

Perancangan Jaringan *Femtocell* Pada Jaringan 3G Di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau

Akmal*, Yusnita Rahayu **

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: akmal.l.akmal@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The worst network performance of “3” network provider at Building C, Faculty of Engineering has affected to the users in download / upload data from internet. Walking test measurement has performed and showed that average power level at each floor is -95,59 dBm. It does not meet 3GPP standard. Therefore, this paper presents the design of femtocell network for 3G indoor communication at Building C, Faculty of Engineering, University of Riau by using Radio Wave Propagation Simulator (RPS). There are two design considerations need to be calculated such as coverage area and network capacity. In terms of coverage area, four (4) Femtocell Access Points (FAPs) are required for each floor. However for network capacity, the FAPs are not distributed equally for each floor, two (2) FAPs are required for 1st and 2nd floor, five (5) FAPs are required for 3rd floor. Three (3) scenarios for FAPs position are performed in this simulation; FAP is at the middle, corner, and random of ceiling. The best simulation results are obtained for random position which gives coverage area of -36.19 dBm and the lowest Signal Interference Ratio (SIR) of 1.50 dB. Both results meet the 3GPP standard.

Keywords: HSDPA, Femtocell, Radio Wave Propagation Simulator, Propagation COST 231 Multi-Wall Model

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan dunia telekomunikasi pada zaman globalisasi sekarang membuat permintaan terhadap layanan komunikasi mengalami peningkatan. Hal tersebut ditandai dengan banyaknya permintaan pelanggan, yang pada awalnya cukup dengan komunikasi suara saja dengan kualitas rendah. Akan tetapi, dengan berjalannya waktu layanan suara saja tidak cukup, diperlukan layanan data yang relatif kecil dan kemudian terus meningkat ke kebutuhan layanan data yang lebih besar.

Komunikasi nirkabel terbagi menjadi dua yaitu komunikasi *outdoor* dan komunikasi *indoor*. Komunikasi *indoor* dibangun untuk mendukung jaringan *outdoor* sehingga kualitas sinyal *outdoor* menjadi lebih baik

Komunikasi *indoor* atau disebut dengan *in building coverage system* adalah suatu sistem dengan perangkat pemancar dan penerima yang dipasang di dalam gedung dengan tujuan agar dapat melayani kebutuhan akan telekomunikasi dalam gedung tersebut. Propagasi *indoor* berbeda dengan propagasi *outdoor* yang memiliki beberapa faktor

untuk mendapatkan kualitas sinyal yang diharapkan antara lain ketebalan dari dinding suatu gedung, bentuk bentuk ruang, difraksi, pantulan sinyal. Pada jaringan *indoor* terdapat *cell* yang disebut *Femtocell*.

Harry Rachmawan, (2007) dalam jurnal ilmiahnya yang berjudul “Simulasi Cakupan Sistem IBC (*In-Building Coverage*) Pada Komunikasi *Global System for Mobile Communication* (GSM)”. Pada penelitian ini dijelaskan propagasi *indoor* berbeda dengan propagasi *outdoor* yang memiliki beberapa faktor untuk mendapatkan kualitas sinyal yang diharapkan antara lain ketebalan dari dinding suatu gedung, bentuk bentuk ruang, difraksi, pantulan. Sistem *In Building Coverage* (IBC) adalah sistem untuk memperbaiki kualitas sinyal dalam ruangan. Untuk membantu memodelkan propagasi *indoor* dibuat simulasi cakupan sistem IBC pada komunikasi GSM. Simulasi ini akan mengetahui kualitas sinyal pada sesuatu gedung dengan menentukan tipe kabel, panjang kabel yang digunakan, jumlah antena, *coupler*. Hasil kualitas sinyal yang baik dari

simulasi perencanaan *In Building Coverage* (IBC) dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, besarnya ruangan, ketebalan dinding pada suatu ruangan, tipe kabel, panjang kabel yang digunakan, semakin panjang kabel yang digunakan maka rugi ruginya semakin besar.

Budi Utomo, (2012), pada skripsinya yang berjudul "Simulasi Link Budget Pada Sel Femto Teknologi Telekomunikasi *LTE (Long Term Evolution)*". Dalam penelitian ini suatu simulasi yang berkaitan dengan pengaruh *interference* yang terjadi ketika sejumlah sel femto LTE dioperasikan pada suatu lingkungan berada pada ruang lingkup sel makro LTE. Dijelaskan kualitas sinyal *Signal Interference Noise Ratio* (SINR) pada pengguna (*downlink*) baik dari sel femto atau sel makro dikaji berdasarkan perhitungan link budget dengan memperhitungkan fenomena *interference* yang mungkin terjadi menggunakan perangkat lunak LabView2009. Dari hasil simulasi rugi propagasi minimum untuk *User Equipment* (UE) yang berada diluar ruangan adalah 97,021 dB pada jarak 50m dan terus bertambah hingga 142,849 dB pada jarak 1km sedangkan di dalam ruangan 112,021 dB pada jarak 50 m dan 157,849 dB pada jarak 1 km. Nilai daya terima yang timbul pada sel makro jauh lebih besar dibandingkan dengan sel femto baik di dalam ruangan maupun di luar dengan membandingkan jarak yang sama antara 1 sampai 50 meter. Dengan semakin banyak jumlah FAP yang berada dalam suatu ruang lingkup sel makro, maka nilai SINR yang diperoleh pengguna yang dilayani suatu sel femto dan sel makro berkurang karena terdapat interferensi dari FAP lain. Nilai SINR makro *downlink* maksimum 27,4348 dB dan nilai SINR makro *downlink* minimum.

