
PERANCANGAN JARINGAN FEMTOCELL PADA JARINGAN 4G LTE DI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS RIAU

Ahmad Mudhhirulhaq Syam

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Riau
Email: ahmad.mudhhirulhaq6051@student.unri.ac.id

Daniel Junianto

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Riau
Email: daniel.junianto6111@student.unri.ac.id

Dyan Anggreani D.

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Riau
Email: dyan.anggreani6088@student.unri.ac.id

Ilham Ferdian Suganda

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Riau
Email: ilham.ferdian2554@student.unri.ac.id

Yusnita Rahayu

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Riau
Email: yusnita.rahayu@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Makalah ini membahas perancangan jaringan indoor 4G LTE pada Gedung Rektor Universitas Riau menggunakan software aplikasi *desktop Radiowave Propagation Simulator* (RPS) 5.4. Perancangan jaringan indoor menggunakan model propagasi COST 231 *Multi-Walls*. Berdasarkan perhitungan area cakupan menggunakan model propagasi COST 231 *Mult-Wall* yang telah dilakukan, dibutuhkan sebanyak 6 *Femtocell Access Point* (FAP) di setiap lantai. Analisis yang berhasil diperoleh dalam desain skenario posisi FAP pada tengah ruangan secara sejajar pada setiap lantai dengan level daya rata-rata -64,93 dBm dan SIR 6,72 dBm. Perancangan jaringan *Femtocell* 4G LTE menggunakan software RPS 5.4 dan model propagasi COST 231 *Multi-Walls Mode* dapat diterapkan ke Gedung Rektorat Universitas Riau.

Kata kunci: *femtocell; 3GPP 4G LTE; maximum allowed pathloss; radiowave propagation simulator.*

ABSTRACT

This paper discusses the design of 4G LTE indoor network at the Riau University Rector Building and then simulated in desktop software Radiowave Propagation Simulator (RPS) 5.4. The design of the 4G LTE indoor network uses the COST 231 Multi-Walls propagation model. Based on the calculation of coverage using the COST 231 Mult-Wall propagation model that has been done, as many as 6 Femtocell Access Points (FAP) are needed on each floor. The successful analysis was obtained in the design of the FAP coating scenarios in the middle of the room parallel to each floor with an average power level of -64.93 dBm and SIR of 6.72 dBm. The 4G LTE Femtocell network design uses RPS 5.4 software and the COST 231 Multi-Wall COST propagation model can be applied to the Rectorate Building of the University of Riau.

Keywords: *femtocell; 3GPP 4G LTE; maximum allowed pathloss; radiowave propagation simulator.*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan dalam telekomunikasi saat ini menjadikan permintaan layanan pada komunikasi semakin terjadi meningkat. Hal ini ditandai dengan banyaknya permintaan komunikasi sampai pada saat ini. Namun seiring dengan berkembangnya suatu komunikasi suara tidaklah memadai, maka dibutuhkan suatu layanan komunikasi data yang kecil dapat mengatasi suatu layanan data yang cukup besar.

Teknologi komunikasi jaringan tanpa kabel terbagi menjadi komunikasi jaringan *outdoor* dan komunikasi jaringan *indoor*. Komunikasi jaringan *indoor* diciptakan sebagai membantu suatu jaringan pada *outdoor* yang menjadikan sinyal pada *outdoor* lebih sangat bagus lagi. Komunikasi pada jaringan suatu *indoor* merupakan sistem sebagai perangkat pengirim dan penerima diletakan pada dalam suatu bangunan dengan aksud sebagai memberikan layanan telekomunikasi didalam bangunan. Ada perbedaan propagasi antara *indoor* dan *outdoor* yaitu pada kualitas sinyal dari ketebalan dinding suatu bangunan, bentuk ruangan juga mempengaruhi pantulan sinyal dalam ruangan. Pada jaringan *indoor* terdapat *Femtocell*[1].

Budi Utomo, (2012), yang membahas tentang “Simulasi Link Budget Pada Sel Femto Teknologi Telekomunikasi LTE (*Long Term Evolution*)”. Pada pembahasan tersebut adalah simulasi yang berhubungan pada dampak interferensi pada sejumlah femto sel LTE yang digunakan pada daerah sel makro LTE. Pada penjelasan kualiti pada sinyal SINR (*Signal Interference Noise Ratio*) pada bagian penerima atau *downlink* pada sel macro yang dikerjakan berdasarkan pada pengolahan sebuah link budget pada interferensi menggunakan perangkat lunak Lab View 2009. Hasil dari simulasi propagasi terkecil untuk User Equipment (UE) ada diluar gedung yaitu 97,021 dB dan pada kejauhan 50m sehingga mengalami penambahan sampai 142,849 dB untuk jarak 1km dan di suatu tempat nilainya adalah 112,021 dB dan pada 50 m memiliki nilai 157,849 dB di kejauhan 1 km. Besar daya terima dihasilkan pada sel *macro* lebih cukup besar dari pada sel femto yang di dalam tempat ataupun padadiluar ruangan pada perbandingan antara jarak pada 1 meter - 50 meter. Bertambahnya banyaknya FAP di suatu ruangan sel *macro*, yang menjadikan angka SINR yang diterima oleh user dari sel femto dengan sel *macro* mengecil dikarena adanya interferensi pada sebuah FAP lainnya. Jumlah nilai pada SINR makro *downlink* maksimal pada nilai 27,4348 dB dan pada SINR *macro downlink* terkecil[2].

