensi yang terjadi antara sel-sel

dengan frekuensi sama, disebut interferensi kanal bersama atau interference co-channel.

Interferensi kanal bersama tidak dapat hanya diatasi dengan menaikkan level daya yang dipancarkan, karena akan menaikkan interferensi ke sel kanal bersama lainnya. Untuk mengurangi interferensi co channel sel, co channel harus dipisahkan sejauh jarak minimum.

Menurut Gunawan (2007:77) Semakin besar Q , maka semakin besar jarak sel *co – channel* akan meningkatkan kualitas transmisi disebabkan dengan mengecilnya level *co – channel interference*. Nilai Q yang kecil menyebabkan kapasitas sistem meningkat karena ukuran cluster menjadi kecil

Perbandingan sinyal terhadap interferensi atau *signal – to – interference ratio (SIR)* dinyatakan oleh persamaan berikut :

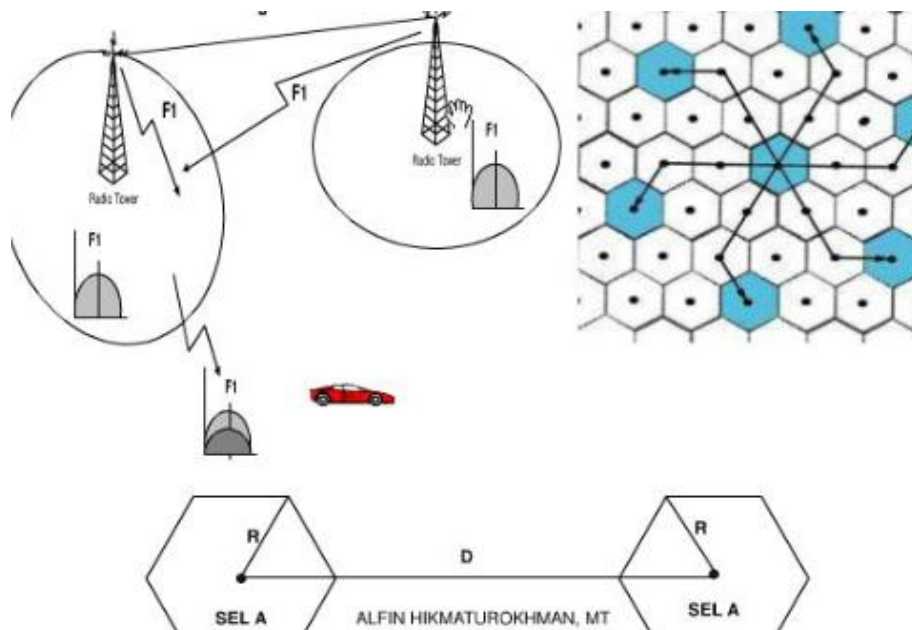
$$\frac{S}{I} = \frac{S}{\sum_{k=1}^i I_k} \quad (2.32)$$

Dimana S adalah daya dari sinyal, dan I_k sinyal interferensi ke k . Seperti yang telah diketahui bahwa daya yang diterima oleh suatu receiver dari transmitter. Dapat dikatakan untuk daya yang disebabkan oleh suatu sumber interferensi pada komunikasi seluler sebanding dengan jarak sebagai D^{-n} , dimana n adalah faktor rugi – rugi propagasi ($2 < n < 5$). Untuk jumlah kanal penyebab interferensi $I = 6$, didapat nilai SIR sebagai berikut :

$$\frac{S}{I} = \frac{1}{\sum_{k=1}^i \left(\frac{D_k}{R} \right)^{-n}} \quad (2.33)$$

Untuk sistem dengan jarak kanal penyebab interferensi adalah sama ($D_k = D$), didapat seperti persamaan berikut :

$$Q = \left[6 \left(\frac{S}{I} \right) \right]^{1/n} \quad (2.34)$$



Gambar 2.6 Co-Channel Interference

2.1.8 Handoff

Handoff merupakan proses pengalihan kanal traffic secara otomatis pada Mobile Station (MS) yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan. Hal ini menjelaskan bahwa handoff pada dasarnya adalah sebuah 'call' koneksi yang bergerak dari satu sel ke sel lainnya. Secara umum Handoff dapat didefinisikan sebagai prosedur, dimana ada perubahan layanan pada MS dari satu Base Station (BS) ke BS yang lain. Proses

ini memerlukan alat pendeteksi untuk mengubah status dedicated node (persiapan handoff) dan alat untuk menswitch komunikasi yang sedang berlangsung dari suatu kanal pada sel tertentu ke kanal yang lain pada sel yang lain. Keputusan untuk sebuah handoff dibuat oleh Base Station Centre (BSC), yaitu dengan mengevaluasi secara permanent pengukuran yang diambil oleh BTS dan MS. Pengukuran rata-rata (P_x) oleh BSC dibandingkan dengan nilai-nilai ambang batas (threshold); jika P_x melebihi nilai threshold maka dimulai proses handoff dengan mencari sebuah sel target yang cocok. Sehingga, Handoff diperlukan pada saat :

1. Kualitas signal yang diterima MS lebih kecil dibandingkan dengan threshold
2. Kualitas dikonversi dengan E_b/I_0 . E_b/I_0 atau E_b/N_0 merupakan perbandingan antara energi tiap bit sinyal informasi terhadap sinyal interferensi atau sinyal derau (noise) yang menyertainya. Pada intinya adalah perbandingan antara kuat sinyal yang dikehendaki terhadap kuat sinyal yang tidak dikehendaki. Makin besar nilai E_b/I_0 akan makin memberikan performansi yang lebih baik

Handoff pada jaringan komunikasi bergerak generasi pertama dan generasi kedua disebut hard handoff. Pada generasi pertama, handoff relatif lebih mudah sedangkan pada generasi kedua, handoff lebih superior dari generasi pertama, dimana sudah digunakan algoritma handoff. Kemudian pada jaringan komunikasi bergerak untuk generasi ketiga atau WCDMA yang banyak didominasi berdasarkan teknologi CDMA, maka konsep handoff yang digunakan disebut soft handoff. Dibandingkan dengan hard handoff yang konvensional , maka soft

handoff dapat memberikan transmisi yang lebih baik, karena dapat menjamin kontinuitas dari hubungan.

Proses Handoff terjadi karena kualitas atau daya ratio turun di bawah nilai yang dispesifikasikan dalam BSC. Penurunan level sinyal ini dideteksi dari pengukuran yang dilakukan MS maupun BTS. Konsekuensinya handoff ditujukan ke sel dengan sinyal lebih besar. Selain itu, handoff dapat terjadi apabila traffic dari sel yang dituju sudah penuh. Saat MS melewati sel, dialihkan ke 'neighbouringcell' dengan beban traffic yang lebih kecil. Tujuan dari Handoff diantaranya disebutkan dibawah ini.

1. *As imperceptible to user as possible.*
2. Sedapat mungkin tidak dirasakan oleh pemakai dengan cara meminimisasi waktu handoff dengan menggunakan teknik interpolasi suara
3. *As successfully as possible.*
4. Dengan meminimisasi error pada saat estimasi kebutuhan handoff.
5. *As infrequently as possible.*
6. MSC melakukan assign (sharing) pada kanal yang sama pada sel tetangga dan meminjam kanal lain dari sel tetangga pada sel sebelumnya (MSC assigns same channel in the second cell and 'rents' another channel from the second to the first cell).

Proses handoff dimulai ketika MS mendeteksi sinyal pilot yang secara signifikan lebih kuat dibandingkan kanal trafik forward lainnya yang ditujukan kepadanya. MS tersebut akan mengirimkan pesan pilot measurement ke BS. Kandidat dengan sinyal terkuat tadi sekaligus menginstruksikan untuk memulai

proses handoff. Cell site tersebut akan mengirimkan pesan handoff direction ke MS, mengarahkannya untuk melakukan handoff. Setelah mengeksekusi pesan handoff direction tersebut, MS akan mengirim pesan handoff completion pada kanal trafik reverse yang baru. Handoff bisa terjadi untuk satu atau beberapa alasan. Misalnya karena propagasi radio, distribusi trafik, aktivitas CDMA, kegagalan peralatan. Pembagian ini juga bisa dilakukan berdasarkan bagian yang mengontrol handoff, eksternal dan internal handoff. Eksternal handoff dikontrol oleh MS asal (inter-BSS & inter-MS handoff). Informasi pengukuran dilaporkan dari MS melalui kanal radio khusus dan diterima oleh BSS. Setelah dilakukan diproses pendahuluan. Hasilnya dikirim ke MSC. Internal handoff diinisiasi dan dilakukan dalam BSS tanpa referensi ke MSC asal (controlling MSC). Disini MSC hanya diinformasikan bahwa sebuah proses handoff internal otomatis telah selesai dilakukan. Internal handoff hanya terjadi antar sel pada BSS yang sama BSS dengan multi sel /multi BTS.

Pada saat Mobile Station (MS) bergerak menjauhi suatu sel maka daya yang diterima oleh MS akan berkurang. Jika MS bergerak semakin menjauhi Base Station (Cell) maka daya pancar akan semakin berkurang. Menjauhnya MS pada sel asal menjadikan MS mendekati sel lainnya. Sel lainnya dikatakan sebagai sel kandidat yaitu sel yang akan menerima pelimpahan MS dari sel sebelumnya.

MSC melalui sel kandidat akan memonitor pergerakan MS dan menangkap daya pancar MS. Diantara sel kandidat yang menerima daya pancar MS terbesar maka pelimpahan MS akan berada pada sel tersebut. Sel kandidat yang menerima pelimpahan MS akan melakukan monitoring. Proses monitoring dilakukan oleh MSC dan menginstruksikan pada sel kandidat tersebut. Pada saat

Handoff, supervisi dipersingkat. MSC melakukan prioritas pendudukan kanal pada MS yang akan mengalami Handoff. Sel kandidat dibuat urutan prioritas.

Untuk meningkatkan kapasitas kanal tiga teknik yang sering dipergunakan, yaitu:

1. Pemecahan sel (*cell splitting*)
2. Pensektorasi (*sectoring*)
3. *Coverage zone approach*

2.1.9 Rumus Prediksi Okumura – Hatta

(Wibisono, 2008)

Pada perencanaan, biasanya diasumsikan pertama kali ukuran sel adalah serbasama (uniform). Terlebih dahulu dilakukan perhitungan jari – jari sel.

Misalkan digunakan rumus prediksi Okumura – Hatta. Jari – jari sel untuk daerah kota (urban) adalah :

$$R_{sel} = \text{Log}^{-1} \left[\frac{L_m - 69,55 - 26 \log f + 13,8 \log h_{tx} + a(h_{rx})}{44,9 - 6,55 \log h_{tx}} \right] \quad (2.35)$$

Dimana,

R_{sel} = Jari – jari sel (km)

L_m = redaman maksimum yang diinginkan, dari spesifikasi sistem (Db)

f = frekuensi

h_{tx} = tinggi pemancar (m)

h_{rx} = tinggi penerima (m)

$a(h_{rx})$ = koreksi tinggi penerima terhadap tinggi standar ($h_r = 1,5$) m

Untuk mengurangi interferensi co – channel maka digunakan prinsip tilting antena dengan menggunakan persamaan :

$$R_{tilt} = H_{BTS} \times \tan[\{Arc \tan(R_{sel} / H_{BTS})\} - A^\circ] \quad (2.36)$$

Dimana,

R_{tilt} = Radius tilting antena

H_{BTS} = tinggi BTS

R_{sel} = Radius Sel

A° = sudut tilting antena

Menentukan jarak aman interferensi yang disebabkan jarak aman interferensi yang disebabkan oleh penggunaan frekuensi yang berulang

$$D = \sqrt{3N} R_{tilt} \quad (2.37)$$

Berikut parameter – parameter yang dapat diukur :

Tabel 2.2 Parameter – parameter yang akan diukur

No	Parameter	Keterangan	Satuan	Nilai
1.	D	Jarak minimum antarsel	kilometer	
2.	Rsel	Radius sel	Kilometer	
3.	N	Banyaknya sel per cluster	unitless	
4.	Rtilt	Radius Tilting	Kilometer	
5.	Hbts	Tinggi BTS	meter	
6.	Hrx	Tinggi penerima	meter	
7.	A°	Sudut Tilting Antena	derajat	
8.	Lprop city	Redaman Propagasi	dB	
9.	Fc	Frekuensi Kerja	Mhz	

10.	Rx Level	Signal Strength Rx	decible
11.	C/I	Carrier To Interference	decible

2.1.10 Drive Test

Drive test merupakan salah satu bagian pekerjaan dalam optimasi jaringan radio. Tujuan drive test adalah mengumpulkan informasi jaringan secara real di lapangan. Informasi yang dikumpulkan merupakan kondisi actual RF disuatu BTS maupun dala lingkup BSS yang dilakukan dengan obil sehingga pengukuran dilakukan bergerak. Perjalananpun dilengkapi dengan peta digital, GPS, handset, dan software drive test seperti Agilent, Nemo, TEMS, dan Rohde & Schwarz.

Selain tujuan umum diatas, dalam proses drive test dapat bertujuan khusus untuk optimasi suatu jaringan seperti berikut :

- Untuk mengetahui coverage sebenarnya di lapangan, apakah sudah sesuai dengan parameter planning dan optimasi.
- Untuk mengetahui performansi jaringna setelah dilakukan perubahan seperti penambahan atau pengurangan TRX
- Untuk mengetahui adanya interferensi dari sel – sel tetangga
- Untuk mencari adanya poor coverage atau daerah yang memiliki daya terima signal rendah
- Untuk mencari RF issue yang berkaitan adanya drop call atau block call
- Untuk mengetahui performansi jaringan operator lain atau *branchmarking*

2.1.11 NEMO

NEMO adalah software yang digunakan oleh PT. Telokonsel Indonesia, Tbk. Untuk melakukan dridaat dari hasil drivetive test digunakan Nemo Outdoor lalu logfile yang didapat dari drivetest dianalisis menggunakan NEMO *Analyze*.

2.2 Penelitian Yang Relevan

Dari hasil penelitian yang terdahului dengan judul “Optimalisasi C/I Antar BTS Pada Jaringan GSM Guna Peningkatan Kualitas Layanan” yang dimiliki oleh Ade Nurhayati dan Arbi Nabawi dari Akademi Telkom Sandhy Putra Jakarta. Penelitian ini menghasilkan cara untuk meminimalisir *Co – Channel Interference* yang terjadi pada jaringan GSM dengan optimalisasi C/I.

Dalam penelitian sebelumnya ini tidak diketahui nilai *signal strenght* pada site terjauh dan terdekat interferensi. Namun, pada penelitian yang akan dilakukan telah diketahui nilai *signal strenght* yang disebut dengan *Rx- Level* pada jaringan 2G.

2.3 Kerangka Konseptual

Dalam skripsi berikut peneliti membahas mengenai efisiensi spektrum frekuensi dengan penggunaan konsep *frequency reuse*. Pada penggunaan *frequency reuse* ini dapat menghasilkan *Co – Channel Interference*. Indikator untuk sebuah kualitas dari jaringan GSM 1800 MHz pada teknologi 2G dapat dilihat dari nilai *Carrier To Interference (C/I)* yang berdasarkan hasil drive test.

Secara teori C/I tersebut dipengaruhi oleh signal strength pada site terjauh dan terdekat interferensi. Maka peneliti akan mencari hubungan antara C/I dengan Rx level untuk menghilangkan *Co-Channel Interference* pada jaringan GSM 1800 Mhz pada teknologi 2G.

2.4 Hipotesis Penelitian

PM = apakah *Co – Channel Interference* berpengaruh terhadap kualitas jaringan GSM 1800 MHz?

H = *Co- Channel Interference* pada *Frequency Reuse* berpengaruh terhadap kualitas jaringan GSM 1800 MHz

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian berisi mengenai metode yang digunakan oleh peneliti terhadap penelitiannya

3.1 Tujuan Operasional Penelitian

Penelitian ini bertujuan menghasilkan Analisis Jaringan GSM 1800 MHz Dengan Metode *Frequency Reuse* Terhadap Kualitas Pelayanan BTS DKI Jakarta Di PT. Telkomsel Indonesia, tbk.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tugas akhir ini di lakukan di PT. Telkomsel Indonesia dan Universitas Negeri Jakarta pada bulan Maret – April 2017.

3.2 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode kuantitatif Asosiatif. Dimana “Penelitian kuantitatif adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan”(Sugiyono, 2003: 14) dan “Penelitian Asosiatif merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh ataupun juga hybungan antara dua variabel atau lebih” (Sugiyono, 2003:11)

Sedangkan untuk pengambilan data penelitian ini menggunakan metode kuantitatif survey. Menurut Sugiyono (2104: 6) “Metode survey digunakan untuk mendapatkan data dari tempa tertentu yang alamiah (bukan buatan). Tetapi

mengedarkan kuisioner, test, wawancara terstruktur dan sebagainya (perlakuan tidak seperti dalam eksperimen)”.

Dan untuk Analisis Data menggunakan metode Kuantitatif Deskriptif .
“Penelitian Deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih(indepen) tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain”.(Sugiyono, 2003:11)

3.2.1 Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penulisan penelitian tugas akhir ini berupa data sekunder. Pada data sekunder mendapatkannya melalui berbagai studi pustaka dan data dari perusahaan.

3.2.2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan analisis yang dibuat. Tujuan yang dibuat dalam bentuk hipotesis yang perlu diuji empiris dalam implementasinya dalam pengumpulan data dan penerapannya.

1. Menentukan data (parameter – parameter radio frekuensi) spesifikasi perhitungan berkaitan dengan *Co- Channel Interference* dan *Frequency Reuse*
2. Wawancara dengan staff perusahaan mengenai parameter-parameter radio frekuensi di PT. Telkomsel Indonesia, tbk.
3. Data sekunder tersebut didapat dari hasil Drive Test dengan menggunakan aplikasi NEMO Outdoor.

