

Simulasi Perancangan Indoor Building Coverage (IBC) Pada Jaringan 4g LTE Frekuensi 850 Mhz dan 2300 Mhz Di RSUD Banyumas Menggunakan RPS 5.4

Muntaqo Alfin Amanaf¹ Ade Wahyudin² Yunealgi Gama Surapanca³

¹ Program Studi /Jurusan D3 Teknik Telekomunikasi, IT Telkom Purwokerto

^{2,3} Program Studi /Jurusan S1 Teknik Telekomunikasi, IT Telkom Purwokerto

email: ¹muntaqo@ittelkom-pwt.ac.id, ²adewahyudin@ittelkom-pwt.ac.id,

³16101250@st3telkom.ac.id

Abstrak: Perkembangan teknologi wireless semakin lama semakin berkembang pesat terutama perkembangan komunikasi data dengan kecepatan tinggi. Saat ini teknologi yang sedang berkembang adalah teknologi LTE. Perencanaan jaringan indoor dilakukan karena user yang berada di dalam gedung mendapatkan kualitas sinyal yang buruk karena cakupan jaringan yang berada diluar gedung tidak dapat mengcover user yang berada di dalam gedung. Dalam perancangan dilakukan di dua gedung RSUD Banyumas yaitu Gedung IGD dan Thalasemia menggunakan software RPS. Penelitian menggunakan 2 skenario dengan frekuensi 850 Mhz dan 2300 Mhz serta kombinasi antara frekuensi 2300 MHz dan 850 MHz. Jumlah FAP didapat dari perhitungan link budget dengan model propagasi Cost 231-Multiwall. Untuk jumlah FAP kapasitas diperoleh 8 FAP dan untuk coverage sebanyak 12 FAP pada frekuensi 2300 Mhz, serta 5 FAP dengan frekuensi 850 MHz. Hasil terbaik berdasarkan coverage menggunakan skenario 1. Untuk frekuensi 850 MHz di Gedung IGD RSRP sebesar -10.23 dBm dengan SINR sebesar 17.02 dB dan pada Gedung Thalasemia RSRP sebesar -11.30 dBm dengan SINR sebesar 11.28 dB. Untuk frekuensi 2300 MHz di Gedung IGD RSRP sebesar -18.33 dBm dengan SINR sebesar 9.8 dB dan pada Gedung Thalasemia RSRP sebesar -22.49 dBm dengan SINR sebesar 8.71 dB. Sedangkan untuk penggunaan kombinasi frekuensi 2300 MHz dan 850 MHz di Gedung IGD RSRP sebesar -9.44 dBm dengan SINR sebesar 11.52 dB dan pada Gedung Thalasemia RSRP sebesar -10.97 dBm dengan SINR sebesar 8.8 dB.

Kata Kunci: LTE, RPS, Cost 231-Multiwall, RSRP, SINR

Abstract: The development of wireless technology is growing rapidly, especially the development of high-speed data communications. Currently the developing technology is LTE technology. Indoor network planning is done because users inside the building get poor signal quality because the network coverage outside the building cannot cover users inside the building. In the design carried out in two Banyumas Hospital buildings, namely the IGD Building and Thalasemia Building using RPS (Radio Propagation Simulation) software. In this study use 2 scenarios with 2 frequency 850 Mhz and 2300 Mhz and combination of the frequency of 2300 MHz and 850 MHz. The number of FAP was obtained from the link budget calculation with the Cost 231-Multiwall propagation model. For the number of FAP capacities obtained by 8 FAP and for coverage of 12 FAP at a frequency of 2300 Mhz, and 5 FAP with a frequency of 850 MHz. The results of the calculation of Maximum Allowable Path Loss (MAPL) for uplinks are 140.97 dB and downlink of 136.97 dB. The best results based on coverage using scenario 1. For the 850 MHz frequency in the RSRP IGD Building at -10.23 dBm with SINR at 17.02 dB and at the RSRP Thalasemia Building at -11.30 dBm with SINR at 11.28 dB. For the frequency of 2300 MHz in the IGR RSRP building is -18.33 dBm with SINR of 9.8 dB and in the RSRP Thalasemia Building is -22.49 dBm with SINR of 8.71 dB. Whereas the combination of the frequency of 2300 MHz and 850 MHz in the IGR RSRP Building was -9.44 dBm with SINR of 11.52 dB and in the RSRP Thalasemia Building was -10.97 dBm with SINR of 8.8 dB.