2. LANDASAN TEORI

2.1 COST 231 Multi-Wall Model

COST 231 Multi-Wall memiliki model perhitungan propagasi dengan mempertimbangkan semua aspek bidang vertikal pada bangunan yang berada diantara *transmitter* dan *receiver*, dan juga mempertimbangkan properti material pada bidang bangunan. Jumlah dinding pada bidang vertikal dan properti materialnya yang dilalui oleh sinyal akan mempengaruhi besar attenuasi, sehingga pada *COST 231 Multi-Wall* menghasilkan model yang sangat mendekati dengan kondisi ruang. Karena alasan inilah, penelitian ini menggunakan model propagasi *COST 231 MWM*. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$LT = LFSL + LC \sum_{i=1}^M nwi, Lwi + n \left[\frac{nf+2}{nf+1} - b \right] Lf \quad (1)$$

Keterangan :

LFSL = *Loss Free Space Lose*

LC = *Constant Loss*

M = *Numbers of wall type*

nwi = *number of wall crossed by the path*

Lwi = *Wall type loss*

nf = *Number of floors crossed by the path*

Lw1 = *L light wall*

Lw2 = *L heavy wall*

b = *empirical parameter (0.46)*

Lf = *Loss per floor (15 dB)*

2.2 RPS (Radio Wave Propagation Simulator)

RPS adalah *software* aplikasi *desktop* yang dibuat oleh organisasi *Development Software* yang berguna sebagai simulasi dan analisa rancangan komunikasi pada *indoor* dan simulasi pada perancangan FAP (*Femtocell Access Point*) serta memprediksi area cakupan dari sebuah FAP.

2.3 G-Net Track Lite

G-Net Track Lite merupakan sebuah aplikasi pada perangkat Android yang dapat digunakan untuk memonitor jaringan dan walk test. Teknologi seluler yang didukung oleh aplikasi *G-Net Track* ini yaitu pada jaringan GSM, CDMA, EVDO, HSDPA, UMTS, dan LTE.

2.4 Parameter Performansi LTE

Reference Signal Received Power (RSRP) merupakan parameter performansi pada perancangan ini. RSRP merupakan besar *power* yang diterima pada sisi user dari sinyal referensi (LTE) pada frekuensi tertentu. Nilai RSRP yang diterima pada sisi *user* dipengaruhi oleh besar jarak antara *user* dan *site*, semakin besar jarak antara *user* dan *site*, maka RSRP yang diterima pada sisi *user* akan semakin kecil. *Reference Signal Received Power* atau RSRP pada tiap titik-titik di dalam jangkauan cakupan. *User* yang berada di luar jangkauan cakupan tidak akan memperoleh layanan LTE[3].

Tabel 1. Standar nilai RSRP [4]

<i>Kategori</i>	<i>Range Nilai RSRP</i>
Excellent/Near Cell	<-90
Good/Mid Cell	-90 to -105
Fair/Cell Edge	-106 to -110
Poor	-110 to -120

2.5 Radio Link Budget

Radio link budget merupakan perhitungan jangkauan cakupan sebuah sel berdasarkan pada nilai MAPL (*Maximum Allowable Path-Loss*) untuk memperoleh nilai SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) yang serendah mungkin. MAPL adalah nilai redaman (*path-loss*) maksimal yang diperbolehkan antara pengirim dan penerima. Proses *link budget* baik untuk sisi *downlink* maupun sisi *uplink* digunakan untuk memperoleh nilai MAPL[5]. Nilai *Maximum Allowable Path-Loss* (MAPL) pada sisi *downlink* maupun *uplink* dapat dihitung dengan persamaan berikut[6]:

$$MAPL = EIRP - S_N - IM + G_{Rx} - FM \quad (2)$$

Keterangan:

EIRP = *Equipment Isotropic Radiated Power* (dBm)

S_N = *Receiver Noise Floor* (dBm)

IM = *Interference Margin* (dB)

G_{Rx} = *Receiver Antenna Gain* (dBi)

FM = *Fast Fade Margin* (dB)

Nilai EIRP dapat dihitung dengan persamaan[6]:

$$EIRP = P_{Tx} + G_{Tx} - L_{Tx} \quad (3)$$

Keterangan:

P_{Tx} = *Transmitter Power* (dBm)

L_{Tx} = *Loss*

G_{Tx} = *Transmitter Antenna Gain* (dBi)

Nilai *Receiver Noise Figure* dapat dihitung dengan persamaan[6]:

$$S_N = \text{Noise Figure(dB)} + \text{Thermal Noise(dBm)} \quad (4)$$

Keterangan:

Thermal Noise = k (Boltzmann) \times T (290 K) \times B (Hz)

2.6 Perhitungan Jumlah User (Pengguna)

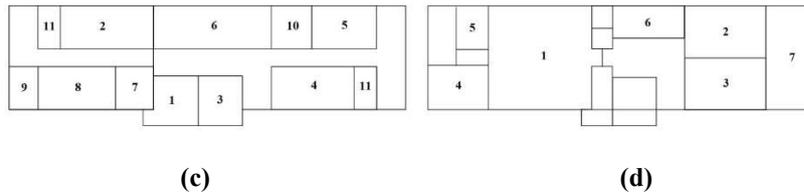
Pada tahap awal perancangan suatu jaringan dilakukan perhitungan estimasi jumlah user aktif yang akan menggunakan layanan yang akan dirancang. Jumlah pengguna yang aktif dapat dihitung dengan persamaan[7].

$$P = \text{Jumlah Ruang} \times \text{Kapasitas Maksimal Ruang} \quad (5)$$

Keterangan :