3.2.3. Analisa Data

Penulisan ini dimulai dari pengumpulan data terkait parameter-parameter *Co-Channel Interference* yaitu nilai C/I dan Rx level dengan 7 sampel pada wilayah DKI Jakarta, konsep dan perhitungan *frequency reuse*, dan analisa perencanaan *frequency reuse* yang kemudian yang diolah dengan rumus korelasi sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Dimana :

r_{xy} = Koefisien korelasi

N = Banyaknya subjek

X = nilai pembandingan

Y = Nilai dari instrument yang akan dicari validitasnya

Peneliti juga menggunakan bantuan microsoft excell dengan fungsi = correl dari data- data yang telah didapat.

BAB IV

BAB 4

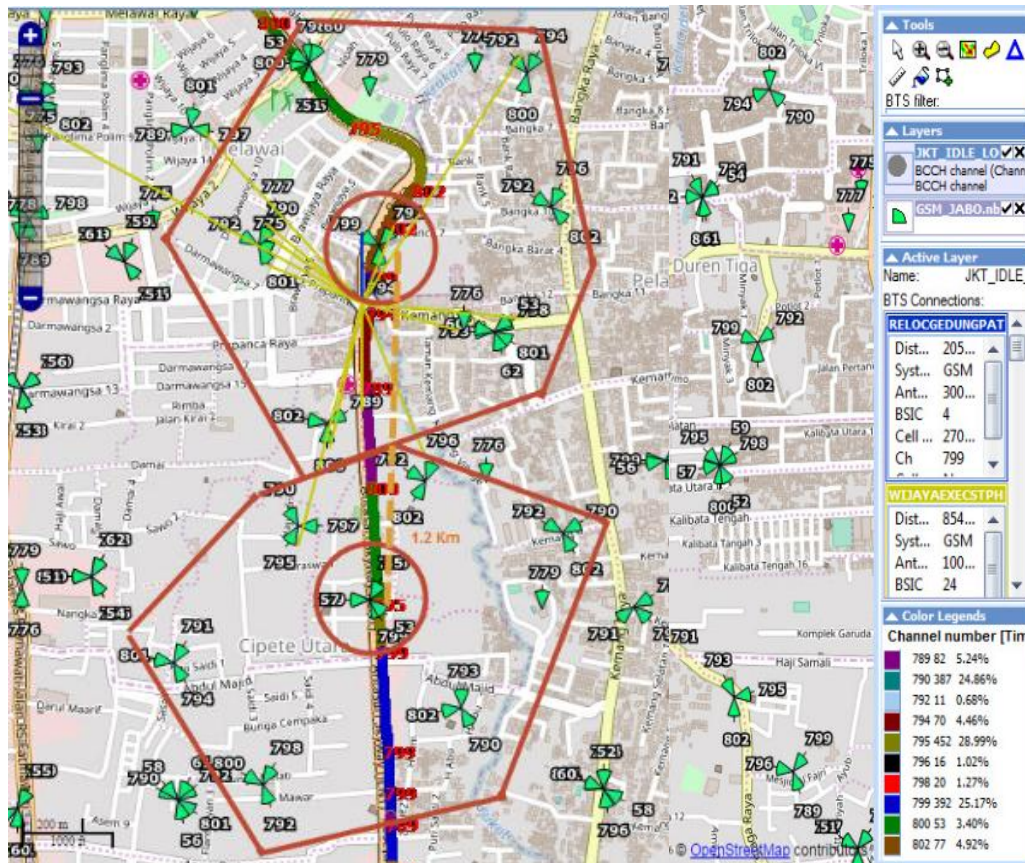
ANALISIS DATA

Pada bagian analisis data ini peneliti akan memaparkan beberapa data beserta penjelasan hasil dari penelitian, sebagai berikut:

4.1 Deskripsi Data

4.1.1 Sampel 1

Berdasarkan hasil pengukuran di PT.Telkomsel Indonesia, Tbk. Maka, peneliti sajikan gambar mengenai konsep penggunaan *Frequency Reuse* ada yang menggunakan $N = 7$. Dengan jumlah pengulangan 2 kluster pada channel number 799 yang bertempat di SCBD Jakarta. Dapat dilihat seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Penggunaan Frequency Reuse

Sumber : hasil pengukuran PT.Telkomsel Indonesia 2017

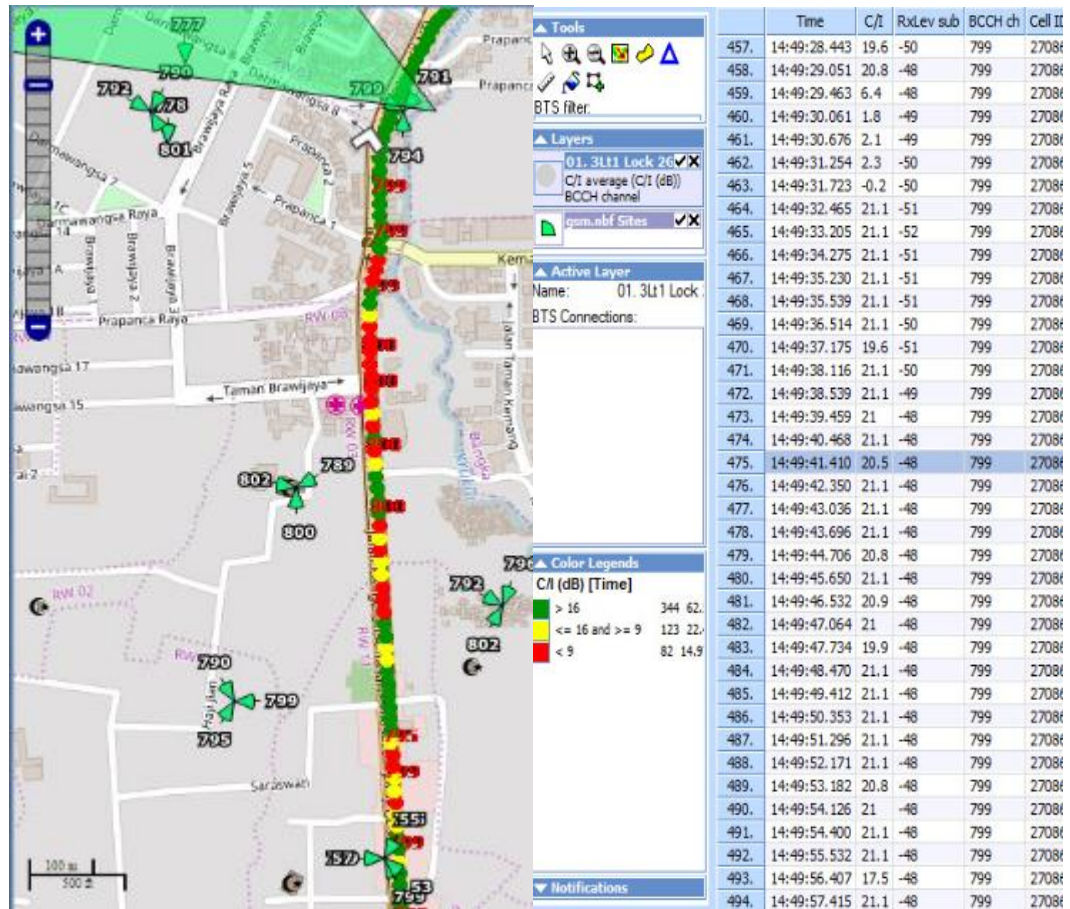
Dari gambar diatas didapat beberapa parameter sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil dari Parameter

No	Parameter	Keterangan	Satuan	Nilai
1.	D	Jarak minimum antarsel	kilometer	1,22
2.	Rsel	Radius sel	Kilometer	0,15
3.	N	Banyaknya sel per cluster	Unitless	7
4.	Rtilt	Radius Tilting	Kilometer	266,6
5.	Hbts	Tinggi BTS	Meter	60
6.	Hrx	Tinggi penerima	Meter	1,5
7.	A°	Sudut Tilting Antena	Derajat	1
8.	Lprop city	Redaman Propagasi	dB	90,38
9.	Fc	Frekuensi Kerja	Mhz	1800

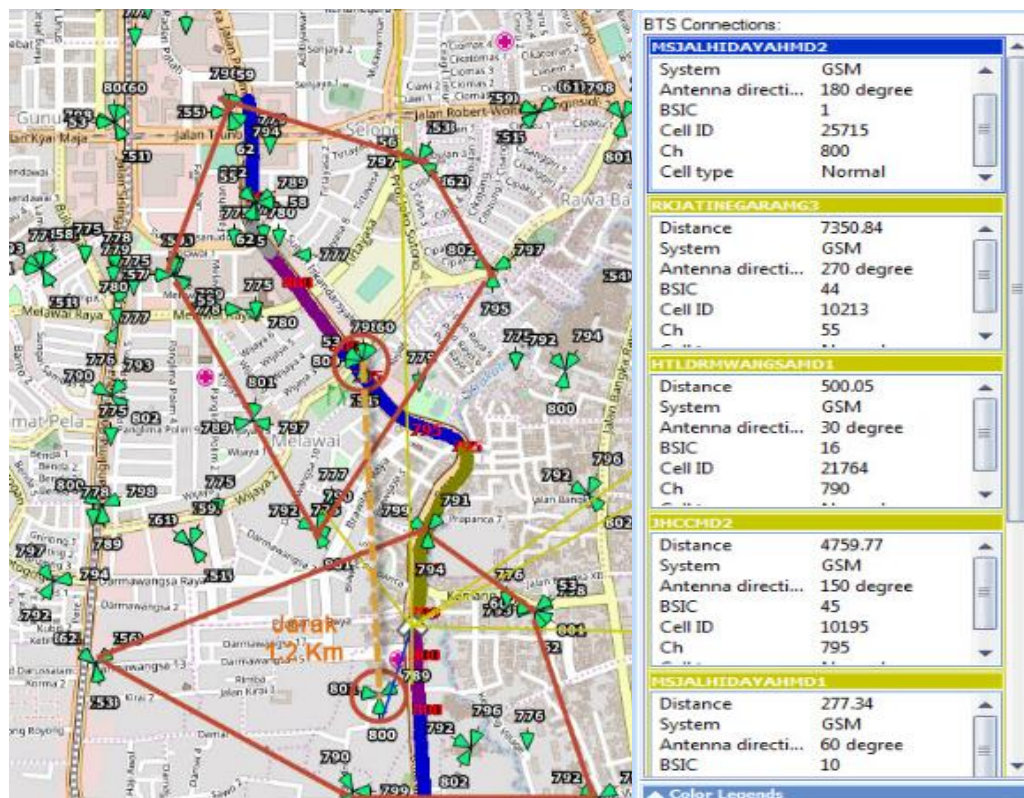
1. Sampel 1

Untuk tampilan guna melihat besar dari C/I pada sel asli ditunjukkan oleh gambar dibawah ini. Dari hasil penelitian didapat untuk sampel 1 memiliki C/I 21,1 decible ditunjukkan



Gambar 4.2 Tampilan C/I untuk sel asli

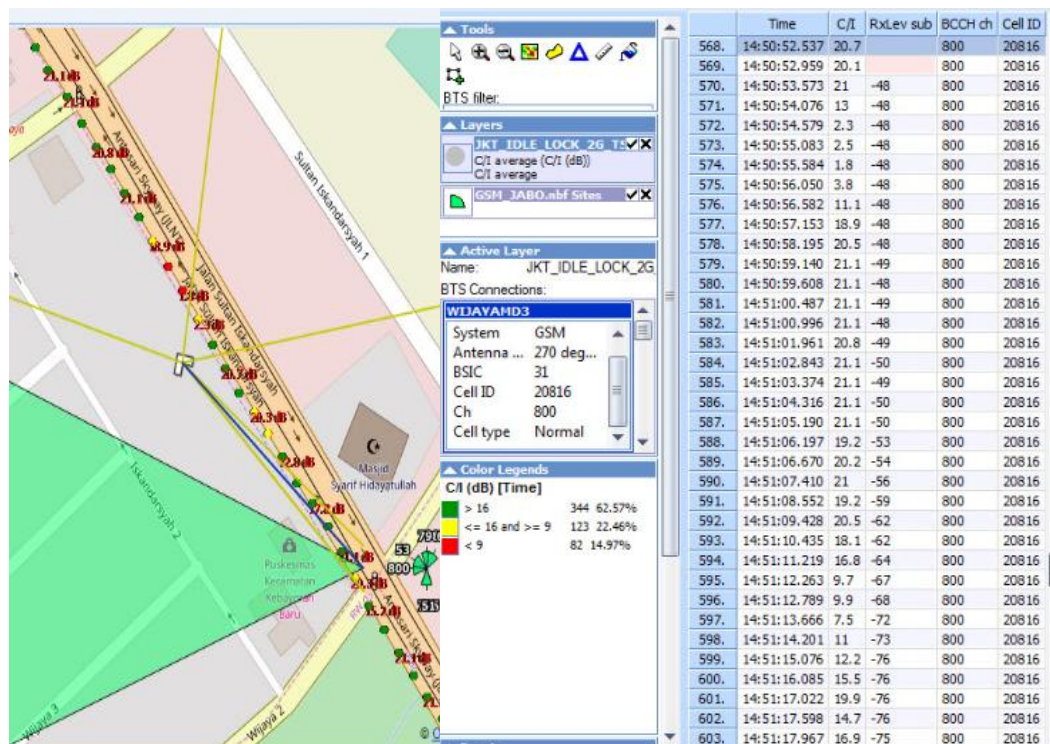
Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel yang terinterferensi atau sel *reuse* didapat nilai C/I sebesar 20,5 decible.



Gambar 4.4 Sampel 2 Penggunaan Frequency Reuse

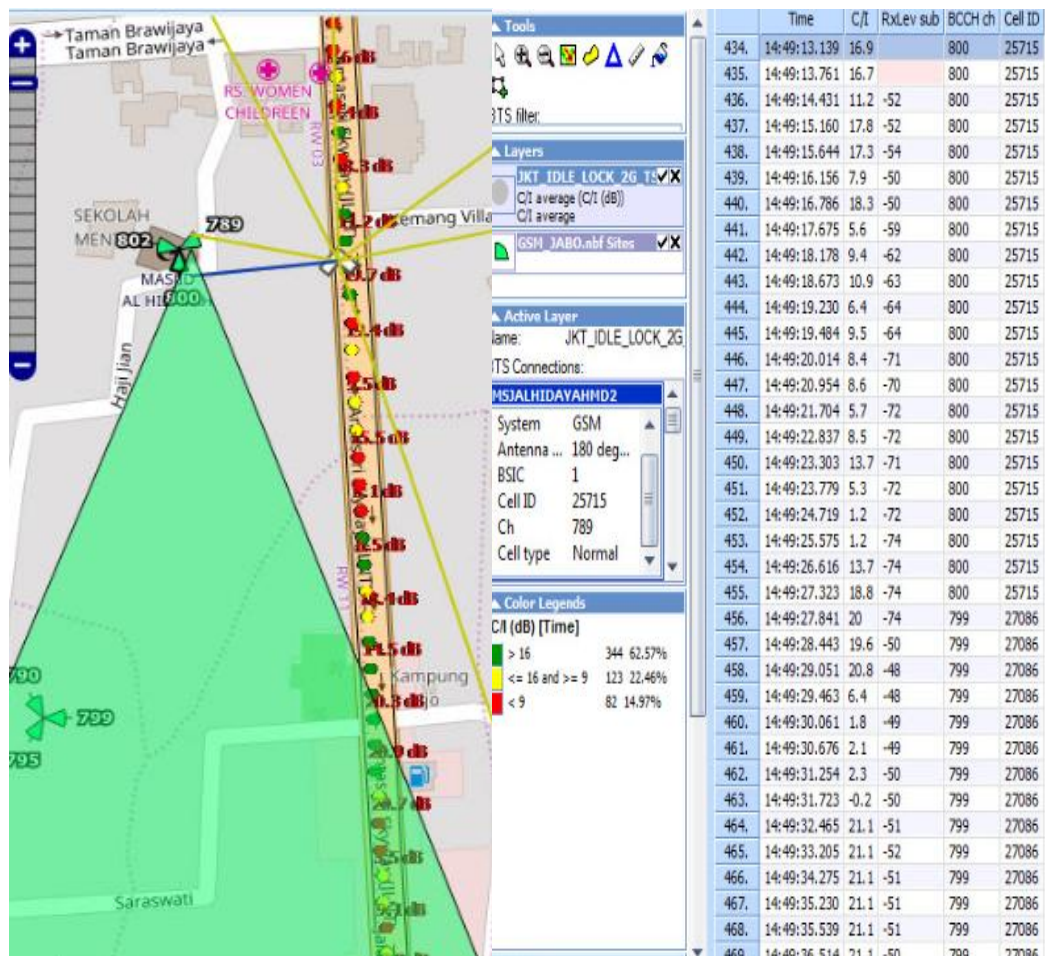
Daerah masjid Al-Hidayah Kemang Village

Untuk tampilan guna melihat besar dari C/I pada sel asli ditunjukkan oleh gambar dibawah ini. Dari hasil penelitian didapat untuk sampel 1 memiliki C/I 20,7 dBm seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Hasil pengukuran sampel 2 pada sel asli (carrier)

