

Perencanaan dan Simulasi Indoor Building Coverage (IBC) Pada Jaringan Long Term Evolution (LTE) menggunakan Radiowave Propagation Simulation (RPS)

Hajiar Yuliana, Atik Charisma, Sunubroto

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jendral Achmad Yani (UNJANI),
Cimahi, Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531
hajiar.yuliana@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Suatu gedung, khususnya apartemen, tidak semuanya memiliki instalasi sistem jaringan *indoor*. Kondisi tersebut sering menyebabkan area gedung tidak mendapatkan kualitas sinyal jaringan khususnya pada penelitian ini yang diamati adalah jaringan LTE. Kondisi sinyal tersebut dikatakan tidak sebaik jika dibandingkan dengan kualitas sinyal di luar gedung. Selain itu konstruksi bangunan dan material gedung juga menjadi faktor lain yang menyebabkan terjadinya pelemahan sinyal. Salah satu solusi yang bisa dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi yaitu dengan melakukan perencanaan instalasi *Indoor Building Coverage* (IBC) pada jaringan LTE. Dalam melaksanakan perancangan IBC LTE ini dilakukan analisa untuk melakukan perencanaan IBC tersebut dengan menganalisa dari sisi *capacity* dan *coverage*. Melalui perhitungan *coverage* dan *capacity planning* didapatkan jumlah antena yang diperlukan dalam perencanaan yaitu 172 antena. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh rata-rata RSRP berkisar -50 hingga -74 dBm dan SINR dengan rata-rata berkisar 14 hingga 67 dB. Dengan membandingkan hasil simulasi dengan nilai standar radio parameter pada salah satu operator (XL Axiata) didapatkan bahwa perencanaan telah memenuhi standar operator yang menyebabkan area gedung mengalami peningkatan *coverage*.

Kata kunci: Indoor Building Coverage (IBC), LTE, Capacity dan Coverage Planning

Abstract

A building doesn't has always the indoor network system installation, it causing the building area doesn't get some good signal quality of LTE network. In addition, building construction and building materials become another factor that causes signal attenuation increases. The finest solution to overcome the problem that occurs is by arranging the installation of Indoor Building Coverage (IBC) of LTE network. In order to carry out the design of IBC LTE, we are using capacity and coverage planning analysis. Through the calculation of coverage and capacity planning, we can obtain the number of required antennas in the planning are 172 antennas. Based on the simulation result, the average RSRP is between -50 to -74 dBm and the average SINR ranges from 14 to 67 dB. By comparing the simulation results with the standard value of XL it is found that the planning has met the operator standard and causing the building apartment area has coverage enhancement.

Keywords : Indoor Building Coverage (IBC), LTE, Capacity and Coverage Planning

PENDAHULUAN

Tingkat pengguna komunikasi seluler semakin hari semakin bertambah mengikuti dengan perkembangan teknologi telekomunikasi itu sendiri. Mayoritas pertumbuhan pengguna jaringan seluler seperti

jaringan LTE terjadi di dalam area gedung atau indoor. Namun pada kenyataannya, tidak semua area dapat tercakup oleh jaringan LTE dengan kualitas sinyal yang baik. Hal tersebut membuat penyedia jaringan telekomunikasi untuk berinovasi dan berusaha meningkatkan

kemampuan pada jaringannya. Kebutuhan terhadap komunikasi tidak hanya berlaku pada area (outdoor) saja tetapi juga pada area indoor, seperti gedung, apartment perkantoran, sekolah, rumah sakit, tempat parkir di basement, serta pusat perbelanjaan. Hal ini mengakibatkan banyak terjadi redaman terhadap sinyal komunikasi yang mengalami gangguan, maka untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas sinyal di dalam gedung tersebut perlu dibangun jaringan seluler indoor atau dapat disebut in building coverage system agar kebutuhan kualitas sinyal, cakupan (coverage), atau pun kapasitas trafiknya dapat terlayani dengan maksimal.

In building coverage system merupakan suatu sistem dengan perangkat pemancar dan penerima yang dipasang di dalam gedung dengan tujuan agar dapat melayani kebutuhan akan telekomunikasi dalam gedung tersebut.