P = Jumlah total pengguna ruangan

Pengestimasian jumlah pengguna yang aktif dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut[7]:



Gambar 1. Denah Gedung Rektorat Universitas Riau (a) Lantai 1 (b) Lantai 2 (c) Lantai 3 (d) Lantai 4

3.2 Parameter yang Digunakan

Beberapa parameter pada perancangan jaringan *femtocell* yang diperlukan pada pengirim dan penerima dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Parameter Transmitter dan Receiver		
No	Parameter	Transmitter
1	Jenis antenna	<i>Isotropic Source</i>
2	Posisi pengirim	x, y, z sesuai perancangan
3	Power pengirim (dBm)	23
4	Tinggi antenna (m)	4
5	Cable Loss	0
7	Noise figure	9.2
6	Carrier frequency (GHz)	1.8
No	Parameter	Receiver
1	Daya pancar (dBm)	20
2	Tinggi antenna dari <i>ground</i> (m)	4 (per lantai)

3.3 Redaman Indoor

Perhitungan redaman *indoor* dilakukan untuk mengetahui besar *loss wall* material dari bangunan tersebut. *Loss wall* berupa besar daya redam terhadap sinyal yang disebabkan oleh material bahan dari bangunan seperti lantai, dinding, pembatas antar ruangan, jendela, dan pintu. Setiap material bangunan memiliki nilai redaman yang berbeda dari pada material yang lain. *Indor loss* bangunan berdasarkan material pada Gedung Rektorat sesuai dengan standar 3GPP ditunjukkan pada Tabel 3 Nilai *indoor loss* pada tiap lantainya adalah sama.

Tabel 3. Indoor Loss Gedung Rektorat (per Lantai)			
Jenis hambatan	dB	Jumlah	Total dB
Kaca (<i>glass</i>)	2.8	18	50.4
Pintu Kayu (<i>wood door</i>)	4	16	64
Beton (<i>Concrete</i>)	3.4	4	13.6
<i>Total Loss</i>			128

3.4 Perhitungan Link Budget

Perhitungan *link budget* diperlukan dalam perancangan jaringan *indoor* sebagai parameter untuk mengetahui nilai *loss* pada *Uplink* dan *Downlink*. Tabel 4 berikut menunjukkan beberapa parameter yang diperlukan dalam perhitungan *link budget*.

Tabel 4. MAPL Uplink dan Downlink		
Transmitter (Mobile Station)	Uplink	Downlink
Daya pancar (dBm)	23 dBm	20 dBm
Gain antenna (dBi)	0 dBi	17 dBi
Rugi-rugi (dB)	3	0
EIRP	20	37
Receiver (Base Station)	Uplink	Downlink
Receiver Noise Figure (dB)	9,2 dB	9,2 dB
Receiver Noise Density/floor (dBm/Hz)	-164,8 dBm/Hz	-164,8 dBm/Hz

<i>Thermal Noise Density</i> (dBm/Hz)	-174	-174
SINR (dB)	32,016 dB	32,016 dB
Receiver sensitivity (dBm)	-132,784	-132,784 dBm
Interference margin	0,89	2.72
Fast Fading margin (dB)	0 dB	0 dB
Rx Antena Gain	17	0
MAPL (dB)	200,91 dB	199,08 dB

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai MAPL dari arah *downlink* sebesar 200,91 dB, dan dari arah *uplink* sebesar 199,09 dB. Maka selisih antara nilai MAPL *uplink* dan *downlink* adalah sebesar 1.83 dB. Karena hasil selisih ini adalah 1.83 dB > 5 dB (lebih kecil dari pada 5 dB), maka perencanaan ini dapat diterapkan.

3.5 Perhitungan Area Cakupan

Perhitungan area cakupan bertujuan untuk menghitung jumlah FAP (*Femtocell Access Point*) yang diperlukan untuk *cover* suatu bangunan. Dengan menggunakan model propagasi COST 231 *Multiwall* dilakukan perancangan jaringan *indoor* dan didapat luas area sel *antenna indoor* sebesar 10,562 m dan didapat luas *cell* sebesar 290 m². Berdasarkan perhitungan area cakupan jumlah FAP yang dibutuhkan dalam perancangan ini adalah 6 FAP yang akan diletakkan pada setiap lantai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi perancangan *femtocell* menggunakan *software* RPS (*Radiowave Propagation Simulator*). Bab ini membahas hasil dari simulasi dengan menggunakan 1 skenario, yaitu skenario peletakan FAP dibagian tengah lorong bangunan Rektorat Universitas Riau. Berdasarkan perhitungan area cakupan jumlah FAP yang digunakan adalah sebanyak 6 FAP pada setiap lantai di Gedung Rektorat Universitas Riau.

4.1 Hasil Pengukuran Jaringan Provider 3 (Tri)

Sebelum melakukan perancangan *femtocell*, terlebih dahulu dilakukan pengukuran kualitas jaringan di lapangan atau pada gedung yang diteliti. Ini bertujuan untuk mengetahui kualitas jaringan awal pada bangunan yang akan dilakukan perancangan *femtocell*. Berdasarkan standar KPI, level sinyal yang bagus yaitu sebesar ≥ -90 dBm.

