

# PERANCANGAN JARINGAN *INDOOR* 4G LTE MENGUNAKAN *RADIOWAVE PROPAGATION* *SIMULATOR* STUDI KASUS *STUDENT CENTRE* UNIVERSITAS BUDI LUHUR

Isdian Saputra<sup>1</sup>, Suwasti Broto<sup>2</sup>

1. Teknik Elektro: Universitas Budi Luhur  
Jakarta, Indonesia  
[saputraisdian@gmail.com](mailto:saputraisdian@gmail.com)
2. Teknik Elektro: Universitas Budi Luhur  
Jakarta, Indonesia  
[suwasti.broto@budiluhur.ac.id](mailto:suwasti.broto@budiluhur.ac.id)

## ABSTRAK

*Dalam tugas akhir ini dibahas tentang merancang jaringan indoor 4G LTE di gedung Student Centre Universitas Budi Luhur Jakarta menggunakan femtocell. Dengan memperhitungkan nilai total loss yang disebabkan oleh material-material didalam gedung, dengan bantuan model propagasi COST 231 Multi-Wall maka akan didapatkan prediksi cakupan yang efektif untuk tiap FAP (Femtocell Access Point). Setelah diperoleh prediksi cakupan efektif tiap FAP-nya maka akan diperoleh jumlah FAP yang diperlukan untuk men-cover seluruh area didalam gedung dan kemudian akan disimulasikan dengan software Radiowave Propagation Simulator (RPS) untuk memprediksi hasil rancangan yang telah dibuat dari sisi perhitungan secara coverage. Hasil yang diharapkan dari perencanaan Jaringan indoor 4G LTE di gedung Student Center Universitas Budi Luhur Jakarta adalah agar nilai Reference Signal Received Power (RSRP) dan Signal to Interference Ratio (SIR) jaringan LTE di dalam gedung Student Centre berada dalam range yang baik sesuai dengan standar Key Performance Indicator (KPI) 3GPP, yaitu  $>-80\text{dBm}$  (RSRP) dan  $> 5\text{dB}$  (SIR). Serta dapat membandingkan hasil simulasi dari 3 skenario yang telah dibuat dengan nilai mean RSRP dan SIR dari setiap skenario, sehingga didapatkan skenario penempatan femtocell yang paling baik.*

*Kata kunci: Femtocell; COST 231 Multi-Wall; Radio Propagation Simulator (RPS); Reference Signal Received Power (RSRP); Signal to Interference Ratio (SIR)*

## ABSTRACT

*In this final project discuss about designing indoor 4 g LTE network in building Student Centre University of Budi Luhur, Jakarta using femtocell. Taking into account the value of the total loss caused by the materials in the building, with the help of the propagation COST 231 models of Multi-Wall will be acquired effective coverage prediction for each FAP (Femtocell Access Point). Effective coverage prediction obtained after each of his FAP will then retrieved the necessary number of FAP to cover all areas inside the building and then be simulated Radiowave Propagation Simulator software (RPS) to predict the results of the the design has been made in the calculation of the coverage. The expected results of the 4 g LTE indoor network planning in building Student Center of the University of Budi Luhur, Jakarta is so that the value of the Reference Signal of the Received Power (RSRP) Signal to Interference Ratio (SIR) LTE networks in building Student The Centre is in a good range in accordance with the standard Key Performance Indicator (KPI) 3GPP, IE  $>-80\text{dBm}$  (RSRP) and  $> 5\text{dB}$  (SIR). And can compare the results of the simulation of 3 scenarios that have been created with the value of the mean RSRP and SIR of each scenario, so it brings the most femtocell placement scenario either. Template and already defines the components of your paper*

*Keywords: Femtocell; COST 231 Multi-Wall; Radio Propagation Simulator (RPS); Reference Signal Received Power (RSRP); Signal to Interference Ratio (SIR)*