Komunikasi jaringan indoor merupakan suatu sistem yang diterapkan dalam gedung untuk mendukung sistem di luar gedung (makro sel dan mikro sel outdoor) dalam memenuhi layanan seluler dan wireless. Perencanaan sel dalam gedung (Indoor coverage) 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. Beberapa hal yang harus diperhatikan di dalam membuat suatu perencanaan sel adalah cakupan, kapasitas, dan kualitas. [3]

Sistem dalam gedung sangat berbeda dengan sistem luar gedung, hal yang paling mendasar adalah model perancangan sistem radio dan distribusi antenanya harus disesuaikan dengan karakteristik gedung tempat sel tersebut terpasang. Pada sistem sel dalam gedung dibutuhkan teknik khusus untuk mengatasi kondisi propagasi dalam ruangan. Tidak sama dengan area ruang kosong, sistem dalam gedung mengalami banyak rugi seperti kepadatan material dalam gedung, konstruksi gedung, kepadatan orang dalam gedung, dan terbatasnya celah antar ruangan seperti jendela dan pintu. Karakteristik sel dalam gedung yaitu area cakupan sel kecil, sinyalnya terbatas sampai pada sisi gedung, daya pemancar yang

digunakan rendah, antena dipasang di dalam gedung ukuran antena kecil. [3]

Pada penelitian ini, contoh bangunan yang dijadikan pemodelan dalam perencanaannya adalah bangunan apartemen, umumnya yang ada di Kota Bandung. Suatu gedung apartemen kadang belum memiliki instalasi sistem jaringan indoor atau IBC, sehingga hal ini menyebabkan area gedung tidak mendapatkan kualitas sinyal jaringan LTE yang baik. Selain itu konstruksi bangunan dan material gedung menjadi faktor lain yang menyebabkan pelemahan sinyal meningkat. Oleh karena itu, agar seluruh user pada area tersebut dapat terlayani, solusi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan perencanaan jaringan Indoor Building Coverage (IBC) LTE. Dengan adanya perencanaan IBC pada jaringan LTE diharapkan bisa dijadikan salah satu referensi oleh pihak pengelola gedung jika ingin melakukan instalasi jaringan LTE di dalam gedung.

Kondisi sinyal tersebut yang terjadi pada suatu gedung apartemen menjadi bahan untuk dilakukan simulasi perencanaan Indoor Building Coverage (IBC) pada jaringan LTE, dengan melakukan perencanaan capacity dan coverage untuk mengetahui banyaknya site/antena baru yang diperlukan dan melakukan simulasi dengan menggunakan software RPS untuk mengetahui nilai dari LTE Radio Parameter seperti RSRP dan SINR setelah dilakukan perencanaan IBC.

Untuk membuat rancangan jaringan indoor maka menggunakan perangkat Lunak Radiowave Propagation Simulator (RPS). RPS adalah program aplikasi desktop yang berfungsi untuk menganalisis propagasi gelombang radio atau prediksi coverage BTS telekomunikasi.

METODE

Dalam melaksanakan perancangan IBC LTE ini, tahap pertama yang harus dilakukan yaitu melakukan penentuan gedung, survei data, dan walk test before menggunakan aplikasi TEMS Pocket untuk mengetahui nilai dari parameter RSRP dan SINR. Perencanaan capacity dan coverage dengan menggunakan model propagasi Cost 231 Multi Wall Model, dan melakukan simulasi dengan menggunakan software RPS.

Dengan adanya perencanaan Indoor Building Coverage (IBC), jika nilai RF parameter hasil perencanaan memenuhi atau melebihi standar operator seperti nilai RSRP > -90 dBm dan SINR > 5 dB, maka perencanaan dikatakan berhasil dan layak untuk dijadikan salah satu referensi bagi pihak apartemen dan pihak operator pada saat instalasi IBC di gedung tersebut

- Perencanaan Indoor Building Coverage

Dalam perencanaan IBC ini, penelitian dilakukan dengan mengacu pada tahap-tahap yang digambarkan dalam diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram ini disusun dengan harapan agar mencapai hasil perencanaan yang optimal.

- Penentuan dan Survei Gedung

Proses penentuan dan survei gedung merupakan tahapan awal yang dilakukan pada perencanaan indoor jaringan LTE dengan cara mengumpulkan informasi mengenai gedung seperti denah, luas gedung, dan standar RF parameter dari operator. Menentukan spesifikasi dalam perencanaan indoor jaringan LTE seperti: frekuensi, model propagasi, bandwidth, dan perangkat yang digunakan. Gedung yang dijadikan bagian perencanaan pada penelitian ini adalah Gedung Apartemen Grand Asia Afrika Residence.



Gambar 1. Gedung Apartemen Grand Asia Afrika Residence.