Untuk melakukan pengukuran jaringan *provider* 3 (Tri) di Gedung Rektorat Universitas Riau, penelitian ini menggunakan *software* G-NetTrack Lite v2.4. Pengukuran dilakukan pada setiap lantai rektorat. Hasil pengukuran jaringan pada tiap lantai dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Hasil pengukuran pada lantai 1

<i>Waktu</i>	<i>Cell ID</i>	<i>Level Sinyal (dBm)</i>	<i>Waktu Layanan (s)</i>
12:17:57	230021-6	-110	4
12:19:23	230021-6	-102	6
12:21:05	230021-6	-106	2
12:22:13	230021-6	-105	2
12:24:02	230021-6	-109	10
12:24:58	230021-6	-112	4
12:25:14	230021-6	-110	8
12:25:49	230021-6	-109	4
Rata-rata Level Sinyal (dBm)		-106	

Tabel 6. Hasil pengukuran pada lantai 2

<i>Waktu</i>	<i>Cell ID</i>	<i>Level Sinyal (dBm)</i>	<i>Waktu Layanan (s)</i>
12:30:34	230001-7	-102	4
12:31:03	230021-6	-103	10
12:32:12	230021-6	-99	8
12:32:59	230021-6	-100	2
12:33:25	230021-6	-99	16
12:33:57	230021-6	-104	10
12:34:18	230021-6	-99	6
12:35:23	230021-6	-97	4

<i>Waktu</i>	<i>Cell ID</i>	<i>Level Sinyal (dBm)</i>	<i>Waktu Layanan (s)</i>
Rata-rata Level Sinyal (dBm)		-100	

Tabel 7. Hasil pengukuran pada lantai 3

<i>Waktu</i>	<i>Cell ID</i>	<i>Level Sinyal (dBm)</i>	<i>Waktu Layanan (s)</i>
12:41:23	404450-2	-109	8
12:43:24	404450-2	-105	4
12:43:52	404450-2	-104	12
12:44:26	404450-2	-100	2
12:44:49	404450-2	-99	10
12:45:12	404450-2	-96	4
12:46:34	404450-2	-97	4
12:47:21	404450-2	-99	8
Rata-rata Level Sinyal (dBm)		-99.7	

Tabel 8. Hasil pengukuran pada lantai 4

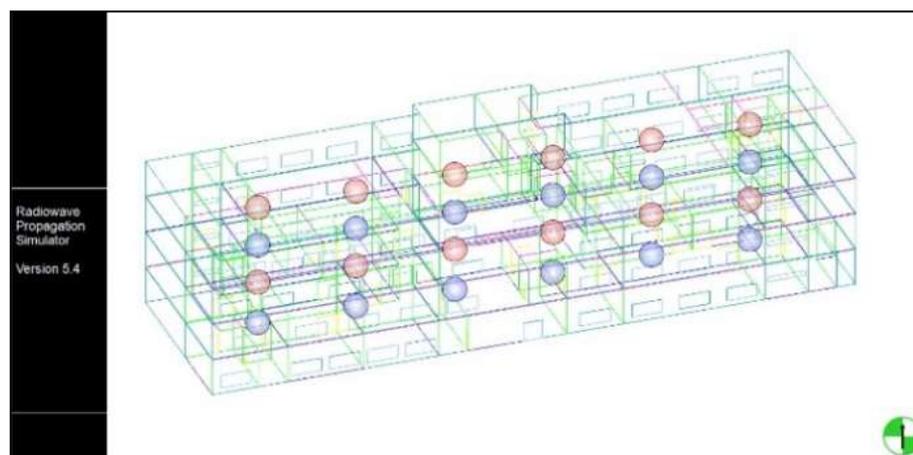
<i>Waktu</i>	<i>Cell ID</i>	<i>Level Sinyal (dBm)</i>	<i>Waktu Layanan (s)</i>
12:50:06	404450-2	-96	12
12:50:31	404450-2	-97	4
12:51:01	404450-2	-99	8
12:51:49	404450-2	-101	4
12:52:03	404450-2	-95	6
12:52:41	404450-2	-97	2
12:53:26	230021-6	-99	4
12:53:57	230021-6	-96	10
Rata-rata Level Sinyal (dBm)		-97.7	

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas jaringan pada Tabel 5 – Tabel 8 terlihat bahwa rata-rata level sinyal *provider* 3 (Tri) yang diukur pada bangunan Rektorat Universitas Riau belum memenuhi standar, yaitu sebesar -106 dBm sampai -97.7 dBm.

4.2 Hasil Perhitungan

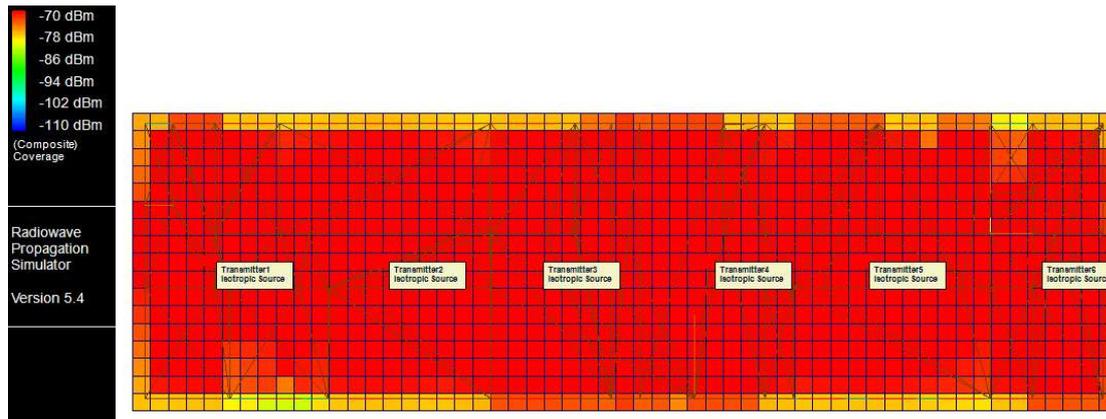
Berdasarkan perhitungan *link budget* pada Tabel 5, diperoleh hasil MAPL *uplink* sebesar 167.415 dBm dan *downlink* sebesar 163.805 dBm. Dan berdasarkan perhitungan area cakupan, jumlah antenna yang dibutuhkan adalah 6 buah pada setiap lantai .