## I. PENDAHULUAN

Teknologi telekomunikasi terus berkembang dan saat ini sudah menuju teknologi broadband wireless access, operator selular dituntut untuk memenuhi komunikasi dengan laju data yang tinggi, kapasitas yang besar, area akses yang semakin luas dan mobilitas yang tinggi dimanapun user berada baik di luar ruangan (outdoor) dan di dalam ruangan (indoor). Penerapan sel femto pada LTE (Long Term Evolution) dapat meningkatkan jangkauan layanan 4G di dalam gedung. Dengan demikian jaringan sel makro yang dipancarkan oleh BTS (Base Transceiver Station) kurang maksimal dalam cakupannya ke user yang berada di dalam ruangan, oleh karena itu perlu dilakukan pengoptimalan jaringan dengan menggunakan femtocell supaya jarak antara UE (User Equipment) dengan BTS (Base Transceiver Station) berkurang [1]. Dengan berkurangnya jarak antara stasiun pemancar, dalam hal ini yaitu BTS (Base Transceiver Station) dengan UE (User Equipment) maka kekuatan sinyal didalam gedung diharapkan membaik, perencanaan jaringan akses indoor LTE femtocell merupakan solusi yang tepat untuk operator karena penerapan femtocell ini merupakan solusi yang murah dibanding harus menambah jumlah BTS untuk meningkatkan coverage di area indoor [2]. Teknologi femtocell pada LTE (Long Term Evolution) dapat meningkatkan kualitas sinyal didalam ruangan karena penempatan stasiun pemancar sel femto yang berada di dalam ruangan. Namun dengan digunakannya femtocell timbul fenomena interferensi antara sel makro dan sel femto yang mempengaruhi kualitas sinyal (SIR) pada pengguna [3]. Berdasarkan penelitian tersebut Tugas Akhir ini membahas tentang merancang jaringan indoor LTE di Student Centre Univ. Budi Luhur yang sebelumnya nilai Signal to Interference Ratio (SIR) dan Reference Signal Received Power (RSRP) yang kecil dikarenakan redaman yang dihasilkan oleh tembok-tembok di gedung student centre Universitas Budi Luhur. Hasil yang diharapkan dari perencanaan Jaringan indoor LTE di Student Centre Univ. Budi Luhur adalah agar nilai Reference Signal Received Power (RSRP), Signal to Interference Noise Ratio (SINR) jaringan LTE di dalam gedung Student Centre Universitas Budi Luhur berada dalam range yang baik sesuai dengan standar Key Performance Indicator (KPI) 3GPP, yaitu  $< -80\text{dBm}$  (RSRP) dan  $> 5\text{dB}$  (SIR).

## II. PERANCANGAN SISTEM

### A. Diagram Blok Sistem

perancangan jaringan 4G indoor femtocell menggunakan metode propagasi COST 231 Multiwall pada gedung student centre Universitas Budi Luhur Jakarta. Pembahasan meliputi perencanaan denah gedung, dan pengumpulan data berupa walktest jaringan LTE dan jumlah pengguna handphone di dalam gedung, serta simulasi perancangan jaringan 4G indoor femtocell dengan

menggunakan software Radiowave Propagation Simulator 5.4.

Diagram Blok Sistem perancangan jaringan 4G indoor femtocell pada Gedung student centre Universitas Budi Luhur ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 diagram blok sistem perancangan jaringan 4G indoor femtocell.

### B. Prinsip Kerja Sistem Komunikasi Selular Indoor

Sistem dalam ruangan sangat berbeda dengan sistem luar ruangan, hal yang paling mendasar adalah model perancangan sistem radio dan distribusi antenanya harus disesuaikan dengan karakteristik gedung tempat sel tersebut dipasang.

### C. Proses Perencanaan Jaringan Indoor

Beberapa proses yang dilakukan dalam perencanaan jaringan indoor meliputi: walktest, dan perencanaan indoor building solution dengan beberapa metode seperti: penambahan Femtocell Access Point, dan capacity dimensioning. [4]

#### 1. Walktest

Proses walktest dilakukan untuk mengukur daya existing didalam gedung, sebagai latar belakang yang kuat bahwa diperlukannya perencanaan indoor. Berdasarkan pengukuran data diperoleh nilai RSRP paling buruk adalah  $-118\text{dBm}$  dengan RSRQ  $-12\text{dB}$  yang dapat dikategorikan buruk, hasil walktest yang rendah dikarenakan masalah karakteristik bangunan yang tertutup dan dikelilingi bangunan dan pohon disekitarnya. Hasil walktest jaringan LTE menggunakan aplikasi G-Net Track Lite ditun

jukk  
an  
pada  
gambar  
bar

2.  
G  
ambar 2.  
Hasil  
walktest  
jaringan



LTE di Gedung student centre

#### 2. Data Jumlah Pengguna Telepon Selular di Student Centre Universitas Budi Luhur

Jumlah Rata-rata pengguna telepon selular di dalam student centre Universitas Budi Luhur

setiap hari berbeda, tergantung kondisi dari masing-masing himpunan dan jam perkuliahan. Biasanya penghuni himpunan ramai pada saat istirahat siang antara jam 12.00 - 13.20 dan saat sore ke malam hari antara jam 15.00 - 19.00 biasanya waktu tersebut digunakan untuk rapat himpunan. Data penghuni himpunan setiap hari dapat dilihat pada tabel 1.