Alfin Hikmaturokhan, Lita Berlianti, Wahyu Pamungkas, (2015). "Analisa Model Propagasi *Cost 231 Multi Wall* pada Perancangan Jaringan *Indoor Femtocell High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)* menggunakan *Radiowave Propagation Simulator*. Penelitian ini melakukan perancangan jaringan *indoor HSDPA* dan melakukan simulasi dari rancangan tersebut dengan menggunakan perangkat lunak yang berupa *Radiowave Propagation Simulator* (RPS). Sedangkan untuk menganalisa hasil perancangan maka dilakukan studi kasus yang berlokasi di gedung baru Kampus ST3 Telkom Purwokerto. Hasil analisa dan implementasi yang didapat hasil penelitian yang telah dilakukan maka jumlah

Femtocell Access Point (FAP) berdasarkan perhitungan kapasitas yaitu sebanyak 2 FAP. Sedangkan berdasarkan perhitungan cakupan (*coverage*) menggunakan Model Propagasi *Cost 231 Multi Wall* menghasilkan jumlah FAP sebanyak 2 FAP juga.

Agung Ridwan SN, (2012), *Isu Keamanan Femtocell*. Penelitian ini membahas keamanan jaringan *femtocell* diperhatikan mulai dari sisi *user* hingga ke *network operator*.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Perkembangan Teknologi Jaringan Seluler

Teknologi jaringan seluler terus mengalami peningkatan mulai dari sistem komunikasi analog menjadi sistem komunikasi digital. Evolusi dari teknologi jaringan seluler terbagi menjadi beberapa generasi, yaitu generasi pertama (1G), generasi kedua (2G/2,5G), generasi ketiga (3G/3,5G), dan generasi keempat (4G).

2.2 High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)

High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) adalah suatu teknologi terbaru dalam sistem telekomunikasi bergerak yang dikeluarkan oleh 3GPP *release 5* dan merupakan teknologi generasi 3,5 (3,5G). Teknologi yang juga merupakan pengembangan dari *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA), sama halnya dengan *Code Division Multiple Access* (CDMA) 2000 yang mengembangkan *Evolution Data Only/Evolution Data Optimized* (EV-DO) ini didesain untuk meningkatkan kecepatan *transfer data* 5 kali lebih tinggi. HSDPA mempunyai layanan berbasis paket data di WCDMA *downlink* dengan data rate mencapai 14,4 *Mbps* dan *bandwidth* 5 *MHz* pada WCDMA *downlink*. Untuk jenis layanan *streaming*, dimana layanan data ini lebih banyak pada arah *downlink* daripada *uplink*, atau dengan kata lain user lebih banyak men-download daripada meng-upload

2.3 Sistem Komunikasi Indoor

Komunikasi jaringan *indoor* merupakan suatu sistem yang diterapkan dalam gedung untuk mendukung sistem di luar gedung dalam memenuhi layanan seluler dan *wireless*. Perencanaan sel dalam gedung meliputi perencanaan area cakupan sesuai dengan komitmen area, kapasitas trafik

sesuai kebutuhan, kualitas sinyal yang memuaskan pelanggan, dan dengan interferensi yang kecil. Prosedur dari perencanaan sel antara lain adalah cakupan dan analisa interferensi, perhitungan trafik, perencanaan frekuensi, dan parameter sel

2.4 Model Propagasi Indoor

a) One Slope Model

Pada *One Slope Model* hal yang diperhatikan yaitu parameter parameter yang mempengaruhi perhitungan seperti *path loss* eksponen. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L(d) = L_o + 10 \log_n(d) \quad (2.1)$$

Keterangan :

L_o = Rugi-rugi jalur dari Tx ke Rx terhadap referensi jarak R_o pada propagasi *free space* (dalam dB), R_o adalah referensi jarak Tx ke Rx yaitu 1 meter.

n = *Pathloss* eksponen

d = Jarak dalam satuan (m)

b) Keenan Motley Model

Model propagasi *Keenan Motley* memperhitungkan seluruh dinding yang ada pada sebuah bangunan pada bidang vertikal diantara *transmitter* dan *receiver*, dengan nilai attenuasi yang sama untuk seluruh lantainya. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L_o = P_o + 20 \log(R) + p \times WAF \times FAF \quad (2.2)$$

$$\text{Dimana : } P_o = 20 \log \left[\frac{4\pi f}{c} \right] \quad (2.3)$$

Keterangan :

R = Jarak antara *transmitter* dan *receiver*

p = Jumlah dinding antara *transmitter* dan *receiver*

k = Jumlah lantai antara *transmitter* dan *receiver*

WAF = *Wall Attenuation Factor*

FAF = *Floor Attenuation Factor*

c) 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. Dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$LT = LFSL + LC \sum_{i=1}^M nwi \cdot Lwi + n f^{\left[\frac{nf+2}{nf+1} - b \right]} Lf \quad (2.4)$$

Keterangan :

LFSL = *Loss Free Space Lose*

$$LFSL = 20 \log f \text{ Mhz } 20 \log d \text{ Km } + 32.5 \quad (2.5)$$

LC = *Constant Loss*

Lwi = *Wall type loss*

Lw1 = *L light wall*

Lw2 = *L heavy wall*

Lf = *Loss per floor* (15 dB)

b = *empirical parameter* (0.46)

M = *Numbers of wall type*

nf = *Number of floors crossed by the path*

nwi = *number of wall crossed by the path*

2.5 Key Performance Indicator

Dalam pengukuran jaringan parameter yang diukur harus disesuaikan dengan standar KPI (*Key Performance Indicator*) 3GPP dan standar KPI dari *vendor* telekomunikasi yang dipakai, yaitu sebesar ≥ -70 dBm yaitu seperti tampak pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai RSCP

RSCP (dBm)	
Range	Grade
-130 to -100	Poor
-100 to -90	Intermediate
-90 to -80	Very good
-80 to -30	Excellent