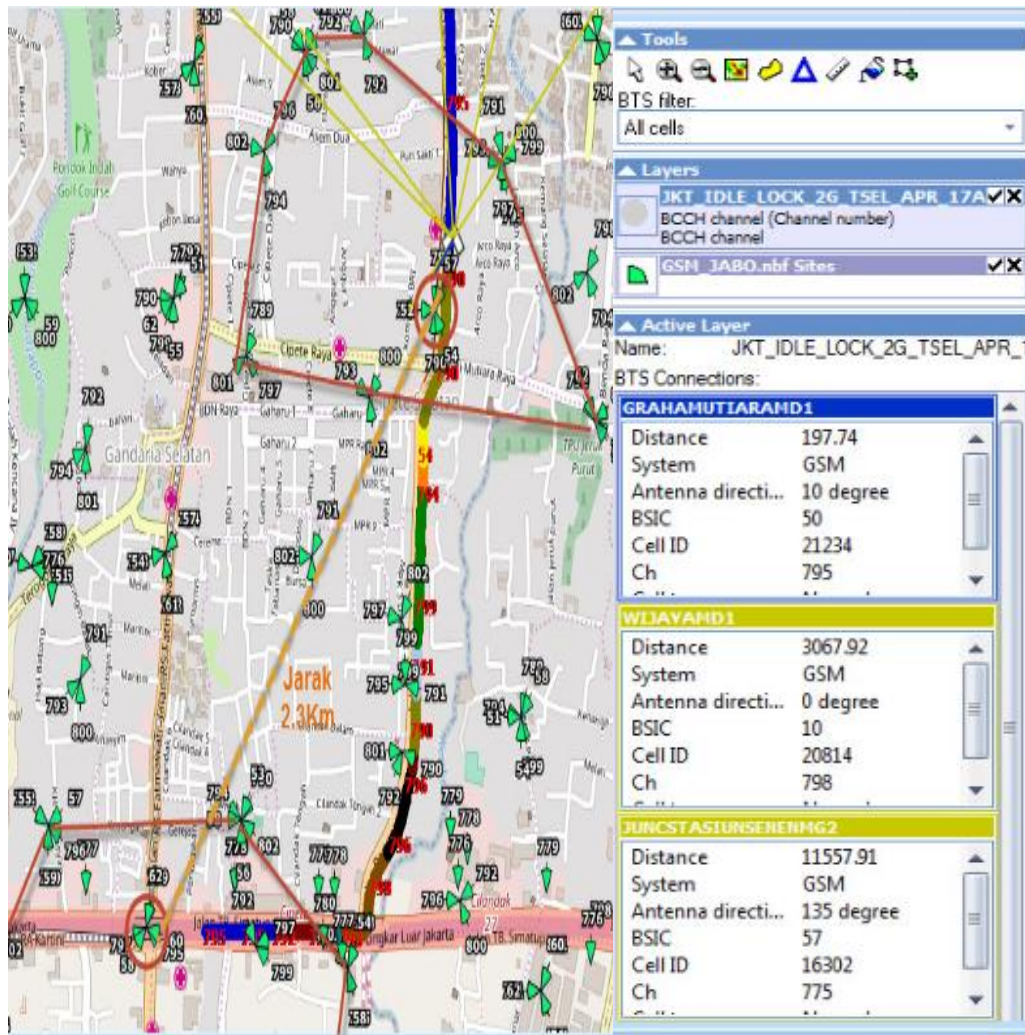
Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel yang terinterferensi atau sel *reuse* didapat nilai C/I sebesar 16,9 dBm yang ditunjukkan pada Gambar 12



Gambar 4.6 Hasil pengukuran pada sel terinterferensi

3. Sampel 3

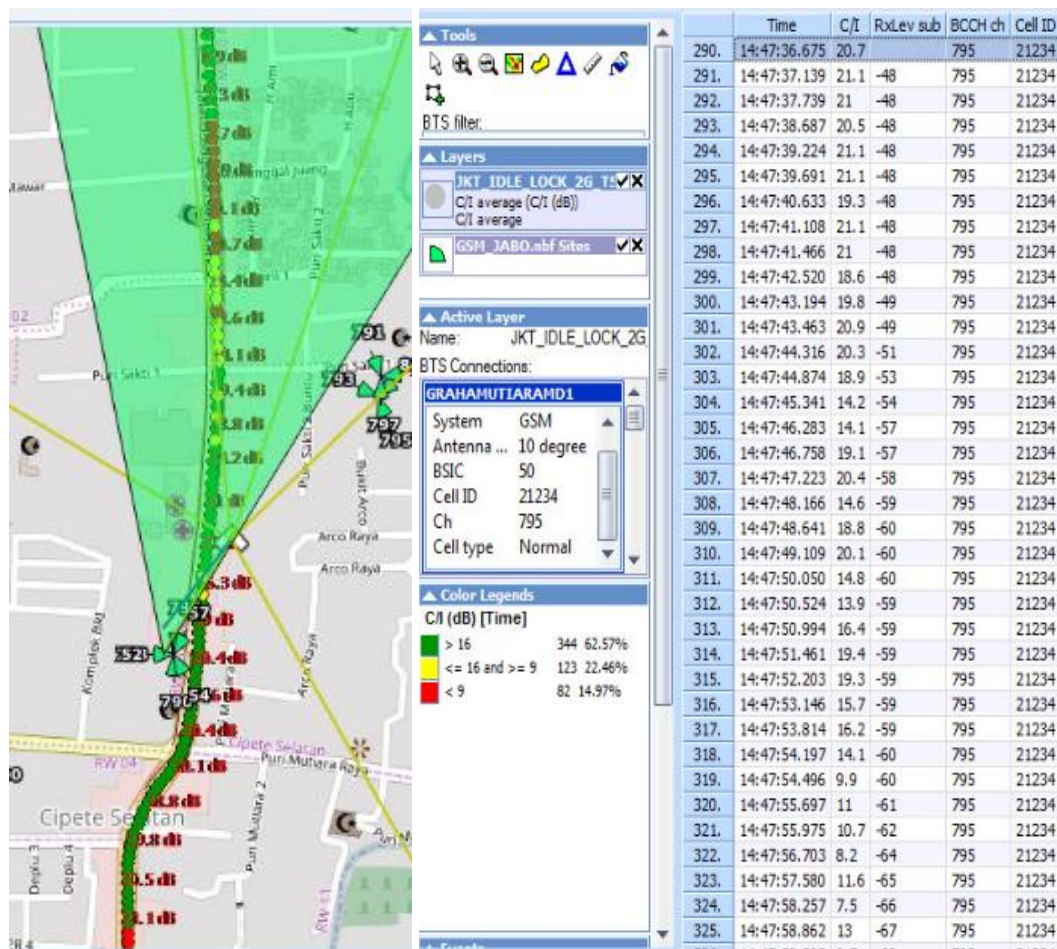
Berdasarkan hasil pengukuran di PT.Telkomsel Indonesia, Tbk. Maka, peneliti sajikan gambar mengenai konsep penggunaan *Frequency Reuse* ada yang menggunakan $N = 7$. Dengan jumlah pengulangan 2 kluster pada channel number 795 yang bertempat di Graha Mutiara Cipete Jakarta. Dapat dilihat seperti Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Sampel 3 penggunaan Frequency reuse

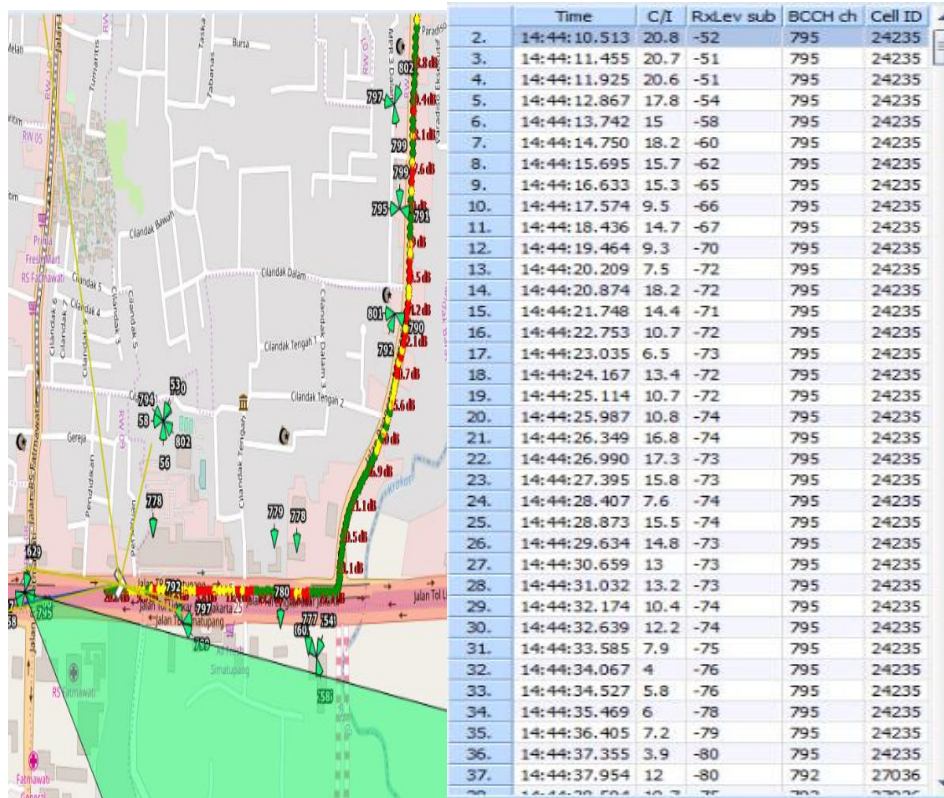
Daerah Graha Mutiara Cipete

Pada gambar dibawah ini menunjukan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel asli (Carrier) didapat nilai C/I sebesar 20,7 dBm yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Sampel 3 hasil pengukuran sel asli (carrier)

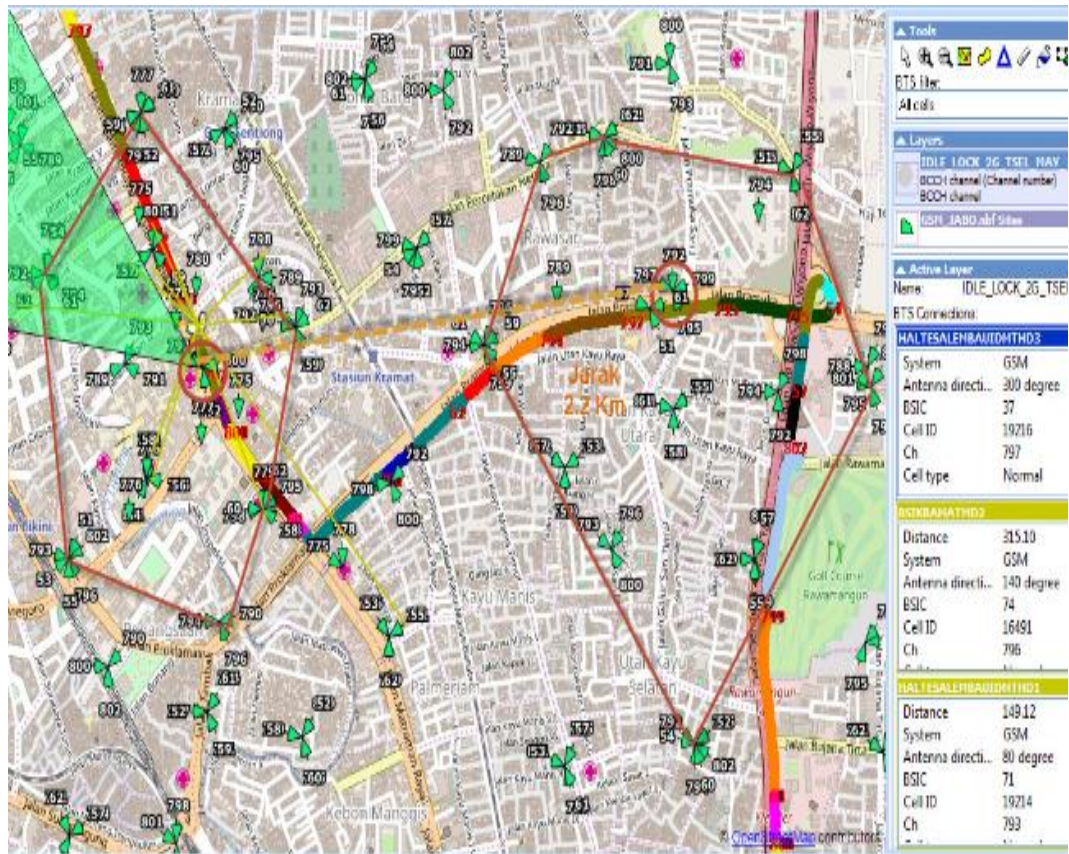
Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel yang terinterferensi atau sel *reuse* didapat nilai C/I sebesar 20,8 dBm yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Sampel 3 hasil pengukuran sel terinterferensi atau sel reuse

4. Sampel 4

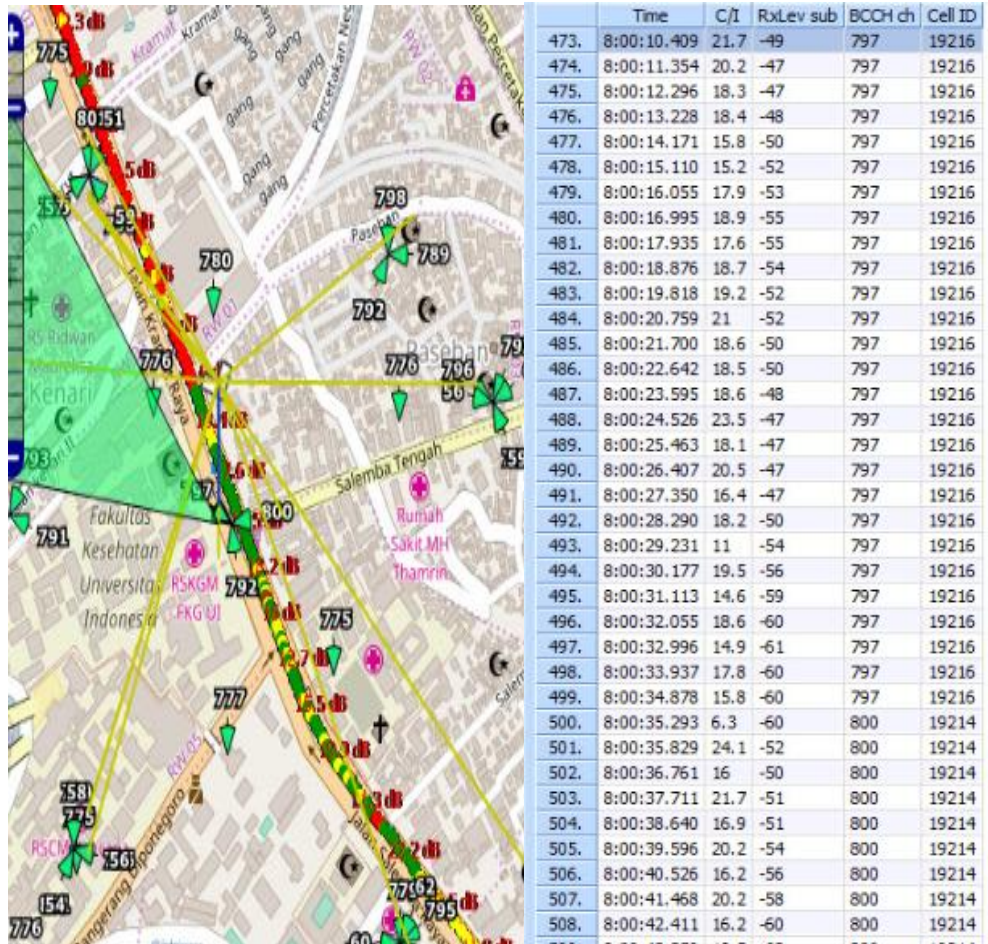
Berdasarkan hasil pengukuran di PT.Telkomsel Indonesia, Tbk. Maka, peneliti sajikan gambar mengenai konsep penggunaan *Frequency Reuse* ada yang menggunakan $N = 7$. Dengan jumlah pengulangan 2 kluster pada channel number 797 yang bertempat di Halte Salemba. Dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Sampel 4 penggunaan Frequency reuse

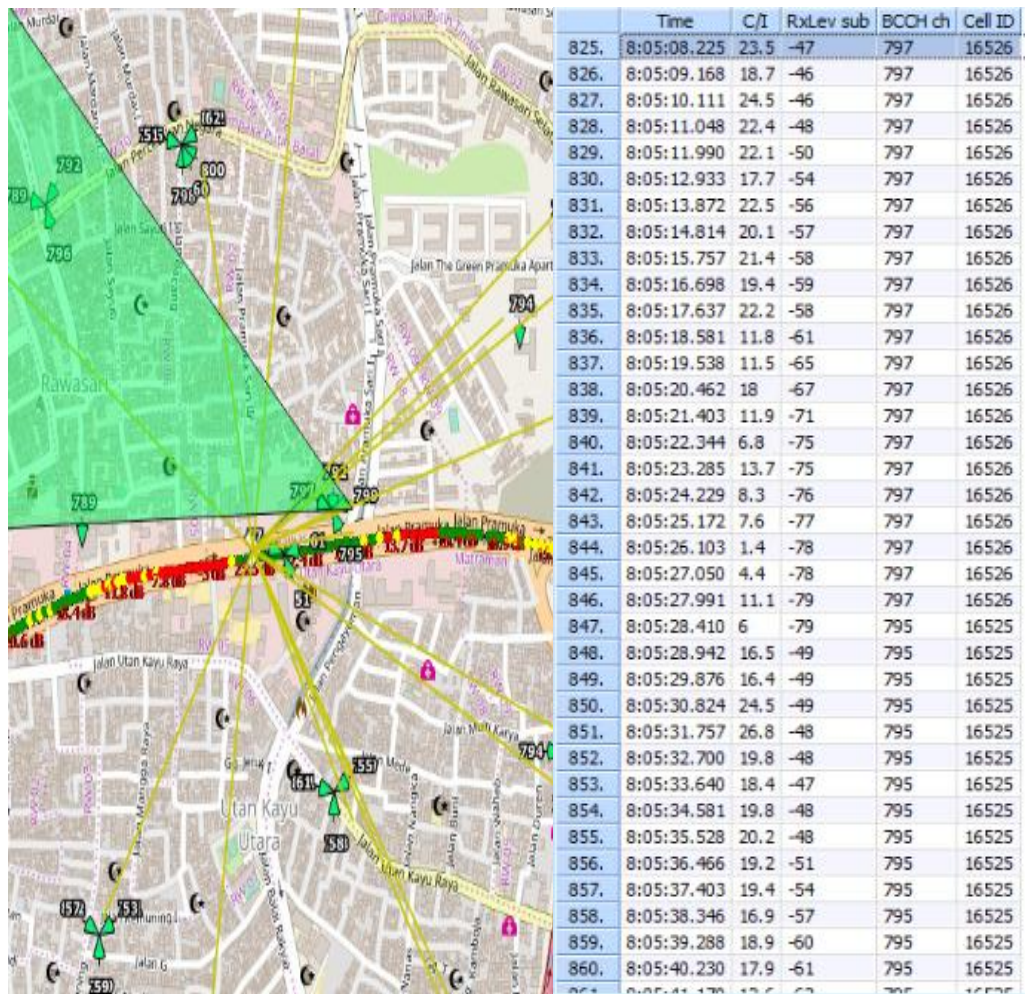
Daerah Halte Salemba

Pada gambar dibawah ini menunjukan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel asli (Carrier) didapat nilai C/I sebesar 21,7 dBm yang ditunjukkan oleh Gambar 4.11