No.	Nama Himpunan/organisasi	Jumlah rata-rata penghuni berdasarkan jam	
		12.00 - 13.20	15.00 - 19.00
1.	Himakom, BEM, BPM FIKOM	15 orang	25 orang
2.	BEM FE	20 orang	30 orang
3.	BLDC, BL Karate	10 orang	25 orang
4.	Taekwondo	5 orang	15 orang
5.	HIMTI, HIMASI	15 orang	10 orang
6.	HIMATE	30 orang	10 orang

Table 1. data penghuni student centre

### 3. Perencanaan *Indoor Building Solution*

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan 2 metode dalam menangani permasalahan jaringan selular di gedung student centre Universitas Budi Luhur Jakarta. Yaitu penambahan *Femtocell Access Point* dan *Capacity Dimensioning*. [5]

- Penambahan *Femtocell Access Point* (FAP)

Dengan metode ini, dilakukan penambahan perangkat repeater untuk memperkuat daya yang didistribusikan ke dalam gedung student centre Universitas Budi Luhur Jakarta. Dengan penambahan repeater maka diperlukan suatu site donor yang dijadikan referensi dan kapasitas sistem repeater masih tergantung pada jumlah kapasitas dari *site donor* tersebut. Untuk metode penambahan repeater, maka perlu dilakukan *coverage dimensioning* untuk mengetahui jumlah *antenna repeater* yang dibutuhkan.

- *Capacity Dimensioning*

Dalam *capacity dimensioning* dianalisis jumlah user yang dapat ditampung oleh *Femtocell Access Point*, dalam hal ini tidak ada penambahan perangkat sehingga meningkatkan jumlah user yang menggunakan site donor repeater sehingga pada sisi kapasitas masih menggunakan kapasitas dari eNode B donor. Kemampuan dari satu antenna dalam menampung jumlah user adalah 50 (maks), berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh jumlah antenna untuk lantai 1 dengan jumlah user rata-rata per hari 95 orang maka dibutuhkan 2 buah *Femtocell Access Point*.

### D. Model Propagasi Jaringan Indoor

Model propagasi indoor yang digunakan pada penelitian ini adalah COST 231 multiwall karena seluruh dinding pada bidang vertikal antara

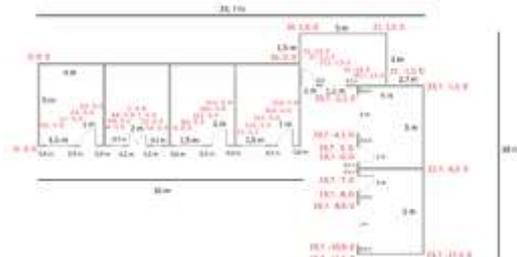
transmitter dengan receiver akan dipertimbangkan. Sedangkan untuk masing-masing dinding dengan properti materialnya diperhitungkan juga, bertambahnya dinding yang akan dilewati sinyal akan membuat atenuasi dinding menjadi berkurang.

### E. Perancangan simulasi Jaringan Indoor

Berikut ini langkah-langkah perancangan simulasi jaringan indoor 4G femtocell menggunakan software Radiowave Propagation Simulator 5.4. meliputi:

1. Perancangan denah Gedung menggunakan software Microsoft Visio 2013

Langkah pertama yang dilakukan dalam perancangan adalah membuat denah lokasi yang ditentukan dengan menggunakan Software Microsoft Visio 2013. Software ini digunakan untuk memudahkan dalam penentuan sumbu koordinat, karena metode yang digunakan untuk menggambar denah Gedung pada software radiowave simulator adalah dengan koordinat

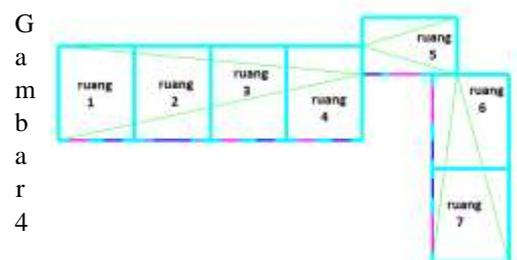


sumbu x,y,z. seperti ditunjukkan pada gambar 3.

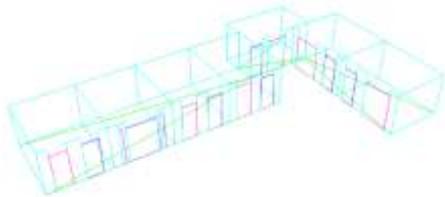
Gambar 3. Koordinat X.Y.Z denah student centre

2. Perancangan denah Gedung menggunakan software RPS 5.4

Software *Radiowave Propagation Simulator* adalah Software yang digunakan untuk analisis propagasi gelombang radio atau prediksi *coverage* BTS Telekomunikasi. Rancangan denah dalam bentuk 2D dan 3D ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Hasil rancangan dalam bentuk 2D



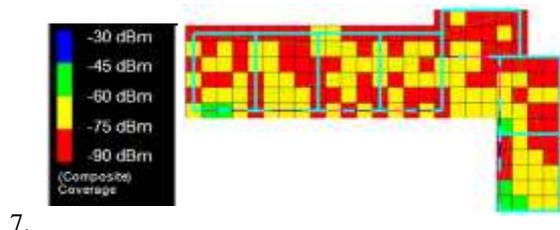
Gambar 5. Hasil rancangan dalam bentuk 3D

### III. PENGUJIAN DAN ANALISA

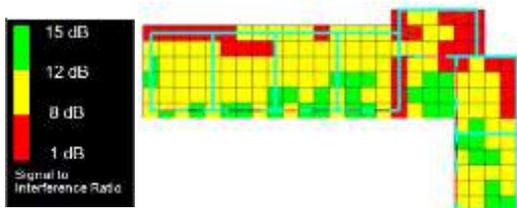
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari perancangan yang telah dibuat apakah sesuai dengan perencanaan. Pada pengujian dilakukan dengan menggunakan software untuk menganalisa hasil rancangan, pengujian yang dilakukan yaitu adalah.