Gedung Apartemen Grand Asia Afrika Residence merupakan salah satu apartemen di Kota Bandung yang berlokasi di Jalan Sunda no. 8, Bandung. Bangunan dengan luas ± 44101.04 m² ini memiliki beberapa ruangan yang digunakan sebagai tempat tinggal, ruang kerja, sarana olah raga, lift, dan pusat perdagangan (ruko). Gedung ini memiliki 26 lantai yang terbagi atas 22 lantai residence dengan 2 typical lantai, 2 lantai GF/bisnis dan lifestyle, serta 2 lantai basement dengan tinggi

masing-masing lantai 2-3 meter. Pada 22 lantai residence terbagi menjadi 2 tipe lantai yaitu 11 lantai typical 1 (lantai 1 hingga lantai 12) dan 11 lantai typical 2 (lantai 15 hingga 26) terdapat beberapa tipe ruang kamar yaitu SA, SB, S1, A2, A1, A1a, A, dan C pada lantai typical 1, sedangkan pada lantai typical 2 yaitu SA, SB, S1, A2, A1, A1a, dan A. Pada lantai mezzanine terdapat ruang yang berfungsi sebagai ruang kerja dan lobby. Pada lantai dasar terdapat kantin, lobby, dan kolam renang. Pada lantai basement 1 terdapat ruang yang berfungsi sebagai ruang service dan ruang panel.

Material dasar utama bangunan ini menggunakan dinding beton precast/bata ringan yang digunakan pada bagian dinding eksternal, brick untuk pemisah antar ruangan dalam gedung, dan untuk pintu pada setiap ruangan menggunakan kayu (wood).

Informasi lebih detail mengenai Gedung Apartemen Grand Asia Afrika Residence dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Gedung Apartemen Grand Asia Afrika Residence.

Luas tanah	14.000 m ²
Luas bangunan	44101.04 m ²
Jumlah lantai	26 lantai
Tinggi bangunan	56 meter
Jumlah ruang kamar	1124 ruang
Rumah Toko	20 buah
Ruang Office	2 buah
Ruang service	4 buah
Ruang panel	1 buah
Kolam renang	1 buah
Lantai typical 1 (1-12)	1803.12 m ²
Lantai typical 2 (15-26)	1803.12 m ²
Lantai Mezzanine	880.8 m ²
Lantai Dasar	880.8 m ²
Lantai Basement 1	1335.4 m ²
Lantai Basement 2	1335.4 m ²

- Desain Layout Gedung

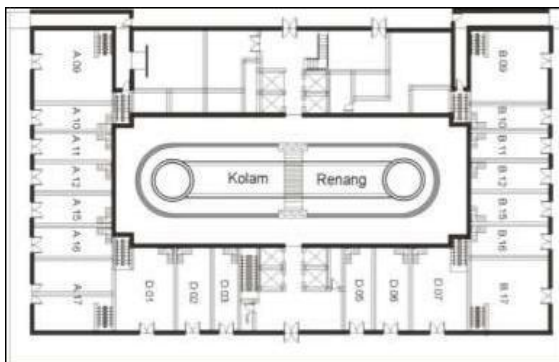
Pada bagian ini, proses pembuatan denah atau *layout* gedung yang akan dilakukan perencanaan IBC menggunakan *software*

CorelDraw. Tujuannya adalah untuk mempermudah proses *walk test before*. Ukuran ruangan tiap lantai yang digunakan pada desain layout gedung disesuaikan dengan ukuran ruangan yang sebenarnya pada gedung. Gambar 2 merupakan salah satu desain ruangan pada Gedung Apartemen Grand Asia Afrika Residence.

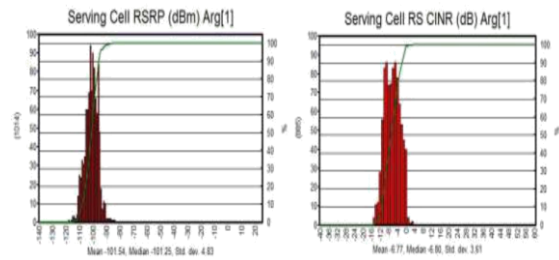
- Walk Test Before

Walk test merupakan suatu istilah telekomunikasi yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi jaringan secara *real* di lapangan. Informasi yang dikumpulkan merupakan kondisi actual *Radio Frequency* (RF) di suatu eNodeB [8]. *Walk test* diamati dari sisi penerima (UE) dan dilakukan dengan menggunakan *software* yang terintegrasi dengan laptop. *Walk test* dilakukan karena akan menjadi suatu rekomendasi dimana perlu atau tidaknya membuat perencanaan *coverage area indoor* LTE. Hasil *walk test* yang telah dilakukan akan digunakan sebagai pembandingan antara kualitas sinyal sebelum dilakukan perencanaan dan kualitas sinyal jaringan LTE setelah dilakukan perencanaan.

Walk test merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter RF seperti RSRP dan SINR secara real pada Gedung menggunakan aplikasi *TEMS Pocket*. Hal ini untuk mengetahui kualitas dan kondisi awal sinyal sebelum dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage*. Yang perlu dilakukan terlebih dahulu yaitu menentukan rute yang akan dilalui pada proses *walk test before*. Rute dari *walk test before* yang dilakukan yakni mengikuti layout gedung yang telah dibuat sebelumnya. Gambar 4 dan 5 merupakan hasil *walk test* pada Gedung Apartemen Grand Asia Afrika Residence di lantai 26.