4.3 Perancangan Peletakan FAP dibagian Tengah Lorong



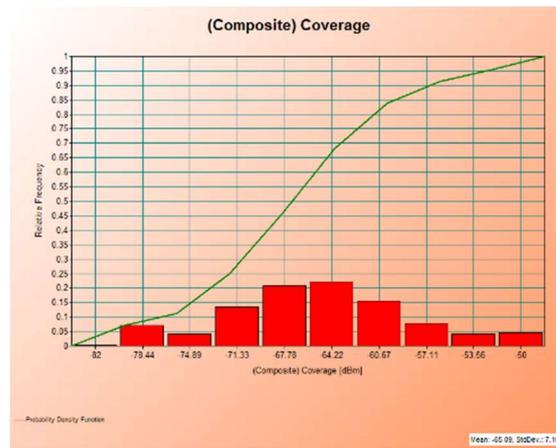
Gambar 2. Peletakan FAP di Lorong Bagian Tengah Sejajar pada Setiap Lantai

Peletakan FAP dengan skenario bagian tengah lorong secara sejajar diletakkan dengan ketinggian 4 meter di plafon tiap lantai. Untuk masing-masing lantai diletakkan 6 FAP menurut perhitungan cakupan yang telah dilakukan sebelumnya.

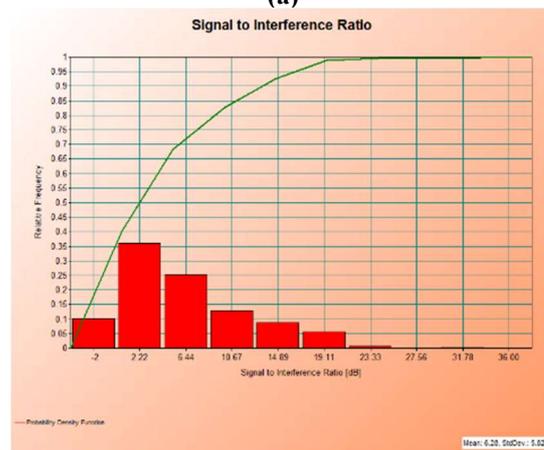


Gambar 3. Simulasi Area Cakupan Lantai 1

Dapat dilihat pada gambar 3 bahwa seluruh bagian dari ruangan sudah mendapatkan sinyal yang baik dengan dominan berwarna merah. Hasil simulasi ini menunjukkan hampir keseluruhan lantai 1 terlingkupi oleh sinyal FAP.



(a)

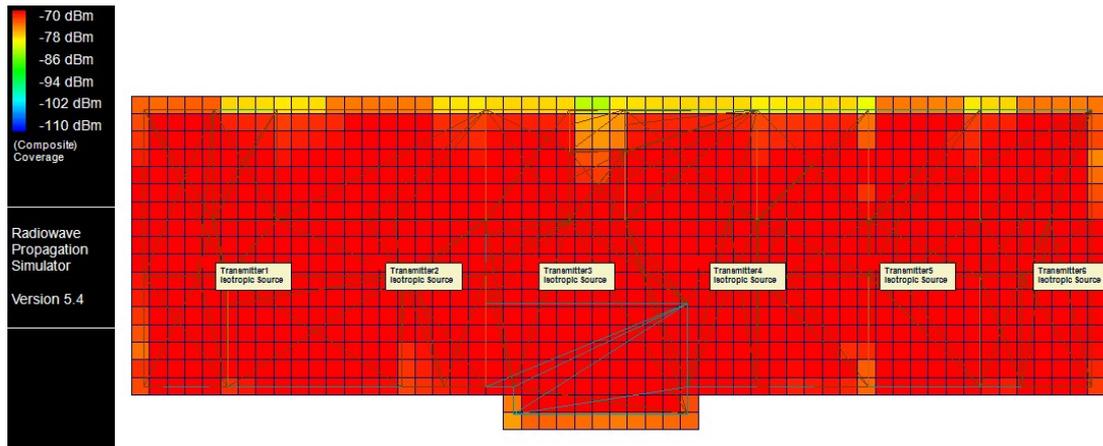


(b)

Gambar 4. (a) Histogram Area Cakupan Lantai 1 (b) Histogram SIR Lantai 1

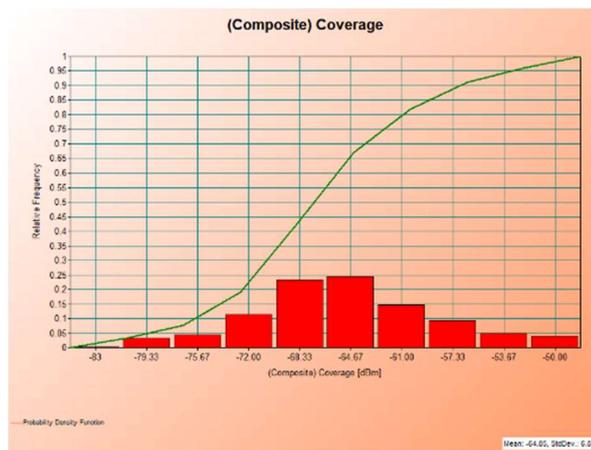
Gambar 4 (a) menunjukkan hasil histogram cakupan pada lantai 1. Nilai *relative frequency* pada lantai 1 sebesar ± 0.225 , ini berarti bahwa sebanyak 22.5% *user* mendapatkan level daya sebesar -65,09 dBm. Kualitas sinyal hasil simulasi ini berada direntang *Excellent* atau Sangat Baik yaitu diatas -90 dBm.