Keywords: LTE, RPS, Cost 231-Multiwall, RSRP, SINR

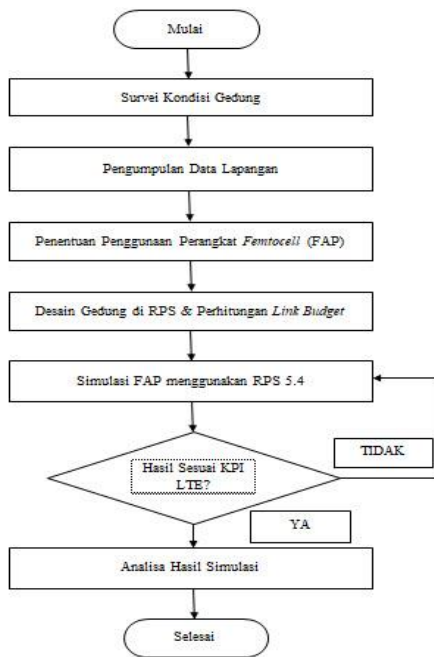
PENDAHULUAN

Perkembangan Industri Telekomunikasi dalam teknologi wireless semakin lama semakin berkembang pesat terutama perkembangan data. Di era komunikasi data yang semakin cepat telah membawa masyarakat melewati beberapa tahapan pengembangan teknologi wireless. Pada saat ini user lebih cenderung ke arah komunikasi data dengan kecepatan tinggi [1] [2]. Untuk memenuhi kebutuhan komunikasi data dengan kecepatan tinggi tidak hanya di luar area (outdoor) saja tetapi juga diperlukan untuk pengguna yang berada di dalam area (indoor) misalnya seperti rumah sakit, perkantoran, sekolah, bahkan tempat pusat perbelanjaan dan sebagainya. Lemahnya sinyal di area gedung mempengaruhi kualitas sinyal. Maka diperlukan perencanaan indoor building coverage (IBC) dimana IBC merupakan sebuah sistem dengan perangkat pemancar dan penerima yang dipasang di dalam gedung dan bertujuan untuk melayani kebutuhan user baik kualitas sinyal, coverage sinyal maupun kapasitas trafiknya [3]. Dengan menggunakan teknologi LTE peningkatan kapasitas jadi lebih besar serta layanan kualitas tinggi untuk para pengguna. Femtocell merupakan solusi yang tepat untuk meningkatkan coverage dan capacity pada jaringan indoor. Penelitian ini dilakukan di RSUD Banyumas dikarenakan lemahnya sinyal atau tidak stabilnya sinyal yg di terima oleh handphone dalam area gedung RSUD Banyumas sangat mengganggu pengguna untuk melakukan komunikasi atau aktivitas di gadget smartphonena. Maka diperlukan perencanaan pemasangan pemancar untuk meningkatkan sinyal di dalam area gedung RSUD Banyumas. Perancangan yang dilakukan hanya sebatas simulasi berujuan untuk meningkatkan coverage dan kualitas sinyal di dalam area gedung menjadi lebih baik dengan menggunakan software simulasi Radio Propagation Simulator (RPS). Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian [3][4] dengan perancangan jaringan indoor hanya melakukan perancangan jaringan di satu gedung dan hanya menggunakan satu frekuensi. Sedangkan pada penelitian [5] membahas mengenai perancangan jaringan indoor LTE frekuensi 1800 Mhz dan 900 Mhz di Kantor Telkom Banjarnegara dengan hasil berupa jumlah 3 FAP untuk coverage dimana total gedung ada 3 dengan jumlah 1 lantai dan tiap

gedung membutuhkan 1 FAP. Pada frekuensi 1800 Mhz gedung 1 daya pancar yang dihasilkan sebesar -19,86 dBm, pada gedung 2 sebesar -21,34 dBm, dan gedung 3 sebesar -28,07 dBm. Untuk frekuensi 900 Mhz gedung 1 daya pancar yang dihasilkan sebesar -13,38, pada gedung 2 sebesar -14,52 dBm, dan pada gedung 3 sebesar 20,39 dBm.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah melakukan survey kondisi gedung pengumpulan data seperti bentuk gedung, lokasi gedung, denah gedung dan luas gedung RSUD Banyumas. Selanjutnya adalah menentukan spesifikasi perangkat jaringan untuk perencanaan jaringan indoor yaitu dengan penentuan perangkat femtocell yang diimplementasikan untuk melakukan simulasi perancangan jaringan indoor. Setelah menentukan perangkat femtocell selanjutnya adalah mendesain gedung di software RPS dengan melihat blueprint gedung RSUD Banyumas sebagai lokasi penelitian untuk melakukan perancangan jaringan indoor dan selanjutnya melakukan perhitungan link budget berdasarkan capacity dan coverage untuk menentukan berapa banyak FAP (Femtocell Access Point) yang akan di pasang di lantai-lantai gedung RSUD Banyumas dan perhitungan tersebut diperlukan agar FAP yang dipasang lebih efisien dan tidak percuma. Setelah perhitungan link budget dilakukan maka kemudian melakukan proses simulasi menggunakan software Radio Propagation Simulation (RPS) 5.4. Pada proses simulasi akan menentukan letak FAP sesuai banyak FAP yang dibutuhkan di setiap lantai gedung tersebut dengan menggunakan simulasi penempatan FAP dibagi menjadi 2 skenario dimana FAP diletakkan di tengah gedung dan di pinggir kanan dan kiri gedung. Parameter yang diamati adalah Signal to Interference Noise Ratio (SINR) dan Received Power (Coverge). Flowchart perancangan jaringan indoor dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 *Flowchart* Perancangan Jaringan Indoor

1. Informasi Gedung

Gedung IGD terdiri dari 2 lantai dengan total ketinggian 8 meter dari permukaan tanah dengan luas total gedung 1434 m². Sedangkan di gedung Talasemia terdiri dari 3 lantai dengan total ketinggian 12 meter di atas permukaan tanah dengan luas total gedung 2123.865 m².

2. Perencanaan Femtocell

Tabel 1 Spesifikasi Sistem Perencanaan

PARAMETER	NILAI
Frekuensi	850 Mhz & 2300 MHz
Bandwidth	10 MHz

3. Capacity Planning

Tujuan dari perancangan berdasarkan *capacity* ini yaitu untuk menentukan jumlah *user* yang dapat dicakup dalam satu *cell*.

a. Jumlah User

Jumlah total *user* di gedung IGD sebanyak 126 orang dan di gedung Talasemia sebanyak 134 orang.

b. Klasifikasi layanan

Tabel 2. Model Layanan *Traffic Indoor Uplink*

Traffic Parameters	Uplink			
	Bearer Rate (Kbps)	PPP Session Time(s)	PPP Session Duty Ratio (s)	BLER
VoIP	125	80	0.4	1%
Video Phone	80.53	70	1	1%
Video Conference	62.53	1800	1	1%
Real Time Gaming	130.26	1800	0.2	1%
Streaming Media	31.26	3600	0.05	1%
IMS Signaling	15.63	7	0.2	1%
Web Browsing	100.53	1800	0.05	1%
File Transfer	100.53	600	1	1%
Email	140.69	50	1	1%
P2P File Sharing	250.11	1200	1	1%

Tabel 3. Model Layanan *Traffic Indoor Downlink*

Traffic Parameters	Uplink			
	Bearer Rate (Kbps)	PPP Session Time(s)	PPP Session Duty Ratio (s)	BLER
VoIP	125	80	0.4	1%
Video Phone	1000	70	1	1%
Video Conference	500.53	1800	1	1%
Real Time Gaming	550.56	1800	0.4	1%
Streaming Media	2000	1800	0.05	1%
IMS Signaling	15.63	7	0.2	1%
Web Browsing	1000	1800	0.05	1%
File Transfer	1000	600	1	1%
Email	750.34	15	1	1%
P2P File Sharing	2000	1200	1	1%

c. Perhitungan *Single User Throughput* [6][7]

$$\frac{\sum(\frac{Throughput}{Session}) \times BHS A \times Penetration Ratio \times (1+PAR)}{3600} \quad (1)$$

d. Perhitungan *Network Throughput*

Network throughput dihitung pada arah *Uplink* dan *Downlink*. Rumus sebagai berikut:

$$Network = Total User Number \times Single Throughput \quad (2)$$

e. Perhitungan Jumlah FAP

Perhitungan jumlah FAP dipengaruhi oleh besarnya kapasitas sel yang di dapatkan, dimana besarnya nilai *network troughput* dibagi dengan besarnya kapasitas sel.