Gambar 2. Denah Lantai Dasar Apartemen Grand Asia Afrika Residence.



Gambar 3. Grafik RSRP dan SINR pada Lantai 26

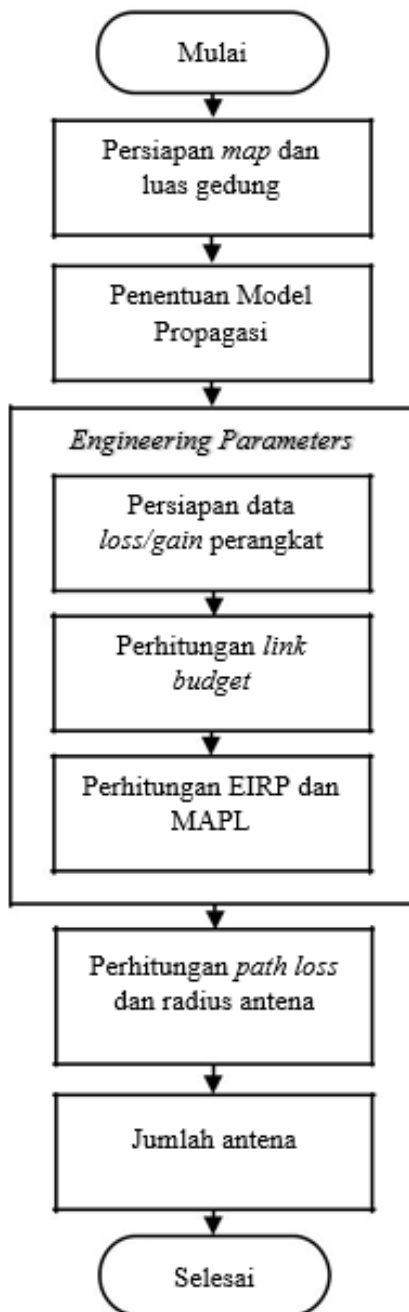


Gambar 4. Hasil *Walk Test* Lantai 26 Gedung Apartemen GAAR.

- Coverage Planning

Perhitungan *coverage* bertujuan untuk mengetahui banyak antenna yang dibutuhkan dalam sebuah perancangan jaringan *indoor*. Perhitungan *coverage* meliputi persiapan data eksisting gedung seperti map dan luas gedung, penentuan model propagasi yang digunakan, menghitung *engineer parameter* seperti data *loss/gain* perangkat, *link budget* untuk mendapatkan nilai EIRP dan MAPL, menghitung *path loss* untuk mendapatkan besarnya radius cakupan sebuah antenna dan mendapatkan jumlah antenna yang dibutuhkan dalam perancangan.

Proses atau diagram alir untuk proses perencanaan berdasarkan *coverage planning* ini digambarkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Diagram Alir Coverage Planning.

- Model Propagasi

Model propagasi digunakan untuk dapat memberikan informasi mengenai level daya sinyal yang merambat dari pemancar ke penerima [13]. Selain itu, model propagasi dapat digunakan untuk memperkirakan redaman yang terjadi sepanjang lintasan. Beberapa jenis model propagasi *indoor*, yaitu *Cost 231 Multi Wall Model* dan *One Slop Model*.

Pada model propagasi *Cost 231 Multi Wall Model* seluruh dinding pada bidang

vertikal antara *transmitter* dengan *receiver* akan dipertimbangkan dan masing-masing dinding dengan kondisi materialnya diperhitungkan juga. Bertambahnya dinding yang akan dilewati sinyal akan menyebabkan attenuasi dinding bertambah sehingga pada model *Cost 231 Multi Wall Model* ini hasil yang didapatkan akan sesuai dengan kondisi ruangan [3].

Sedangkan pada *one slop model* hal yang diperhatikan yaitu parameter-parameter yang mempengaruhi perhitungan seperti *pathloss* dengan catatan bahwa dinding dan elemen-elemen gedung yang lainnya tidak berpengaruh pada model *one slope* ini [3].

Pada penelitian ini, model propagasi yang akan digunakan adalah model propagasi *Cost 231 Multi Wall Model*.

- Engineering Parameter

Pada bagian engineering parameter ini, terdapat 3 bagian yang perlu diperhatikan dalam melakukan perencanaan untuk IBC.

