Perancangan Jaringan *Indoor* 4G LTE 1800 MHz Gedung Elektronika Politeknik Negeri Balikpapan Menggunakan *Radiowave Propagation Simulator 5.4*

Maria Ulfah¹, Nelsia Pither Tadung²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Balikpapan

¹maria.ulfah@poltekba.ac.id

ABSTRACT

Indoor area is an area that lacks a signal so that the signal attenuation continues to be problems that often occur. To overcome these problems need the support of a communication system that can include a signal in the room so that customers can keep communicate with smoothly. The need for application of Indoor mobile communications system to support the outdoor system that can serve the entire mobile service users. This research discusses the planning of Indoor femtocell LTE 4G network at the electronics building of the Balikpapan State Polytechnic is on the floor 1,2 and 3 with models Cost 231 multiwall Indoor propagation. This design is simulated using 5.4 Software Radiowave Propagation Simulator (RPS). From the calculation results, the number of Femtocell Access Points (FAP) on each floor is 3, the placement of FAP in the middle part of each floor of the Electronics building. From the design results obtained on the 1st floor RSRP value of -32.18 dBm and SIR of 12.31 dB, for floors 2 RSRP -34.20 dBm and SIR of 13.52 dB, and floor 3 RSRP value of -33.32 dBm and SIR is 13.27 dB

Keywords : *Femtocell, Radiowave Propagation Simulator, Indoor, Cost 231*

INTISARI

Area *indoor* merupakan area yang kurang mendapatkan sinyal sehingga pelemahan sinyal terus menjadi permasalahan yang sering terjadi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya dukungan sistem komunikasi yang dapat mencakup sinyal didalam ruangan agar pelanggan dapat tetap berkomunikasi dengan lancar. Perlunya penerapan sistem komunikasi seluler *indoor* dilakukan untuk mendukung sistem *outdoor* sehingga layanan seluler dapat melayani seluruh *user*. Penelitian ini membahas perancangan jaringan *indoor femtocell* 4G LTE pada gedung Elektronika Politeknik Negeri Balikpapan pada lantai 1,2 dan 3 dengan model propagasi *Cost 231 multiwall Indoor*. Perancangan ini disimulasikan dengan menggunakan *software Radiowave Propagation Simulator 5.4* (RPS). Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah *Femtocell Access Point* (FAP) pada setiap lantainya sebanyak 3 buah, penempatan FAP di bagian tengah di setiap lantai gedung Elektronika. Dari hasil perancangan didapatkan pada lantai 1 nilai RSRP -32,18 dBm dan SIR sebesar 12,31 dB, untuk lantai 2 RSRP -34,20 dBm dan SIR sebesar 13,52 dB, dan lantai 3 nilai RSRP -33,32 dBm dan SIR sebesar 13,27 dB.

Kata kunci: *Femtocell, Radiowave Propagation Simulator, Indoor, Cost 231*

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, perkembangan teknologi juga terus berkembang salah satunya teknologi telekomunikasi yang saat ini sudah menuju teknologi *broadband wireless access*, hal ini menjadi tuntutan tersendiri bagi *user* untuk dapat memenuhi komunikasi dengan laju data yang tinggi, kapasitas yang besar, area akses yang semakin luas dan mobilitas yang tinggi dimanapun *user* berada baik di dalam gedung (*indoor*) maupun di luar gedung (*outdoor*).

Hadirnya jaringan 4G (LTE) merupakan *Service* yang dikehendaki oleh *user* yaitu sistem komunikasi berbasis kecepatan tinggi yang memiliki kapasitas dan data *rate* yang tinggi. Namun kapasitas yang tinggi ini kurang dirasakan jika *user* berada di dalam area gedung (*indoor*) hal ini terjadi karena adanya proses redaman terhadap sinyal telekomunikasi sehingga komunikasi yang diharapkan handal akan tetap mengalami gangguan. Contohnya pada sebuah ruangan dalam gedung bertingkat yang tidak dapat dijangkau oleh jaringan

outdoor. Penyedia layanan komunikasi harus melakukan peningkatan terhadap kemampuan jaringan salah satu dengan melakukan pembangunan jaringan pada area dalam gedung (*indoor networking*) dengan menggunakan *femtocell* untuk jaringan LTE. *Femtocell* atau *Home Node B* adalah teknologi pemancar mikro yang menggunakan *level* daya rendah dan memiliki cakupan yang lebih kecil dibandingkan dengan BTS. Penerapan LTE dilakukan melalui teknik *Indoor penetration* yakni dengan cara menghubungkan *Femtocell Access Point* (FAP) ke jaringan internet yang menggunakan link jaringan akses data dan terhubung ke jaringan dari *provider* yang bersangkutan. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan perancangan dan analisa jaringan *Indoor 4G LTE* pada gedung elektronika Politeknik Negeri Balikpapan dengan menggunakan *Radiowave Propagation Simulator 5.4*.