#### A. Analisa jaringan 4G eksisting pada gedung student centre

Pengukuran parameter berupa RSRP dan SIR pada jaringan 4G yang ada di area gedung student centre Universitas Budi Luhur didapatkan dengan menggunakan aplikasi G-NET track lite dan disimulasikan dengan software Radiowave Propagation Simulator. Ditunjukkan pada gambar 6 dan gambar



Gambar 6. RSRP jaringan eksisting student centre



Gambar 7. SIR jaringan eksisting student centre

Dari hasil pengukuran parameter RSRP dan SIR jaringan 4G pada lantai 1 student centre dapat

disimpulkan keadaan eksisting dari jaringan 4G seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Lokasi	Hasil	Usulan
Ruang 1	RSRP dan SIR menunjukan hasil kurang baik	Perlu ditempatkan <i>femtocell Access Point</i>
Ruang 2	RSRP dan SIR menunjukan hasil kurang baik	Perlu ditempatkan <i>femtocell Access Point</i>
Ruang 3	RSRP dan SIR menunjukan hasil kurang baik	Perlu ditempatkan <i>femtocell Access Point</i>
Ruang 4	RSRP dan SIR menunjukan hasil kurang baik	Perlu ditempatkan <i>femtocell Access Point</i>
Ruang 5	RSRP dan SIR menunjukan hasil kurang baik	Perlu ditempatkan <i>femtocell Access Point</i>
Ruang 6	RSRP dan SIR menunjukan hasil kurang baik	Perlu ditempatkan <i>femtocell Access Point</i>
Ruang 7	RSRP dan SIR menunjukan hasil normal	Tidak perlu <i>femtocell Access Point</i>

Tabel 2. Kondisi eksisting jaringan student centre

Berdasarkan tabel 2 beberapa ruang di gedung *student centre* universitas budi luhur memerlukan penempatan *femtocell Access Point*, akan tetapi jika semua ruang ditempatkan *femtocell Access Point* akan timbul interferensi antar femtocell. Oleh karena itu dilakukan 2 skenario penempatan *femtocell Access Point* untuk menentukan lokasi penempatan *femtocell Access Point* yang optimal pada gedung *student centre* universitas budi luhur.

#### B. Optimasi Jaringan 4G di Gedung student centre Universitas Budi Luhur

Sebelum melakukan simulasi penempatan terlebih dahulu menentukan jumlah *femtocell Access Point* yang akan dipasang, dengan mengetahui luas *coverage* sebuah *femtocell Access Point*. Untuk menghitung luas *coverage* area *femtocell Access Point* terlebih dahulu harus menghitung Panjang diameter *coverage femtocell Access Point* melalui perhitungan MAPL (*Maximum Allowed Path Loss*). MAPL merupakan nilai redaman propagasi maksimum yang diperbolehkan agar koneksi antara user dengan *femtocell Access Point* dapat berjalan dengan baik.[6]

#### C. Spesifikasi *femtocell Access Point*: Fujitsu LS100 series

Dimisalkan jenis femtocell Access Point yang digunakan adalah Fujitsu LS100 series. Parameter dari sistem ditunjukkan pada tabel 3.

Parameter	Nilai
Frekuensi (MHz)	1800 & 2300
Power transmit	50mW = 17 dBm
Gain antenna (dBi)	3
Loss saluran (dB)	2
Fading margin (dB)	40 (untuk selular)
Capacity	maks 50 user

tabel 3 Parameter dari sistem

Asumsi  $S_{rx}$  (Sensitivitas Penerima) adalah -90 dB, maka didapatkan MAPL sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{MAPL} &= P_{\text{transmit}} - L_{\text{saluran}} + G_{\text{antena}} - \text{Margin} - S_{\text{rx}} \quad (1) \\
 &= 17 - 2 + 3 - 40 - (-90) \\
 &= 68 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\text{PL}(d) = \text{PL}_{\text{FS}} + 26,9 \Rightarrow \text{MAPL} = \text{PL}(d)$$