Gambar 4.11 Hasil Pengukuran pada sel asli (carrier)

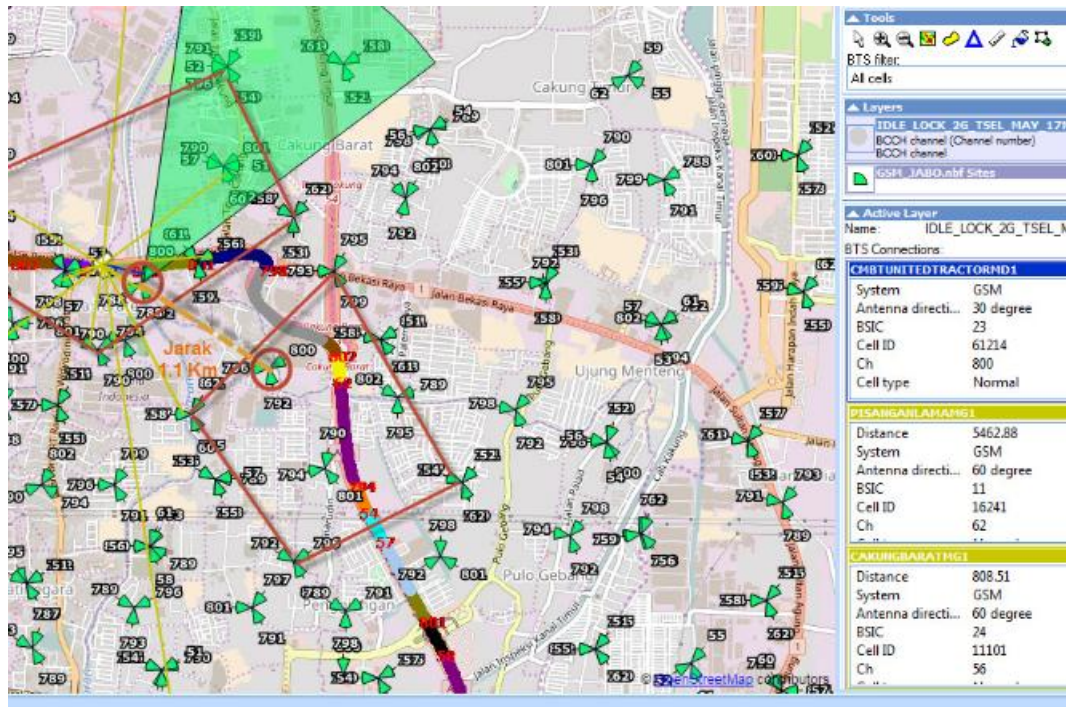
Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel yang terinterferensi atau sel *reuse* didapat nilai C/I sebesar 23,6 dBm yang ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil Pengukuran pada Sel yang Terinterferensi

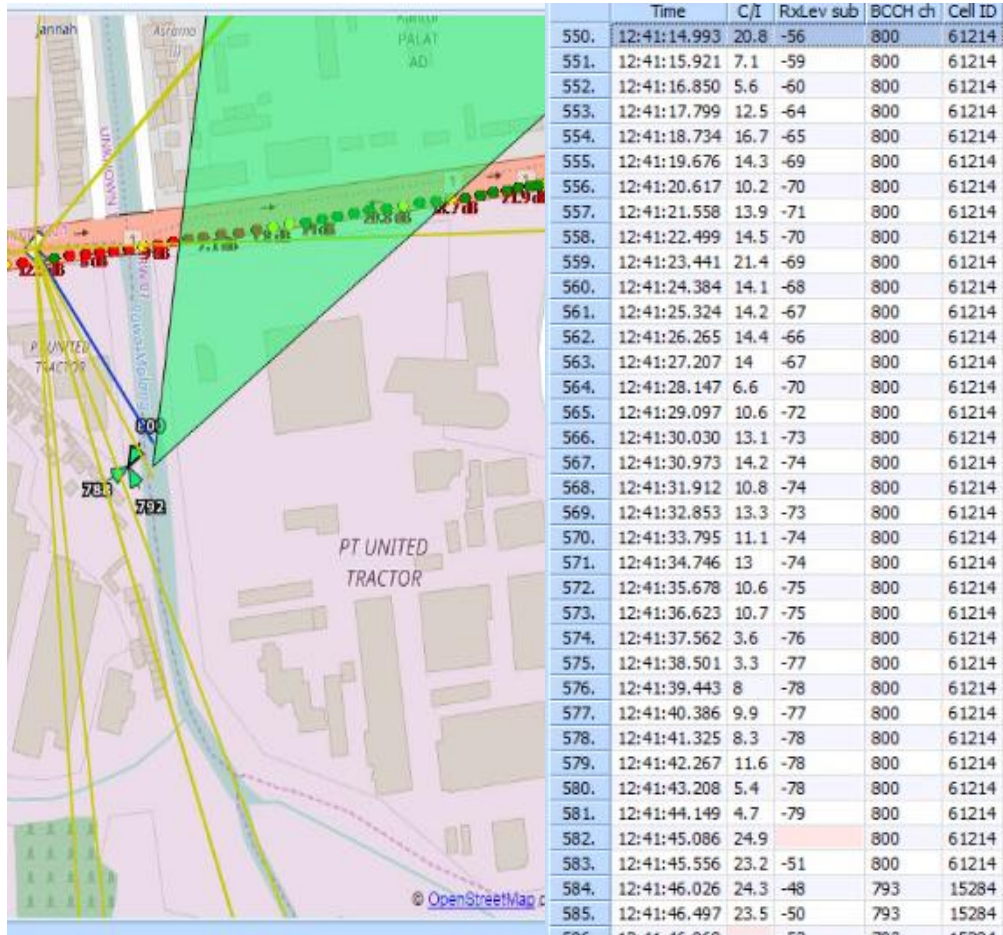
5. Sampel 5

Berdasarkan hasil pengukuran di PT.Telkomsel Indonesia, Tbk. Maka, peneliti sajikan gambar mengenai konsep penggunaan *Frequency Reuse* ada yang menggunakan $N = 7$. Dengan jumlah pengulangan 2 kluster pada channel number 800 yang bertempat di Cakung Barat. Dapat dilihat seperti Gambar 4.13.



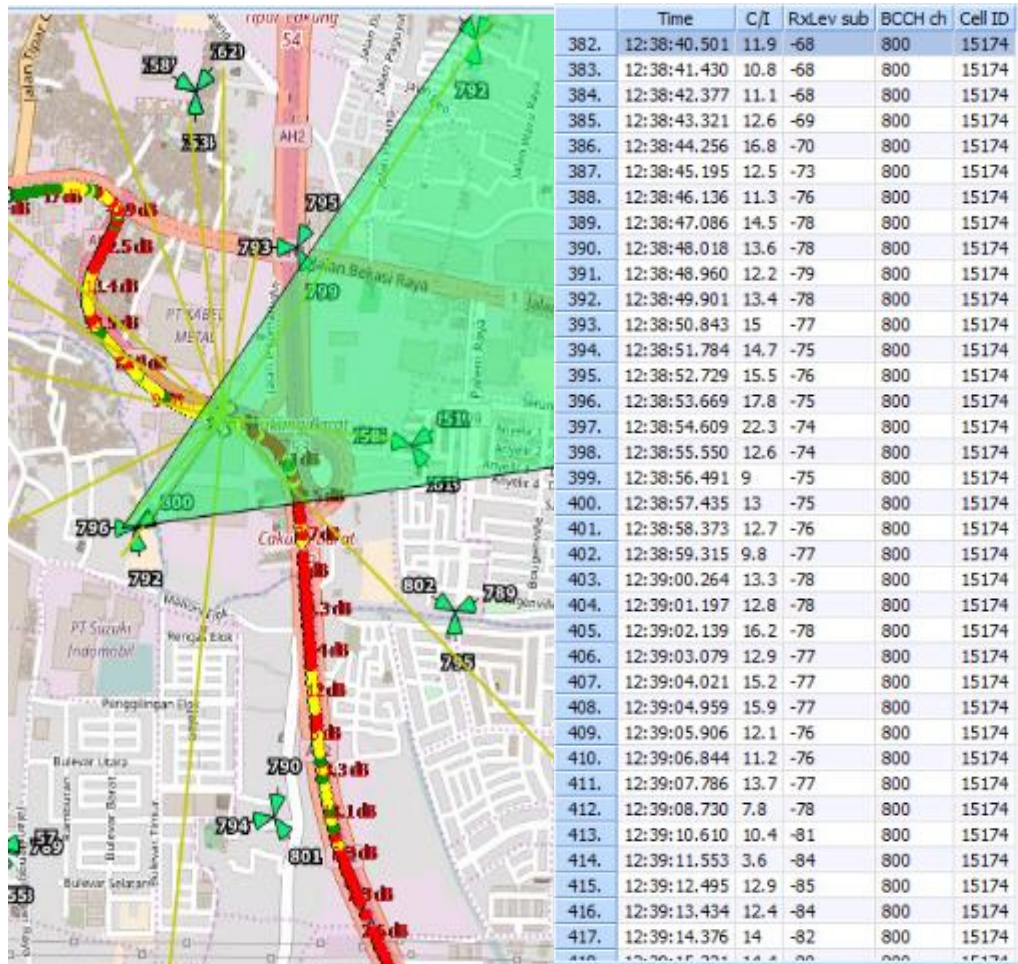
Gambar 4.13 Sampel 5 Penggunaan Frequency Reuse di Pisangan Lama Dan Cakung Barat Jakarta Timur

Pada gambar dibawah ini menunjukan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel asli (Carrier) didapat nilai C/I sebesar 20,8 dBm yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14.



Gambar 4.14 hasil pengukuran pada sel Carrier (asli)

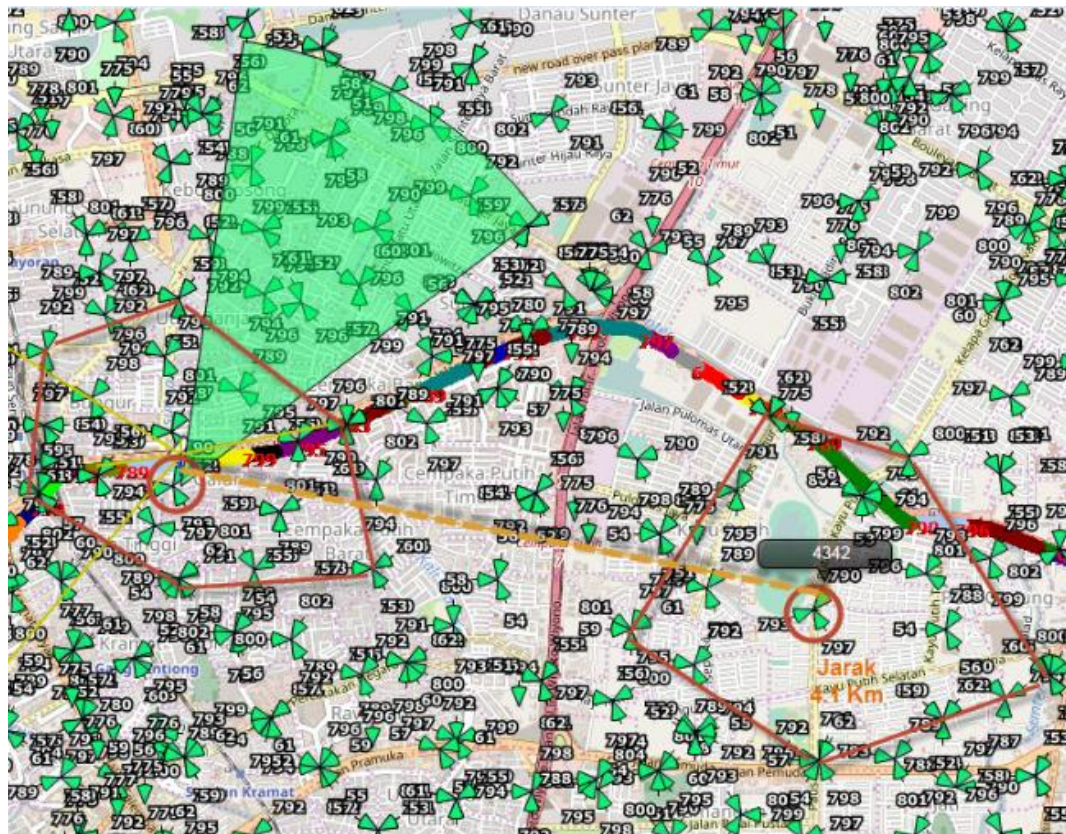
Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel yang terinterferensi atau sel *reuse* didapat nilai C/I sebesar 11,9 dBm yang ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 sel yang terinterferensi

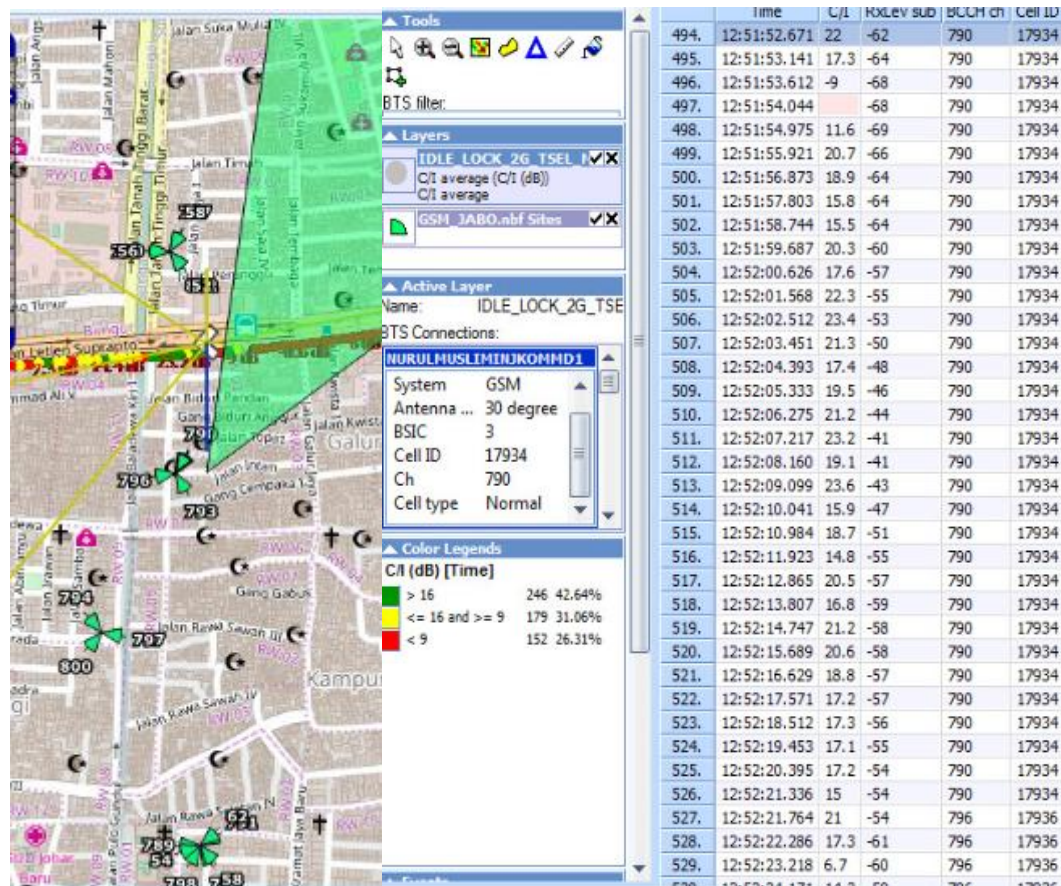
6. Sampel 6

Berdasarkan hasil pengukuran di PT.Telkomsel Indonesia, Tbk. Maka, peneliti sajikan gambar mengenai konsep penggunaan *Frequency Reuse* ada yang menggunakan $N = 7$. Dengan jumlah pengulangan 2 kluster pada channel number 790 yang bertempat di Halte Cempaka Mas. Dapat dilihat seperti Gambar 4.16.