1. *Loss/gain* Perangkat

Dalam melakukan perencanaan *coverage*, hal yang sangat penting dilakukan yakni mempersiapkan data-data pendukung seperti nilai *loss* dan *gain* perangkat yang sesuai agar didapatkan cakupan maksimal ke seluruh area gedung yang akan dilakukan perencanaan seperti Antena *gain*, *Feeder loss*, *Combiner loss*, *Connector loss*, *Splitter loss*

2. Link Budget

Link budget merupakan perhitungan sejumlah daya yang didapat oleh penerima berdasarkan daya output pemancar dengan mempertimbangkan semua *gain* dan *losses* sepanjang jalur transmisi radio dari pemancar ke penerima. Parameter perhitungan *link budget*, antara lain : *gain* antena (dBi), rugi-rugi kabel (dB), rugi-rugi konektor kabel (dB), sensitivitas penerima (dB), dan lain sebagainya.

- Perhitungan *Path Loss* dan Radius Antena

Perhitungan *path loss* sangat penting dilakukan dalam perancangan *indoor* ini. *Path loss* merupakan redaman yang diakibatkan oleh beberapa material yang terdapat dalam gedung seperti tembok, lantai, dan sebagainya [9]. Perhitungan *path loss* ditentukan oleh model propagasi yang dipakai. Pada penelitian ini model propagasi yang digunakan untuk dasar dari perhitungan mencari *path loss* adalah *COST 231 Multi Wall Model*.

$$L_T = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^M nwi Lwi + nf \left[\frac{(nf+2)}{(nf+1)} - b \right] Lf \quad (1)$$

$$L_{FSL} = 20 \cdot 10 \log(1800) + 20 \cdot 10 \log dkm + 32.5 \quad (2)$$

Dimana L_T adalah Maximum Allowable Path Loss, L_{FSL} adalah Loss Free Space Loss (dB), M menyatakan banyaknya tipe dinding, Lwi merupakan nilai loss tipe dinding i (dB), lalu nf adalah jumlah lantai yang dilalui sinyal, L_C menyatakan *Constant Loss* (dB), nwi = jumlah tipe dinding i yang dilalui, kemudian Lf merupakan loss antar lantai (dB), b adalah Empirical parameter (0.46). Frekuensi dalam persamaan tersebut dinyatakan dalam MHz dan radius dalam km.

Constant loss pada persamaan (1) merupakan nilai saat *loss* yang disebabkan oleh dinding telah ditetapkan berdasarkan pengukuran dengan *multiple linear regression*. Normalnya nilai *constant loss* mendekati nol [8]

Radius antenna mempengaruhi jarak sinyal maksimal yang dipancarkan oleh antenna di setiap lantai. Persamaan (1) merupakan persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung besar radius antenna.

Proses selanjutnya adalah melakukan penentuan material yang akan dilalui sinyal untuk mendapatkan *indoor loss* dan mengetahui besar radius dari sebuah antenna. Tabel 2 merupakan *loss* material yang dilalui.

Tabel 2. Redaman Material Dinding.

Material	Loss (dB)	Value	Total (db)
Concrete	10	2	20
Wood	4	1	4
Brick	3.5	3	10.5
Metal	6	1	6
Indoor loss			40.5

- Paramater RF yang dianalisa
- ✓ Reference Signal Received Power (RSRP)

Reference Signal Received Power (RSRP) merupakan daya rata-rata (dalam Watt) dari *Resource Element* (RE) yang membawa sinyal referensi (RS) dalam bandwidth yang digunakan [8]. Pengukuran RSRP biasanya dinyatakan dalam dBm, digunakan terutama untuk membuat urutan di antara sel kandidat yang berbeda sesuai dengan kekuatan sinyal masing-masing sel.

Tabel 3. RSRP standar.

RSRP Range	Grade
> -85 dBm	Outstanding
-85 dBm to < -90 dBm	Excellent
-90 dBm to < -100 dBm	Good
-100 dBm to < -105 dBm	Intermediate
-105 dBm to < -115 dBm	Poor
< -115 dBm	Bad

- ✓ Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR)

Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR) merupakan perbandingan antara kuat daya sinyal dengan penjumlahan dari rata-rata kuat daya interferensi dan *noise* [3]. Jika SINR yang di ukur bernilai baik maka *throughput* yang baik akan dapat dicapai.

Tabel 4. SINR standar

SINR Range	Grade
$SINR \geq 20$ dB	Outstanding
10 dB \leq SINR < 20 dB	Excellent
5 dB \leq SINR < 10 dB	Good
0 dB \leq SINR < 5 dB	Intermediate
-5 dB \leq SINR < 0 dB	Poor
SINR < -5 dB	Bad

- ✓ Radiowave Propagation Simulator

Radiowave Propagation Simulator (RPS) merupakan sebuah perangkat lunak buatan dari organisasi *development software*. RPS adalah program aplikasi *desktop* yang berfungsi untuk analisis propagasi gelombang radio atau prediksi *coverage* BTS telekomunikasi.