$$\begin{aligned}
 \text{PL}_{\text{FS}} &= \text{PL}(d) - 26,9 \quad (2) \\
 &= 68 - 26,9 \\
 &= 41,1 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PL}_{\text{FS}} &= 20 \log \left( \frac{4\pi r}{\lambda} \right) \quad (3) \\
 41,1 &= 20 \log \left( \frac{4 \times 3,14 \times r}{0,125} \right)
 \end{aligned}$$

$$\frac{41,1}{20} = \log(100,48 \times r)$$

$$2,05 = \log(100,48 \times r)$$

$$r = 11,1 \text{ m}$$

maka, luas *coverage area* dari *femtocell Access Point* dengan  $r = 11,1 \text{ m}$  dapat dihitung menggunakan persamaan Luas *coverage area*  $= 2,6 \times r^2 = 320\text{m}^2$ . Dengan demikian luas cakupan *area femtocell Access Point* adalah sebesar  $320\text{m}^2$ , dimana luas area gedung lantai 1 student centre sebesar  $308\text{m}^2$ . selanjutnya dapat ditentukan jumlah *femtocell Access Point* yang diperlukan dengan menggunakan persamaan (4)

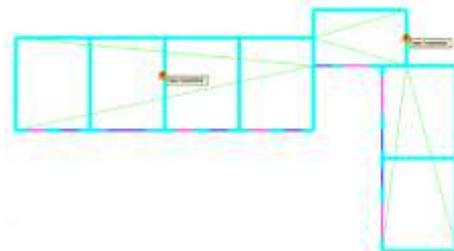
$$N_{\text{AP}} = \frac{308}{320} = 0,96 \approx 1$$

Dengan demikian, maka *femtocell Access Point* yang dibutuhkan untuk mencover seluruh ruang gedung *student centre* lantai 1 adalah 1 *Access Point*. akan tetapi secara kapasitas 1 *Access Point* kurang untuk menangani user yang berada di *student centre*, sesuai dengan spesifikasi *femtocell*

*Access Point* yang hanya mampu menangani sebanyak 50 user. Sedangkan jumlah penghuni student centre berjumlah 70 - 90 orang pada saat perkuliahan, maka pada penelitian ini digunakan 2 *femtocell Access Point*. Dari 2 *femtocell Access Point* tersebut harus ditentukan penempatan yang optimal, karena ada 6 ruang yang membutuhkan penempatan *femtocell Access Point*. Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat beberapa skenario penempatan *femtocell Access Point* untuk disimulasikan dan dianalisa sesuai dengan *Key Performance Indicator* untuk menentukan skenario penempatan mana yang paling optimal. Beberapa skenario penempatan *femtocell Access Point* yang akan dilakukan simulasi dan Analisa

1. *Femtocell Access Point* ditempatkan di ruang 2 dan 5
2. *Femtocell Access Point* ditempatkan di ruang 1 dan 6

Pada skenario pertama, *Femtocell Access Point* diletakkan pada tembok antara ruang 2 dan 3 yaitu ruangan BLDC dan Karate Budi Luhur dan pada ruang 5 yaitu ruangan taekwondo Budi Luhur seperti ditunjukkan pada gambar 8, sedangkan Pada skenario kedua, *Femtocell Access Point* diletakkan pada ruang 1 yaitu ruangan Air gallon Budi Luhur dan ruang 6 yaitu ruangan HIMATE seperti yang



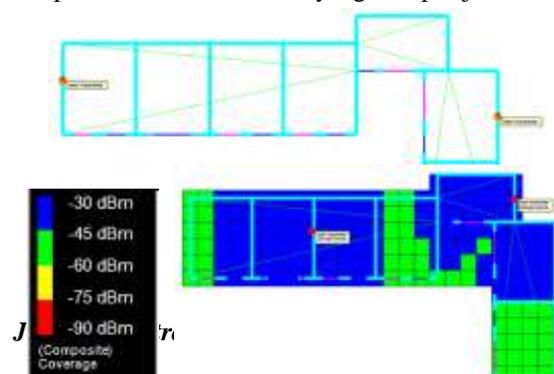
ditunjukkan pada gambar 9.

Gambar 8. Skenario penempatan FAP pertama

Gambar 9. Skenario penempatan FAP kedua

#### D. Pengujian Rancangan Penempatan FAP Skenario Pertama

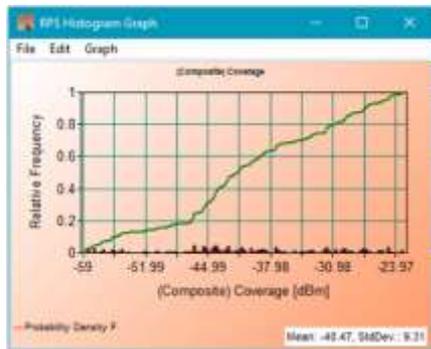
Pada pengujian rancangan penempatan FAP skenario pertama, dilakukan dengan menempatkan FAP pada Ruang 2 dan Ruang 5 untuk mengetahui cakupan sel dan interferensi yang didapat jika FAP



diletakkan pada ruang tersebut. Hasil simulasi yang didapat adalah berupa range nilai RSRP dan SIR beserta chart histogramnya, hasil simulasi rancangan penempatan FAP skenario pertama berturut-turut ditunjukkan pada gambar 10, 11, 12, 13