Gambar 4 (b) menunjukkan sebanyak 36% *user* mendapatkan SIR (*level signal to interference*) sebesar 2.22 dB dan 25% *user* mendapatkan *level signal to interference* sebesar 6.44 dB yang berarti dalam keadaan normal.

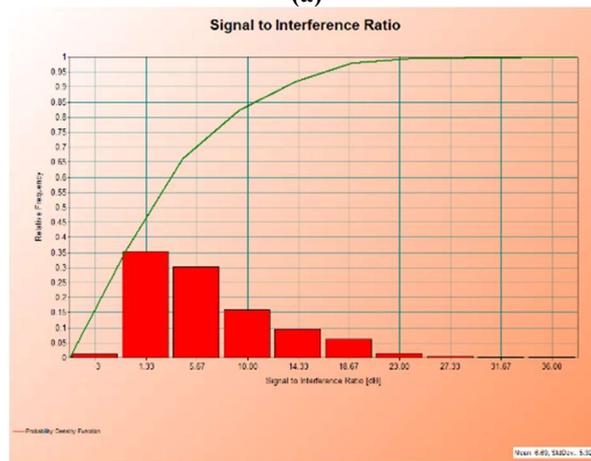


Gambar 5. Simulasi Area Cakupan Lantai 2

Dapat dilihat pada gambar 5 bahwa seluruh bagian dari ruangan sudah mendapatkan sinyal yang baik dengan dominan berwarna merah. Hasil simulasi ini menunjukkan hampir keseluruhan lantai 2 terlindungi oleh sinyal FAP.



(a)

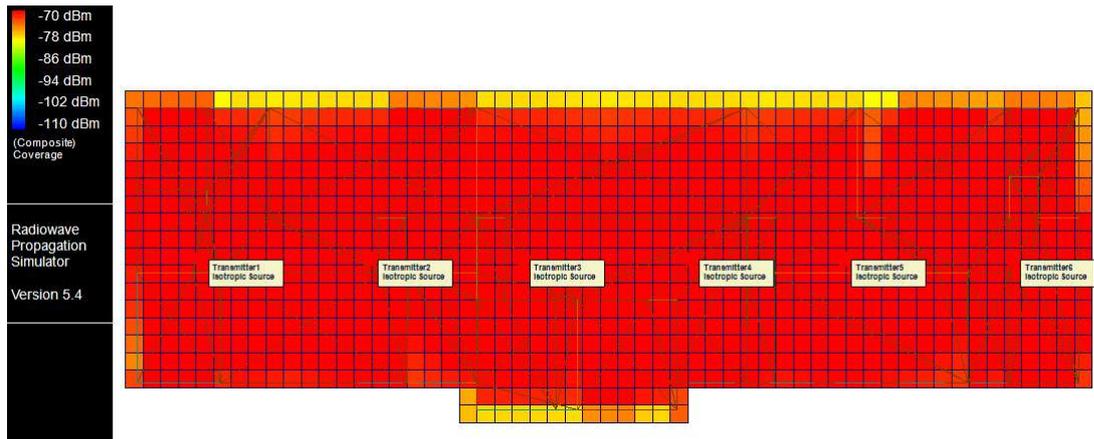


(b)

Gambar 6. (a) Histogram Area Cakupan Lantai 2 (b) Histogram SIR Lantai 2

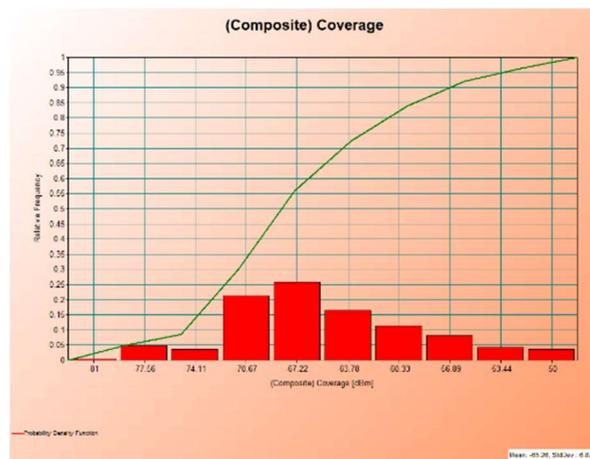
Pada gambar 6 (a) menunjukkan hasil histogram area cakupan pada lantai 2. Nilai *relative frequency* lantai 2 sebesar ± 0.25 , ini berarti bahwa sebanyak 25% *user* mendapatkan level daya sebesar -64.85 dBm. Kualitas sinyal hasil simulasi ini berada direntang *Excellent* atau Sangat Baik yaitu diatas -90 dBm.

Gambar 6 (b) menunjukkan sebanyak 35% *user* mendapatkan level SIR sebesar 1.33 dB dan 30% *user* mendapatkan level SIR sebesar 5.67 dB yang berarti dalam keadaan normal.