Pada penelitian ini, perencanaan untuk IBC tersebut disimulasikan dengan menggunakan software ini, dan mensimulasikan penempatan antenna dengan menggunakan jumlah antenna sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

- Penentuan Jumlah Antena Tiap Lantai

Penentuan jumlah antenna tiap lantai dilakukan dengan membandingkan jumlah antenna terbanyak atau maksimal antara hasil perhitungan *capacity* dan *coverage planning*. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini jumlah antenna yang digunakan pada perencanaan adalah jumlah antenna hasil perhitungan *coverage planning*, karena didapatkan jumlah

antenna hingga total 172 antenna untuk perencanaan ini.

Perhitungan jumlah antenna tersebut didapat dengan menggunakan persamaan (3)

$$\text{Jumlah Antena} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Luas Cakupan Area}} \quad (3)$$

Dimana Luas area cakupan untuk tiap sel didapatkan dari persamaan (4)

$$L_{\text{cakupan area}} = 2.6 \times d^2 \quad (4)$$

Pada persamaan (3), luas cakupan area dipengaruhi oleh d atau radius antenna (meter).

Maka dari persamaan tersebut didapatkan jumlah antenna sesuai dengan yang ditampilkan di tabel 5

Tabel 5. Jumlah Antena dari hasil *Coverage Planning*

Lantai	Jumlah Antena
Typical 1 (lt. 1-12)	7
Typical 2 (lt. 15-26)	7
Mezzanine	4
Dasar	4
Basement 1	5
Basement 2	5

- IBC Planning pada Software RPS

Pada proses simulasi, *software* yang digunakan yaitu RPS 5.4 (*Radiowave Propagation Simulator*). *Software* ini dapat mensimulasikan daya pancar dari antenna dalam bentuk 2D maupun 3D. Selain itu, pada *software* RPS 5.4 ini terdapat *tool* untuk memilih model propagasi seperti model propagasi *Cost 231 Multi Wall Model* sesuai dengan yang digunakan pada perhitungan *pathloss*

Proses simulasi dalam perencanaan ini membutuhkan data mengenai gedung seperti *map* dan material gedung. *Map* gedung digunakan untuk menentukan letak antenna pada simulasi perencanaan dan material gedung akan digunakan untuk menentukan besar redaman yang dihasilkan. Proses yang harus dilakukan selanjutnya adalah menghitung daya atau EIRP dan *loss* dari setiap antenna berdasarkan *wiring diagram* yang telah dibuat. Hal ini penting dilakukan karena parameter *loss* digunakan dan berpengaruh pada proses simulasi. Kemudian yang harus

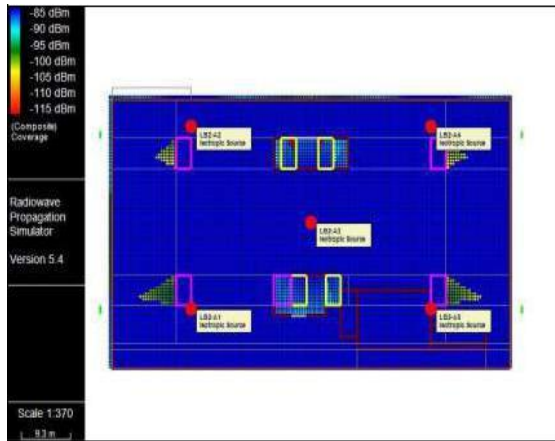
dilakukan adalah mengatur RPS sesuai dengan data yang telah dihitung

Simulasi RPS akan menghasilkan keluaran berupa nilai RSRP dan SINR dari antenna yang dipancarkan. Hal yang harus dilakukan sebelum simulasi adalah penentuan material dan pengaturan pada antenna sesuai dengan *link budget* yang telah ditentukan.

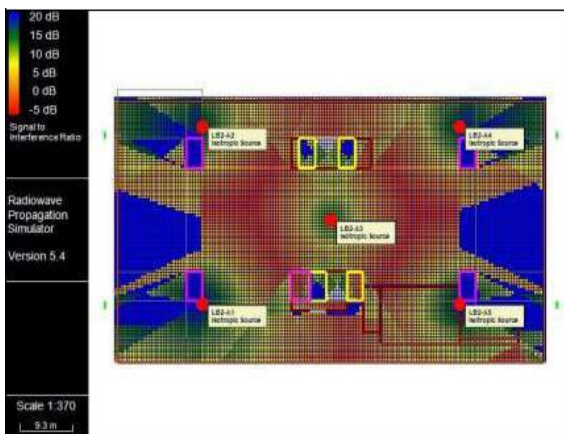
- Analisa dan Hasil Simulasi di RPS

Simulasi ini menghasilkan suatu perkiraan daya terima yang akan di terima oleh user baik yang berada di dekat antenna maupun yang jauh dari antenna. Simulasi ini digunakan untuk membantu proses perancangan walaupun hasil yang didapatkan tidak terlalu sesuai dengan hasil real di lapangan. Keberhasilan dari perencanaan ini adalah tercapai nilai rata-rata RSRP dan SINR yang sesuai dengan standar RF parameter.

