

ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE) DI WILAYAH KOTA BANDA ACEH DENGAN FRACTIONAL FREQUENCY REUSE SEBAGAI MANAJEMEN INTERFERENSI

DESIGN ANALYSIS OF LONG TERM EVOLUTION (LTE) NETWORK IN BANDA ACEH REGION USING FRACTIONAL FREQUENCY REUSE AS THE INTERFERENCE MANAGEMENT

Frans Risky J.P.¹

Dr. Ir. Rina Pudji Astuti, M.T

Yuyun Siti Rohmah, ST.MT

Teknik Telekomunikasi, Fakultas Elko, Universitas Telkom, Bandung

¹fransrjpurba@gmail.com.

Abstrak

Long Term Evolution (LTE) merupakan teknologi yang mendukung layanan data dengan kecepatan tinggi. Hal itu dimungkinkan karena adanya teknologi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM). Pada LTE, digunakan teknologi OFDMA untuk mengurangi *intersymbol interference* (ISI), akan tetapi nilai interferensi tetap saja tinggi. Hal tersebut sangat mempengaruhi performansi pengguna di sisi pinggir sel (*cell edge*) pada khususnya dan kapasitas sel pada umumnya. Hal inilah yang menjadi latar belakang tugas akhir ini.

Perancangan dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu pengumpulan dan analisis data, perencanaan jaringan berdasarkan pendekatan secara kapasitas (*Capacity planning*) dan daerah cakupan (*Coverage Planning*) dan terakhir melakukan simulasi hasil perencanaan dengan menggunakan *software Atoll*. Untuk mendapatkan konfigurasi *planning* berdasarkan kapasitas dilakukan perhitungan dengan *Single User Throughput* sedangkan pada pendekatan berdasarkan daerah cakupan dalam perhitungan nilai *Link Budget* dan radius sel, diperlukan permodalan kanal propagasi. Model propagasi Okumura-Hatta yang dipakai pada perencanaan jaringan ini karena sesuai dengan frekuensi yang digunakan yaitu 700 MHz.

Dari perancangan yang telah dilakukan, didapatkan hasil analisis berupa kebutuhan *throughput* untuk wilayah kota Banda Aceh sebesar 402,567 Mbps, dengan estimasi jumlah pelanggan LTE sebanyak 11.857 User. Kebutuhan jumlah sel untuk memberikan pelayanan optimal di Kota Banda Aceh adalah sebanyak 10 sel dengan radius sel masing-masing untuk daerah *Dense Urban* (0.43 Km), daerah *Urban* (0.61 Km) dan daerah *Sub Urban* sebesar (1.16 Km). Dari hasil simulasi juga terlihat performansi LTE dengan *fractional frequency reuse* (FFR) lebih baik daripada teknik manajemen interferensi lain dalam mengatasi *noise + interference* dimana nilai simulasi LTE FFR sebesar -63.18 dBm sedangkan LTE biasa sebesar -59.01 dBm yang berarti nilai *noise + interference* LTE FFR lebih kecil.

Kata kunci : LTE, *Single User Throughput*, *Fractional Frequency Reuse*, *noise + interference*

Abstract

Long Term Evolution (LTE) is a technology that can provides high data rate because of the OFDMA technology within LTE. But, eventhough *intersymbol interference* (ISI) is reduced by OFDMA, the value of interference is still high which will disturb user's performance in the cell edge and lower the cell capacity. This point is the main focus on this study.

In capacity planning, this study is using *Single User throughput* method to calculate the throughput that would be needed in the coming years based on forecasting calculation. On the other hand, coverage planning is using Okumura-Hatta propagation model for *Link Budget* calculation because it is compatible with the frequency that being used on this project, which is 700 Mhz.

From the results of the planning that has been done, the amount of throughput that will be needed in Banda Aceh city for 5 next year is 402.567 Mbps, with the forecastin number of LTE subscribers is up to 11857 users. Cell number that will be needed to provide optimal service throughout the city of Banda Aceh is 10 cells by using an 1200 antenna sector, with each cell radius for *Dense Urban* areas (0.43 Km), *Urban* area (0.61 Km), and *Sub Urban* area of (1.16 Km). The simulation proved that LTE network with *fractional frequency reuse* makes a better result than LTE with total *noise + interference* value of LTE FFR is -63.18 dBm and LTE with default setting is -59.01 dBm.