2.6 Alokasi Physical Cell Identity

PCI merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk memberikan identitas tiap *transmitter* untuk mengirimkan informasi kesetiap pengguna *cell* tertentu dengan nilai 0 - 503. Alokasi PCI terdiri dari 3 *Primary Synchronization Signal* (PSS) dan 168 *group Secondary Synchronization Signal* (SSS). Alokasi PCI untuk jaringan *indoor* menggunakan nomor PCI 462-503 (terdapat pada SSS 154 - 167). Berikut tabel Alokasi PCI untuk jaringan *indoor* pada tabel 2.2

Tabel 2.4 Alokasi PCI untuk Jaringan Indoor

PSS	SSS													
	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167
0	462	465	468	471	474	477	480	483	486	489	492	495	498	501
1	466	469	472	475	478	481	484	487	490	493	496	499	502	1
2	470	473	476	479	482	485	488	491	494	497	500	503	2	5

2.7 Radio Wave Propagation Simulator

Radiowave Propagation Simulator adalah software yang dapat digunakan di destop *Personal Computer* (PC) yang berfungsi untuk simulasi perancangan komunikasi indoor dan simulasi pemasangan Femtocell Access Point (FAP) serta coverage area dari FAP tersebut.

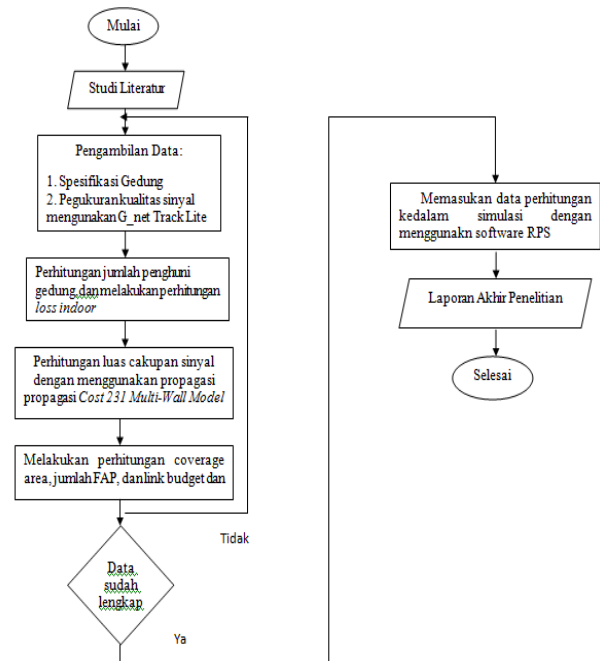
2.8 G-Net Track Lite

G-Net Track Lite adalah aplikasi untuk memonitor jaringan dan walk test pada perangkat yang beroperasi sistem OS Android. Teknologi yang didukung pada aplikasi G-Net Track adalah LTE, UMTS, GSM, CDMA, EVDO, HSDPA.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Proses perancangan jaringan *femtocell* pada jaringan HSDPA di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau ditunjukkan pada gambar 3.1. Prose perancangan dimulai dengan mempelajari *study literature* yang berkaitan dengan perancangan jaringan indoor HSDPA. Berikutnya melakukan survey lapangan untuk mengetahui spesifikasi gedung yang akan dirancang dan melakukan pengukuran kualitas sinyal pada gedung tersebut. Data tersebut dimasukan untuk dihitung dan dianalisa secara teori. Setelah mendapatkan hasil perhitungan secara teori melakukan simulasi menggunakan *software* RPS dengan melakukan beberapa skenario sehingga mendapatkan kualitas sinyal yang lebih baik. Berikut adalah diagram alir penelitian perencanaan jaringan *femtocell* pada jaringan HSDPA di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Tahapan Perencanaan

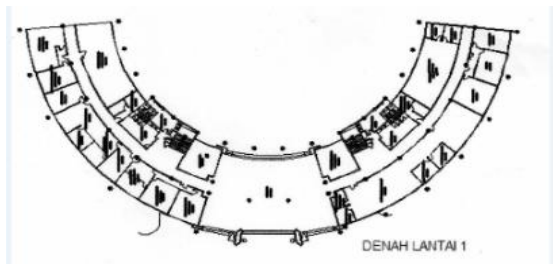
Perancangan dilakukan pada Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau. Gedung C terdiri dari 3 lantai yang terdiri dari 42 ruangan dengan kondisi ruangan yang dibatasi dengan dinding beton. Gedung C terbagi 3 lantai dimana lantai satu terdapat 12 ruangan, lantai 2 terdapat 10 ruangan, dan lantai 3 dengan 21 ruangan.

Dari data observasi Gedung C oleh pihak Fakultas Teknik Universitas Riau spesifikasi Gedung C dapat dilihat dalam tabel 3.1

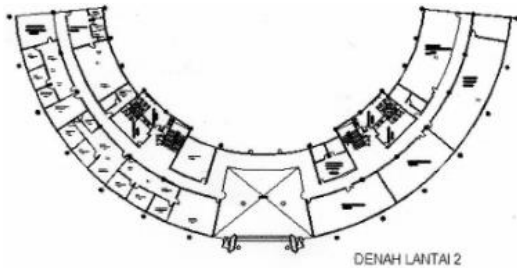
Tabel 3.1 Spesifikasi Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau

Gedung	Luas Gedung (m3)	Tinggi Gedung (m)
1	1775	5
2	1775	5
3	1775	5

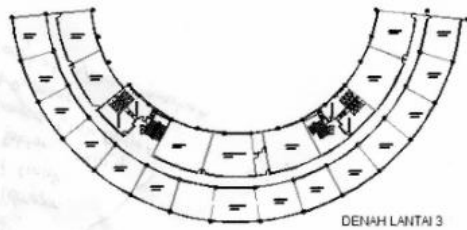
Gedung C tiap lantainya dapat dilihat pada gambar 3.2 s/d 3.4:



Gambar 3.2 Denah Lantai 1 Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau



Gambar 3.3 Denah Lantai 2 Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau



Gambar 3.4 Denah Lantai 3 Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau

3.3 Parameter yang Digunakan

Pada perancangan jaringan indoor perlu menentukan parameter yang di gunakan dalam percangan baik disisi transmitter maupun dari sisi receiver. Parameter perancangan jaringan yang diperlukan di sisi transmitter dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Parameter Transmitter

No	Parameter	Nilai
1	Jenis antenna	Isotropic Source
2	Posisi antena transmitter	x, y, z disesuaikan dengan skenario
3	Tinggi antenna (m)	4
4	Transmitter power (dBm)	25
5	Carrier frequency (Ghz)	2.1
6	Cable loss	0
7	Noise figure	3

Receiver pada perancangan jaringan indoor dibuat dengan di group untuk menentukan kualitas sinyal yang di terima disisi penerima. Parameter yang digunakan pada sisi penerima ditunjukkan pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Parameter Receiver

No	Parameter	Nilai
1	Tinggi antena dari ground (m)	Lantai 1 = 4, Lantai 2 = 4 Lantai 3 = 4
2	Dava pancar (dBm)	20

3.6 Redaman Indoor

Perhitungan redaman indoor bertujuan untung menghitung seberapa besar loss wall material, yaitu redaman yang muncul akibat partisi material dari bangunan seperti dinding, lantai, pintu, jendela, dan sekat antar ruangan. Berdasarkan material yang ada pada Gedung C indoor loss bangunan dapat dilihat pada tabel 3.4 sesuai standar 3GPP.

Tabel 3.4 Indoor Loss Gedung C

No	Lantai	Jenis hambatan	dB	Jumlah	Total dB
1	Lantai 1	Kaca (glass)	2.8	16	44.8
		Beton (Concrete)	3.4	4	13.6
		Pintu Kayu (wood door)	4	10	40
		Total Loss			
2	Lantai 2	Kaca (glass)	2.8	21	58.8
		Beton (Concrete)	3.4	4	13.6
		Pintu Kayu (wood door)	4	6.5	26
		Total Loss			
3	Lantai 3	Kaca (glass)	2.8	25	70
		Beton (Concrete)	3.4	6	20.4
		Pintu Kayu (wood door)	4	2	8
		Total Loss			

3.1 Perhitungan Link Budget

Tabel 3.4 MAPL Uplink

Transmitter (Mobile Station)		
a	Maximum mobile Tx power (dBm)	25
b	Mobile antenna gain (dBi)	0
c	Body / orientation loss (dB)	3
d	EIRP (dBm)	22
e	Thermal noise density (dBm/Hz)	-174
f	BS receiver noise figure (dB)	8
g	Receive noise density (dBm/Hz)	-166
h	Receiver noise power (dBm)	-214,42
i	Interference margin (dB)	3
j	Noise & interference (dBm)	-211,42
k	Processing gain (dB)	15,7
l	Required Eb/No	1
m	Receiver sensitivity (dBm)	-226,12
n	Base station antenna gain (dBi)	0
o	Fast fading margin	2
p	Maximum path loss (dB)	246,12

Tabel 3.5 MAPL Downlink

Transmitter (Mobile Station)		
a	Maximum mobile Tx power (dBm)	20
b	Mobile antenna gain (dBi)	0
c	Body / orientation loss (dB)	0
d	EIRP (dBm)	20 (d = a + b - c)
e	Thermal noise density (dBm/Hz)	-174 KTB = (1.38 x 10 ⁻²³ x 290) = -240 dBw = -174
f	MS receiver noise figure (dB)	4
g	Receive noise density (dBm/Hz)	-170 (g = e + f)
h	Receiver noise power (dBm)	-214,42 (h = g + 10 log(14,4 x 10 ⁻⁶))
i	Interference margin (dB)	3
j	Noise & interference (dBm)	-211,42 (j = h + i)
k	Processing gain (dB)	15,7 (k = 10 log (14,4 Mps/384))
l	Required Eb/No	1 Data 384 kbps
m	Receiver sensitivity (dBm)	-226,12 (m = l - k + j)
n	Base station antenna gain (dBi)	1
o	Fast fading margin	2
p	Maximum path loss (dB)	244,12 (q = d - m + n - o)

Dari hasil perhitungan MAPL dari arah *downlink* diperoleh 244,12 dB, dengan demikian selisih antara MAPL *uplink* dengan *downlink* adalah 246,12 – 244,12 = 2 dB. Dengan demikian hasil selisih antara *uplink* dan *downlink* adalah 2 dB > 5 dB sehingga perencanaan masi layak dan dapat diterapkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dari simulasi yang dilakukan menggunakan *software Radiowave Propagation Simulator (RPS)*. Simulasi dilakukan berdasarkan perhitungan yang dilakukan pada bab sebelumnya. Maka dilakukan simulasi menggunakan 3 skenario untuk mendapatkan kualitas sinyal yang baik untuk penempatan FAP. Peletakan FAP berdasarkan perhitungan *coverage area*, dimana didapat hasil 4 FAP pada setiap lantainya

4.1 Hasil Pengukuran WalkTest

Dalam perancangan jaringan komunikasi *indoor* perlu dilakukan pengukuran jaringan pada gedung tersebut. Dalam penelitian ini pengukuran jaringan dilakukan menggunakan *software G-NetTrack Lite v2.4*.