$$DL Cell Capacity + CRC = (168-36-12) \times (Code bits) \times (Code rate) \times Nrb \times C \times 1000 \quad (3)$$

$$UL Cell Capacity + CRC = (168-24) \times (Code bits) \times (Code rate) \times Nrb \times C \times 1000 \quad (4)$$

$$\text{Jumlah FAP} = \frac{\text{Network Throughput}}{\text{Site Capacity}} \quad (5)$$

f. Perhitungan Jumlah User Pengguna FAP

$$\text{Jumlah User Tiap Sel} = \frac{\text{Jumlah User}}{\text{Jumlah FAP}} \quad (6)$$

4. Coverage Planning

Perencanaan ini dilakukan dengan mengetahui perbandingan antara luas area bangunan dengan luas cakupan per sel.

a. Perhitungan Link Budget

Tabel 4 MAPL Downlink

Simbol	Transmitter	Nilai	Kalkulasi
a	Max Tx Power (dBm)	46	
b	Tx Antenna Gain (dBi)	0	
c	Cable Loss	2	
d	EIRP (dBm)	44	$d = a - b - c$
Receiver		Nilai	Kalkulasi
e	UE Noise Figure (dB)	7	
f	Thermal Noise (dB)	103.9772292	KTB
g	Receiver Noise Floor (dBm)	96.97722916	$g = e + f$
h	SNR (dB)	-9	
i	Load Factor	105.9772292	$I = g - h$
j	Interference Margin (dB)	0.7	70%
k	Control Channel Overhead (%)	4	
l	Rx Antenna Gain (dBi)	0.1	10%
m	Body Loss (dB)	0	
n		0	
Max. Path Loss (dB)		136.9772292	$o = d - g - k + m - n$

Tabel 5 MAPL Uplink

Simbol	Transmitter	Nilai	Kalkulasi
a	Max Tx Power (dBm)	23	
b	Tx Antenna Gain (dBi)	0	
c	Cable Loss	0	
d	EIRP (dBm)	23	$d = a + b - c$
Receiver		Nilai	Kalkulasi
e	UE Noise Figure (dB)	3	
f	Thermal Noise (dB)	103.9772292	KTB
g	Receiver Noise Floor (dBm)	100.9772292	$g = e + f$
h	SNR (dB)	-7	
i	Load Factor	107.9772292	$I = g - h$
j	Interference Margin (dB)	0.7	70%
k	Control Channel Overhead (%)	1	
l	Rx Antenna Gain (dBi)	0	
m	Body Loss (dB)	18	
n		0	
Max. Path Loss (dB)		140.9772292	$o = d - g - k + m - n$

b. Pemilihan Model Propagasi

Model propagasi yang digunakan adalah COST 231 Multi-Wall Model [8][9][10].

$$LT = LFSL + LC \sum_{i=1}^M nwi.Lwi + nf^{\frac{nf+2}{nf+1}-b} Lf \quad (7)$$

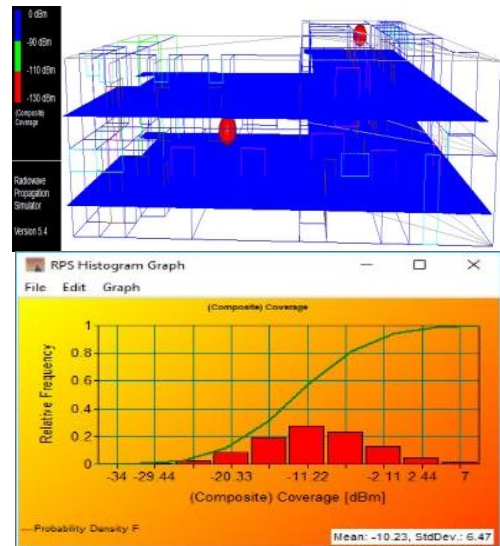
c. Perhitungan Jumlah FAP

$$\text{Jumlah FAP} = \frac{\text{Luas area yang direncanakan}}{\text{Luas cakupan sel}} \quad (8)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

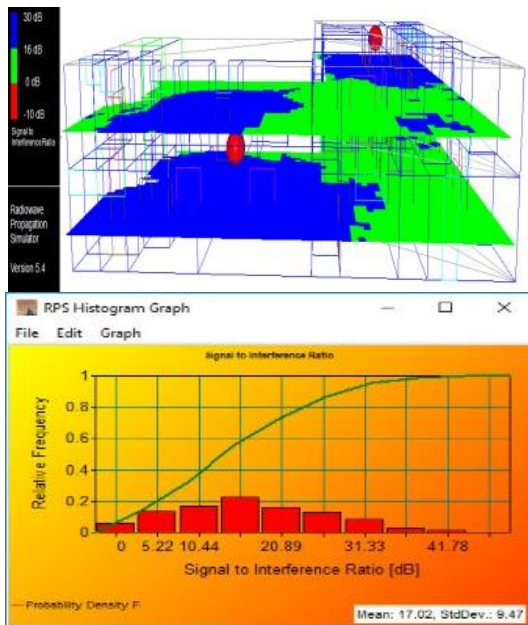
Hasil simulasi perancangan jaringan indoor menggunakan frekuensi 850 MHz dan 2300 MHz serta penggabungan 850 MHz dan 2300 MHz dengan parameter RSRP dan SINR sebagai berikut:

1. Gedung IGD Frekuensi 850 Mhz Skenario 1



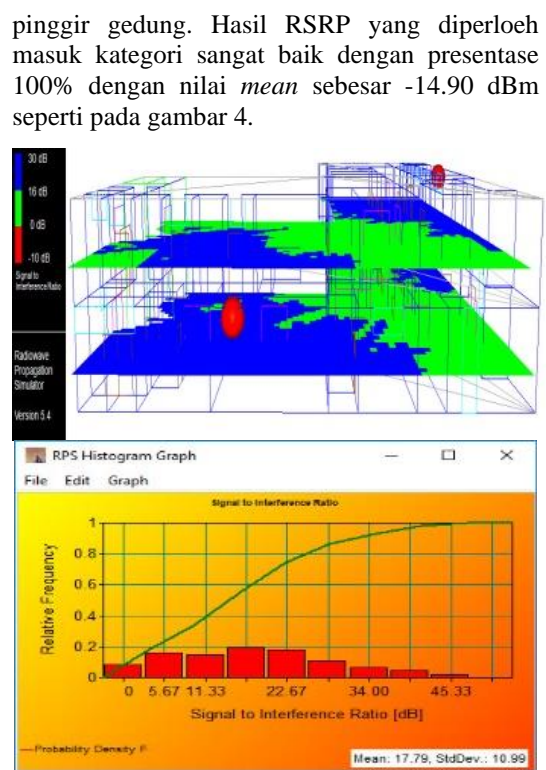
Gambar 2 Hasil RSRP IGD Frekuensi 850 MHz Skenario 1

Pada gambar 2 jumlah FAP yang digunakan sebanyak 2 FAP dimana letak FAP diposisikan di tengah gedung. Hasil simulasi RSRP masuk kategori sangat baik dengan presentase 100%. Nilai mean yang didapatkan sebesar -10.23 dBm.



Gambar 3 Hasil SINR IGD Frekuensi 850 MHz Skenario 1

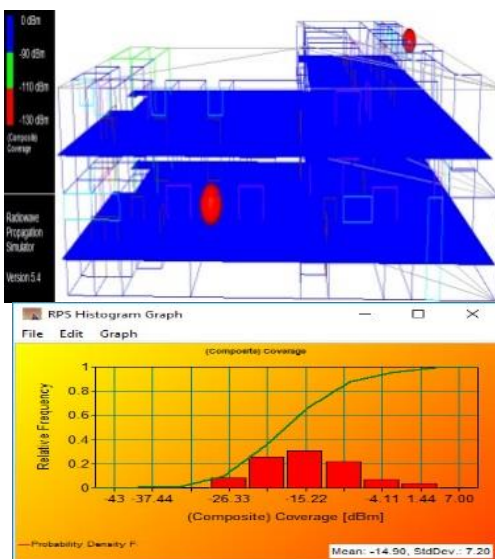
Gambar 3 menunjukkan hasil SINR yang diperoleh dengan nilai *mean* sebesar 17.02 dB. SINR masuk kategori baik dengan presentasi 100%.



Gambar 5 Hasil SINR IGD Frekuensi 850 MHz Skenario 2

Pada gambar 5 hasil SINR masuk kategori baik dengan presentase 100% dengan nilai mean sebesar 17.79 dB.

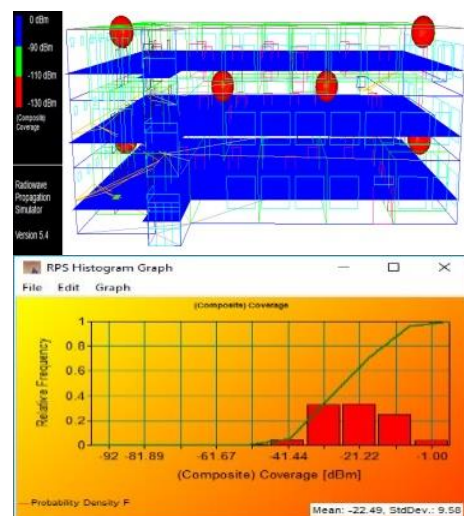
3. Gedung Thalasemia Frekuensi 2300 Mhz Skenario 1



Gambar 4 Hasil RSRP IGD Frekuensi 850 MHz Skenario 2

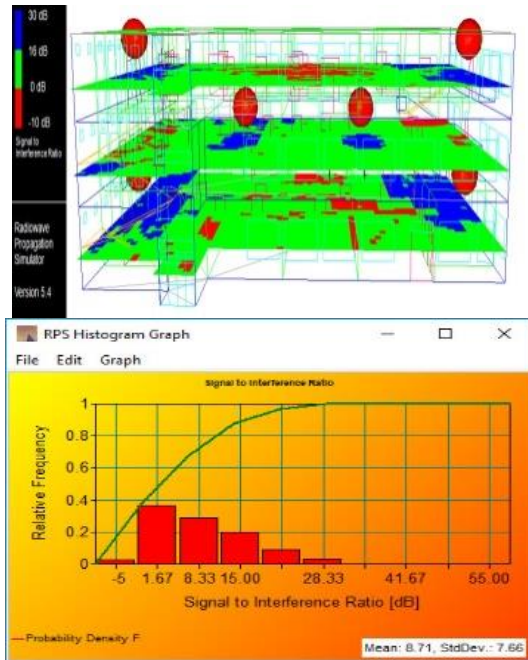
2. Gedung IGD Frekuensi 850 Mhz Skenario 2

Pada scenario 2, Total FAP yang digunakan adalah 2 FAP dan letak FAP diposisikan di



Gambar 6 Hasil RSRP Thalasemia Frekuensi 2300 MHz Skenario 1

Gambar 6 merupakan hasil RSRP di gedung Thalasemia masuk kategori sangat baik dengan presentase 97.06% dengan jumlah FAP sebanyak 6 FAP diperoleh dari perhitungan *link budget*. Nilai *mean* yang dihasilkan sebesar -22.49 dBm.