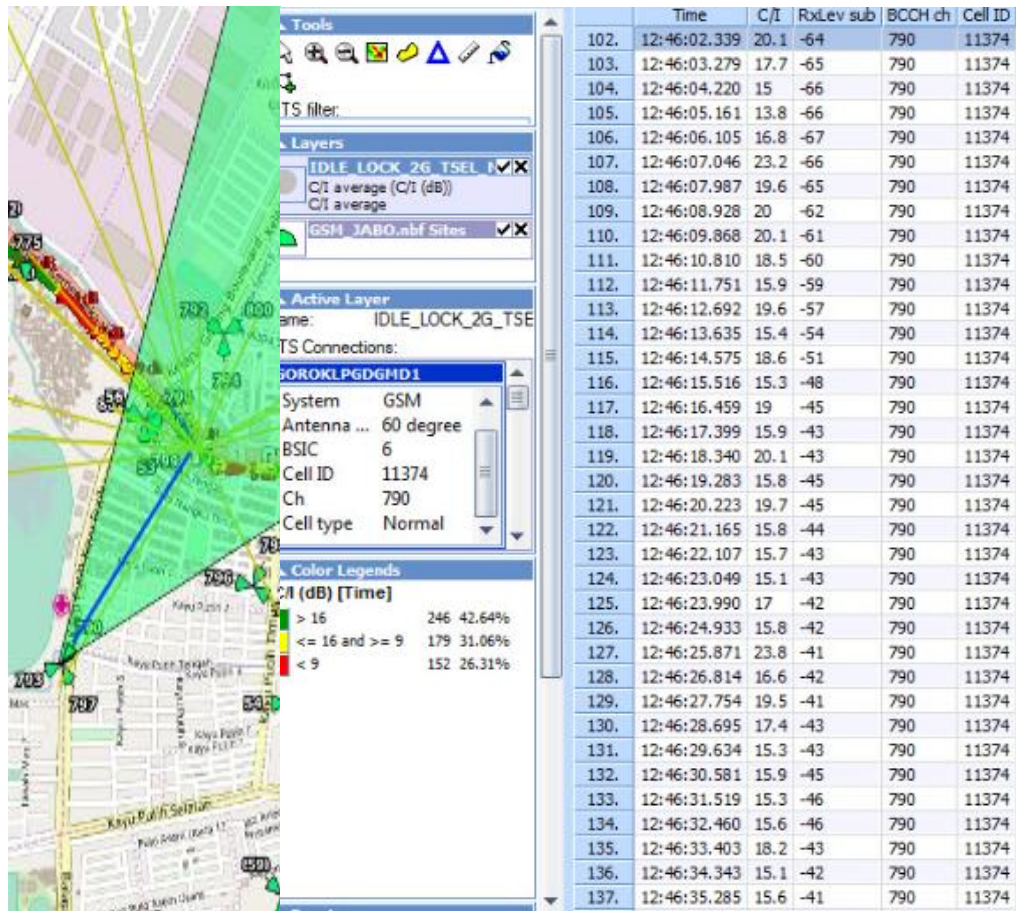
Gambar 4.16 Penggunaan Frequency Reuse di Halte Cempaka Mas

Pada gambar dibawah ini menunjukan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel asli (Carrier) didapat nilai C/I sebesar 22 dBm yang ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Hasil Pengukuran Sel Asli (Carrier)

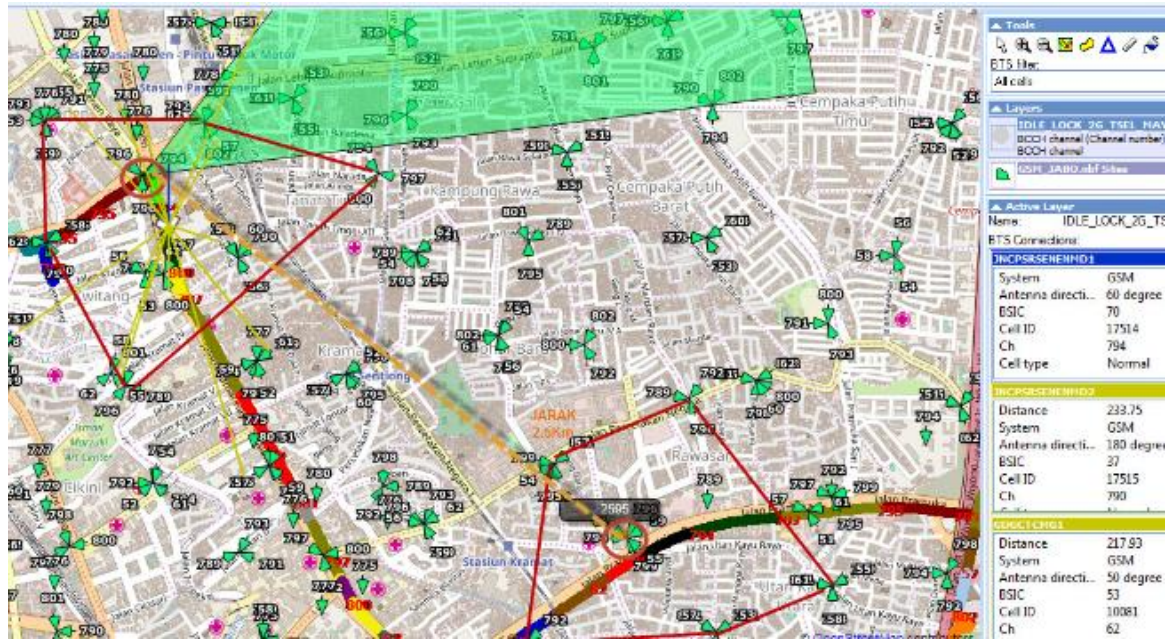
Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel yang terinterferensi atau sel *reuse* didapat nilai C/I sebesar 20,1 dBm yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Sel yang Terinterferensi

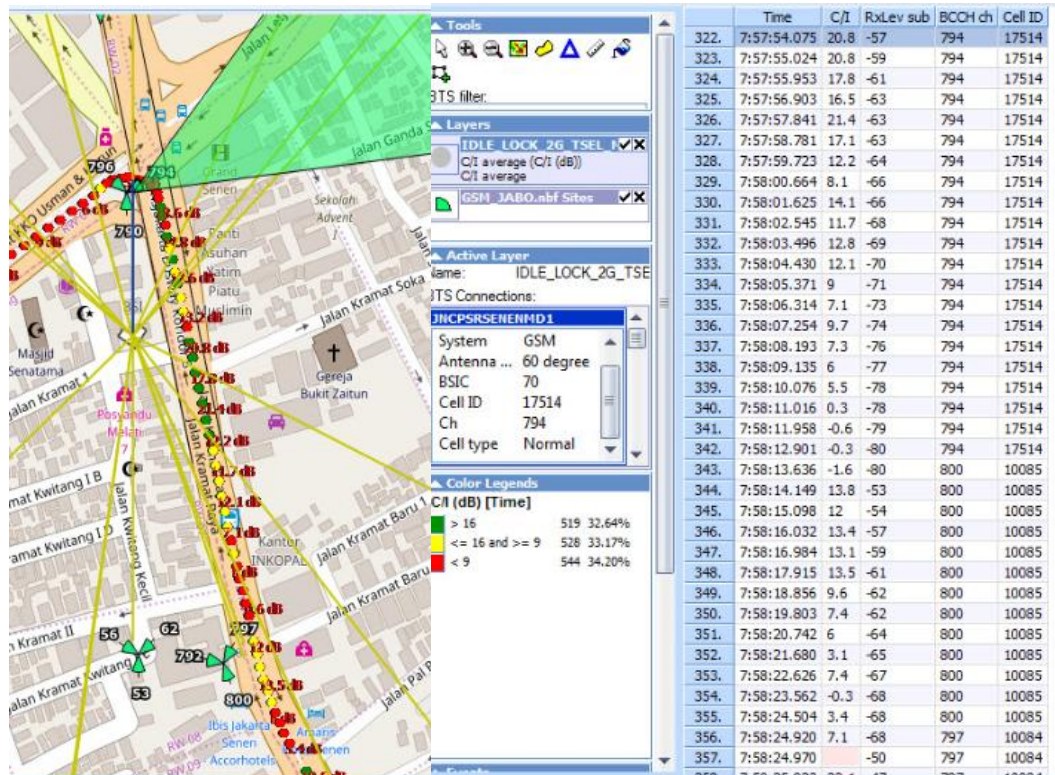
7. Sampel 7

Berdasarkan hasil pengukuran di PT.Telkomsel Indonesia, Tbk. Maka, peneliti sajikan gambar mengenai konsep penggunaan *Frequency Reuse* ada yang menggunakan $N = 7$. Dengan jumlah pengulangan 2 kluster pada channel number 794 yang bertempat di Pasar Senen. Dapat dilihat seperti Gambar 4.19.



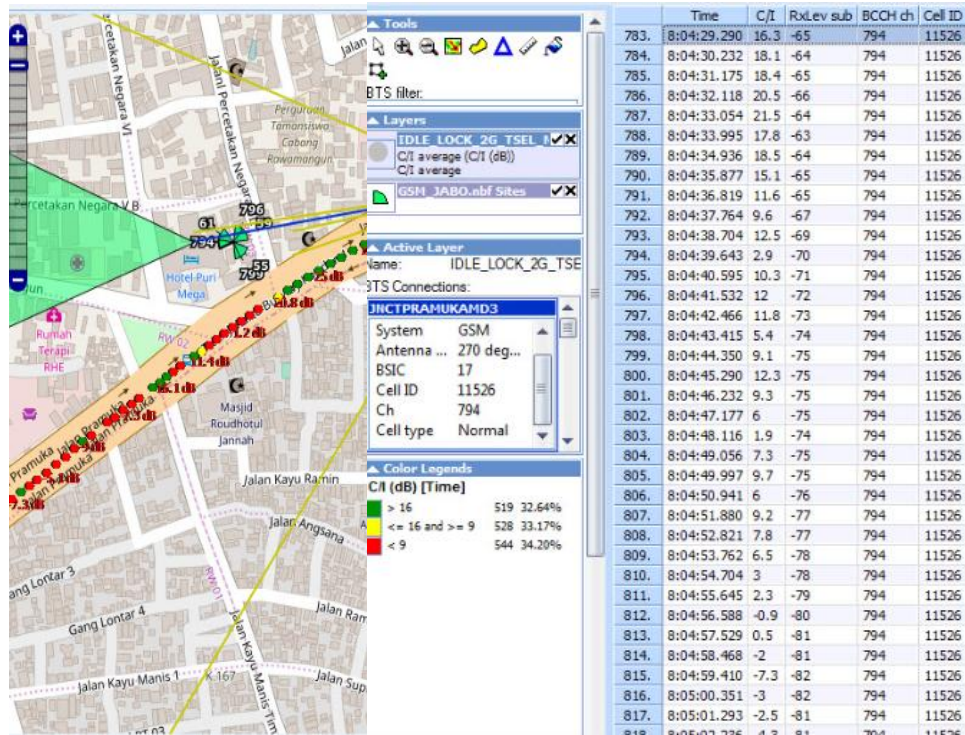
Gambar 4.19 Penggunaan Frequency Reuse di Pasar Senen Jakarta Timur

Pada gambar dibawah ini menunjukan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel asli (Carrier) didapat nilai C/I sebesar 20,8 dBm seperti yang ditunjukkan Gambar 4.20.



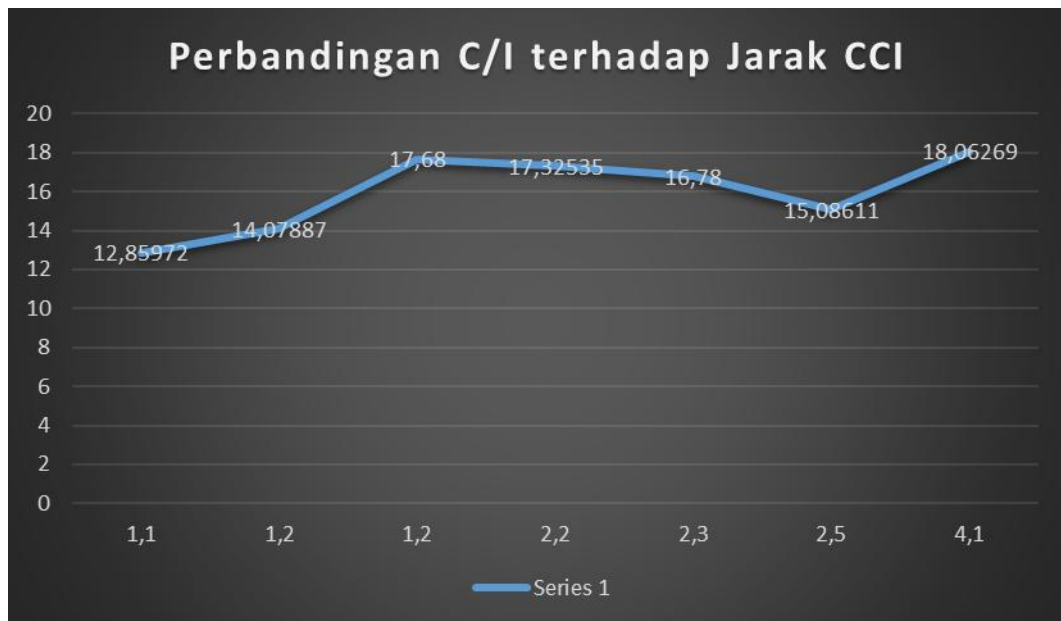
Gambar 4.20 Hasil Pengukuran Sel Asli (Carrier)

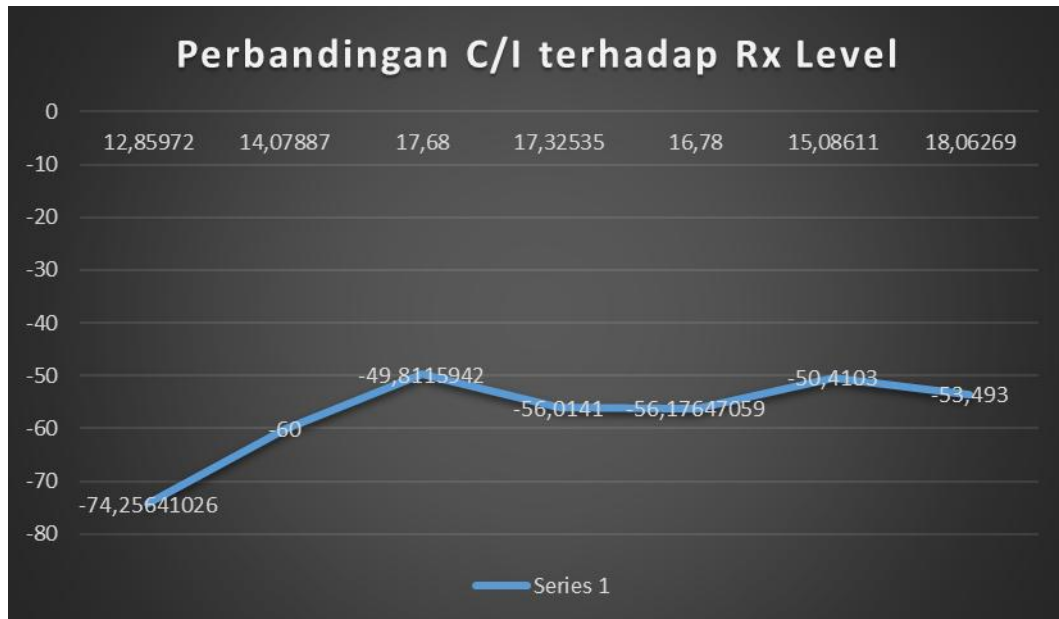
Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran untuk melihat C/I pada sel yang terinterferensi atau sel *reuse* didapat nilai C/I sebesar 16,3 dBm yang ditunjukkan oleh Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Sel yang Terinterferensi

4.2 Grafik Hasil Pengukuran





4.3 Data Hasil Perhitungan

Dari data yang didapat pada sampel 1 pada pengukuran maka peneliti masukkan ke persamaan berikut sebagai perhitungan ;

$$Rsel = Log^{-1} \left[\frac{Lm - 69,55 - 26 \log f + 13,8 \log h_{tx} + a(h_{rx})}{44,9 - 6,55 \log h_{rx}} \right] \quad (4.2)$$

$$Rsel = 10^{\left\{ \frac{90,38 - 69,55 - 26,16 \log 1800 + 13,8 \log 60 + 4,3}{44,9 - 6,55 \log 60} \right\}} \quad (4.3)$$

$$Rsel = 0,15 \text{ km} = 150 \text{ m}$$

Lalu hitung Rtilt :

$$Rtilt = H_{BTS} \times \tan \left[\left\{ \text{Arc tan}(Rsel / H_{BTS}) \right\} - A^\circ \right] \quad (4.4)$$

$$266,6 = 60 \times \tan \left[\left\{ \text{Arc tan}(150 / 60) \right\} - A^\circ \right]$$

$$A^\circ = 1,06 \rightarrow 1^\circ$$

Kemudian cari jarak aman

$$D = \sqrt{3N} Rtilt \quad (4.5)$$

$$D = \sqrt{3.7266,6}$$

$$D = 1,2 \text{ kilometer}$$

$$C/I = 0 - (-48) = 48 \text{ dBm}$$

Namun, 48 dBm ini gabungan antara *Co-Channel Interference* dengan *Adjacent Interference*, maka dimasukkan nilai dari C/I hasil pengukuran sebagai berikut :

$$C/I = 0 - (-48) = 48 \text{ dBm}$$

$$C/I \text{ cci} = 48 \text{ dBm} - 20,5 \text{ dBm} = \mathbf{27,5 \text{ dBm}}$$

1. Dari data yang didapat pada sampel 2 pada pengukuran maka peneliti masukkan ke persamaan berikut sebagai perhitungan ;

$$C/I = 0 - (-48) = 48 \text{ dBm}$$

$$C/I \text{ cci} = 48 \text{ dBm} - 20,7 \text{ dBm} = \mathbf{27,3 \text{ dBm}}$$