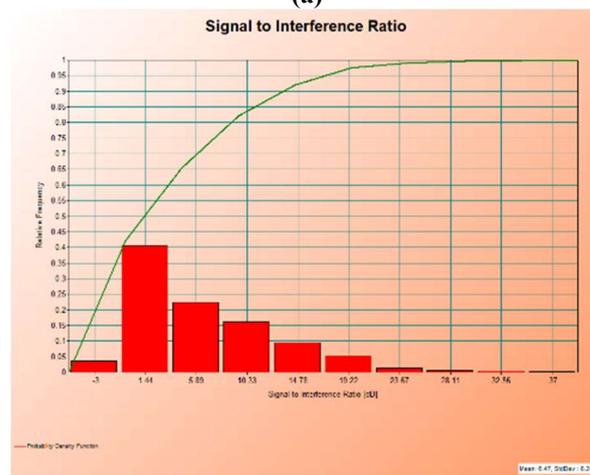


Gambar 7. Simulasi Area Cakupan Lantai 3

Dapat dilihat pada gambar 7 bahwa seluruh bagian dari ruangan sudah mendapatkan sinyal yang baik dengan dominan berwarna merah. Hasil simulasi ini menunjukkan hampir keseluruhan lantai 3 terlingkupi oleh sinyal FAP



(a)

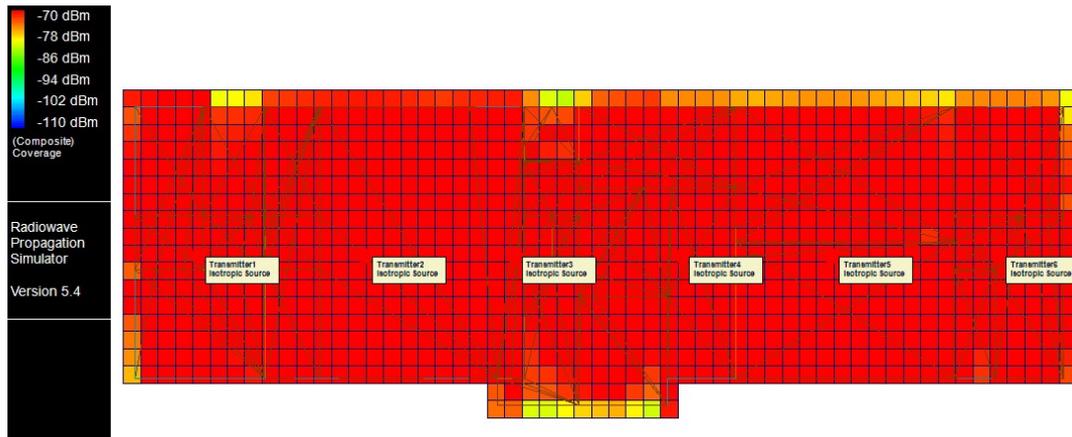


(b)

Gambar 8. (a) Histogram Area Cakupan Lantai 3 (b) Histogram SIR Lantai 2

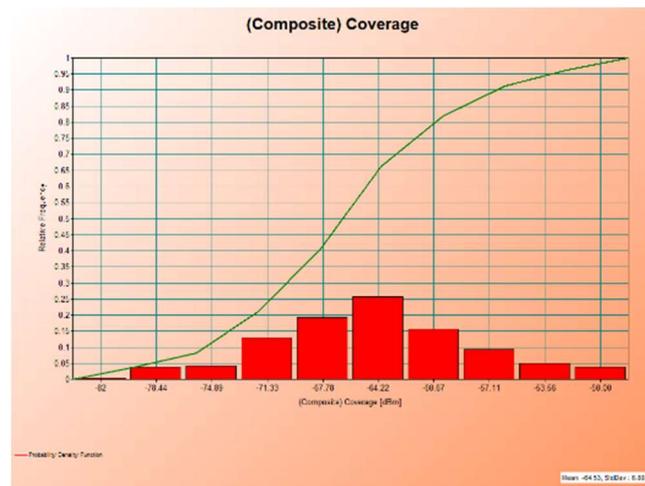
Pada gambar 8 (a) menunjukkan hasil histogram area cakupan pada lantai 3. Nilai *relative frequency* lantai 3 sebesar ± 0.26 , ini berarti sebanyak 26% *user* mendapatkan level daya sebesar -65.26 dBm. Kualitas sinyal hasil simulasi ini berada direntang *Excellent* atau Sangat Baik yaitu diatas -90 dBm.

Gambar 8 (b) menunjukkan sebanyak 40% *user* mendapatkan level SIR sebesar 1.44 dB dan 22.5% *user* mendapatkan level SIR sebesar 5.89 dB yang berarti dalam keadaan normal.

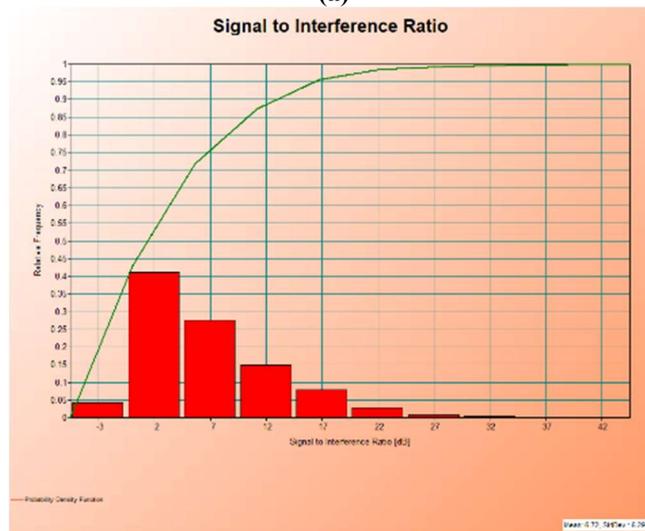


Gambar 9. Simulasi Area Cakupan Lantai 4

Dapat dilihat pada gambar 9 bahwa seluruh bagian dari ruangan sudah mendapatkan sinyal yang baik dengan dominan berwarna merah. Hasil simulasi ini menunjukkan hampir keseluruhan lantai 4 terlindungi oleh sinyal FAP.