II. LANDASAN TEORI

A. Perkembangan Teknologi Jaringan Seluler

Dalam perkembangan sekarang ini piranti ini mengalami banyak perkembangan, dari sekedar alat komunikasi analog sekarang telah berubah menjadi alat komunikasi digital yang bisa mentransmisikan bukan *voice* saja akan tetapi telah merambah kepada transmisi data seperti sms, mms, bahkan mengunduh data ataupun mengakses data dari internet dan terus bertumbuh baik dari segi kecepatan maupun kualitas multimedia, transfer data, *smart sync*, dan lain lain untuk menunjang mobilitas itu sendiri, mulai dari generasi pertama (1 G), generasi kedua (2 G), generasi ketiga (3G).

Gambar 1. Perkembangan Teknologi Seluler [1]

Teknologi seluler mengalami perkembangan ke generasi keempat (4G) antara lain *Long Term Evolution* (LTE) yang merupakan jaringan akses radio evolusi jangka panjang keluaran dari 3rd *Generation Partnership Project* (GPP). LTE merupakan kelanjutan dari teknologi generasi ketiga (3G) WCDMA-UMTS.

Pada LTE kecepatan transfer data mencapai 100Mbps pada sisi *downlink* dan 50Mbps pada sisi *uplink*. Berikut adalah gambar yang menunjukkan perkembangan 3GPP dari *release* 99 hingga *release* 8. [2]

B. Arsitektur Jaringan 4G LTE

Berikut arsitektur jaringan 4G LTE.

Gambar 2. Arsitektur 4G LTE

Arsitektur LTE [3] terdiri atas dua bagian utama yakni LTE itu sendiri yang dikenal juga dengan E-UTRAN (*Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network*) dan SAE (*System Architecture Evolution*) yang merupakan jantung dari sistem. [3]

C. Konsep Dasar Femtocell

Femtocell merupakan teknologi pemancar mikro atau juga dapat disebut dengan *Home*

Base Station yang menggunakan *level* daya rendah yang berfungsi untuk memperluas cakupan dan meningkatkan kapasitas. *Femtocell* merupakan *access point* nirkabel dengan berdaya rendah yang menggunakan spektrum frekuensi berlisensi saat beroperasi. Dengan kata lain, *femtocell* dapat didefinisikan sebagai *Base Transceiver Station (BTS)* yang berukuran mini dengan ditempatkan di wilayah yang bersinyal rendah, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan, konektivitas, mobilitas, serta kinerja layanan jaringan dengan kebutuhan daya yang rendah. *Femtocell* dapat dijadikan sebagai solusi dari keterbatasan jaringan *Base Transceiver Station (BTS)* yang tidak dapat menjangkau *user* yang berada di area *Indoor*. [4]

Gambar 3. Penggunaan *Femtocell*

D. COST 231 Multi-Wall Model

Pada model propagasi *COST 231 Multi-Wall* seluruh dinding pada bidang vertikal antara transmitter dengan receiver akan dipertimbangkan. Sedangkan untuk masing-masing dinding dengan *properties* materialnya diperhitungkan juga, bertambahnya dinding yang akan dilewati sinyal akan membuat attenuasi dinding menjadi berkurang sehingga pada model *COST 231 MWM* ini hasil yang didapatkan akan sesuai dengan kondisi ruangan. [5]

E. Parameter Kinerja Jaringan 4G LTE

1. Reference Signal Received Power (RSRP)

Nilai RSRP merupakan *power* sinyal *reference* yang digunakan untuk menunjukkan bagus tidaknya *coverage* jaringan pada suatu daerah.