Keywords : LTE, *Single User Throughput*, *Fractional Frequency Reuse*, *noise + interference*

I. Pendahuluan

Pada saat ini, perkembangan teknologi telekomunikasi telah berkembang ke arah teknologi BWA (Broadband Wireless Access) yang menuntut

komunikasi dengan laju data yang tinggi, kapasitas yang besar, area akses yang semakin luas, dan mobilitas yang tinggi. Dari sisi penyedia jaringan diperlukan desain jaringan yang lebih sederhana

sehingga mampu menekan cost namun dapat bekerja dengan hasil yang optimal.

Teknologi LTE (Long Term Evolution) menjawab persoalan tersebut. LTE dianggap sebagai kandidat utama jaringan selular 4G merupakan teknologi alternatif untuk memenuhi meningkatnya tuntutan bagi layanan broadband dan mobilitas yang tinggi. Teknologi ini diklaim dirancang untuk menyediakan efisiensi spektrum yang lebih baik, peningkatan kapasitas radio, latency, dan biaya operasional yang rendah bagi operator serta layanan mobile broadband kualitas tinggi untuk para pengguna.

Pada teknologi LTE digunakan Orthogonal Frequency Multiple Acces (OFDMA) sebagai teknologi akses jamaknya. Penggunaan OFDMA dapat mengurangi efek Intersymbol Interference (ISI), akan tetapi dengan diterapkannya teknologi OFDMA yang memakai frekuensi tunggal menyebabkan peningkatan efek Inter-cell Interference (ICI). ICI sendiri menyebabkan turunnya performansi user dan juga dapat menurunkan kapasitas sel. Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknik untuk mengurangi ICI, yaitu dengan manajemen interferensi.

Pada bahasan ini, teknik manajemen interferensi yang digunakan adalah Fractional Frequency reuse (FFR), FFR adalah salah satu skema pengulangan frekuensi yang sama pada sel lain pada sistem komunikasi seluler. Dengan pengulangan penggunaan frekuensi di sel lain diharapkan interferensi antar sel dapat berkurang walaupun penggunaan frequency reuse dapat menyebabkan pemborosan bandwidth. Tugas akhir ini akan menganalisis efek penggunaan skema fractional frequency reuse sebagai teknik manajemen interferensi dalam mengurangi interferensi.

Nilai interferensi yang kecil pada akan meningkatkan performansi user, oleh karena itu penggunaan skema fractional frequency reuse ini akan mempengaruhi nilai Total Noise dan Interferensi, throughput, kapasitas sel dan coverage.

II DASAR TEORI

A. Pengertian LTE

Long Term Evolution (LTE) adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah projek dari Third Generation Partnership project (3GPP) untuk memperbaiki standar mobile phone generasi ke-3 atau (3G) yaitu UMTS WCDMA. LTE ini merupakan pengembangan dari sebelumnya yaitu UMTS atau (3G) dan HSPA (3,5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 atau (4G). Pada UMTS kecepatan transfer data maksimum adalah 2Mbps, pada HSPA kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi downlink dan 5,6 Mbps pada sisi uplink, pada LTE ini kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data mencapai 100 Mbps pada sisi downlink dan 50 Mbps pada sisi uplink.

Long Term Evolution (LTE) diciptakan untuk memperbaiki teknologi sebelumnya. Kemampuan dan

keunggulan dari Long Term Evolution (LTE) selain dari kecepatannya dalam transfer data tetapi juga karena Long Term Evolution (LTE) dapat memberikan coverage dan kapasitas layanan yang lebih besar, arsitektur sederhana yang mengakibatkan biaya operasional yang rendah, mendukung penggunaan multiple antenna, fleksibilitas dalam penggunaan bandwidth operasinya dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.

B. Frequency Reuse [2]

Frequency reuse adalah skema pengulangan frekuensi yang sama pada sel lain pada sistem komunikasi seluler. Sumber daya frekuensi yang terbatas menyebabkan digunakannya teknologi ini.

Penerapan frequency reuse akan menentukan performansi jaringan baik dari kualitas sinyal, cakupan dan kapasitas sel.

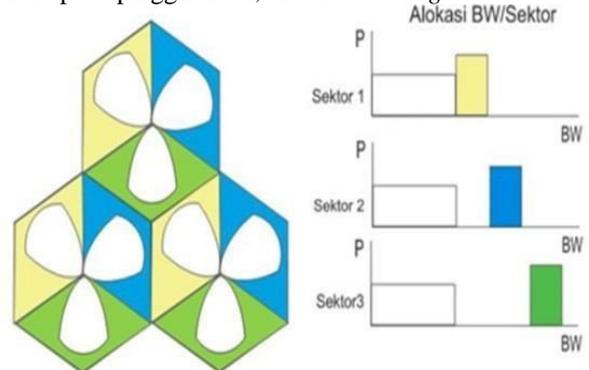
Frequency reuse factor adalah faktor pengulangan frekuensi yang sama pada sel lain. Semakin besar reuse faktor maka performansi jaringan akan semakin bagus tetapi kapasitas sel yang dapat dilayani dalam satu eNodeB sangat kecil.