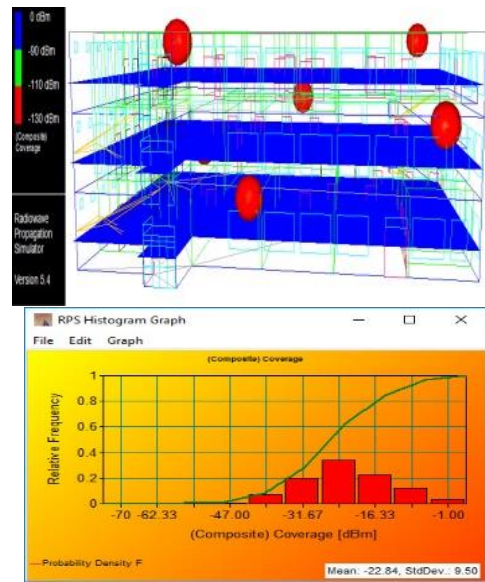
Gambar 7 Hasil SINR Thalasemia Frekuensi 2300 MHz Skenario 1

Gambar 7 merupakan hasil SINR dengan nilai *mean* sebesar 8.71 dB masuk kategori baik dengan presentase 84.75%.

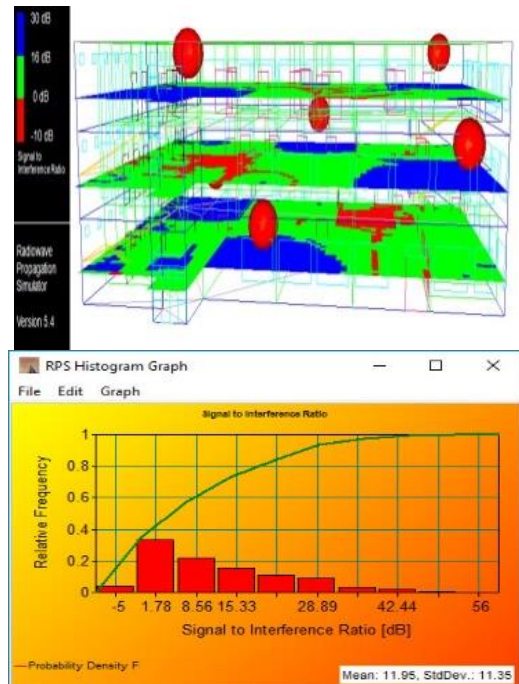
4. Gedung Thalasemia Frekuensi 2300 Mhz Skenario 2

Pada gambar 8 letak FAP diposisikan di pinggir gedung dengan jumlah 6 FAP. Hasil RSRP masuk kategori sangat baik dengan presentasi 100%. Untuk nilai *mean* diperoleh sebesar -22.84 dBm.

Gambar 9 menunjukkan hasil SINR dengan nilai *mean* yang diperoleh sebesar 11.95 dB masuk kategori baik dengan presentase 84.49%.

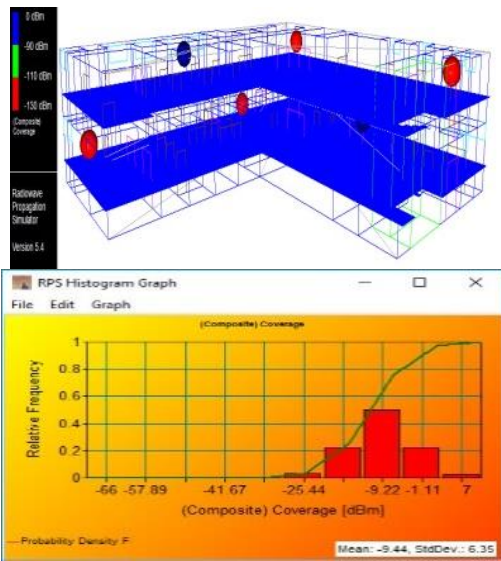


Gambar 8 Hasil RSRP Thalasemia Frekuensi 2300 MHz Skenario 2

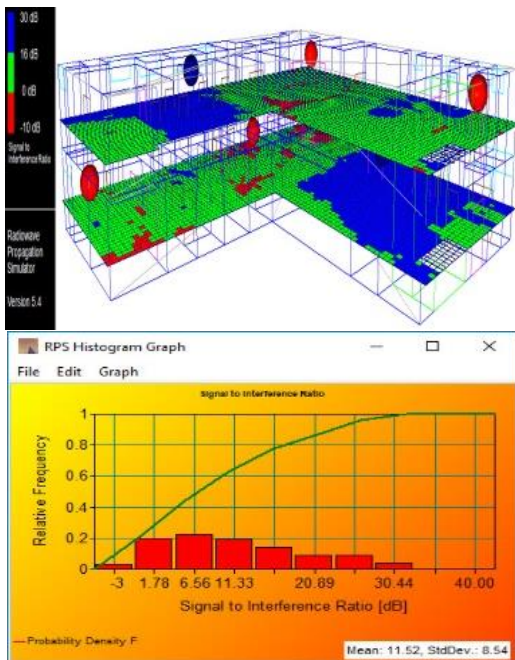


Gambar 9 Hasil SINR Thalasemia Frekuensi 2300 MHz Skenario 2

5. Gedung IGD Frekuensi 2300 MHz & 850 Mhz Skenario 1



Gambar 10 Hasil RSRP IGD Frekuensi 2300 MHz & 850 MHz Skenario 1



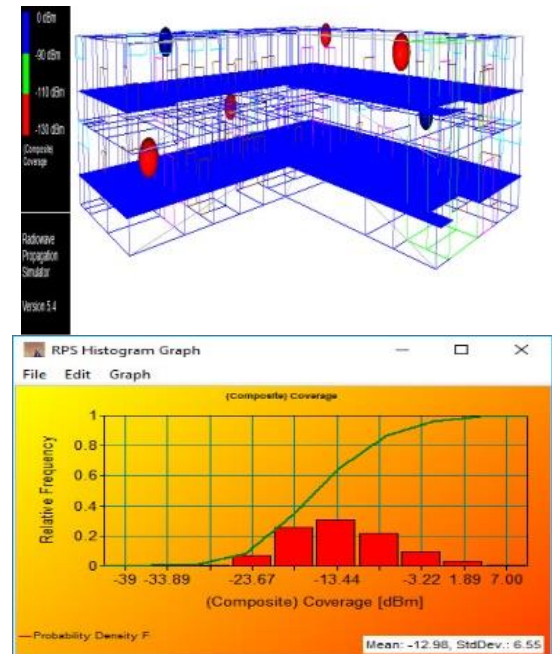
Gambar 11 Hasil SINR IGD Frekuensi 2300 MHz & 850 MHz Skenario 1

Gambar 10 merupakan hasil RSRP kombinasi frekuensi yang digunakan. 2 FAP untuk frekuensi 850 MHz dan 4 FAP untuk frekuensi 2300 MHz. Nilai *mean* diperoleh sebesar -9.44

dBm masuk kategori sangat baik dengan presentase 100%.