Tabel 1. Rentang Nilai RSRP [6]

Nilai	Keterangan
-10 - -45 dBm	Sangat Baik
-46 - -70 dBm	Baik
-71 - -90 dBm	Cukup
-91 - -110 dBm	Buruk

2. Signal to Interference Ratio (SIR)

Signal to Interference Ratio (SIR) merupakan perbandingan kuat sinyal dibanding interferensi sinyal dari sel lain. Parameter ini menunjukkan *level* daya minimum dimana *user* masih bisa melakukan suatu panggilan

Tabel 2. Rentang Nilai SIR [7]

Nilai	Keterangan
<20dB	Sangat Baik
19- 8 dB	Baik
8 - 0 dB	Cukup
>0 dB	Buruk

III. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan keseluruhan proses penelitian dari awal hingga tahap akhir, dan disajikan dalam bentuk *flowchart* berikut ini:

Gambar 3. Flowchart

B. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Teknik Pengumpulan data dilakukan dengan mempelajari kondisi jaringan 4G LTE yang ada di gedung Elektronika, dilanjutkan dengan mengumpulkan informasi jumlah penggunaan jaringan 4G LTE yang ada di gedung tersebut. Kemudian membuat desain gedung di MS Visio, menghitung redaman pada arah *uplink* dan *downlink* dan jumlah *Femtocell* yang dibutuhkan untuk melayani kebutuhan jaringan 4G LTE *indoor* gedung Elektronika. Melakukan simulasi perancangan jaringan *Indoor* 4G LTE memakai *Software Radiowave Propagation Simulator (RPS) 5.4*. Melakukan Analisa apakah hasil perancangan di atas telah memenuhi kriteria parameter perfomansi jaringan yakni RSRP dan SIR. Kemudian dilanjutkan membuat kesimpulan terhadap hasil perancangan jaringan tersebut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan pada perencanaan jaringan *indoor* tersebut menggunakan persamaan *Cost 231 Multiwall Model*. Hasil yang diperoleh berdasarkan simulasi menggunakan *Radiowave Propagation Simulator (RPS)* didapatkan grafik yang menunjukkan nilai dari *coverage*.

A. Perhitungan Link Budget

Perhitungan *link budget* dilakukan untuk menghitung area cakupan sel dengan mengetahui nilai *Maximum Allowable Path Loss (MAPL)* dalam sistem agar saling berkomunikasi. *Link budget* merupakan perhitungan sejumlah daya yang didapat oleh penerima berdasarkan daya keluaran dari pemancar dengan mempertimbangkan *gain* dan *loss* sepanjang jalur transmisi radio dari pemancar ke penerima.

Transmitter (Mobile station)			
	Item	Rumus	
a	Maximum mobile Tx power (dBm)		20
b	Mobile antenna gain		0
c	Body/orientation loss		0
d	EIRP (dBm)	$(d=a+b+c)$	20
Receiver (Mobile Station)			
e	Thermal noise density (dBm/Hz)	$KTB=(1,38 \times 10^{-23} \times 290)=-249$ $dBW=-174$	-174
f	MS receiver noise figure (dB)		4
g	Receiver noise density (dBm/Hz)	$(g=e+f)$	-170
h	Receiver noise Power (dBm)	$(h=g+10\log(14,4 \times 10^{-6}))$	-214,2
i	Interface margin (dB)		2
j	Noise & interference (dBm)	$(j=h+i)$	-212,2
k	Processing gain (dB)	$(k=10\log(14,4 \text{ Mbps}/384))$	14,2
l	Required Eb/No Data 384 kbps		2
m	Receiver sensitivity (dBm)	$(m=1-k+i)$	-200,22
n	Base station antenna gain		0
o	Fast fading margin		1
p	Maximum path loss (dB)	$(q=d-m+n-o)$	201,22

Gambar 4. MAPL Arah Downlink

Transmitter (Mobile station)			
Item	Rumus		
a	Maximum mobile Tx power (dBm)		20
b	Mobile antenna gain		0
c	Body/orientation loss		0
d	EIRP (dBm)	$(d=a+b+c)$	20
Receiver (Mobile Station)			
e	Thermal noise density (dBm/Hz)	$KT B = (1,38 \times 10^{-23} \times 290) = -249$ $dBW = -174$	-174
f	MS receiver noise figure (dB)		4
g	Receiver noise density (dBm/Hz)	$(g=e+f)$	-170
h	Receiver noise Power (dBm)	$(h=g+10\log(14,4 \times 10^{-6}))$	-214,42
i	Interface margin (dB)		2
j	Noise & interference (dBm)	$(j=h+i)$	-212,42
k	Processing gain (dB)	$(k=10\log(14,4 \text{ Mbps}/384))$	14,2
l	Required Eb/No	Data 384 kbps	2
m	Receiver sensitivity (dBm)	$(m=l-k+i)$	-200,22
n	Base station antenna gain		0
o	Fast fading margin		1
p	Maximum path loss (dB)	$(q=d-m+n-o)$	201,22