Gambar 10 Hasil RSRP simulasi skenario pertama

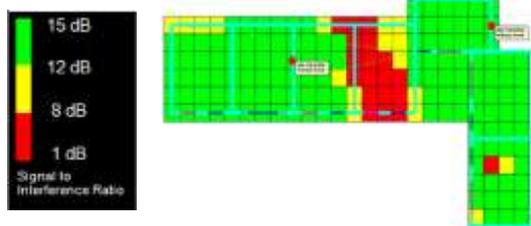
Hasil pengujian RSRP pada skenario pertama sesuai dengan legend composite coverage



menunjukkan hasil yang sangat baik pada ruang 2, ruang 3, ruang 5 dan ruang 6. Pada sebagian ruang 1, ruang 4, dan ruang 7 menunjukkan hasil baik.

Gambar 11 grafik histogram RSRP skenario pertama

Pada gambar 11 histogram graph sumbu horizontal (*coverage*) menunjukkan RSRP yang dapat diterima oleh user dan sumbu vertikal (*Relative Frequency*) menunjukkan persentase distribusi RSRP yang diterima oleh user. Pada grafik histogram skenario pertama menunjukkan mean sebesar -40.47 dBm, dengan standar deviasi sebesar 9.31. Hasil pegujian SIR pada skenario pertama sesuai dengan *legend Signal to Interference Ratio* menunjukkan hasil yang sangat baik pada ruang 1, ruang 2, ruang 3, ruang 5, ruang 6, dan ruang 7 menghasilkan hasil sangat baik. Pada ruang 4 mendapatkan hasil yang kurang baik seperti



ditunjukkan pada gambar 12.

Gambar 12 Hasil SIR simulasi skenario pertama

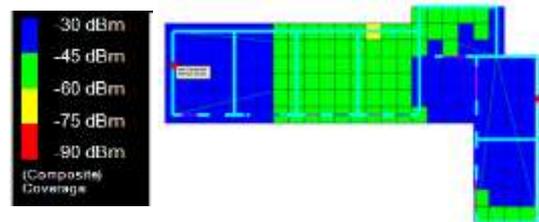


Gambar 13 Grafik histogram SIR skenario pertama

Pada gambar 13 histogram graph sumbu horizontal (*Signal to Inteferece Ratio*) menunjukkan SIR yang diterima oleh user dan sumbu vertikal (*Relative Frequency*) menunjukkan persentase distribusi SIR yang diterima oleh user. Pada grafik skenario pertama menunjukkan mean sebesar 26.49 dBm. Dengan standar deviasi sebesar 13.36.

### E. Pengujian Rancangan Penempatan FAP Skenario Kedua

Pada pengujian rancangan penempatan FAP skenario kedua, dilakukan dengan menempatkan FAP pada Ruang 1 dan Ruang 6 untuk mengetahui cakupan sel dan interferensi yang didapat jika FAP diletakkan pada ruang tersebut. Hasil simulasi yang didapat adalah berupa range nilai RSRP dan SIR beserta chart histogramnya, hasil simulasi rancangan penempatan FAP skenario pertama berturut-turut ditunjukkan pada gambar 14, 15, 16,



17.

Gambar 14 Hasil RSRP pada skenario kedua

Hasil pengujian RSRP pada skenario kedua sesuai dengan *legend composite coverage* menunjukkan hasil yang sangat baik pada ruang 1, sebagian ruang 2, ruang 6, dan ruang 7. Dan pada ruang 3, ruang 4, dan ruang 5 menunjukkan hasil yang baik. Pada histogram graph sumbu horizontal (*coverage*) menunjukkan RSRP yang dapat diterima oleh user dan sumbu vertikal (*Relative Frequency*) menunjukkan persentase distribusi RSRP yang diterima oleh user. Pada grafik skenario kedua menunjukkan mean sebesar -43.47 dBm. Dengan standar deviasi sebesar 10.73. Grafik histogram RSRP skenario kedua ditunjukkan pada

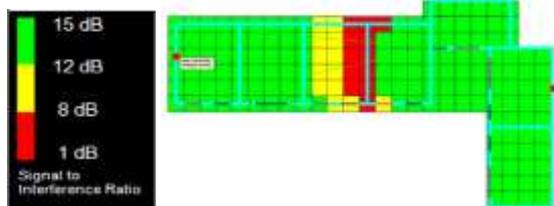


Jur

gambar 15.