Kondisi jaringan yang bagus sesuai standar KPI yaitu sebesar ≥-70 dBm. Setelah dilakukan pengukuran jaringan *provider 3* menggunakan *G-NetTrack Lite v2.4* pada setiap lantainya didapat hasil sebagai berikut yang terlihat pada tabel

Tabel 4.1 Walktest Lantai 1

Waktu	Cell ID	Level Signal (dBm)	Serving Time (s)
11:37	34048	-81	184
11:41	38891	-97	174
11:44	34048	-101	490
11:54	38891	-107	43
11:54	38892	-85	2
11:54	38891	-109	77
11:56	34048	-97	66
11:57	38891	-93	141
12:00	32706	-95	16
Rata Rata Level Signal (dBm)		-96,11	

Tabel 4.2 Walktest Lantai 2

Waktu	Cell ID	Level Signal (dBm)	Serving Time (s)
12:55	38891	-87	33
12:55	34048	-107	254
13:00	38891	-111	174
13:04	38890	-99	10
13:04	38891	-97	25
13:04	38892	-79	6
13:05	38891	-99	41
13:07	38892	-93	90
13:08	38891	-77	67
Rata Rata Level Signal (dBm)		-94,33	

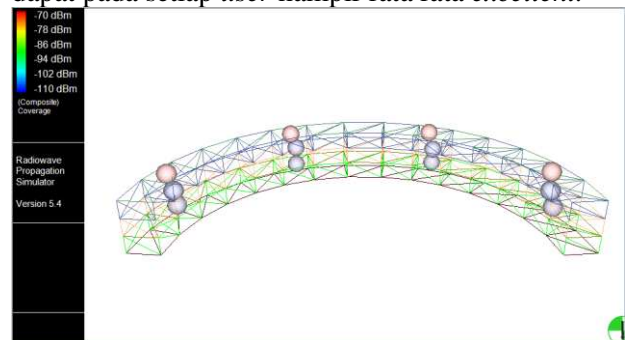
Tabel 4.3 Walktest Lantai 3

Waktu	Cell ID	Level Signal (dBm)	Serving Time (s)
13:17	34048	-97	213
13:21	38891	-91	95
13:23	34048	-91	52
13:24	38891	-95	552
13:35	34048	-97	78
13:36	38891	-107	67
Rata Rata Level Signal (dBm)		-96,33	

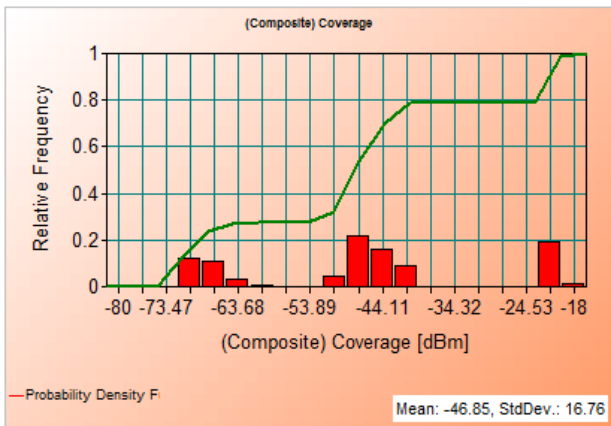
Dari hasil pengukuran jaringan tersebut terlihat bahwa *provider 3* belum memenuhi standar dimana *level signal* jaringan tersebut belum sesuai kelayakan standar KPI yaitu sebesar ≥-70 dBm.

4.2 Perancangan Jaringan Indoor Peletakan FAP di Tengah

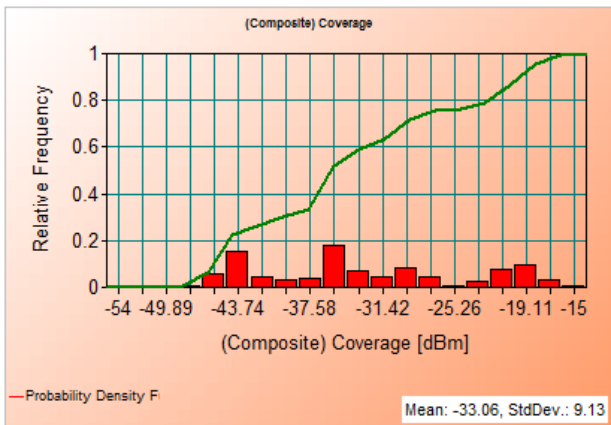
Pada perancangan jaringan *indoor* peletakan FAP berada di tengah, kualitas sinyal yang di dapat pada setiap *user* hampir rata rata *excellent*.



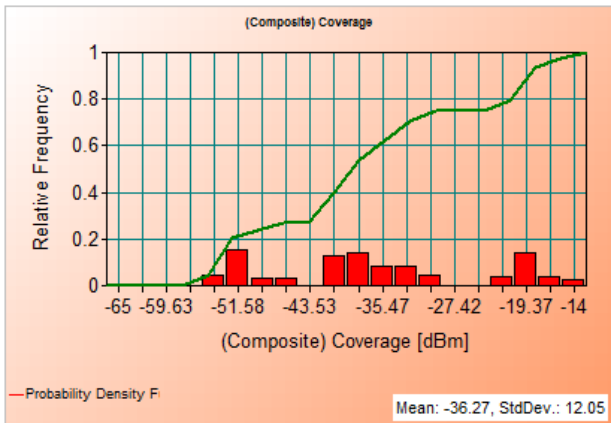
Gambar 4.1 Peletakan FAP di Tengah Skenario Sejajar 3 Lantai



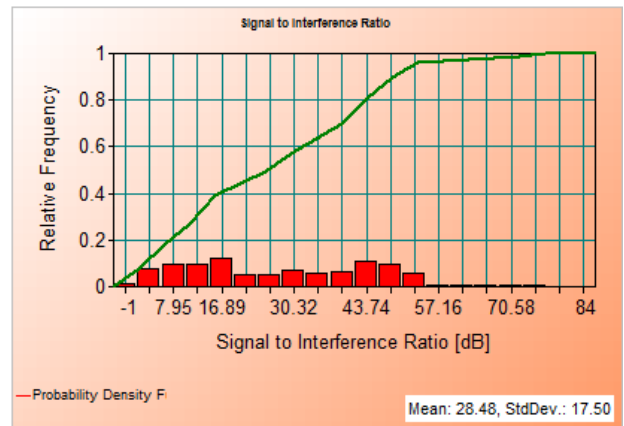
Gambar 4.2 Histogram Coverage Area Lantai 1 Skenario 1