Gambar 5. MAPL Arah Uplink

Dari hasil perhitungan Link Budget yaitu MAPL dari arah *uplink* sebesar 201,12 dB dan dari arah *downlink* sebesar 202,72 dB dapat dihitung selisih diantaranya yaitu sebesar 1,6 dB. Maka hasil perencanaan ini layak untuk diterapkan pada setiap lantai gedung Elektronika karena hasil perhitungannya tidak lebih dari 5 dB.

B. Perhitungan Jumlah FAP

Dalam perhitungan FAP dalam penelitian ini yaitu menggunakan kapasitas *user* dimana asumsi *user* yang aktif pada setiap lantai adalah 60% dari jumlah *user* perlantainya.

Untuk menentukan jumlah *Femtocell Access Point (FAP)* yang dibutuhkan pada perancangan ini digunakan analisis berdasarkan kapasitas dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jumlah FAP} = \frac{\text{Jumlah User}}{\text{Jumlah user tiap sel}}$$

Tabel 3. Data *user* Gedung Elektronika

No	Gedung Elektronika	Jumlah User	Jumlah FAP
1	Lantai 1	203	3
2	Lantai 2	157	3
3	Lantai 3	132	3

C. Analisis Simulasi Radiowave Propagation Simulator (RPS)

Hasil perhitungan dengan kapasitas yang telah didapatkan selanjutnya akan disimulasikan menggunakan *Radiowave Propagation Simulator*. Jumlah *Femtocell Access Point (FAP)* yang didapatkan dari perhitungan ialah berjumlah 3 FAP. FAP tersebut kemudian akan diimplementasikan di ketiga lantai dengan pemilihan penempatan FAP pada bagian sisi tengah gedung Elektronika.

1. Hasil Simulasi Lantai 1

Hasil simulasi dengan pemilihan penempatan FAP pada bagian tengah gedung terlihat pada Gambar 6.

Gambar 6a. Tampilan *coverage* RSRP Gambar 6.b Tampilan diagram *chart* RSRP

Dari hasil simulasi terlihat *coverage* RSRP menghasilkan *mean* -32,18 dBm. Hasil ini masuk dalam kategori sangat baik yaitu antara -10 dBm sampai -45 dBm.

Gambar 6.c Tampilan *coverage* SIR

Gambar 6.d Tampilan diagram *chart* SIR

Sedangkan untuk hasil *coverage* SIR menghasilkan *mean* 12,31 dB . Hasil ini masuk dalam kategori baik yaitu antara 9 dB - 20 dB.

2. Hasil Simulasi Lantai 2

Hasil simulasi dengan pemilihan penempatan FAP pada bagian tengah gedung terlihat pada Gambar 7.

Gambar 7a. Tampilan *coverage* RSRP

Gambar 7.b Tampilan diagram *chart* RSRP

Pada skenario ini *coverage* RSRP menghasilkan *mean* -34,20 dBm. Hasil ini masuk dalam kategori sangat baik yaitu antara -10 dBm sampai -45 dBm.

Gambar 7.c Tampilan *coverage* SIR

Gambar 7.d Tampilan diagram *chart* SIR

Untuk hasil *coverage* SIR menghasilkan mean 13,52 dB . Hasil ini masuk dalam kategori Baik yaitu antara 9 dB sampai 20 dB.

3. Hasil Simulasi Lantai 3

Hasil simulasi dengan pemilihan penempatan FAP pada bagian tengah gedung terlihat pada Gambar 8.

Gambar 8.a Tampilan *coverage* RSRP

Gambar 8.b Tampilan diagram *chart* RSRP

Pada skenario ini *coverage* RSRP menghasilkan *mean* -33,32 dBm. Hasil ini masuk dalam kategori Sangat Baik yaitu antara -10 dBm sampai -45 dBm

Gambar 8.c Tampilan *coverage* SIR

Gambar 8.d Tampilan diagram *chart* SIR

Untuk hasil *coverage* SIR menghasilkan mean 13,27 dB . Hasil ini masuk dalam kategori Baik yaitu antara 9 dB sampai 20 dB.