Gambar 7 adalah hasil simulasi penempatan antenna pada lantai basement 2 untuk parameter RSRP (Gambar 7a) dan SINR (Gambar 7b). Perbedaan warna pada hasil simulasi menunjukkan nilai dari masing-masing parameter pada titik tersebut sesuai dengan standar RF parameter. Dapat dilihat bahwa seluruh area pada lantai basement 2 mendapatkan level sinyal atau RSRP >-90 dBm, ditandai dengan seluruh area yang berwarna biru. Dan untuk rasio perbandingan sinyal terhadap interferensi pada lantai basement 2 sudah cukup bagus, ditandai dengan warna biru dan hijau yang memiliki arti SINR > 5 dB.



(a)



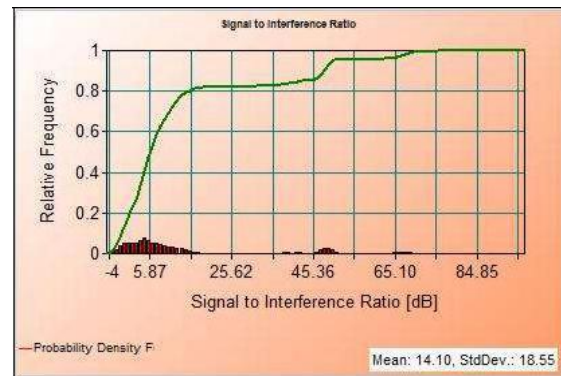
(b)

Gambar 6. RSRP dan SINR Lantai Basement 2.

Gambar 8 (a) dan (b) yang merupakan nilai RSRP dan SINR hasil simulasi. Bagian horizontal pada grafik menunjukkan nilai dari parameter RSRP atau SINR, sedangkan pada bagian vertikal menunjukkan relative frequency atau persentasi dari setiap nilai parameter. Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai RSRP dan SINR rata-rata yang didapatkan adalah -50.69 dBm untuk RSRP dan 14.10 dB untuk SINR. Hal ini menandakan bahwa wilayah lantai basement 2 ter-cover dengan level sinyal ≥ -90 dBm dan $\text{SINR} \geq 5$ dB.



(a)



(b)

Gambar 7. Histogram Lantai Basement 2.

• Rekapitulasi Hasil Perencanaan

Rekapitulasi dilakukan untuk membandingkan antara nilai parameter RSRP dan SINR hasil *walk test before* dengan parameter RSRP dan SINR hasil simulasi menggunakan *software RPS*. Tabel 4.6 adalah tabel rekapitulasi dari hasil simulasi dan *walktest before*.

Tabel 4.6 menunjukkan perbandingan antara nilai parameter RSRP dan SINR sebelum dilakukan perencanaan dengan setelah dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage*. Dapat dilihat jika nilai RSRP dan SINR sebelum dilakukan perencanaan berada di bawah standar RF parameter operator XL yaitu $\text{RSRP} < -90$ dBm dan $\text{SINR} < 5$ dB yang menyebabkan area tidak dapat melayani *user* dengan baik. Namun setelah dilakukan perencanaan dengan simulasi, area Gedung Apartemen Grand Asia Afrika mengalami peningkatan *coverage* dibandingkan dengan sebelum dilakukan perencanaan. Nilai parameter RSRP dan SINR hasil perencanaan sudah memenuhi standar RF parameter operator XL yaitu $\text{RSRP} > -90$ dBm dan $\text{SINR} > 5$ dB.

Hasil simulasi perencanaan pada *software* kemungkinan akan memiliki sedikit perbedaan dengan pada saat implementasi. Hal ini karena nilai yang digunakan pada simulasi adalah nilai standar. Maka dari itu, perlu dilakukan evaluasi kembali ketika perencanaan ini akan dilanjutkan ke tahap implementasi.

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Perbandingan Kondisi *Before* dan *After*.