Secara umum skema reuse dapat dituliskan dengan format A X B X C. Dimana A adalah pola pengulangan frekuensi antar site, B menunjukkan jumlah sector dan C merupakan pola pengulangan frekuensi dalam satu site.

III PERANCANGAN DAN SIMULASI

A. Fractional Frequency Reuse

Pada skema ini, tiap sel dibagi menjadi tiga sektor, dimana setiap sektornya dibagi lagi dengan dua area cakupan. Cakupan yang dekat dengan antenna pemancar disebut dengan *cell centre*, sedangkan daerah yang berada pada pinggiran sel, di sebut *cell edge*.



Gambar 3.1 Alokasi Power dan Frekuensi pada FFR

Tabel 3.1 Alokasi frekuensi

Area	BW Channel (Mhz)	Frequency (Mhz)
Cell Centre	8	700 – 708
Cell Edge	4	708 – 712
	4	712 – 716
	4	716 – 720

B. Perencanaan Jaringan Berdasarkan Kapasitas
B.1 Estimasi Jumlah Pelanggan

Pada tugas akhir ini, pada capacity planning digunakan metode single user throughput dimana pada metode ini akan diolah nilai total user LTE dengan total throughput tiap user untuk mendapatkan nilai total throughput pada kota Banda Aceh untuk 5 tahun kedepan.

Tabel 3.2 estimasi jumlah pelanggan

Daerah	3G penetrasi	3G PT X penetrasi	LTE penetrasi	jumlah penduduk	total user LTE
Sub urban	0.3	0.159	0.7	69.424	2318
Urban	0.3	0.159	0.7	126.503	4224
Dense Urban	0.3	0.159	0.7	63.242	2112
TOTAL				259.169	8654

Tabel 3.3 prediksi jumlah pelanggan LTE

Tahun	Sub urban	Urban	Dense urban
2013 (0)	2318	4224	2112
2014 (1)	2469	4499	2249
2015 (2)	2629	4791	2395
2016 (3)	2800	5102	2551
2017 (4)	2982	5434	2717
2018 (5)	3176	5787	2894

B.2 Klasifikasi Model Layanan

Tabel 3.4 Servis Model

Traffic Parameters	Uplink				Downlink			
	Bearer Rate	Session Time	Session Duty Ratio	BLER	Bearer Rate	Session Time	Session Duty Ratio	BLER
VoIP	26.9	80	0.4	1%	26.9	80	0.4	1%
Video Phone	62.53	70	1	1%	62.53	70	1	1%
Video Conference	62.53	1800	1	1%	62.53	1800	1	1%
Real Time Gaming	31.26	1800	0.2	1%	125.06	1800	0.4	1%
Streaming Media	31.26	3600	0.05	1%	250.11	3600	0.95	1%
Signaling	15.63	7	0.2	1%	15.63	7	0.2	1%
Browsing	62.53	1800	0.05	1%	250.11	1800	0.05	1%
FTP	140.69	600	1	1%	750.34	600	1	1%
Email	140.69	50	1	1%	750.34	15	1	1%
P2P Sharing	250.11	1200	1	1%	750.34	1200	1	1%

Dari service model yang digunakan dalam proses perancangan jaringan ini, akan dilakukan perhitungan untuk mengitung throughput per layanan dengan menggunakan persamaan (2.15) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$[\text{---}] \text{Throughput}_{\text{uplink}} = 26.9 \times 80 \times 0.4 \times 1\% = 869.5$$

Dengan mengulangi perhitungan yang sama seperti diatas didapatkan nilai throughput untuk semua jenis layanan LTE baik arah uplink maupun downlink dengan nilai seperti pada tabel berikut ini

Tabel 3.5 Throughput per Layanan

Traffic Parameters	UL	DL
	Throughput	Throughput
VoIP	869.5	869.5
Video Phone	4421.3	4421.3
Video Conference	113690.9	113690.9
Real Time Gaming	11367.3	90952.7
Streaming Media	5683.6	864016.4
Signaling	22.1	22.1
Browsing	5684.5	22737.3
FTP	85266.7	454751.5
Email	7105.6	11368.8
P2P Sharing	303163.6	909503.0
Total	537275.1	2472333.5

Setelah mendapatkan nilai throughput per layanan, dilakukan perhitungan single user throughput dengan menggunakan persamaan (2.3). Dalam perhitungan single user throughput membutuh beberapa parameter seperti BHSA dan penetration ratio seperti pada tabel (3.6) dibawah ini.