Gambar 11 menunjukkan hasil SINR dengan nilai *mean* yang diperoleh sebesar 11.52 dBm masuk kategori baik dengan presentase 90.91%.

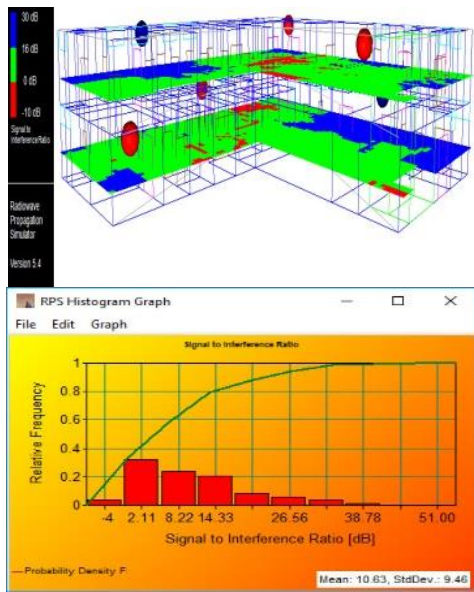
6. Gedung IGD Frekuensi 2300 MHz & 850 Mhz Skenario 2



Gambar 12 Hasil RSRP IGD Frekuensi 2300 MHz & 850 MHz Skenario 2

FAP berwarna biru menggunakan frekuensi 850 MHz dan FAP berwarna merah menggunakan frekuensi 2300 MHz seperti pada gambar 12. Hasil RSRP masuk kategori sangat baik dengan presentase 100% dengan nilai *mean* sebesar -12.98 dBm.

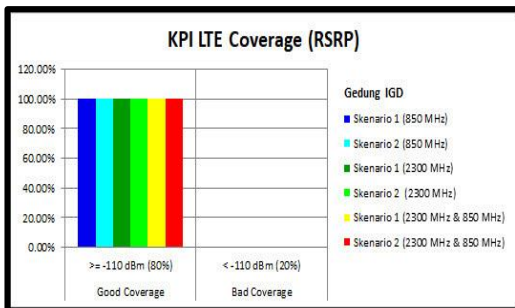
Pada gambar 13 merupakan hasil SINR kombinasi dari kedua frekuensi tersebut. SINR masuk kategori baik dengan presentase 87.09% dan nilai *mean* yang diperoleh sebesar 10.63 dB.



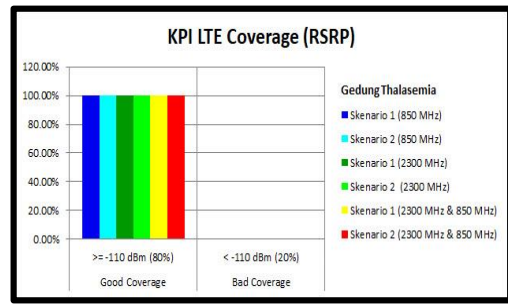
Gambar 13 Hasil SINR IGD Frekuensi 2300 MHz & 850 MHz Skenario 2

A. Perbandingan Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi dari masing – masing gedung di RSUD Banyumas dengan 2 skenario pada perancangan jaringan indoor LTE menggunakan frekuensi 850 MHz dan 2300 MHz serta kombinasi antara frekuensi 2300 MHz dan 850 MHz mendapatkan hasil yang layak untuk diimplementasikan di area RSUD Banyumas di gedung IGD dan Thalasia. KPI jaringan LTE yang digunakan operator pada parameter RSRP biasanya 80% dengan nilai lebih dari -110 dBm pada area perancangan jaringan yang dilakukan dan untuk parameter SINR biasanya 80% dengan nilai lebih dari 0 dB pada area perancangan jaringan yang dilakukan.



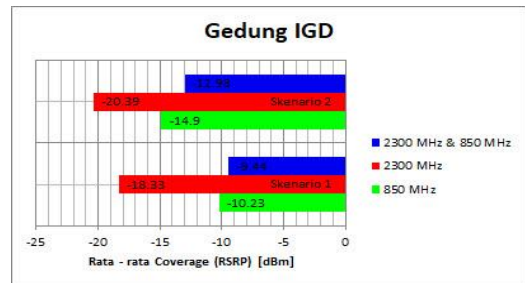
(a)



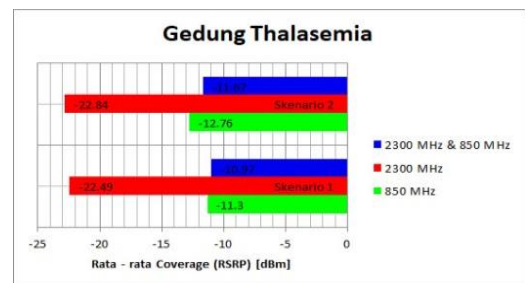
(b)

Gambar 14 KPI Jaringan LTE RSRP Gedung IGD (a) dan Thalasia (b)

Gambar 14 merupakan hasil presentase simulasi pada parameter RSRP dengan 2 skenario di gedung IGD dan Thalasia . Pada Skenario 1 dan 2 dengan menggunakan frekuensi 850 MHz, 2300 MHz, serta kombinasi 2300 MHz dan 850 MHz menghasilkan nilai presentase 100%, artinya pada kedua skenario ini layak untuk di implementasikan karena cakupan level daya yang dihasilkan lebih dari 80%. Berdasarkan hasil yang telah didapat seluruh skenario dan penggunaan frekuensi yang berbeda – beda pada simulasi menghasilkan coverage yang layak untuk diimplementasikan di gedung IGD dan Thalasia.