Lantai	Hasil <i>Walk Test Before</i>		Hasil Simulasi (<i>After</i>)	
	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRP (dBm)	SINR (dB)
Basement 2	-110.25	0.86	-50.69	14.1
Basement 1	-112.73	1.54	-55.8	20.84
Dasar	-96.75	6.78	-56.78	39.58
Mezzanine	-103.35	78	-53	67.93
1	-89.51	8.09	-73.95	59.46
2	-90.4	5.12	-73.96	59.53
3	-98.58	0.45	-72.58	59.62
5	-95.5	1.25	-73.23	58.69
6	-92	0.89	-73.33	58.19
7	-89.59	2.61	-73.98	59.19
8	-974	-0.83	-73.98	59.21
9	-93.49	-2.05	-74.06	58.74
10	-95.05	-1.66	-73.18	59.5
11	-93.9	-2.73	-72.08	59.5
12	-94.82	-0.63	-76	58.54
15	-98.57	-5.71	-70.46	59.08
16	-99.31	-5.4	-70.11	58.97
17	-100.57	-5.97	-72.03	58.6
18	-98.55	-6.71	-70.16	59.24
19	-102.8	-5.95	-71.33	57.69
20	-98.65	-5.96	-71.85	58.43
21	-101.04	-6.45	-72.18	58.11
22	-100.08	-6.38	-70.72	59.08
23	-101.81	-7.49	-73.49	58.7
25	-102.7	-7.71	-72.86	58.33
26	-101.54	-6.77	-71.02	58.52

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil *walktest*, didapatkan nilai parameter RSRP dan SINR yang tidak memenuhi standar RF parameter yaitu RSRP <

-90 dBm dan SINR < 5 dB. Sehingga diperlukan peningkatan kualitas sinyal dengan merencanakan pemasangan antenna di area dalam gedung.

Perencanaan dilakukan berdasarkan hasil perhitungan *coverage planning* pada perencanaan *Indoor Building Coverage* sebuah bangunan apartemen di Bandung, dan didapatkan jumlah antenna yang dibutuhkan yaitu 172 antenna dengan pembagian lantai basement 1 dan 2 berjumlah 5 antenna, lantai dasar dan mezzanine berjumlah 4 lantai, lantai typical 1 (lantai 1-12) dan typical 2 (lantai 15-26) berjumlah 7 antenna.

Simulasi perencanaan dibuat dengan menggunakan *Radiowave Propagation Simulation* (RPS), dimana dari simulasi tersebut menunjukkan bahwa hasil dari *wiring diagram* dan perhitungan EIRP tiap antenna diperoleh rata-rata RSRP berkisar -50 hingga -74 dBm dan SINR dengan rata-rata berkisar 14 hingga 67 dB, telah memenuhi standar RF parameter operator XL yang menyebabkan area gedung mengalami peningkatan *coverage*.

Hasil simulasi perencanaan pada *software* kemungkinan akan memiliki sedikit perbedaan dengan pada saat implementasi. Hal ini karena nilai yang digunakan pada simulasi adalah nilai standar. Maka dari itu, perlu dilakukan evaluasi kembali ketika perencanaan ini akan dilanjutkan ke tahap implementasi.

Pada perencanaan IBC ini agar mendapatkan hasil yang maksimal dapat dilakukan dengan menambahkan perhitungan parameter lain seperti PCI *planning* setelah dilakukan perencanaan IBC.

DAFTAR PUSTAKA

- Afroz, Farhana, Ramprasad Subramanian, Roshanak Heidary, Kumbesan Sandrasegaran, Solaiman Ahmed. 2015. SINR, RSRP, RSSI, AND SINR MEASUREMENT IN LONG TERM EVOLUTION NETWORKS. Bangladesh: University of Dhaka.
- Ascom. 2014. *TEMS™ Pocket 14.1 Technical Product Description* : Ascom.
- Hikmaturokhman, Alfin, Lita Berlianti, Wahyu Pamungkas. *Analisa Model Propagasi Cost 231 Multi Wall pada Perancangan Jaringan Indoor Femtocell HSDPA menggunakan Radiowave Propagation Simulator*.

- Purwokerto: Sekolah Tinggi
Teknologi Telematika Telkom.
- Huawei Technologies Co. 2013. *LTE Radio
Network Capacity Dimensioning* :
Huawei.
- Mulyawati, Anizsah, M. Rahmat M., Putu
Nopa G., Lora Gala P. 2013.
*MAKALAH TEKNOLOGI
JARINGAN AKSES LTE (LONG
TERM EVOLUTION)*. Makassar:
Universitas Hasanudin
- Sinaga, Burton. 2015. *PERENCANAAN
JARINGAN INDOOR UNTUK
TEKNOLOGI LTE DI GEDUNG
FAKULTAS ILMU TERAPAN*.
Bandung: Universitas Telkom.
- Utami, Fitri Kemala dan Alfin
Hikmaturokhman. 2016.
*Perencanaan Femtocell 4G LTE
1800 MHz Studi Kasus Gedung
Baru ST3 Telkom Purwokerto*.
Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wardhana, Lingga, Bagus Farsi Aginsa, Anton
Dewantoro, Isybel Harto, Gita
Mahardika, Alfin
Hikmaturokhman. 2014. *4G
Handbook Edisi Bahasa Indonesia
Jilid 1*. Jakarta Selatan: Nulis Buku.