Tabel 3.6 Traffic Model untuk Various Environment^[6]

User Behavior	Dense Urban		Urban		SubUrban	
	Penetration Ratio	BHSA	Penetration Ratio	BHSA	Penetration Ratio	BHSA
VoIP	100%	1.4	100%	1.3	50%	1
Video Phone	20%	0.2	20%	0.16	10%	0.1
Video Conference	20%	0.2	15%	0.15	10%	0.1
Real Time Gaming	30%	0.2	20%	0.2	10%	0.1
Streaming Media	15%	0.2	15%	0.15	5%	0.1
Signaling	40%	5	30%	4	25%	3
Browsing	100%	0.6	100%	0.4	40%	0.3
FTP	20%	0.3	20%	0.2	20%	0.2
Email	10%	0.4	10%	0.3	10%	0.2
P2P Sharing	20%	0.2	20%	0.3	20%	0.2

Sehingga diperoleh nilai single user throughput sebagai berikut:

$$= 0.367$$

Single user throughput merupakan banyaknya throughput yang dibutuhkan pada masing-masing layanan. Dengan melakukan perhitungan yang sama seperti diatas, akan didapatkan nilai total single user throughput seperti pada tabel 3.7 berikut ini:

Tabel 3.7 Total single user throughput

Traffic Parameter	Dense Urban		Urban		Suburban	
	UL	DL	UL	DL	UL	DL
VoIP	1704.22	1704.22	1356.42	1356.42	1339.03	1243.385
Video Phone	247.6	247.6	169.8	169.8	48.6	48.6
Video Conference	6366.7	6366.7	3069.7	3069.7	1250.6	1250.6
Real Time Gaming	954.9	7640	545.6	4365.7	125	1000.5
Streaming Media	238.7	36288.7	153.5	23328.4	31.3	4752.1
Signalling	61.9	61.9	31.8	31.824	18.2	18.2
Browsing	4775	19099.3	2728.6	10913.9	750.4	3001.3
FTP	7162.4	38199.1	4092.8	21828	3751.7	20009.1
Email	397.9	636.7	255.8	409.3	156.3	250.1
P2P File Sharing	16977.2	50932.2	21827.8	65484.2	13339.2	40018.1
Total	38886.4	161176.4	34231.7	130957.3	19949.6	70826.9
Single Throughput	10.8	44.8	9.5	36.4	5.5	19.7

B.3 Perhitungan Network Throughput

Setelah didapatkan single user throughput, dihitung network throughput. *Network throughput* merupakan kebutuhan *throughput* yang dibangkitkan pada suatu daerah layanan. Perhitungan *Network throughput* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.4) seperti sebagai berikut:

Tabel 3.8 hasil perhitungan *network throughput*

Item	Sub Urban	
	UL (Kbit)	DL (Kbit)
Total Target User	3176	
Network Throughput	18359.40369	62485.06229

Item	Urban	
	UL (Kbit)	DL (Kbit)
Total Target User	5787	
Network Throughput	55027.46775	210513.8878

Item	Dense Urban	
	UL (Kbit)	DL (Kbit)
Total Target User	2894	
Network Throughput	31260.34939	129567.8991

	Uplink	Downlink
Network throughput total	104,647	402,567

B.4 Perhitungan Cell Capacity

Cell throughput merupakan kemampuan suatu sel untuk membangkitkan banyaknya *throughput*. Dengan kata lain, *cell throughput* dapat diartikan sebagai kapasitas maksimum dari suatu sel yang dapat dibangkitkan. *Cell throughput* diperoleh dengan perhitungan sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3.9 hasil perhitungan *cell capacity*

Traffic	Cell Capacity
Uplink	11519976
Downlink	15999976

Dalam perencanaan jaringan, perlu diketahui jumlah sel yang diperlukan suatu daerah layanan. Dengan nilai network throughput dan cell capacity telah diketahui, jumlah sel untuk setiap daerah layanan akan dapat diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3.10 hasil perhitungan jumlah sel

Daerah	Jumlah Sel	Jumlah Site
Dense Urban	9	3
Urban	14	5
Sub-Urban	4	2
TOTAL	27	10