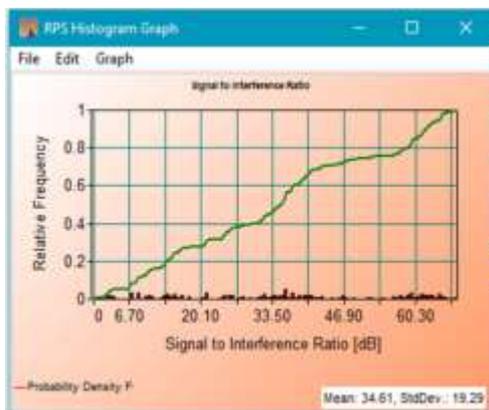
Gambar 15 Grafik histogram RSRP skenario kedua

Hasil pegujian SIR pada skenario kedua sesuai dengan *legend Signal to Interference Ratio* menunjukkan hasil yang sangat baik pada ruang 1, ruang 2, ruang 4, ruang 5, ruang 6, dan ruang 7.



Dan pada sebagian ruang 3 mendapatkan hasil SIR yang normal dan kurang baik, seperti ditunjukkan pada gambar 16. Pada gambar 17 histogram graph sumbu horizontal (*Signal to Inteferece Ratio*) menunjukkan SIR yang diterima oleh user dan sumbu vertikal (*Relative Frequency*) menunjukkan persentase distribusi SIR yang diterima oleh user. Pada grafik skenario kedua menunjukkan mean sebesar 34.61 dBm. Dengan standar deviasi sebesar 19.29.

Gambar 16 Hasil SIR pada skenario kedua



Gambar 17 Grafik histogram SIR skenario kedua

#### F. Analisa Rancangan Penempatan Femtocell Sesuai KPI (Key Performance Indicator)

Setelah mendapatkan hasil simulasi dari setiap skenario perancangan, selanjutnya menganalisa hasil rancangan sesuai dengan nilai KPI (*Key Performance Indicator*). Sesuai dengan Bab 2, KPI digunakan untuk mengetahui persentase baik buruknya suatu parameter jaringan. Dalam hal ini yaitu RSRP dan SIR, berdasarkan data yang didapatkan dalam grafik histogram setiap skenario perancangan.

##### 1. Analisa KPI Skenario Pertama

Berdasarkan data grafik histogram skenario pertama dapat dihitung persentase RSRP dan SIR untuk menentukan kategori: sangat baik, baik, buruk, sangat buruk, sesuai dengan *Key*

*performance Indicator*. Hasil perhitungan persentase KPI skenario pertama ditunjukkan pada tabel 4 untuk RSRP dan tabel 5 untuk SIR.

tabel 4 Persentase KPI RSRP skenario

Nilai (dBm)	Kategori	Persentase (%)
(-20) s/d (-45)	sangat baik	74,71
(-46) s/d (-65)	normal	25,29
(-66) s/d (-85)	kurang baik	Tidak ada
(<-90)	buruk	Tidak ada
		100.00

pertama

Hasil persentase *Key Performance Indicator* RSRP skenario pertama menunjukkan sebanyak 74,71% user mendapatkan nilai RSRP sangat baik, dan sebanyak 25,29% user mendapatkan nilai RSRP normal. Pada skenario pertama tidak ada user yang mendapatkan nilai RSRP kurang baik dan buruk. Total persentase RSRP skenario pertama adalah 100%.

Nilai (dB)	Kategori	Persentase (%)
(>20)	sangat baik	65,88
(20) s/d (10)	normal	15,88
(10) s/d (5)	kurang baik	13,53
(<5)	buruk	4,71
		100,00

tabel 5 Persentase KPI SIR skenario pertama

Hasil persentase *Key Performance Indicator* SIR skenario pertama menunjukkan sebanyak 65,88% user mendapatkan nilai SIR sangat baik, sebanyak 15,88% user mendapatkan nilai SIR normal, sebanyak 13,53% user mendapatkan nilai SIR kurang baik, dan sebanyak 4,71% mendapatkan nilai SIR buruk. Total persentase SIR skenario pertama adalah 100%.

##### 2. Analisa KPI Skenario Kedua

Berdasarkan data grafik histogram skenario kedua dapat dihitung persentase RSRP dan SIR untuk menentukan kategori: sangat baik, baik, buruk, sangat buruk, sesuai dengan *Key performance Indicator*. Hasil perhitungan persentase KPI skenario kedua ditunjukkan pada tabel 6 untuk RSRP dan tabel 7 untuk SIR.