(a)



(b)

Gambar 10. (a) Histogram Area Cakupan Lantai 4 (b) Histogram SIR Lantai 4

Pada gambar 10 (a) menunjukkan hasil histogram area cakupan pada lantai 4. Nilai *relative frequency* lantai 3 yaitu sebesar ± 0.25 , ini berarti sebanyak 26% *user* mendapatkan level daya sebesar -64.53 dBm. Kualitas sinyal hasil simulasi ini berada direntang *Excellent* atau Sangat Baik yaitu diatas -85 dBm.

Gambar 10 (b) menunjukkan sebanyak 42% *user* mendapatkan level SIR sebesar 2 dB dan 28% *user* mendapatkan level SIR sebesar 7 dB yang berarti dalam keadaan normal.

Berdasarkan hasil simulasi skenario peletakan FAP dibagian tengah lorong secara sejajar di tiap lantai dapat dilihat keseluruhan level daya pada tiap lantai berada dalam kategori sangat bagus, karena sesuai dengan standar KPI yaitu ≥ -90 dBm. Untuk FAP ditempatkan pada plafon Gedung, sehingga dapat mencakup semua *user* yang ada di setiap lantai pada gedung tersebut.

Dari simulasi yang dilakukan penempatan FAP yang dilakukan berdasarkan perhitungan area cakupan berhasil meningkatkan kualitas sinyal dimana pada keadaan awal kualitas sinyal pada gedung rata-rata memiliki level daya $\leq -100,91$ dBm sehingga kualitas performa sinyal yang didapatkan oleh *user* adalah buruk.

Nilai area cakupan level daya yang didapat sangat baik, yaitu dengan rata – rata sebesar -64.93 dBm. Dan untuk hasil histogram SIR juga menunjukkan nilai SIR rata-rata sebesar 6.72 dB. Semakin kecil nilai SIR menunjukkan perancangan jaringan indoor yang semakin bagus.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan FAP dan simulasi yang telah dilakukan pada Gedung Rektorat Universitas Riau, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Pada perancangan jaringan LTE pada *provider* 3(Tri) digunakan model propagasi *COST 231 Multiwall*. Dalam perhitungan yang telah dilakukan diperoleh skenario 6 buah FAP sejajar dibagian tengah lorong tiap lantai Rektorat Universitas Riau.
- Daya pancar yang digunakan 23 dBm sesuai dengan jenis FAP *Isotropic Source* sesuai dengan standar 3GPP. Diperoleh nilai MAPL sebesar 200,91 dB pada *uplink* dan pada *downlink* diperoleh sebesar 199,08 dB. Selisih MAPL yang didapat sebesar yang berarti masih layak untuk diterapkan pada perancangan.
- Pada pengukuran awal kualitas sinyal *provider* 3(Tri) didapat nilai level daya rata-rata lebih rendah dari -100,91 dBm berada dalam kategori buruk. Perancangan dan simulasi skenario peletakan di tengah ruangan sejajar yang dilakukan diperoleh peningkatan kualitas sinyal sehingga rata-rata level daya menjadi -64.93 dBm yang pada standar KPI berada dalam kategori sangat bagus.
- Hasil histogram SIR memiliki nilai SIR rata-rata sebesar 6.72 dB dimana peletakan FAP dibagian tengah lorong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Arafat, N. S. Nafi, and M. A. Gregory, "Priority based resource allocation for LTE-A femtocell networks," *2017 27th Int. Telecommun. Networks Appl. Conf. ITNAC 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1109/ATNAC.2017.8215439.
- [2] B. Utomo, I. Santoso, and A. A. Z, "Simulasi Link Budget Pada Sel Femto Teknologi Telekomunikasi Lte (Long Term Evolution)," *Simulasi Link Budg. Pada Sel Femto Teknol. Telekomun. Lte (Long Term Evol.*, vol. 15, no. 1, pp. 13–18, 2013, doi: 10.12777/transmisi.15.1.13-18.
- [3] F. I. Vera Desi Ramadianty, Dasril, "ANALISIS PENGUKURAN PERFORMANSI JARINGAN 4G LTE TELKOMSEL DALAM EVENT GAME MOBILE LEGENDS: BANG-BANG DI PONTIANAK," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*.
- [4] E. T. Tchao, J. D. Gadze, and J. O. Agyapong, "Performance evaluation of a deployed 4G LTE network," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 9, no. 3, pp. 165–178, 2018, doi: 10.14569/IJACSA.2018.090325.
- [5] S. I. Rezkika, S. Novalianda, and A. Ramadhan, "ANALISIS KEBUTUHAN PARAMETER JARINGAN LTE DENGAN METROPOLITAN CENTRE," pp. 31–36, 2019.
- [6] F. Longoni, A. Lansisalmi, and A. Toskala, *WCDMA for UMTS HSDPA Evolution and LTE*. 2007.
- [7] A. Hikmaturokhan, L. Berlianti, and W. Pamungkas, "Analisa Model Propagasi Cost 231 Multi Wall pada Perancangan Jaringan Indoor Femtocell HSDPA menggunakan Radiowave Propagation Simulator," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2015.