C Perhitungan berdasarkan coverage

C.1 Perhitungan Propagation Loss

Setelah didapatkan jumlah sel hasil perhitungan berdasarkan perhitungan perencanaan jaringan berdasarkan kapasitas, maka dapat ditentukan diameter dari masing-masing klasifikasi daerah sebagai berikut :

Tabel 3.11 luas *coverage cell*

Area	Luas Area (Km ²)	Jumlah Sel	Luas Cakupan Sel	Jari-jari sel (Km)
Sub Urban	26.713	4	6,68 Km ² /sel	1.16
Urban	26.327	14	1.87 Km ² /sel	0.61
Dense Urban	8.13	9	0.9 Km ² /sel	0.43

Dengan perhitungan menggunakan model propagasi Okumura-Hatta didapatkan nilai MAPL untuk daerah dense urban sebesar 110.28 dB, untuk daerah urban sebesar 115.56 dB dan untuk daerah sub urban sebesar 106.21 dB.

C.2 Perhitungan Power Link Budget

Salah satu hal yang harus diperhitungkan dalam *coverage planning* adalah redaman yang terjadi sepanjang lintasan yang dilalui oleh gelombang antara *eNodeB* dengan UE. Setelah didapatkan nilai *propagation loss* maka pada penelitian ini dilakukan perhitungan *power link budget* untuk menghitung daya pancar yang dibutuhkan oleh *eNode B*.

Tabel 3.12 MAPL

Parameter	Satuan	Dense Urban	Urban	Sub Urban	
eNB TX Power	dBm	X	Y	Z	A
eNB Gain	dBi	18	18	18	B
Feeder Loss	dB	2	2	5	C
TMA Insertion Loss	dB	0.5	0.5	0.5	D
UE Antenna Gain	dBi	0	0	0	E
Body Loss	dB	3	3	3	F
Thermal Noise	dBm	-174	-174	-174	G
UE Noise Figure	dB	7	7	7	H
SINR	dB	-5	-5	-5	I
System Bandwidth	dB	69.54243	69.54243	69.54243	$J=10\log(15 \times 12 \times 50 \times 1000)$
Receiver Sensitivity	dBm	-102.4576	-102.458	-102.458	$k=g+h+i+j$
Penetration Loss	dB	16	13	11	L
Fading Margin	dB	10	8	6	M
Interference Margin	dB	12.2	12.2	12.2	N
MAPL	dB	110.28	115.56	106.21	$o=a-c+b-f-d-(k)-l-m-n$

Dengan perhitungan MAPL, diperoleh hasil alokasi daya pancar sebagai berikut:

Tabel 3.13 Alokasi Daya Pancar

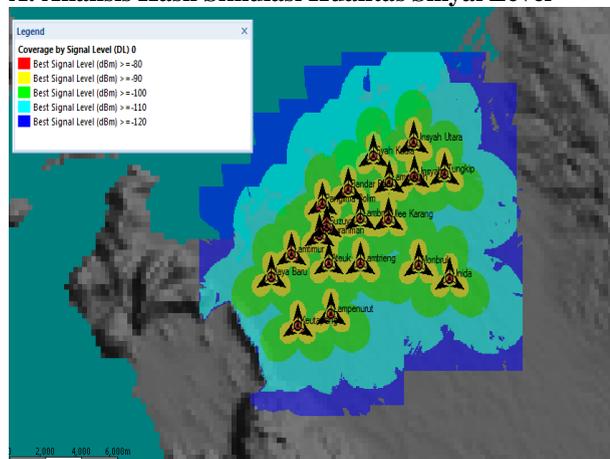
Enb TX Power	Nilai (dbm)
Dense Urban (X)	27.5224
Urban (Y)	33.802
Sub Urban (Z)	20.452

IV Analisis dan Simulasi

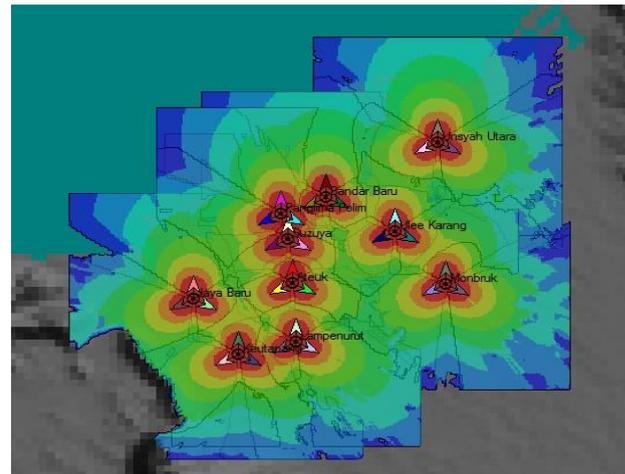
Simulasi perencanaan sangat perlu dilakukan untuk melihat hasil dari perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Simulasi perencanaan pada tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software Atoll 2.8.1.