Gambar 4.3 Histogram Coverage Area Lantai 2 Skenario 1



Gambar 4.4 Histogram Coverage Area Lantai 3 Skenario 1

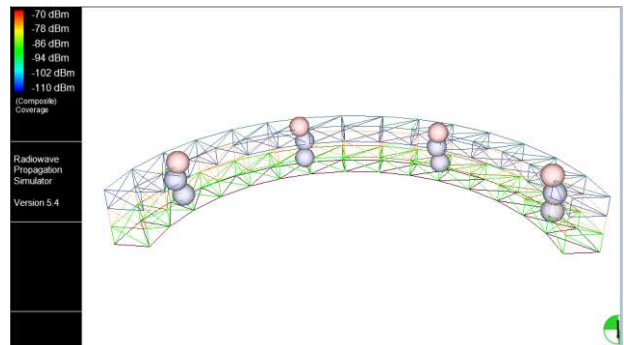


Gambar 4.5 Histogram SIR Skenario 1

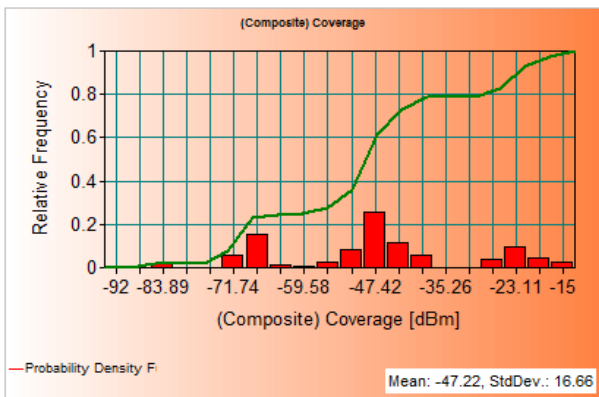
Dari hasil simulasi skenario pertama dapat dilihat total keseluruhan mempunyai level daya yang bagus. Persentasi *user* memiliki level dari yang *excellent* adalah 100% sesuai standar KPI yaitu ≥ -70 dBm, tetapi pada skenario 1 memiliki nilai SIR yang tinggi sehingga akan mengalami interferensi.

4.3 Perancangan Jaringan Indoor Peletakan FAP di Sudut

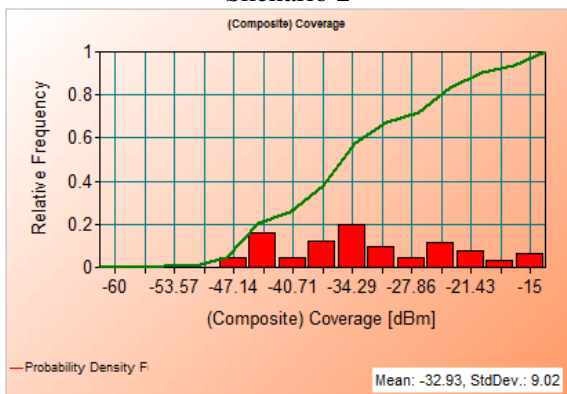
Perancangan jaringan *indoor* peletakan FAP di sudut kualitas sinyal yang di dapat pada setiap *user* rata – rata memiliki kualitas level daya *signal* yang *excellent*.



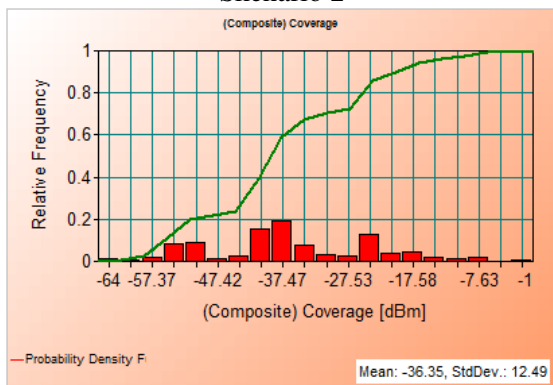
Gambar 4.6 Simulasi Peletakan FAP Di Sudut Ruang Sejajar 3 Lantai



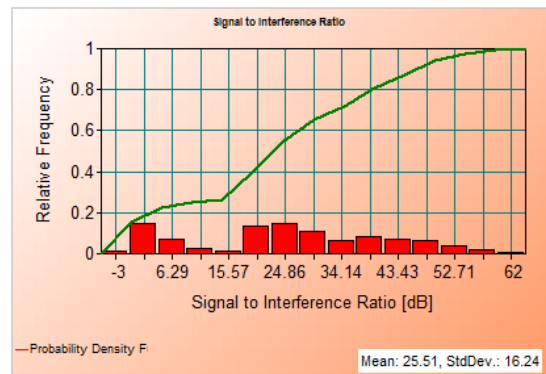
Gambar 4.7 Histogram *Coverage Area* Lantai 1 Skenario 2