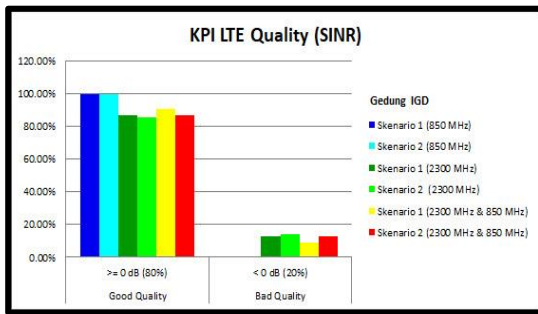
(a)



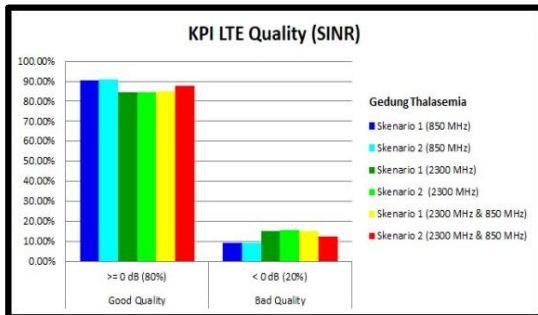
(b)

Gambar 15 Grafik Rata – rata Coverage (RSRP) Gedung IGD (a) dan Thalasia (b)

Pada gambar 15 merupakan grafik rata – rata RSRP di gedung IGD dan Thalasemia. Dimana untuk penggunaan frekuensi 850 Mhz, 2300 MHz, serta kombinasi 2300 MHz dan 850 MHz pada skenario 1 RSRP diperoleh sebesar -10.23 dBm, -18.33 dBm, -9.44 dBm dan skenario 2 RSRP diperoleh sebesar -14.9 dBm, -20.39 dBm, -12.98 dBm. Sedangkan di gedung Thalasemia skenario 1 RSRP sebesar -11.3 dBm, -22.49 dBm, -10.97 dBm dan untuk skenario 2 RSRP sebesar -12.76 dBm, -22.84 dBm, -11.67 dBm.



(a)

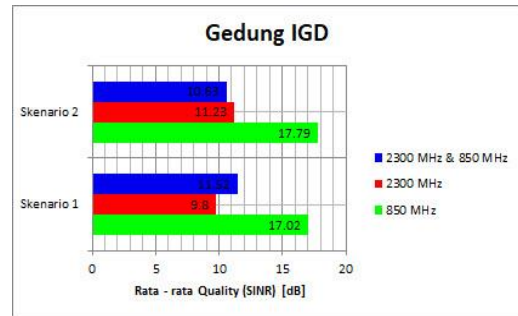


(b)

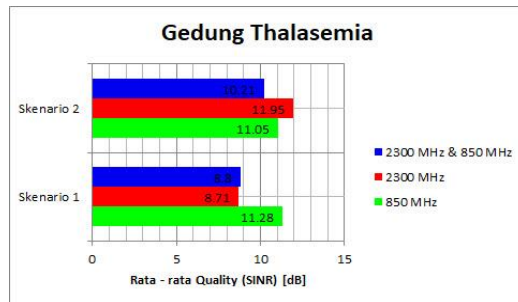
Gambar 16 KPI Jaringan LTE SINR Gedung IGD (a) dan Thalasemia (b)

Gambar 16 merupakan hasil presentase simulasi pada parameter SINR dengan 2 skenario di gedung IGD dan Thalasemia. Pada gedung IGD Skenario 1 frekuensi 850 MHz, 2300 MHz, serta kombinasi 2300 MHz dan 850 MHz menghasilkan nilai presentase 100%, 87.18%, 90.91% dan Skenario 2 menghasilkan nilai presentase 100%, 85.71%, 87.09%. sedangkan di gedung Thalasemia skenario 1 mendapat nilai presentase 90.66%, 84.75%, 84.94% dan untuk skenario 2 nilai presentasinya adalah 90.91%, 84.49%, 87.50%. Maka kedua skenario ini layak untuk di implementasikan karena kualitas sinyal

yang dihasilkan lebih dari 80%. Berdasarkan hasil yang telah didapat seluruh skenario dan penggunaan frekuensi yang berbeda – beda pada simulasi menghasilkan kualitas sinyal yang layak untuk diimplementasikan di gedung IGD dan Thalasemia.



(a)



(b)

Gambar 17 Grafik Rata – rata *Quality* (SINR) Gedung IGD (a) dan Thalasemia (b)

Pada gambar 17 menjelaskan tentang nilai rata – rata SINR di gedung IGD dan Thalasemia. Nilai SINR skenario 1 di gedung IGD frekuensi 850 Mhz, 2300 Mhz, serta kombinasi 2300 MHz dan 850 MHz adalah 17.02 dB, 9.8 dB, 11.52 dB dan SINR skenario 2 sebesar 17.79 dB, 11.23 dB, 10.63 dB. Sedangkan di gedung Thalasemia nilai SINR pada skenario 1 sebesar 11.28 dB, 8.71 dB, 8.8 dB dan untuk skenario 2 adalah sebesar 11.05 dB, 11.95 dB, 10.21 dB. Baik dan buruknya kualitas sinyal dipengaruhi oleh jumlah FAP dan tidak sesuai jarak antar FAP satu ke lainnya pada area tersebut.

Dapat disimpulkan *coverage* yang terbaik pada perancangan jaringan *indoor* di RSUD Banyumas menggunakan skenario 1 dimana letak FAP berada di tengah gedung. Posisi FAP yang berada di tengah akan memberikan *coverage* yang lebih baik