Simulasi dilakukan berdasarkan hasil perhitungan-perhitungan sebelumnya yang mana simulasi pertama dilakukan berdasarkan data Existing yang ada terhadap kualitas level sinyal dan simulasi kedua untuk adalah analisis trafik dengan menggunakan program simulasi pada Atoll, analisis ini dilakukan untuk mengetahui jumlah user yang berhasil terlayani sedangkan pada simulasi ketiga dilakukan simulasi untuk mengetahui nilai total noise dan interferensi.

A. Analisis Hasil Simulasi Kualitas Sinyal Level

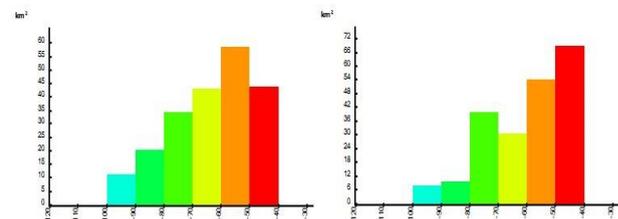


Gambar 4.1 Hasil Simulasi 3G Existing



Gambar 4.2 Hasil Simulasi LTE FFR

Dari gambar 4.1 terlihat hasil simulasi untuk analisis kualitas sinyal level pada frekuensi 2100 berdasarkan site existing, dimana terlihat masih adanya daerah Blank Spot, dan juga warna biru lebih mendominasi dimana warna tersebut menunjukkan kualitas sinyal level yang rendah yaitu dibawah -95 dBm. sangat berbeda dengan hasil simulasi analisis kualitas sinyal level pada frekuensi 700 MHz yang ditunjukkan pada gambar 4.2. Dimana jarak jangkauan dari eNode B terlihat lebih jauh sehingga tidak adanya daerah Blank Spot. Dan juga terlihat warna merah cukup mendominasi daerah cakupan. Dimana warna merah menunjukkan kualitas sinyal level diatas -75 dBm.



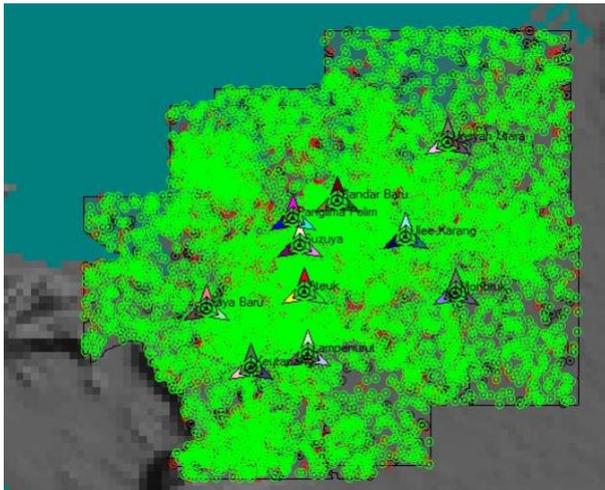
Gambar 4.3 Histogram Hasil Simulasi LTE FFR (kiri) dan 3G existing

Tabel 4.1 Hasil simulasi Kualitas sinyal level

Simulasi	LTE FFR	3G Existing
Level Sinyal (rata-rata)	-69.44 dBm	-79.68 dBm

Diketahui bahwa nilai receiver sensitivity perangkat yang harus dipenuhi adalah sebesar -102.4576, sedangkan dari kedua hasil simulasi mendapatkan nilai yang diatas nilai receiver sensitivity tersebut, yaitu 3G existing senilai -79.68 dBm dan LTE FFR senilai -69.44 dBm. Hal ini membuktikan bahwa kedua simulasi diatas telah menenuhi untuk meng-cover seluruh wilayah kota nda aceh. BaNamun, hari hasil simulasi diatas juga lihat bahwa terLTE FFR menghasilkan nilai yang ih ideal lebdaripada nilai level sinyal 3G existing.