2. Dari data yang didapat pada sampel 3 pada pengukuran maka peneliti masukkan ke persamaan berikut sebagai perhitungan ;

$$C/I = 0 - (-48) = 48 \text{ dBm}$$

$$C/I \text{ cci} = 48 \text{ dBm} - 20,7 \text{ dBm} = \mathbf{27,3 \text{ dBm}}$$

3. Dari data yang didapat pada sampel 4 pada pengukuran maka peneliti masukkan ke persamaan berikut sebagai perhitungan ;

$$C/I = 0 - (-49) = 49 \text{ dBm}$$

$$C/I \text{ cci} = 49 \text{ dBm} - 21,7 \text{ dBm} = \mathbf{27,3 \text{ dBm}}$$

4. Dari data yang didapat pada sampel 5 pada pengukuran maka peneliti masukkan ke persamaan berikut sebagai perhitungan ;

$$C/I = 0 - (-56) = 56 \text{ dBm}$$

$$C/I \text{ cci} = 56 \text{ dBm} - 20,8 \text{ dBm} = \mathbf{35,2 \text{ dBm}}$$

5. Dari data yang didapat pada sampel 6 pada pengukuran maka peneliti masukkan ke persamaan berikut sebagai perhitungan ;

$$C/I = 0 - (-62) = 62 \text{ dBm}$$

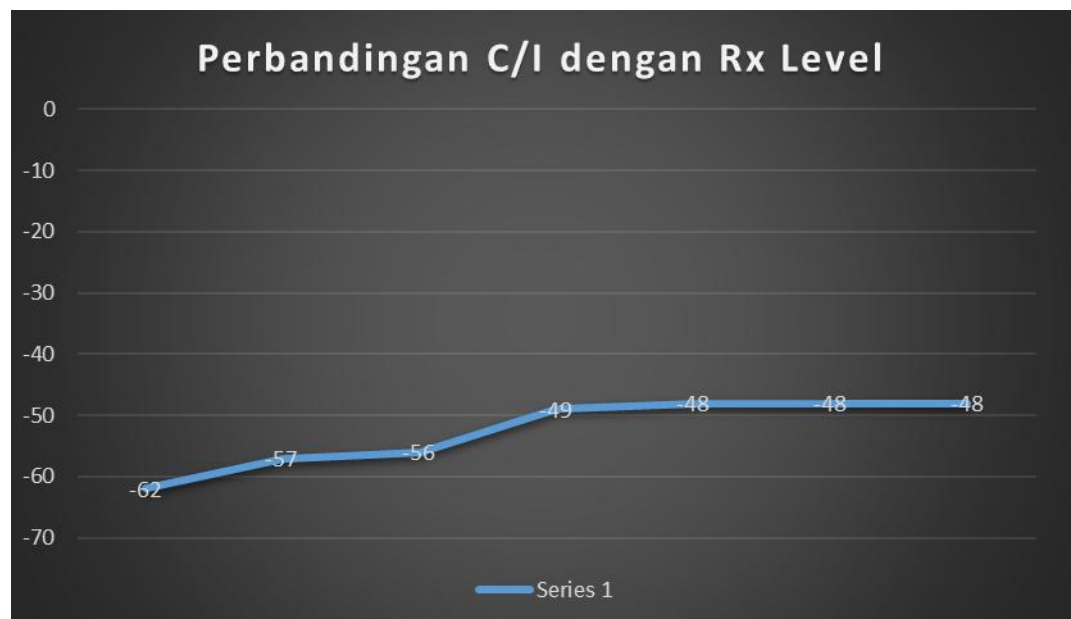
$$C/I \text{ cci} = 62 \text{ dBm} - 22 \text{ dBm} = \mathbf{40 \text{ dBm}}$$

6. Dari data yang didapat pada sampel 7 pada pengukuran maka peneliti masukkan ke persamaan berikut sebagai perhitungan ;

$$C/I = 0 - (-57) = 57 \text{ dBm}$$

$$C/I \text{ cci} = 57 \text{ dBm} - 20,8 \text{ dBm} = \mathbf{36,2 \text{ dBm}}$$

4.4 Grafik Hasil Perhitungan



4.5 Hasil Korelasi

Hasil korelasi untuk sampel 1 yang bertempat di SCBD Jakarta Selatan dihitung dengan rumus korelasi dan ditunjukkan oleh Tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Variabel Sampel 1

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	-50	19,6	-980	2500	384,16
2	-48	20,8	-998,4	2304	432,64
3	-48	6,4	-307,2	2304	40,96
4	-49	1,8	-88,2	2401	3,24
5	-49	2,1	-102,9	2401	4,41
6	-50	2,3	-115	2500	5,29
7	-50	-0,2	10	2500	0,04
8	-51	21,1	-1076,1	2601	445,21
9	-52	21,1	-1097,2	2704	445,21
10	-51	21,1	-1076,1	2601	445,21
11	-51	21,1	-1076,1	2601	445,21
12	-51	21,1	-1076,1	2601	445,21
13	-50	21,1	-1055	2500	445,21
14	-51	19,6	-999,6	2601	384,16
15	-50	21,1	-1055	2500	445,21
16	-49	21,1	-1033,9	2401	445,21
17	-48	21	-1008	2304	441
18	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
19	-48	20,5	-984	2304	420,25
20	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
21	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
22	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
23	-48	20,8	-998,4	2304	432,64
24	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
25	-48	20,9	-1003,2	2304	436,81
26	-48	21	-1008	2304	441
27	-48	19,9	-955,2	2304	396,01
28	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
29	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
30	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21

31	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
32	-48	20,8	-998,4	2304	432,64
33	-48	21	-1008	2304	441
34	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
35	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
36	-48	17,5	-840	2304	306,25
37	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
38	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
39	-48	21	-1008	2304	441
40	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
41	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
42	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
43	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
44	-48	19,8	-950,4	2304	392,04
45	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
46	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
47	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
48	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
49	-48	18,1	-868,8	2304	327,61
50	-48	20,7	-993,6	2304	428,49
51	-48	20,7	-993,6	2304	428,49
52	-48	20,9	-1003,2	2304	436,81
53	-48	19,2	-921,6	2304	368,64
54	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
55	-48	16,3	-782,4	2304	265,69
56	-48	20,3	-974,4	2304	412,09
57	-48	18,5	-888	2304	342,25
58	-48	16	-768	2304	256
59	-48	18,4	-883,2	2304	338,56
60	-49	17,3	-847,7	2401	299,29
61	-49	14,9	-730,1	2401	222,01
62	-52	10,2	-530,4	2704	104,04
63	-53	13,2	-699,6	2809	174,24
64	-58	7,8	-452,4	3364	60,84
65	-60	6,7	-402	3600	44,89
66	-62	12,5	-775	3844	156,25
67	-64	9,1	-582,4	4096	82,81

68	-63	10,2	-642,6	3969	104,04
69	-63	6,1	-384,3	3969	37,21
70		3,5	0	0	12,25
71		20,6	0	0	424,36
72		15,5	0	0	240,25
73		20,7	0	0	428,49
74		19,1	0	0	364,81
75		19,9	0	0	396,01
76	-3437	1326	-60293,3	172249	25948,26

Untuk perhitungannya dihitung dengan rumus korelasi seperti persamaan berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{76(-60293,3) - (-3437)(1326)}{\sqrt{\{76.(172249) - (-3437^2)\} \{76(25948,26) - (1326^2)\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{4582290,8 - 4557462}{\sqrt{\{4312033\} \{213791,76\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{24828,8}{960144,3247}$$

$$r_{xy} = 0,02$$

Hasil korelasi untuk sampel 2 yang bertempat di Masjid Al-Hidayah Kemang Village dihitung dengan rumus korelasi dan ditunjukkan oleh Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3. Data Variabel Sampel 2

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1		20,7	0	0	428,49
2	-48	20,1	-964,8	2304	404,01
3	-48	21	-1008	2304	441
4	-48	13	-624	2304	169
5	-48	2,3	-110,4	2304	5,29
6	-48	2,5	-120	2304	6,25
7	-48	1,8	-86,4	2304	3,24
8	-48	3,8	-182,4	2304	14,44

9	-48	11,1	-532,8	2304	123,21
10	-48	18,9	-907,2	2304	357,21
11	-48	20,5	-984	2304	420,25
12	-49	21,1	-1033,9	2401	445,21
13	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
14	-49	21,1	-1033,9	2401	445,21
15	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
16	-49	20,8	-1019,2	2401	432,64
17	-50	21,1	-1055	2500	445,21
18	-49	21,1	-1033,9	2401	445,21
19	-50	21,1	-1055	2500	445,21
20	-50	21,1	-1055	2500	445,21
21	-49	19,2	-940,8	2401	368,64
22	-54	20,2	-1090,8	2916	408,04
23	-56	21	-1176	3136	441
24	-59	19,2	-1132,8	3481	368,64
25	-62	20,5	-1271	3844	420,25
26	-62	18,1	-1122,2	3844	327,61
27	-64	16,8	-1075,2	4096	282,24
28	-67	9,7	-649,9	4489	94,09
29	-68	9,9	-673,2	4624	98,01
30	-72	7,5	-540	5184	56,25
31	-73	11	-803	5329	121
32	-76	12,2	-927,2	5776	148,84
33	-76	15,5	-1178	5776	240,25
34	-76	19,9	-1512,4	5776	396,01
35	-76	14,7	-1117,2	5776	216,09
36	-75	16,9	-1267,5	5625	285,61
37		16,7	0	0	278,89
38	-52	11,2	-582,4	2704	125,44
39	-52	17,8	-925,6	2704	316,84
40	-54	17,3	-934,2	2916	299,29
41	-50	7,9	-395	2500	62,41
42	-50	18,3	-915	2500	334,89
43	-59	5,6	-330,4	3481	31,36
44	-62	9,4	-582,8	3844	88,36
45	-63	18,3	-1152,9	3969	334,89
46	-64	5,6	-358,4	4096	31,36
47	-64	9,4	-601,6	4096	88,36

48	-71	8,4	-596,4	5041	70,56
49	-70	8,6	-602	4900	73,96
50	-72	5,7	-410,4	5184	32,49
51	-72	8,5	-612	5184	72,25
52	-71	13,7	-972,7	5041	187,69
53	-72	5,3	-381,6	5184	28,09
54	-72	1,2	-86,4	5184	1,44
55	-74	1,2	-88,8	5476	1,44
56	-74	13,7	-1013,8	5476	187,69
57	-74	18,8	-1391,2	5476	353,44
58	-74	20	-1480	5476	400
59	-74	19,6	-1450,4	5476	384,16
60	-50	20,8	-1040	2500	432,64
61	-48	6,4	-307,2	2304	40,96
62	-49	1,8	-88,2	2401	3,24
63	-49	2,1	-102,9	2401	4,41
64	-50	2,3	-115	2500	5,29
65	-50	-0,2	10	2500	0,04
66	-51	21,1	-1076,1	2601	445,21
67	-52	21,1	-1097,2	2704	445,21
68	-51	21,1	-1076,1	2601	445,21
69	-51	21,1	-1076,1	2601	445,21
70	-51	21,1	-1076,1	2601	445,21
71	-50	21,1	-1055	2500	445,21
72	-4029	999,6	-55272,6	242947	17582,42

Untuk perhitungannya dihitung dengan rumus korelasi seperti persamaan berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{72(-55272,6) - (-4029)(999,6)}{\sqrt{\{72(242947) - (-4029)^2\} \{72.(17582,42) - (999,66^2)\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{-3979627,2 - (-4027388,4)}{\sqrt{\{17492184\} \{999320,1156\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{47761,2}{2183671,97}$$

$$r_{xy} = 0,02$$

Hasil korelasi untuk sampel 3 yang bertempat di Graha Mutiara Cipete Jakarta dihitung dengan rumus korelasi dan ditunjukkan oleh Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4. Data Variabel Sampel 3

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1		20,7	0	0	428,49
2	-48	21	-1008	2304	441
3	-48	20,5	-984	2304	420,25
4	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
5	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
6	-48	19,3	-926,4	2304	372,49
7	-48	21,1	-1012,8	2304	445,21
8	-48	21	-1008	2304	441
9	-48	18,6	-892,8	2304	345,96
10	-49	19,8	-970,2	2401	392,04
11	-49	20,9	-1024,1	2401	436,81
12	-51	20,3	-1035,3	2601	412,09
13	-53	18,9	-1001,7	2809	357,21
14	-54	14,2	-766,8	2916	201,64
15	-57	14,1	-803,7	3249	198,81
16	-57	19,1	-1088,7	3249	364,81
17	-58	20,4	-1183,2	3364	416,16
18	-59	14,6	-861,4	3481	213,16
19	-60	18,8	-1128	3600	353,44
20	-60	20,1	-1206	3600	404,01
21	-60	14,8	-888	3600	219,04
22	-59	13,9	-820,1	3481	193,21
23	-59	16,4	-967,6	3481	268,96
24	-59	19,4	-1144,6	3481	376,36
25	-59	19,3	-1138,7	3481	372,49
26	-59	15,7	-926,3	3481	246,49
27	-59	16,2	-955,8	3481	262,44
28	-60	14,1	-846	3600	198,81
29	-60	9,9	-594	3600	98,01
30	-61	11	-671	3721	121
31	-62	10,7	-663,4	3844	114,49
32	-64	8,2	-524,8	4096	67,24
33	-65	11,6	-754	4225	134,56

34	-66	7,5	-495	4356	56,25
35	-67	13	-871	4489	169
36	-52	20,8	-1081,6	2704	432,64
37	-51	20,7	-1055,7	2601	428,49
38	-51	20,6	-1050,6	2601	424,36
39	-54	17,8	-961,2	2916	316,84
40	-58	15	-870	3364	225
41	-60	18,2	-1092	3600	331,24
42	-62	15,7	-973,4	3844	246,49
43	-65	15,2	-988	4225	231,04
44	-66	9,5	-627	4356	90,25
45	-67	14,7	-984,9	4489	216,09
46	-70	9,3	-651	4900	86,49
47	-72	7,5	-540	5184	56,25
48	-72	18,2	-1310,4	5184	331,24
49	-71	14,4	-1022,4	5041	207,36
50	-72	10,7	-770,4	5184	114,49
51	-73	6,5	-474,5	5329	42,25
52	-72	13,4	-964,8	5184	179,56
53	-72	10,7	-770,4	5184	114,49
54	-74	10,8	-799,2	5476	116,64
55	-74	16,8	-1243,2	5476	282,24
56	-73	17,3	-1262,9	5329	299,29
57	-73	15,8	-1153,4	5329	249,64
58	-74	7,6	-562,4	5476	57,76
59	-74	15,5	-1147	5476	240,25
60	-73	14,8	-1080,4	5329	219,04
61	-73	13	-949	5329	169
62	-73	13,2	-963,6	5329	174,24
63	-74	10,4	-769,6	5476	108,16
64	-74	12,2	-902,8	5476	148,84
65	-75	7,9	-592,5	5625	62,41
66	-76	4	-304	5776	16
67	-76	5,8	-440,8	5776	33,64
68	-78	6	-468	6084	36
69	-79	7,2	-568,8	6241	51,84
70	-80	3,9	-312	6400	15,21
71	-80	12	-960	6400	144
72	-4423	1040,4	-61854,9	286213	16932,12

Untuk perhitungannya dihitung dengan rumus korelasi seperti persamaan berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{72(-61854,9) - (-4423)(1040,4)}{\sqrt{\{72(286213) - (-4423)^2\} \{72(16932,12) - (1040,4)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{14813,4}{377822,7}$$

$$r_{xy} = 0,392$$

Hasil korelasi untuk sampel 4 yang bertempat di Halte Salemba dihitung dengan rumus korelasi dan ditunjukkan oleh

Tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5. Data Variabel Sampel 4

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	-49	21,7	-1063,3	2401	470,89
2	-47	20,2	-949,4	2209	408,04
3	-47	18,3	-860,1	2209	334,89
4	-48	18,4	-883,2	2304	338,56
5	-50	15,8	-790	2500	249,64
6	-52	15,2	-790,4	2704	231,04
7	-53	17,9	-948,7	2809	320,41
8	-55	18,9	-1039,5	3025	357,21
9	-55	17,6	-968	3025	309,76
10	-54	18,7	-1009,8	2916	349,69
11	-52	19,2	-998,4	2704	368,64
12	-52	21	-1092	2704	441
13	-50	18,6	-930	2500	345,96
14	-50	18,5	-925	2500	342,25
15	-48	18,6	-892,8	2304	345,96
16	-47	23,5	-1104,5	2209	552,25
17	-47	18,1	-850,7	2209	327,61
18	-47	20,5	-963,5	2209	420,25
19	-47	16,4	-770,8	2209	268,96
20	-50	18,2	-910	2500	331,24
21	-54	11	-594	2916	121
22	-56	19,5	-1092	3136	380,25
23	-59	14,6	-861,4	3481	213,16
24	-60	18,6	-1116	3600	345,96