Gambar 4.8 Histogram *Coverage Area* Lantai 2 Skenario 2



Gambar 4.9 Histogram *Coverage Area* Lantai 3 skenario 2

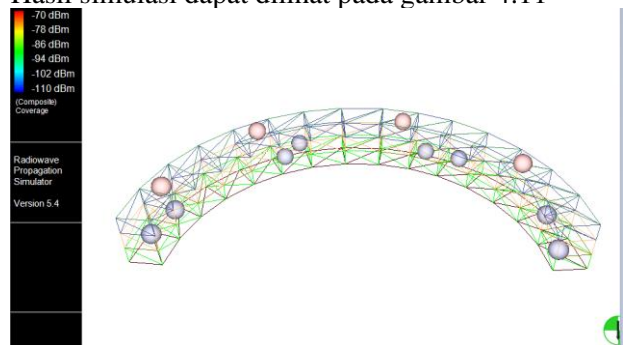


Gambar 4.10 Historam SIR Skenario 2

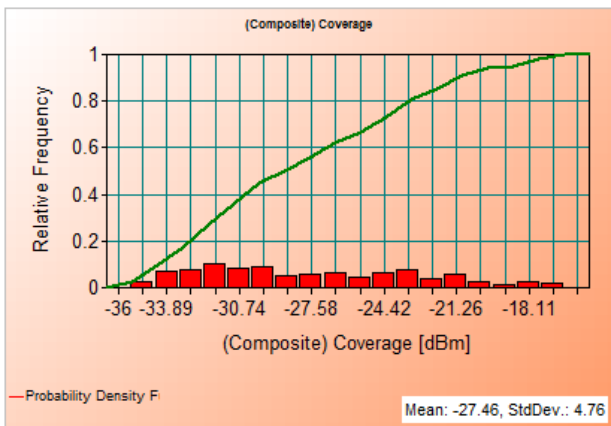
Dari hasil simulasi skenario kedua dapat dilihat daya level signal yang diterima memiliki level daya yang *excellent* sesuai standar KPI yaitu sebesar ≥ -70 dBm. Nilai SIR dari skenario 2 memiliki nilai sebesar 28 dBm itu disebabkan karena transmitter disusun sejajar di sudut dan banyak mengalami interferensi

4.4 Perancangan Jaringan *Indoor* Peletakan FAP Acak

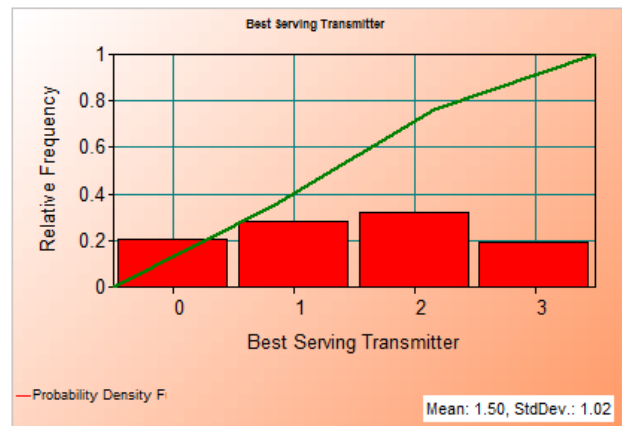
Pada perancangan jaringan *indoor* peletakan FAP secara acak kuliatas signal yang di dapat sangat bagus. Peletakan FAP secara acak berdasarkan simulasi pertama dan simulasi kedua, dimana peletakan FAP dipilih dari FAP yang memiliki kuliatas sinyas yang terbaik. Level daya signal yang di dapat hampir sama setiap lantai nya. Hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 4.11



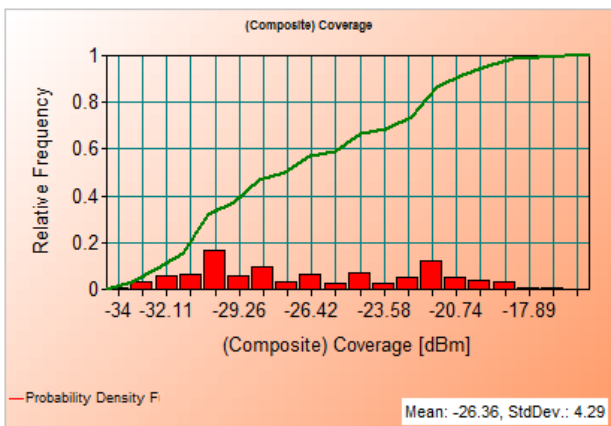
Gambar 4.11 Simulasi Peletakan FAP Secara Acak pada 3 Lantai



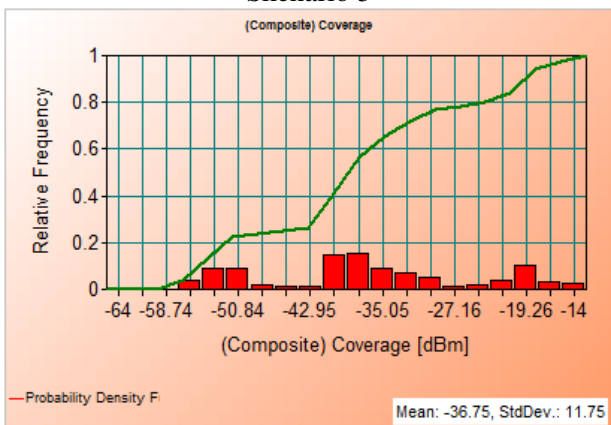
Gambar 4.12 Histogram Coverage Area Lantai 1 Skenario 3



Gambar 4.12 Histogram SIR Skenario 3



Gambar 4.13 Histogram Coverage Area Lantai 2 Skenario 3



Gambar 4.14 Histogram Coverage Area Lantai 3 Skenario 3

Dari ketiga skenario yang dilakukan pada daya level sinyal yang didapat rata – rata memiliki kualitas *signal* yang *excellent* sesuai standar KPI yaitu ≥ -70 dBm. FAP diletakkan pada langit langit gedung sehingga dapat mengcover *user* yang ada pada setiap lantai nya. Kualitas signal terbaik terdapat pada skenario ke 3 yaitu peletakan FAP secara acak, dimana FAP yang diletakkan pada setiap lantai nya mampu mengcover *user* dengan baik dengan kualitas sinyalnya rata rata dibawah -30 dBm dan memiliki nilai SIR yang lebih kecil dibandingkan skenario pertama dan kedua. Semakin kecil nilai SIR yang didapat maka perancangan jaringan indoor akan semakin bagus itu disebabkan nilai SIR mempengaruhi sehingga memperkecil terjadinya kemungkinan untuk *handover*.