dikarenakan faktor penggunaan antena *isotropic* yang mempunyai pancaran 360 derajat sehingga area pada gedung akan *tercover* dengan baik yang menyebabkan nilai RSRP semakin besar. Untuk nilai level daya terbesar adalah pada penggunaan kombinasi antara frekuensi 2300 MHz dan 850 MHz. Tujuan dari kombinasi tersebut untuk mengoptimalkan nilai *coverage* pada perancangan jaringan *indoor* LTE di gedung RSUD Banyumas. Frekuensi 850 Mhz menghasilkan nilai level daya lebih besar dari frekuensi 2300 MHz dikarenakan semakin rendah frekuensi, maka luas cakupan sel akan semakin lebar dan semakin tinggi frekuensi, maka luas cakupan sel semakin kecil. Dengan menggunakan kombinasi kedua frekuensi tersebut maka *coverage* yang dihasilkan lebih baik dan mengurangi nilai dari interferensi pada area perancangan tersebut. Karena semakin banyak FAP maka *coverage* akan semakin baik dan semakin rendah penggunaan frekuensi maka semakin luas area yang akan di *cover* sehingga membuat nilai RSRP semakin besar. Penggunaan jumlah FAP menggunakan perancangan pada frekuensi 2300 MHz, sehingga *user* yang dilayani akan semakin banyak. Kombinasi frekuensi ini merupakan solusi dalam perancangan jaringan menggunakan frekuensi 850 Mhz dimana pada frekuensi ini *user* yang dilayani sedikit karena jumlah FAP yang didapatkan pada perhitungan sedikit sedangkan perancangan jaringan menggunakan frekuensi 2300 Mhz dimana pada frekuensi ini *coverage* yang dihasilkan lebih kecil dan interferensi yang terjadi lebih besar sehingga membuat kualitas sinyal menurun.

KESIMPULAN

1. Hasil simulasi yang diperoleh dari perancangan layak untuk diimplementasikan karena sudah memenuhi standar KPI LTE baik menggunakan frekuensi 850 MHz, 2300 MHz serta kombinasi frekuensi 2300 MHz dan 850 Mhz dengan metode kedua skenario.
2. Hasil simulasi berdasarkan *coverage* RSRP pada frekuensi 850 MHz, 2300 MHz, serta kombinasi 2300 MHz dan 850 MHz di gedung IGD adalah sebesar -10.23 dBm, -18.33 dBm, dan -9.44 dBm, sedangkan di Gedung Thalasemia diperoleh RSRP sebesar -11.3 dBm, -22.49 dBm, dan -10.97 dBm, Nilai RSRP terbaik adalah kombinasi frekuensi 2300 MHz dan 850 MHz karena

semakin banyak FAP maka *coverage* akan semakin baik dan semakin rendah penggunaan frekuensi maka semakin luas area yang akan di *cover* sehingga membuat nilai RSRP semakin besar.

3. Hasil perubahan skenario di gedung IGD dengan frekuensi 850 Mhz, 2300 MHz, serta kombinasi 2300 MHz dan 850 MHz diperoleh RSRP sebesar -10.23 dBm, -18.33 dBm, dan -9.44 dBm pada skenario 1 dan sebesar -14.9 dBm, -20.39 dBm, -12.98 dBm pada skenario 2, pada perubahan skenario di gedung Thalasemia diperoleh RSRP sebesar -11.3 dBm, -22.49 dBm, dan -10.97 dBm untuk skenario 1 dan -12.76 dBm, -22.84 dBm, dan -11.67 dBm untuk skenario 2. Skenario dengan RSRP tertinggi adalah skenario 1 dengan posisi FAP di tengah gedung. Karena pancaran FAP diposisi tengah lebih merata, sehingga membuat area yang di *cover* jadi lebih baik.
4. Hasil kualitas sinyal (SINR) terbaik di Gedung IGD dan Thalasemia dengan frekuensi 850 Mhz, 2300 MHz, serta kombinasi 2300 MHz dan 850 Mhz adalah 17.79 dB, 11.23 dB, 11.52 dB di gedung IGD dan 11.28 dB, 11.95 dB, 10.21 dB di gedung Thalasemia. Dari hasil yang didapatkan maka kualitas sinyal dalam perancangan terpenuhi sesuai standar KPI jaringan LTE. Baik dan buruknya nilai SINR dipengaruhi oleh jumlah FAP dan jarak antar penempatan FAP ke FAP lainnya pada area perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Usman. Uke Kurniawan, Galuh Prihatmoko, dkk. 2012 "*Fundamental Teknologi Seluler LTE*". Penerbit: Rekayasa Sains, Bandung.
- [2] Hikmaturokhman. Alfin, Lingga Wardhana, dkk. *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*. Jakarta Selatan: www.nulisbuku.com, 2014.
- [3] Putra. Naka Prihastya, "*Analisis Perancangan Jaringan LTE Menggunakan Picocell Di Gedung Sasana Budaya Ganesh*". Jurnal Eproc, Vol.4, No.3, 2017.
- [4] Larasati. Solichan, "*Analisa Perancangan Indoor Building Coverage (IBC) Pada Jaringan LTE 1800 MHz Dan 900 MHz Di Kantor Telkom Banjarnegara*". Purwokerto: Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto, 2015.
- [5] Prabowo. Mochamad Mukti, "*Perancangan Indoor Building Coverage (IBC) Pada Jaringan 4g Lte 2300 Mhz Di Rsud Banyumas Menggunakan RPS 5.4*". Purwokerto: Sekolah

- Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto, 2016.
- [6] Niamah, Khoirun, “*Perancangan Jaringan Indoor Femtocell LTE 2300 MHz di Gedung ST3 Telkom Purwokerto Dengan Menggunakan Radiowave Propagation Simulator*”. Purwokerto: Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto, 2015.
- [7] Mahyu, Tri Abi, “*Perancangan Jaringan Indoor Femtocell LTE 2300 MHz Di Gedung Java Heritage Hotel Purwokerto Dengan Menggunakan Radiowave Propagation Simulator*”. Purwokerto: Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto, 2017.
- [8] M. A. Amanaf, E. S. Nugraha, and D. Kurnianto, “Analisis Simulasi Model COST-231 Multiwall Pathloss Indoor Berbasis Wireless Sensor Network pada Aplikasi Absensi Mahasiswa dengan Tag RFID Menggunakan RPS (Radiowave Propagation Simulator). Analysis of Wireless Sensor Network-based Indoor COST-231 Mult,” vol. 16, no. 1, pp. 17–26, 2018.
- [9] Y. F. Solahuddin and R. Mardeni, “Indoor empirical path loss prediction model for 2.4 GHz 802.11n network,” Proc. - 2011 IEEE Int. Conf. Control Syst. Comput. Eng. ICCSCE 2011, no. 2, pp. 12–17, 2011.
- [10] T. O. Olasupo, C. E. Otero, K. O. Olasupo, and I. Kostanic, “Empirical path loss models for wireless sensor network deployments in short and tall natural grass environments,” IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 64, no. 9, pp. 4012–4021, 2016.