25	-61	14,9	-908,9	3721	222,01
26	-60	17,8	-1068	3600	316,84
27	-60	15,8	-948	3600	249,64
28	-60	6,3	-378	3600	39,69
29	-52	24,1	-1253,2	2704	580,81
30	-50	16	-800	2500	256
31	-51	21,7	-1106,7	2601	470,89
32	-51	16,9	-861,9	2601	285,61
33	-54	20,2	-1090,8	2916	408,04
34	-56	16,2	-907,2	3136	262,44
35	-58	20,2	-1171,6	3364	408,04
36	-60	16,2	-972	3600	262,44
37	-47	23,5	-1104,5	2209	552,25
38	-46	18,7	-860,2	2116	349,69
39	-46	24,5	-1127	2116	600,25
40	-48	22,4	-1075,2	2304	501,76
41	-50	22,1	-1105	2500	488,41
42	-54	17,7	-955,8	2916	313,29
43	-56	22,5	-1260	3136	506,25
44	-57	20,1	-1145,7	3249	404,01
45	-58	21,4	-1241,2	3364	457,96
46	-59	19,4	-1144,6	3481	376,36
47	-58	22,2	-1287,6	3364	492,84
48	-61	11,8	-719,8	3721	139,24
49	-65	11,5	-747,5	4225	132,25
50	-67	18	-1206	4489	324
51	-71	11,9	-844,9	5041	141,61
52	-75	6,8	-510	5625	46,24
53	-75	13,7	-1027,5	5625	187,69
54	-76	8,3	-630,8	5776	68,89
55	-77	7,6	-585,2	5929	57,76
56	-78	1,4	-109,2	6084	1,96
57	-78	4,4	-343,2	6084	19,36
58	-79	11,1	-876,9	6241	123,21
59	-79	6	-474	6241	36
60	-49	16,5	-808,5	2401	272,25
61	-49	16,4	-803,6	2401	268,96

62	-49	24,5	-1200,5	2401	600,25
63	-48	26,8	-1286,4	2304	718,24
64	-48	19,8	-950,4	2304	392,04
65	-47	18,4	-864,8	2209	338,56
66	-48	19,8	-950,4	2304	392,04
67	-48	20,2	-969,6	2304	408,04
68	-51	19,2	-979,2	2601	368,64
69	-57	19,4	-1105,8	3249	376,36
70	-60	18,9	-1134	3600	357,21
71	-61	17,9	-1091,9	3721	320,41
72	-3977	1230,1	-66396,7	228861	23071,35

Untuk perhitungannya dihitung dengan rumus korelasi seperti persamaan berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{72(-66396,7) - (-3977)(1230,1)}{\sqrt{\{72(-228861) - (-3977)^2\} \{72(23071,35) - (1230,1)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{111545,3}{312874,8}$$

$$r_{xy} = 0,3565$$

Hasil korelasi untuk sampel 5 yang bertempat di Cakung Barat dihitung dengan rumus korelasi dan ditunjukkan oleh Tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6. Data Variabel Sampel 5

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	-56	20,8	-1164,8	3136	432,64
2	-59	7,1	-418,9	3481	50,41
3	-60	5,6	-336	3600	31,36
4	-64	12,5	-800	4096	156,25
5	-65	16,7	-1085,5	4225	278,89
6	-69	14,3	-986,7	4761	204,49
7	-70	10,2	-714	4900	104,04
8	-71	13,9	-986,9	5041	193,21
9	-70	14,5	-1015	4900	210,25

10	-69	21,4	-1476,6	4761	457,96
11	-68	14,1	-958,8	4624	198,81
12	-67	14,2	-951,4	4489	201,64
13	-66	14,4	-950,4	4356	207,36
14	-67	14	-938	4489	196
15	-70	6,6	-462	4900	43,56
16	-72	10,6	-763,2	5184	112,36
17	-73	13,1	-956,3	5329	171,61
18	-74	14,2	-1050,8	5476	201,64
19	-74	10,8	-799,2	5476	116,64
20	-73	13,3	-970,9	5329	176,89
21	-74	11,1	-821,4	5476	123,21
22	-74	13	-962	5476	169
23	-75	10,6	-795	5625	112,36
24	-76	10,7	-813,2	5776	114,49
25	-76	3,6	-273,6	5776	12,96
26	-77	3,3	-254,1	5929	10,89
27	-78	8	-624	6084	64
28	-77	9,9	-762,3	5929	98,01
29	-78	8,3	-647,4	6084	68,89
30	-78	11,6	-904,8	6084	134,56
31	-78	5,4	-421,2	6084	29,16
32	-79	4,7	-371,3	6241	22,09
33		24,9	0	0	620,01
34	-51	23,2	-1183,2	2601	538,24
35	-48	24,3	-1166,4	2304	590,49
36	-50	23,5	-1175	2500	552,25
37	-68	11,9	-809,2	4624	141,61
38	-68	10,8	-734,4	4624	116,64
39	-68	11,1	-754,8	4624	123,21
40	-69	12,6	-869,4	4761	158,76
41	-70	16,8	-1176	4900	282,24
42	-73	12,5	-912,5	5329	156,25
43	-76	11,3	-858,8	5776	127,69
44	-78	14,5	-1131	6084	210,25
45	-78	13,6	-1060,8	6084	184,96
46	-79	12,2	-963,8	6241	148,84

47	-78	13,4	-1045,2	6084	179,56
48	-77	15	-1155	5929	225
49	-75	14,7	-1102,5	5625	216,09
50	-76	15,5	-1178	5776	240,25
51	-75	17,8	-1335	5625	316,84
52	-74	22,3	-1650,2	5476	497,29
53	-74	12,6	-932,4	5476	158,76
54	-75	9	-675	5625	81
55	-75	13	-975	5625	169
56	-76	12,7	-965,2	5776	161,29
57	-77	9,8	-754,6	5929	96,04
58	-78	13,3	-1037,4	6084	176,89
59	-78	12,8	-998,4	6084	163,84
60	-78	16,2	-1263,6	6084	262,44
61	-77	12,9	-993,3	5929	166,41
62	-77	15,2	-1170,4	5929	231,04
63	-77	15,9	-1224,3	5929	252,81
64	-76	12,1	-919,6	5776	146,41
65	-76	11,2	-851,2	5776	125,44
66	-77	13,7	-1054,9	5929	187,69
67	-78	7,8	-608,4	6084	60,84
68	-81	10,4	-842,4	6561	108,16
69	-84	3,6	-302,4	7056	12,96
70	-85	12,9	-1096,5	7225	166,41
71	-84	12,4	-1041,6	7056	153,76
72	-82	14	-1148	6724	196
73	-5173	925,9	-64551,5	380741	13409,29

Untuk perhitungannya dihitung dengan rumus korelasi seperti persamaan berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{73(-64551,5) - (-5173)(925,9)}{\sqrt{\{73(380741) - (-5173)^2\} \{73(13409,29) - (925,9)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{77421,2}{345707,8}$$

$$r_{xy} = 0,22$$

Hasil korelasi untuk sampel 6 yang bertempat di Cakung Barat dihitung dengan rumus korelasi dan ditunjukkan oleh Tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7. Data Variabel Sampel 6

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	-62	22	-1364	3844	484
2	-64	17,3	-1107,2	4096	299,29
3	-68	-9	612	4624	81
4	-68		0	4624	0
5	-69	11,6	-800,4	4761	134,56
6	-66	20,7	-1366,2	4356	428,49
7	-64	18,9	-1209,6	4096	357,21
8	-64	15,8	-1011,2	4096	249,64
9	-64	15,5	-992	4096	240,25
10	-60	20,3	-1218	3600	412,09
11	-57	17,6	-1003,2	3249	309,76
12	-55	22,3	-1226,5	3025	497,29
13	-53	23,4	-1240,2	2809	547,56
14	-50	21,3	-1065	2500	453,69
15	-48	27,4	-1315,2	2304	750,76
16	-46	19,5	-897	2116	380,25
17	-44	21,2	-932,8	1936	449,44
18	-41	23,2	-951,2	1681	538,24
19	-41	19,1	-783,1	1681	364,81
20	-43	23,6	-1014,8	1849	556,96
21	-47	15,9	-747,3	2209	252,81
22	-51	18,7	-953,7	2601	349,69
23	-55	14,8	-814	3025	219,04
24	-57	20,5	-1168,5	3249	420,25
25	-59	16,8	-991,2	3481	282,24
26	-58	21,2	-1229,6	3364	449,44
27	-58	20,6	-1194,8	3364	424,36
28	-57	18,8	-1071,6	3249	353,44
29	-57	17,2	-980,4	3249	295,84

30	-56	17,3	-968,8	3136	299,29
31	-55	17,1	-940,5	3025	292,41
32	-54	17,2	-928,8	2916	295,84
33	-54	15	-810	2916	225
34	-54	21	-1134	2916	441
35	-61	17,3	-1055,3	3721	299,29
36	-60	6,7	-402	3600	44,89
37	-64	20,1	-1286,4	4096	404,01
38	-65	17,7	-1150,5	4225	313,29
39	-66	15	-990	4356	225
40	-66	13,8	-910,8	4356	190,44
41	-67	16,8	-1125,6	4489	282,24
42	-66	23,2	-1531,2	4356	538,24
43	-65	19,6	-1274	4225	384,16
44	-62	20	-1240	3844	400
45	-61	20,1	-1226,1	3721	404,01
46	-60	18,5	-1110	3600	342,25
47	-59	15,9	-938,1	3481	252,81
48	-57	19,6	-1117,2	3249	384,16
49	-54	15,4	-831,6	2916	237,16
50	-51	18,6	-948,6	2601	345,96
51	-48	15,3	-734,4	2304	234,09
52	-45	19	-855	2025	361
53	-43	15,9	-683,7	1849	252,81
54	-43	20,1	-864,3	1849	404,01
55	-45	15,8	-711	2025	249,64
56	-45	19,7	-886,5	2025	388,09
57	-44	15,8	-695,2	1936	249,64
58	-43	15,7	-675,1	1849	246,49
59	-42	17	-714	1764	289
60	-44	15,8	-695,2	1936	249,64
61	-41	23,8	-975,8	1681	566,44
62	-42	16,6	-697,2	1764	275,56
63	-41	19,5	-799,5	1681	380,25
64	-43	17,4	-748,2	1849	302,76
65	-43	15,3	-657,9	1849	234,09
66	-45	15,9	-715,5	2025	252,81

67	-46	15,3	-703,8	2116	234,09
68	-46	15,6	-717,6	2116	243,36
69	-43	18,2	-782,6	1849	331,24
70	-42	15,1	-634,2	1764	228,01
71	-41	15,6	-639,6	1681	243,36
	-3798	1240,5	-65542,5	208816	23400,23

Untuk perhitungannya dihitung dengan rumus korelasi seperti persamaan berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{71x - 65542,5 - (-3798)(1240,5)}{\sqrt{\{71(208816) - (-3798)^2\} \{71(23400,23) - (1240,5)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{57901,3}{221741,26}$$

$$r_{xy} = 0,26$$

Hasil korelasi untuk sampel 7 yang bertempat di Cakung Barat dihitung dengan rumus korelasi dan ditunjukkan oleh Tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4.8. Data Variabel Sampel 7

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	-56	20,8	-1164,8	3136	432,64
2	-59	7,1	-418,9	3481	50,41
3	-60	5,6	-336	3600	31,36
4	-64	12,5	-800	4096	156,25
5	-65	16,7	-1085,5	4225	278,89
6	-69	14,3	-986,7	4761	204,49
7	-70	10,2	-714	4900	104,04
8	-71	13,9	-986,9	5041	193,21
9	-70	14,5	-1015	4900	210,25
10	-79	21,4	-1690,6	6241	457,96
11	-68	14,1	-958,8	4624	198,81
12	-67	14,2	-951,4	4489	201,64
13	-66	14,4	-950,4	4356	207,36
14	-67	14	-938	4489	196

15	-70	6,6	-462	4900	43,56
16	-72	10,6	-763,2	5184	112,36
17	-73	13,1	-956,3	5329	171,61
18	-74	14,2	-1050,8	5476	201,64
19	-74	10,8	-799,2	5476	116,64
20	-73	13,3	-970,9	5329	176,89
21	-74	11,1	-821,4	5476	123,21
22	-74	13	-962	5476	169
23	-75	10,6	-795	5625	112,36
24	-75	10,7	-802,5	5625	114,49
25	-76	3,6	-273,6	5776	12,96
26	-77	3,3	-254,1	5929	10,89
27	-78	8	-624	6084	64
28	-77	9,9	-762,3	5929	98,01
29	-78	8,3	-647,4	6084	68,89
30	-78	11,6	-904,8	6084	134,56
31	-78	5,4	-421,2	6084	29,16
32	-79	4,7	-371,3	6241	22,09
33		24,9	0	0	620,01
34	-51	23,2	-1183,2	2601	538,24
35	-48	24,3	-1166,4	2304	590,49
36	-50	23,5	-1175	2500	552,25
37	-64	20,1	-1286,4	4096	404,01
38	-65	17,7	-1150,5	4225	313,29
39	-66	15	-990	4356	225
40	-66	13,8	-910,8	4356	190,44
41	-67	16,8	-1125,6	4489	282,24
42	-66	23,2	-1531,2	4356	538,24
43	-65	19,6	-1274	4225	384,16
44	-62	20	-1240	3844	400
45	-61	20,1	-1226,1	3721	404,01
46	-60	18,5	-1110	3600	342,25
47	-59	15,9	-938,1	3481	252,81
48	-57	19,6	-1117,2	3249	384,16
49	-54	15,4	-831,6	2916	237,16
50	-51	18,6	-948,6	2601	345,96
51	-48	15,3	-734,4	2304	234,09

52	-45	19	-855	2025	361
53	-43	15,9	-683,7	1849	252,81
54	-43	20,1	-864,3	1849	404,01
55	-45	15,8	-711	2025	249,64
56	-45	19,7	-886,5	2025	388,09
57	-44	15,8	-695,2	1936	249,64
58	-43	15,7	-675,1	1849	246,49
59	-43	15,1	-649,3	1849	228,01
60	-42	17	-714	1764	289
61	-42	15,8	-663,6	1764	249,64
62	-41	23,8	-975,8	1681	566,44
63	-42	16,6	-697,2	1764	275,56
64	-41	19,5	-799,5	1681	380,25
65	-43	17,4	-748,2	1849	302,76
66	-43	15,3	-657,9	1849	234,09
67	-45	15,9	-715,5	2025	252,81
68	-45	15,3	-688,5	2025	234,09
69	-45	15,6	-702	2025	243,36
70	-43	18,2	-782,6	1849	331,24
71	-42	15,1	-634,2	1764	228,01
72	-41	15,6	-639,6	1681	243,36
	-4252	1086,2	-61016,8	266798	18154,74

Untuk perhitungannya dihitung dengan rumus korelasi seperti persamaan

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{72(-61016,8) - (-4252)(1086,2)}{\sqrt{\{72(266798) - (-4252)^2\} \{72(18154,74) - (1086,2)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{57901,3}{221741,26}$$

$$r_{xy} = 0,594$$

Dari data perhitungan dengan rumus dan dengan software excell didapat nilai yang ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil perhitungan

sampel	r hitung	r hitung excell
1	0,22	0,52
2	0.02	0,176
3	0,39	0,77
4	0,35	0,76
5	0,22	0,47
6	0.26	0,2
7	0.59	0,56

Dari data hasil pengukuran, nilai C/I dan Rx Level dirata-rata lalu dibuat korelasi dengan menggunakan Ms.Excel dengan aturan jika nilai korelasinya $0,6 \leq r \leq 1$ maka Rx Level berpengaruh terhadap C/I.

Untuk membuat korelasi tersebut dengan cara memasukkan fungsi =Correl(selRx Level;sel C/I) dengan menggunakan microsoft excel untuk Rx level terhadap C/I.

Nilai korelasi yang dihasilkan dapat dianalisis bahwa perubahan nilai Rx Level akan menyebabkan nilai C/I pun berubah. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai Rx level sedikit sehingga nilai C/I pun mengalami kenaikan yang tidak signifikan dengan jumlah interferensi yang banyak terjadi selain *Co-Channel Interference*. Terdapat dimana kondisi ketika Rx Level naik sementara C/I turun ini dikarenakan ratio antara sinyal carrier lebih kecil dari interferensi yang terjadi.

BAB V

KESIMPULAN

Pada bab kesimpulan ini berisi hasil dari penelitian yang dilakukan serta saran yang diberikan peneliti kepada pembaca

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis jaringan GSM 1800 MHz pada Sektor yang Menggunakan *Frequency Reuse* Terhadap Kualitas Pelayanan menunjukkan bahwa Rx Level mempengaruhi nilai C/I sebagai salah satu indikator kualitas jaringan GSM 1800 MHz

5.2 Saran

1. Dari hasil penelitian berikut pihak perusahaan telekomunikasi dapat memperhatikan nilai Rx Level untuk memperoleh nilai C/I minimum
2. Dari rumus $RxLevel = EIRP - FSL + RxAntenaGain - MaterialLoss$, maka perusahaan telekomunikasi dapat menaikkan Antena Gain dan memilih material yang memiliki Loss rendah agar Rx Levelnya naik sehingga nilai C/I pun naik

DAFTAR PUSTAKA

- A.Viterbi. (1997). *Principles Of Spread Spectrum Communications*. Weley: Addison.
- H.Jochen, S. (2001). *Mobile Communications*. Wesley, England: Addison.
- hikmaturokhman, a. (2006). *Teknik Seluler*. Purwokerto.
- Lee, W. (1995). *Mobile Cellular Telecommunications*. Singapore: Mc-Gra-Hill International.
- Nuansa, G. (2011). *Rancang Bangun Antena Mikrostrip dengan Metamaterial CSRR pada Frekuensi 2.6 - 2.7 GHz [skripsi]*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Nurhayati, A. (t.thn.). *Optimalisasi C/I Antar BTS Pasda Jaringan GSM Guna Peningkatan Kualitas Layanan*.
- Priyono. (2000). *Analisa Pengaruh Interferensi Sistem Seluler AMPS, CDMA, dan GSM*. 13,14.
- Savo, G. G. (2004). *Advanced Wireless Communicatio*. Willey, England.
- Surjati, I. (2007, Agustus). *Analisis Sistem Integrasi Jaringan WIFI Dengan Jaringan GSM Indoor Pada Lantai Basement Balai Sidang Jakarta Convention Center*. 7.
- Suskompong, D. P. (t.thn.). *Co - Channel Interference*. Dipetik Juni 06, 2017, dari prapun.com/ecs455
- UNJ, T. P. (2015). *Buku Panduan Penyusun Skripsi Dan Non Skripsi*. Jakarta.
- Wayne, T. (2001). *Advanced Electronic Communications System*. Phonix Arizona.
- Wibisono, G. (2008). *Konsep Teknologi Seluler*. Bandung: Informatika.