Perbandingan ketiga skenario dapat dilihat pada tabel 4.5 yaitu perbandingan antara *coverage area* dan nilai SIR

Tabel 4.4 Hasil Mean Coverage Area dan SIR Setiap Skenario

No	Jenis Skenario	Nilai Coverage Area (dBm)	Nilai Signal to Interference Ratio (dB)
1	Skenario 1	-37,79	28,48
2	Skenario 2	-38,83	25,51
3	Skenario 3	-36,19	1,50

4.6 Alokasi Physical Cell ID (PCI)

Alokasi PCI pada jaringan indoor yaitu 462 – 503 yang ditetapkan oleh 3GPP. Berikut alokasi PCI yang dengan selis penomoran antar FAP sebesar 3 agar tidak terjadi *handover*. Sehingga pengalokasian PCI yang digunakan untuk 12 FAP hanya menggunakan 1 sektoryang berwarna kuning saja untuk penomoran PCI disetiap FAP. Berikut

penomoran PCI keseluruhan yang terdapat pada Tabel 4.6

Tabel 4.5 Alokasi PCI pada FAP

Jumlah Lantai	Nomor FAP	Nomor PCI
Lantai 1	1	462
	2	465
	3	468
	4	471
Lantai 2	5	474
	6	477
	7	480
	8	483
Lantai 3	9	486
	10	489
	11	492
	12	495

Dengan diberikan penomoran PCI untuk setiap FAP maka *user* tidak akan menerima identitas FAP yang sama sehingga pengidentifikasiannya untuk *handover* lebih mudah dan tidak mengalami gangguan

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan simulasi yang dilakukan pada Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau dapat ditarik kesimpulan diantaranya:

1. Perancangan jaringan *indoor* jaringan HSDPA pada provider 3 pada Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau menggunakan propagasi *COST 231 MultiWall* dimana dalam perhitungan jumlah FAP berdasarkan *coverage area* sebanyak 4 FAP setiap lantainya dan perhitungan berdasarkan kapasitas sebanyak 2 FAP pada lantai 1, 2 FAP pada lantai 2, dan 5 FAP pada lantai 3
2. Jenis FAP yang digunakan dalam perancangan adalah *Isotropic Source* sesuai standar 3GPP dengan daya pancar sebesar 25 dBm, sehingga didapat nilai dari MAPL sebesar 246,12 dBm untuk arah *uplink* dan 244,12 dBm untuk arah *downlink*.
3. Pada hasil pengukuran rata – rata level daya *provider* 3 pada setiap lantainya sebesar -95,59 dBm. Setelah dilakukan perhitungan dan simulasi di dapat hasil level daya yang sesuai standar KPI yaitu sebesar -30 dBm.
4. Yang diimplementasikan ke dalam simulasi adalah perhitungan jumlah FAP berdasarkan *coverage area* karena jumlah FAP yang dihasilkan lebih efisien dalam perencanaan

5. Nilai *coverage area* yang terpilih adalah skenario 3 dikarenakan level daya yang didapat sangat baik yaitu rata – rata sebesar -36,19 dBm dan memiliki nilai SIR sebesar 1,50 dB dimana peletakan FAP secara acak

5.2 Saran

Penelitian yang dilakukan tidak terlepas dari beberapa kekuarangan, oleh karena itu ada beberapa hal yang perlu di perhatikan diantaranya:

1. Perancangan jaringan *indoor* tidak hanya dilakukan pada jaringan HSDPA saja dan bisa dilakukan pada jaringan 3G, 4G maupun jaringan Wifi menggunakan konsep *femtocell*.
2. Perancangan tidak hanya dapat dilakukan pada Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau. Perancangan dapat dilakukan pada setiap gedung dengan menggunakan perhitungan dan ketentuan sesuai standar yang berlaku
3. Pemilihan tipe FAP tidak hanya menggunakan USC 5310 masi banyak tipe FAP yang sesuai standar 3GPP sehingga perancangan yang dilakukan sesuai dengan keingan percangan

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Ridwan SN,2012,*Isu Keamanan Femtocell*.Program Studi Teknik Telekomunikasi, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung,Bandung.
- Alfin Hikmaturokhman, KhoirunNi'amah, Eka Setia Nugraha, 2015, *Perancangan Jaringan Indoor 4G LTE TDD 2300 Mhz Menggunakan Radiowave Propagation Simulator*. Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto, Purwokerto
- Alfin Hikmaturokhman, Lita Berlianti, Wahyu Pamungkas,2015,*Analisa Model Propagasi Cost 231 Multi Wall pada Perancangan Jaringan Indoor Femtocell HSDPA menggunakan Radiowave*.Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto,Purwokerto.
- Ali Mazhar, 2010, *Optimization Of HSDPA In Indoor Environment With Repeater And*

- Distributed Antenna Systems*, Tampere University of Technology. Tampere
- Budi Utomo, 2012, *Simulasi Link Budget Pada Sel Femto Teknologi Telekomunikasi LTE (Long Term Evolution)*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang
- Evandro Panahatan Simorangkir, Uke Kurniawan Usman, Ida Wahidah, 2008, *Perencanaan Jaringan UMTS Berbasis High Speed Packet Access (HSDPA/HSUPA) Pada Area Jakarta Pusat*, Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung
- Gatra Erga Yudhanto, Gamantyo Hendrantoro, dan Devy Kuswidiastuti, 2012, *Manajemen Interferensi Femtocell pada LTE-Advanced dengan Menggunakan Metode Autonomous Component Carrier Selection (ACCS)*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya
- Harri Holma and Antti Toskala, 2014, *Radio Access for Third Generation Mobile Communications, England*. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
- Harry Rachmawan, 2007, *Simulasi Cakupan Sistem IBC (In-Building Coverage) Pada Komunikasi GSM*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya
- Jaakko Penttinen, 2009, *Comparison Of HSDPA Indoor Configurations With Multiple Users*, Tampere University of Technology, Tampere