Nilai (dBm)	Kategori	Persentase (%)
(-20) s/d (-45)	sangat baik	63,53
(-46) s/d (-65)	normal	36,47
(-66) s/d (-85)	kurang baik	Tidak ada
(<-90)	Buruk	Tidak ada
		100,00

tabel 6 Persentase KPI RSRP skenario pertama

Hasil persentase *Key Performance Indicator* RSRP skenario kedua menunjukkan sebanyak 63,53% user mendapatkan nilai RSRP sangat baik, sebanyak 36,47% user mendapatkan nilai RSRP normal. Pada skenario kedua tidak ada yang mendapatkan nilai RSRP kursng baik dan buruk. Total persentase RSRP skenario kedua adalah 100%.

tabel 7 Persentase KPI SIR skenario kedua

Hasil persentase *Key Performance Indictor* SIR skenario kedua menunjukkan sebanyak 73,53% user mendapatkan nilai SINR sangat baik, sebanyak 15,29% user mendapatkan nilai SIR normal, sebanyak 7,06% user mendapatkan nilai SIR kurang baik, dan sebanyak 4,12% mendapatkan nilai SIR buruk. Total persentase SIR skenario kedua adalah 100%.

#### G. Analisa perbandingan rancangan penempatan FAP setiap Skenario

Pada tabel 8 nilai mean composite coverage dan signal to interference ratio pada setiap skenario menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Pada skenario 1 rata-rata level daya sinyal yang dihasilkan pada penempatan FAP yang berada pada ruang 2 dan ruang 5 yaitu sebesar -40,47 dBm, nilai signal to interference ratio sebesar 26,49 dB. Pada skenario 2 rata-rata level daya sinyal yang dihasilkan pada penempatan FAP yang berada pada ruang 1 dan ruang 6 yaitu sebesar -43,47 dBm, nilai signal interference ratio sebesar 34,61 dB. Hasil dari setiap skenario pengujian memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, pada skenario pertama mendapatkan nilai RSRP lebih besar daripada skenario kedua, sedangkan pada skenario kedua mendapatkan nilai SIR lebih besar daripada skenario pertama. Berdasarkan hasil tersebut maka skenario penempatan yang optimal adalah skenario kedua karena mendapatkan SIR terbaik, yang berpengaruh ke troughput yang didapat oleh user. Hal ini membuktikan skenario penempatan FAP kedua yang paling baik dan tepat untuk diimplementasikan dalam perancangan jaringan indoor student centre Universitas Budi Luhur Jakarta.

No	Skenario penempatan	Nilai composite coverage (dBm)	Nilai Signal to Interference Ratio (dB)
1.	Skenario pertama	-40,47	26,49
2.	Skenario kedua	-43,47	34,61

tabel 8 Hasil mean RSRP dan SIR tiap skenario.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian perencanaan femtocell di gedung student centre Universitas Budi Luhur Jakarta, diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Hasil dari kedua simulasi mempunyai

Nilai (dB)	Kategori	Persentase (%)
(>20)	sangat baik	73,53
(20) s/d (10)	normal	15,29
(10) s/d (5)	kurang baik	7,06
(<5)	buruk	4,12
		100,00

kelebihan dan kekurangan masing-masing, pada skenario pertama rata-rata nilai RSRP lebih besar daripada skenario kedua. Tetapi pada skenario kedua rata-rata nilai SIR lebih besar daripada skenario pertama.

2. Jumlah *Femtocell Access Point* yang dibutuhkan berdasarkan perhitungan *coverage area* adalah 1 unit, tetapi jika secara kapasitas user jumlah *Femtocell Access Point* yang dibutuhkan adalah 2 unit.
3. Penempatan *Femtocell Access Point* yang paling optimal adalah pada skenario kedua, yang menghasilkan nilai rata-rata SIR 34,61 dB karena dapat meningkatkan kualitas *throughput* data user. Sedangkan hasil rata-rata RSRP kedua skenario sudah menunjukkan hasil sangat baik yaitu sebesar -40,47 dBm dan -43,47 dBm.

#### REFERENSI

- [1] H. Alfin, K. Nisa and N. Eka, Perancangan Jaringan Indoor 4G LTE TDD 2300 MHz Menggunakan Radiowave Propagation Simulator, 2015.
- [2] S. Burton, Perencanaan Jaringan Indoor Untuk Teknologi LTE di gedung Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom, Bandung: Universitas Telkom, 2015.
- [3] B. Utomo, I. Santoso, A. Ajub, Simulasi Link Budget Pada Sel Femto Teknologi Telekomunikasi LTE, 2013.
- [4] D. Sinaga, M. Pinem, COST-231 Multi-Wall Pada gedung Swalayan, 2016.
- [5] R.P.Taringan, A. Fahmi, H. Putri, Analisis dan Perencanaan Indoor Building Solution (IBS) Pada Jaringan LTE Pada Gedung Marbella Suites, 2017.
- [6] S. Rummi, Kajian Kinerja dan Usulan Metode Oprimasi Jaringan WI-FI di Universitas Budi Luhur, 2015.
- [7] K.F. Utami, H. Alfin, Perencanaan Femtocell 4G 1800MHz Studi Kasus Gedung Baru ST3 Telkom, 2016.
- [8] S. Yusuf, S. Imam, A. Ajub, Perencanaan Jaringan 4G TDD 2300MHz di Semarang Tahun 2015-2020, 2015.