B. Analisis Simulasi Trafik



Gambar 4.4 Hasil simulasi trafik

Dari gambar 4.4 terlihat penyebaran user secara acak, warna dari user menunjukkan user yang terkoneksi secara Uplink, Downlink, Uplink+Downlink, No service user. Scheduler user, dan resource user sesuai dengan yang ditunjukkan pada gambar. Untuk presentase masing-masing user ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut ini:

Demand:	
Total number of users trying to connect	
Users:	11,276
Active:	Downlink: 1,176 Uplink: 1,217 Downlink + Uplink: 7,879
Inactive:	1,004
DL:	Max Throughput Demand (DL): 4,208.43 Mbps Min Throughput Demand (DL): 272.31 Mbps
UL:	Max Throughput Demand (UL): 746.7 Mbps Min Throughput Demand (UL): 190.22 Mbps
Results:	
Number of Iterations: 4	
Total number of users not connected (rejected): 2,467 (21.9%)	
No Coverage:	4
No Service:	2,463
Scheduler Saturation:	0
Resource Saturation:	0
Backhaul Saturation:	0
Total number of connected users	
Users:	8,809 (78.1%)
Active:	Downlink: 923 Uplink: 942 Downlink + Uplink: 6,143

Gambar 4.5 Statistik persebaran User

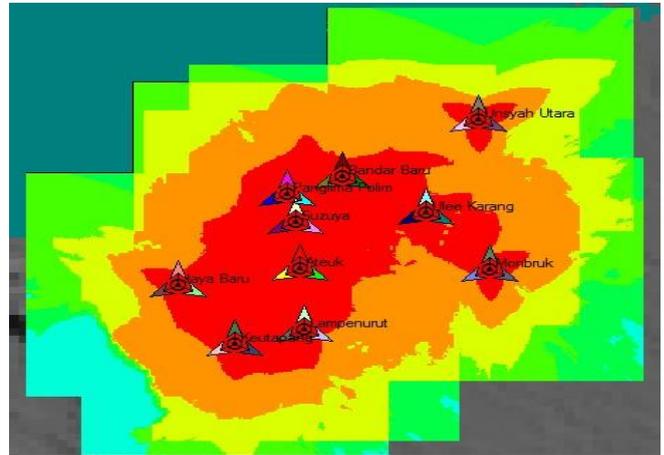
Dari gambar 4.5 terlihat persentase user yang gagal terkoneksi adalah 21.9% dengan 2.463 user tidak ada layanan dan 4 user berada di daerah saturasi. Sedangkan jumlah throughput minimal yang dilayani berada pada kisaran 272.02Mbps untuk downlink dan 190.22 untuk uplink.

Pada hasil simulasi throughput demand minimal bernilai 272.02 untuk sisi downlink dan 190.22 untuk sisi uplink. Pada hasil perhitungan, throughput demand minimal bernilai 104,647 Mbps untuk Uplink dan 402.567 Mbps untuk sisi downlink.

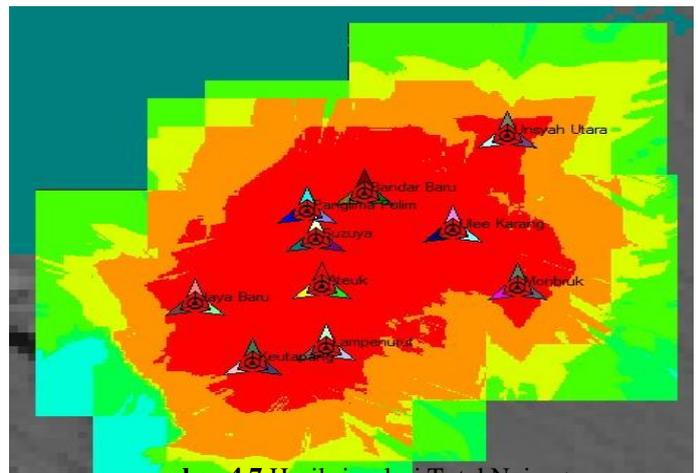
Dari simulasi terlihat bahwa tingkat trafik yang gagal terkoneksi pada simulasi LTE FFR

persentasenya tergolong tinggi, Hal ini dikarenakan pada LTE dengan teknik manajemen interferensi Fractional Frequency Reuse, ada bandwidth yang tidak digunakan pada setiap sektor. Selain itu, pada simulasi yang dilakukan 10 site yang diambil tidak bisa meng-cover semua sisi kota Banda Aceh dikarenakan posisi yang kurang baik.