DATA SAMPEL 1

C/I	Rx Level Sub	BCCH Channel	Cell ID
19,6	-50	799	27086
20,8	-48	799	27086
6,4	-48	799	27086
1,8	-49	799	27086
2,1	-49	799	27086
2,3	-50	799	27086
-0,2	-50	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-52	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-50	799	27086
19,6	-51	799	27086
21,1	-50	799	27086
21,1	-49	799	27086
21	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
20,5	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086

21,1	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
20,8	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
20,9	-48	799	27086
21	-48	799	27086
19,9	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
20,8	-48	799	27086
21	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
17,5	-48	799	27086
21,1	-48	799	27086
21,1	-48	799	20845
21	-48	799	20845
21,1	-48	799	20845
21,1	-48	799	20845
21,1	-48	799	20845

21,1	-48	799	20845
19,8	-48	799	20845
21,1	-48	799	20845
21,1	-48	799	20845
21,1	-48	799	20845
21,1	-48	799	20845
18,1	-48	799	20845
20,7	-48	799	20845
20,7	-48	799	20845
20,9	-48	799	20845
19,2	-48	799	20845
21,1	-48	799	20845
16,3	-48	799	20845
20,3	-48	799	20845
18,5	-48	799	20845
16	-48	799	20845
18,4	-48	799	20845
17,3	-49	799	20845
14,9	-49	799	20845
10,2	-52	799	20845
13,2	-53	799	20845
7,8	-58	799	20845

6,7	-60	799	20845
12,5	-62	799	20845
9,1	-64	799	20845
10,2	-63	799	20845
6,1	-63	799	20845
3,5		799	20845
20,6		799	20845
15,5		799	20845
20,7		799	20845
19,1		799	20845
19,9		799	20845
17,68	-49,8115942		

LAMPIRAN 1. DATA RATA- RATA SAMPEL 2

C/I	Rx Level Sub	BCCH Channel	Cell ID
20,7		800	20816
20,1	-48	800	20816
21	-48	800	20816
13	-48	800	20816
2,3	-48	800	20816
2,5	-48	800	20816
1,8	-48	800	20816
3,8	-48	800	20816
11,1	-48	800	20816
18,9	-48	800	20816
20,5	-48	800	20816
21,1	-49	800	20816
21,1	-48	800	20816
21,1	-49	800	20816
21,1	-48	800	20816
20,8	-49	800	20816
21,1	-50	800	20816
21,1	-49	800	20816
21,1	-50	800	20816

21,1	-50	800	20816
19,2	-49	800	20816
20,2	-54	800	20816
21	-56	800	20816
19,2	-59	800	20816
20,5	-62	800	20816
18,1	-62	800	20816
16,8	-64	800	20816
9,7	-67	800	20816
9,9	-68	800	20816
7,5	-72	800	20816
11	-73	800	20816
12,2	-76	800	20816
15,5	-76	800	20816
19,9	-76	800	20816
14,7	-76	800	20816
16,9	-75	800	20816
16,7		800	25715
11,2	-52	800	25715
17,8	-52	800	25715
17,3	-54	800	25715
7,9	-50	800	25715

18,3	-50	800	25715
5,6	-59	800	25715
9,4	-62	800	25715
18,3	-63	800	25715
5,6	-64	800	25715
9,4	-64	800	25715
8,4	-71	800	25715
8,6	-70	800	25715
5,7	-72	800	25715
8,5	-72	800	25715
13,7	-71	800	25715
5,3	-72	800	25715
1,2	-72	800	25715
1,2	-74	800	25715
13,7	-74	800	25715
18,8	-74	800	25715
20	-74	799	27086
19,6	-74	799	27086
20,8	-50	799	27086
6,4	-48	799	27086
1,8	-49	799	27086
2,1	-49	799	27086

2,3	-50	799	27086
-0,2	-50	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-52	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-51	799	27086
21,1	-50	799	27086
14,07887324	-60,05882353		

LAMPIRAN 2. DATA RATA – RATA SAMPEL 3

C/I	Rx Level sub	BCCH Channel	Cell ID
	20,7		795 21234
	21	-48	795 21234
	20,5	-48	795 21234
	21,1	-48	795 21234
	21,1	-48	795 21234
	19,3	-48	795 21234
	21,1	-48	795 21234
	21	-48	795 21234
	18,6	-48	795 21234
	19,8	-49	795 21234
	20,9	-49	795 21234
	20,3	-51	795 21234
	18,9	-53	795 21234
	14,2	-54	795 21234
	14,1	-57	795 21234
	19,1	-57	795 21234
	20,4	-58	795 21234
	14,6	-59	795 21234
	18,8	-60	795 21234

20,1	-60	795	21234
14,8	-60	795	21234
13,9	-59	795	21234
16,4	-59	795	21234
19,4	-59	795	21234
19,3	-59	795	21234
15,7	-59	795	21234
16,2	-59	795	21234
14,1	-60	795	21234
9,9	-60	795	21234
11	-61	795	21234
10,7	-62	795	21234
8,2	-64	795	21234
11,6	-65	795	21234
7,5	-66	795	21234
13	-67	795	21234
20,8	-52	795	24235
20,7	-51	795	24235
20,6	-51	795	24235
17,8	-54	795	24235
15	-58	795	24235
18,2	-60	795	24235

15,7	-62	795	24235
15,2	-65	795	24235
9,5	-66	795	24235
14,7	-67	795	24235
9,3	-70	795	24235
7,5	-72	795	24235
18,2	-72	795	24235
14,4	-71	795	24235
10,7	-72	795	24235
6,5	-73	795	24235
13,4	-72	795	24235
10,7	-72	795	24235
10,8	-74	795	24235
16,8	-74	795	24235
17,3	-73	795	24235
15,8	-73	795	24235
7,6	-74	795	24235
15,5	-74	795	24235
14,8	-73	795	24235
13	-73	795	24235
13,2	-73	795	24235
10,4	-74	795	24235

12,2	-74	795	24235
7,9	-75	795	24235
4	-76	795	24235
5,8	-76	795	24235
6	-78	795	24235
7,2	-79	795	24235
3,9	-80	795	24235
12	-80	795	24235
14,65352113	-63,18571429		

LAMPIRAN 3. DATA RATA – RATA SAMPEL 4

C/I	RxLevel	BCCH Channel	Cell ID
21,7	-49	797	19216
20,2	-47	797	19216
18,3	-47	797	19216
18,4	-48	797	19216
15,8	-50	797	19216
15,2	-52	797	19216
17,9	-53	797	19216
18,9	-55	797	19216
17,6	-55	797	19216
18,7	-54	797	19216
19,2	-52	797	19216
21	-52	797	19216
18,6	-50	797	19216
18,5	-50	797	19216
18,6	-48	797	19216
23,5	-47	797	19216
18,1	-47	797	19216
20,5	-47	797	19216
16,4	-47	797	19216

18,2	-50	797	19216
11	-54	797	19216
19,5	-56	797	19216
14,6	-59	797	19216
18,6	-60	797	19216
14,9	-61	797	19216
17,8	-60	797	19216
15,8	-60	797	19216
6,3	-60	797	19216
24,1	-52	797	19216
16	-50	797	19216
21,7	-51	797	19216
16,9	-51	797	19216
20,2	-54	797	19216
16,2	-56	797	19216
20,2	-58	797	19216
16,2	-60	797	19216
23,5	-47	797	16526
18,7	-46	797	16526
24,5	-46	797	16526
22,4	-48	797	16526
22,1	-50	797	16526

17,7	-54	797	16526
22,5	-56	797	16526
20,1	-57	797	16526
21,4	-58	797	16526
19,4	-59	797	16526
22,2	-58	797	16526
11,8	-61	797	16526
11,5	-65	797	16526
18	-67	797	16526
11,9	-71	797	16526
6,8	-75	797	16526
13,7	-75	797	16526
8,3	-76	797	16526
7,6	-77	797	16526
1,4	-78	797	16526
4,4	-78	797	16526
11,1	-79	797	16526
6	-79	797	16526
16,5	-49	797	16526
16,4	-49	797	16526
24,5	-49	797	16526
26,8	-48	797	16526

19,8	-48	797	16526
18,4	-47	797	16526
19,8	-48	797	16526
20,2	-48	797	16526
19,2	-51	797	16526
19,4	-57	797	16526
18,9	-60	797	16526
17,9	-61	797	16526
17,32535211	-56,01408451		

LAMPIRAN 4. DATA RATA – RATA SAMPEL 5

C/I	Rx Level Sub	BCCH Channel	Cell ID
20,8	-56	800	61214
7,1	-59	800	61214
5,6	-60	800	61214
12,5	-64	800	61214
16,7	-65	800	61214
14,3	-69	800	61214
10,2	-70	800	61214
13,9	-71	800	61214
14,5	-70	800	61214
21,4	-69	800	61214
14,1	-68	800	61214
14,2	-67	800	61214
14,4	-66	800	61214
14	-67	800	61214
6,6	-70	800	61214
10,6	-72	800	61214
13,1	-73	800	61214
14,2	-74	800	61214
10,8	-74	800	61214

13,3	-73	800	61214
11,1	-74	800	61214
13	-74	800	61214
10,6	-75	800	61214
10,7	-76	800	61214
3,6	-76	800	61214
3,3	-77	800	61214
8	-78	800	61214
9,9	-77	800	61214
8,3	-78	800	61214
11,6	-78	800	61214
5,4	-78	800	61214
4,7	-79	800	61214
24,9		800	61214
23,2	-51	800	61214
24,3	-48	800	61214
23,5	-50	800	61214
11,9	-68	800	15174
10,8	-68	800	15174
11,1	-68	800	15174
12,6	-69	800	15174
16,8	-70	800	15174

12,5	-73	800	15174
11,3	-76	800	15174
14,5	-78	800	15174
13,6	-78	800	15174
12,2	-79	800	15174
13,4	-78	800	15174
15	-77	800	15174
14,7	-75	800	15174
15,5	-76	800	15174
17,8	-75	800	15174
22,3	-74	800	15174
12,6	-74	800	15174
9	-75	800	15174
13	-75	800	15174
12,7	-76	800	15174
9,8	-77	800	15174
13,3	-78	800	15174
12,8	-78	800	15174
16,2	-78	800	15174
12,9	-77	800	15174
15,2	-77	800	15174
15,9	-77	800	15174

12,1	-76	800	15174
11,2	-76	800	15174
13,7	-77	800	15174
7,8	-78	800	15174
10,4	-81	800	15174
3,6	-84	800	15174
12,9	-85	800	15174
12,4	-84	800	15174
14	-82	800	15174
12,85972222	-74,25641026		

LAMPIRAN 5. DATA RATA – RATA SAMPEL 6

C/I	Rx Level Sub	BCCH Channel	Cell ID
22	-62	790	17934
17,3	-64	790	17934
-9	-68	790	17934
	-68	790	17934
11,6	-69	790	17934
20,7	-66	790	17934
18,9	-64	790	17934
15,8	-64	790	17934
15,5	-64	790	17934
20,3	-60	790	17934
17,6	-57	790	17934
22,3	-55	790	17934
23,4	-53	790	17934
21,3	-50	790	17934
27,4	-48	790	17934
19,5	-46	790	17934
21,2	-44	790	17934
23,2	-41	790	17934
19,1	-41	790	17934

23,6	-43	790	17934
15,9	-47	790	17934
18,7	-51	790	17934
14,8	-55	790	17934
20,5	-57	790	17934
16,8	-59	790	17934
21,2	-58	790	17934
20,6	-58	790	17934
18,8	-57	790	17934
17,2	-57	790	17934
17,3	-56	790	17934
17,1	-55	790	17934
17,2	-54	790	17934
15	-54	790	17934
21	-54	790	17934
17,3	-61	790	17934
6,7	-60	790	17934
20,1	-64	790	11374
17,7	-65	790	11374
15	-66	790	11374
13,8	-66	790	11374
16,8	-67	790	11374

23,2	-66	790	11374
19,6	-65	790	11374
20	-62	790	11374
20,1	-61	790	11374
18,5	-60	790	11374
15,9	-59	790	11374
19,6	-57	790	11374
15,4	-54	790	11374
18,6	-51	790	11374
15,3	-48	790	11374
19	-45	790	11374
15,9	-43	790	11374
20,1	-43	790	11374
15,8	-45	790	11374
19,7	-45	790	11374
15,8	-44	790	11374
15,7	-43	790	11374
17	-42	790	11374
15,8	-44	790	11374
23,8	-41	790	11374
16,6	-42	790	11374
19,5	-41	790	11374

17,4	-43	790	11374
15,3	-43	790	11374
15,9	-45	790	11374
15,3	-46	790	11374
15,6	-46	790	11374
18,2	-43	790	11374
15,1	-42	790	11374
15,6	-41	790	11374
18,06268657	-53,49295775		

LAMPIRAN 6. DATA RATA – RATA SAMPEL 7

C/I	RxLevel Sub	BCCH Channel	Cell ID
20,8	-56	800	61214
7,1	-59	800	61214
5,6	-60	800	61214
12,5	-64	800	61214
16,7	-65	800	61214
14,3	-69	800	61214
10,2	-70	800	61214
13,9	-71	800	61214
14,5	-70	800	61214
21,4	-79	800	61214
14,1	-68	800	61214
14,2	-67	800	61214
14,4	-66	800	61214
14	-67	800	61214
6,6	-70	800	61214
10,6	-72	800	61214
13,1	-73	800	61214
14,2	-74	800	61214
10,8	-74	800	61214

13,3	-73	800	61214
11,1	-74	800	61214
13	-74	800	61214
10,6	-75	800	61214
10,7	-75	800	61214
3,6	-76	800	61214
3,3	-77	800	61214
8	-78	800	61214
9,9	-77	800	61214
8,3	-78	800	61214
11,6	-78	800	61214
5,4	-78	800	61214
4,7	-79	800	61214
24,9		800	61214
23,2	-51	800	61214
24,3	-48	800	61214
23,5	-50	800	61214
20,1	-64	800	15174
17,7	-65	800	15174
15	-66	800	15174
13,8	-66	800	15174
16,8	-67	800	15174

23,2	-66	800	15174
19,6	-65	800	15174
20	-62	800	15174
20,1	-61	800	15174
18,5	-60	800	15174
15,9	-59	800	15174
19,6	-57	800	15174
15,4	-54	800	15174
18,6	-51	800	15174
15,3	-48	800	15174
19	-45	800	15174
15,9	-43	800	15174
20,1	-43	800	15174
15,8	-45	800	15174
19,7	-45	800	15174
15,8	-44	800	15174
15,7	-43	800	15174
15,1	-43	800	15174
17	-42	800	15174
15,8	-42	800	15174
23,8	-41	800	15174
16,6	-42	800	15174

19,5	-41	800	15174
17,4	-43	800	15174
15,3	-43	800	15174
15,9	-45	800	15174
15,3	-45	800	15174
15,6	-45	800	15174
18,2	-43	800	15174
15,1	-42	800	15174
15,6	-41	800	15174
15,08611111	-50,41025641		

Jakarta, 22 Februari 2017

No: 29/HR.09/HD-32/II/2017

Kepada Yth,
Ketua Program Studi
Universitas Negri Jakarta
di Empat

Subjek: Konfirmasi riset/ penelitian

Dengan Hormat,

Dengan ini kami informasikan bahwa, permohonan riset/ penelitian dari Mahasiswa/i Universitas Negri Jakarta dengan nama di bawah ini:

Nama : Ariska Cahya
NIM : 5215134381
Jurusan : Teknik Elektro
Topik Riset : *Analisis Pengaruh Frekuensi Re-Use Pada Jaringan GSM
Frekuensi 900-907, 5 Mhz Terhadap Kapasitas Komunikasi Seluler
Di Pt. Telkomsel Indonesia Tbk..*

Diterima untuk melakukan riset/ penelitian di perusahaan kami terhitung mulai tanggal **01 Maret 2017** sampai dengan **30 April 2017** di bagian **Network Service and Experience Assurance Division**.

Untuk informasi lebih lanjut, silahkan menghubungi email : Andry1_x@telkomsel.co.id (Sdr. Deni).

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Hormat Kami,



TELKOMSEL
by Telkom Indonesia

FITRI/RIDHANINGATI
Pj. General Manager Learning Development
& Knowledge Management

Tembusan:

- Manager Network Service and Experience Assurance Division

RIWAYAT HIDUP



Ariska Cahya, lahir di Bogor, Jawa Barat pada tanggal 26 Juni 1995 dari pasangan Bapak Nurdin dan Ibu Ade Yuniarsih sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Memiliki nama panggilan Ariska yang bertempat tinggal di Perumahan Sukaraya Indah Blok B 25 No 09 Cikarang, Bekasi. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari pendidikan Taman Kanak – Kanak di TK Nuri Cikarang pada tahun 2000 dan lulus pada tahun 2001. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Karang Asih 12 Cikarang pada tahun 2001 dan lulus pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Cikarang Utara pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2010. Lalu penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Atas di MA Negeri 1 Bekasi di Cikarang pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2013. Hingga akhirnya setelah tamat Sekolah Menengah Atas, penulis melanjutkan ke jenjang Perguruan Tinggi pada tahun 2013 di Universitas Negeri Jakarta, Fakultas Teknik, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Konsetrasi peminatan Telekomunikasi.

Peneliti diterima sebagai mahasiswi di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2013 melalui jalur SBMPTN. Sampai dengan penulisan skripsi ini peneliti masih terdaftar sebagai mahasiswi Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.