4. Hasil Persentase Simulasi

Berikut hasil persentase simulasi RPS untuk parameter RSRP dan SIR.

Tabel 4. Nilai Persentase RSRP dan SIR Lantai 1

RSRP			SIR		
Kategori	Nilai (dBm)	%	Kategori	Nilai (dB)	%
Sangat Baik	(-45)-(-10)	99,80	Sangat Baik	(21)-(40)	16,80
Baik	(-70)-(-46)	0,20	Baik	(9)-(20)	47,47
Cukup	(-90)-(-71)	0	Cukup	(1)-(8)	35,73
Buruk	(-110)-(-91)	0			

Tabel 5. Nilai Persentase RSRP dan SIR Lantai 2

RSRP			SIR		
Kategori	Nilai (dBm)	%	Kategori	Nilai (dB)	%
Sangat Baik	(-45)-(-10)	97,98	Sangat Baik	(21)-(40)	20,81
Baik	(-70)-(-46)	2,12	Baik	(9)-(20)	44,27
Cukup	(-90)-(-71)	0	Cukup	(1)-(8)	34,92
Buruk	(-110)-(-91)	0			

Tabel 6. Nilai Persentase RSRP dan SIR Lantai 3

RSRP			SIR		
Kategori	Nilai (dBm)	%	Kategori	Nilai (dB)	%
Sangat Baik	(-45)-(-10)	99,90	Sangat Baik	(21)-(40)	15,10
Baik	(-70)-(-46)	0,10	Baik	(9)-(20)	52,65
Cukup	(-90)-(-71)	0	Cukup	(1)-(8)	32,25
Buruk	(-110)-(-91)	0			

Dari hasil simulasi menggunakan 3 FAP untuk setiap lantainya dengan penempatan pada sisi tengah gedung Elektronika terlihat untuk nilai masing-masing parameter RSRP dan SIR berada pada rentang nilai cukup sampai sangat baik sehingga dapat diterapkan dalam impelmentasi di lapangan.

IV. KESIMPULAN

Dari uraian pembahasan yang dibuat pada perancangan jaringan *indoor* 4G LTE 1800 MHz gedung Elektronika Politeknik Negeri Balikpapan dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan perhitungan kapasitas *user*, dibutuhkan 3 *Femtocell Access Point* (FAP) untuk setiap lantai di gedung Elektronika.
2. Dengan desain pemilihan penempatan posisi FAP pada bagian sisi tengah di tiap lantainya hasil simulasi menunjukkan nilai parameter RSRP dan SIR dalam kriteria kualitas cukup sampai Sangat Baik.
3. Pada lantai 1, nilai rata-rata (mean) RSRP sebesar -32,18 dBm (sangat baik) dan nilai SIR sebesar 12,31 dB (baik).
4. Pada lantai 2, nilai rata-rata (mean) RSRP sebesar -34,20 dBm (sangat baik) dan nilai SIR sebesar 13,52 dB (baik).
5. Pada lantai 3, nilai rata-rata (mean) RSRP sebesar -33,32 dBm (sangat baik) dan nilai SIR sebesar 13,27 dB (baik).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pamungkas, G., A. (2012). *Pengertian 1G, 4G, GSM, AMPS, CDMA dan WIMAX*. wordpress.com/pengertian-1g-4g-gsm-amps-cdma-dan-wimax, diakses 28 Okt 2012.
- [2] Ulfah, M. (2016). *Analisis Jumlah e Node B LTE untuk kota Balikpapan*. Jurnal Sains Terapan. Politeknik Negeri Balikpapan Vol 2 No.1 halaman 56-59.
- [3] Wardhana, L., dkk. (2014). *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*. www.nulisbuku.com, Jakarta.
- [4] <http://docplayer.info/29750704-perancangan-jaringan-Indoor-4g-lte-tdd-2300-mhz-menggunakan-radiowave-propagation-simulator.html>.
- [5] Hikmaturokhman, A., dkk. (2015). *Analisa Model Propagasi COST 231 Multi Wall*

*pada Perancangan Jaringan Indoor
Femtocell HSDPA Menggunakan
Radiowave Propagation Simulator. STTT
Telkom Purwokerto, Purwokerto.*

- [6] <https://media.neliti.com/media/publications/195491-ID-perancangan-dan-analisa-penggelaran-lte.pdf>
- [7] <https://edvanberliansa.wordpress.com/2016/06/18/4g-lte-drive-test-parameter/>