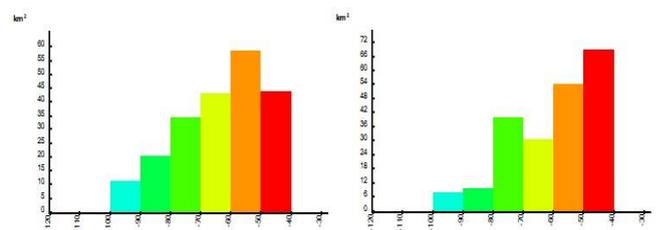
C. Analisis Simulasi Total Noise + Interference



Gambar 4.6 Hasil simulasi Total Noise + Interference LTE FFR



Gambar 4.7 Hasil simulasi Total Noise + Interference LTE biasa



Gambar 4.8 Histogram LTE FFR (kiri) dan LTE (kanan)

Gambar 4.8 adalah hasil simulasi terhadap LTE FFR dan 4.9 adalah hasil simulasi terhadap LTE. Gambar 4.10 adalah histogram dari kedua hasil simulasi.

Table 4.2 Hasil simulasi Total Noise

Simulasi	LTE FFR	LTE
Total Noise + Interference	-63.18 dBm	-59.01 dBm

Dari hasil simulasi, diperoleh nilai rata-rata total Noise + Interference untuk LTE FFR bernilai -63.18 dBm sedangkan untuk LTE sebesar -59.01. Hasil simulasi menunjukkan bahwa performansi LTE dengan teknik manajemen interferensi Fractional Frequency Reuse terbukti lebih baik daripada LTE biasa dalam mengatasi Noise dan Interferensi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan mengenai perencanaan Jaringan Long Term Evolution dengan menggunakan teknik manajemen interferensi Fractional Frequency Reuse di wilayah kota Banda Aceh, yaitu

1. Estimasi kebutuhan throughput sampai tahun ke-5 untuk wilayah kota Banda Aceh yang memiliki luas 61,36 Km² sebesar 402,567 Mbps dengan jumlah pelanggan yang dapat dilayani sebanyak 11.857 user
2. Dengan mempertimbangkan tingkat pertumbuhan penduduk, jumlah site yang diperlukan untuk meng-cover wilayah Banda Aceh dengan LTE Fractional Frequency Reuse untuk 5 tahun kedepan sejumlah 10 site.
3. Perancangan jaringan LTE dengan teknik manajemen interferensi Fractional Frequency Reuse menghasilkan nilai performansi yang lebih baik dalam mengatasi noise dan interferensi daripada LTE biasa dimana nilai simulasi LTE FFR bernilai -63.18 dBm sedangkan LTE biasa sebesar -59.01 dBm.

B. Saran

1. Dilakukan Evaluasi kondisi komunikasi backhaul antar BS untuk memberikan topologi yang optimal.
2. Analisis lebih mendalam tentang handover.
3. Dilakukan perbandingan dengan teknik manajemen interferensi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryo Pamoragung, ST, B.Eng, MT. "Regulasi Penataan Frekuensi Broadband Indonesia". Bandung : Direktorat Jenderal SDPPI Kementerian Komunikasi dan Informatika. 2013
- [2] BPS Kota Banda Aceh "Statistik Penduduk kota Banda Aceh".

- <http://aceh.bps.go.id/?r=data/dinamis&id> , diakses terakhir 2 januari 2014.
- [3] Digital Library "Long Term Evolution (LTE)", Bandung : IT Telkom, 2012.
 - [4] KOMINFO "Penetrasi Seluler Indonesia" http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/332/Penetrasi+Teknologi+Seluler+3G+Belum+Maksimal/0/sorotan_media#U9_oeGPc0qI diakses terakhir 1 Agustus 2014.
 - [5] Liu Jinghai, Cheng Tangbai, Yang Bo. "Long Term Evolution (LTE) Radio Access Network Planning Guide". China: Huawei Technologies CO, 2011.
 - [6] Liu Jinghai, Wang Tao. "LTE Radio Network Capacity Dimensioning". China: Huawei Technologies CO, 2011.
 - [7] Mobilecomm Laboratory. "LTE Fundamental and RF Planning". Bandung : IT Telkom, 2012.
 - [8] Uke Kurniawan Usman, Galuh Prihatmoko, Denny kusuma H, Sigit Dedi Purwanto, "Fundamental Teknologi Seluler LTE". Penerbit Rekayasa Sains, Bandung, Indonesia, 2011.
 - [9] Uke Kurniawan Usman, Rina Puji Astuti. "Diktat Kuliah Sistem Komunikasi seluler". Bandung : IT Telkom, 2011.
 - [10] Yusup Rudyanto. "Lapisan Fisik Pada Teknologi LTE". Universitas Diponegoro. Semarang. Indonesia 2012.