

PERENCANAAN *INDOOR BUILDING COVERAGE* PADA JARINGAN LTE FDD DI GEDUNG APARTEMEN THE EDGE CIMAH

*Indoor Building Coverage Planning on LTE FDD Network
in The Edge Apartment Building Cimahi*

Fikri Elang Kesuma¹, Atik Novianti, S.ST., M.T.², Sigit Tri Cahyono, S.T., M.BA³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University

¹fikrielang@student.telkomuniversity.ac.id, ²atiknovianti@tass.telkomuniversity.ac.id,

³sigittri@gmail.com

Abstrak

Gedung Apartemen The Edge Cimahi adalah salah satu apartemen di Kota Cimahi yang berada di Jalan Raya Baros No.57, Kota Cimahi. Gedung tersebut ditempati oleh banyak orang dimana banyak yang mengakses layanan data multimedia seperti transfer data dan chatting. Gedung tersebut merupakan salah satu gedung dengan tingkat kepadatan user yang cukup tinggi dimana dibutuhkan kualitas jaringan LTE yang baik. Selain itu konstruksi bangunan dan material gedung menjadi faktor lain yang menyebabkan pelemahan sinyal meningkat dan mengakibatkan adanya blankspot di beberapa sudut ruangan.

Solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang terjadi yaitu dengan melakukan perencanaan instalasi Indoor Building Coverage (IBC). Dalam melaksanakan perancangan IBC-LTE ini menggunakan software TEMS Pocket untuk mengetahui nilai dari parameter RSRP dan SINR pada tahapan *walktest before*, perencanaan *capacity* dan *coverage*, dan melakukan simulasi dengan menggunakan software RPS. Target hasil simulasi dari perencanaan yaitu > -90 dBm untuk nilai rata-rata RSRP dan nilai rata-rata SINR sebesar > 6 dB.

Melalui perhitungan *coverage* dan *capacity planning* didapatkan 3 sektor dan 3 antena pada setiap lantainya. Berdasarkan simulasi diperoleh rata-rata RSRP berkisar antara -45.56 dBm hingga -27.75 dan SINR berkisar antara 19.05 dB hingga 25.83 dB. Dengan demikian hasil simulasi telah sesuai dengan standar RF parameter operator H3I yang menyebabkan area Gedung Apartemen The Edge mengalami peningkatan di sisi *coverage*.

Kata Kunci: LTE, RSRP dan SINR, Indoor Building Coverage, Coverage dan Capacity Planning, RPS.

Abstract

The Edge Cimahi Apartment Building is one of the apartments in Cimahi City located at Baros Street 57, Cimahi City. The building is occupied by many people so there are many access of multimedia data services such as data transfer and chatting. This building has a high level of user density where good quality LTE network is needed. The building construction and materials are factors cause signal attenuation increases and blankspots in several corners of the room.

The right solution to overcome these problems is planning Indoor Building Coverage (IBC) installation. In IBC planning, capacity and coverage are calculated, then determine the value of the RSRP and SINR parameters using TEMS Pocket software at the walk test before stage, and simulating by RPS software. The simulation results target of the planning are > -90 dBm for the average RSRP value and the average SINR value in > 6 dB.

Through the calculation of coverage and capacity planning obtained 3 sectors and 3 antennas on each floor. Based on simulations obtained the average of RSRP ranged from -45.56 dBm to -27.75 and SINR ranged from 19.05 dB to 25.83 dB. Thus the simulation results are in accordance with the RF standard parameters of the H3I operator which causes the Edge Apartment Building area has coverage enhancement.

Keywords: LTE, RSRP and SINR, Indoor Building Coverage, Coverage and Capacity Planning, RPS.

1. Pendahuluan

Pada saat ini tingkat pengguna komunikasi seluler semakin hari semakin bertambah banyak yang diikuti dengan perkembangan teknologi komunikasi seluler itu sendiri. Mayoritas pertumbuhan pengguna jaringan seluler LTE terjadi di dalam area gedung atau *indoor*. Tetapi pada kenyataannya, tidak semua area di dalam gedung dapat tercakup kualitas jaringan LTE dengan baik. Hal ini disebabkan karena cakupan jaringan LTE dari luar tidak dapat menembus area di dalam gedung dikarenakan sinyal pancaran dari *eNodeB* melemah akibat redaman dari konstruksi bangunan dan material gedung serta adanya *obstacle* yang menghalangi gedung.

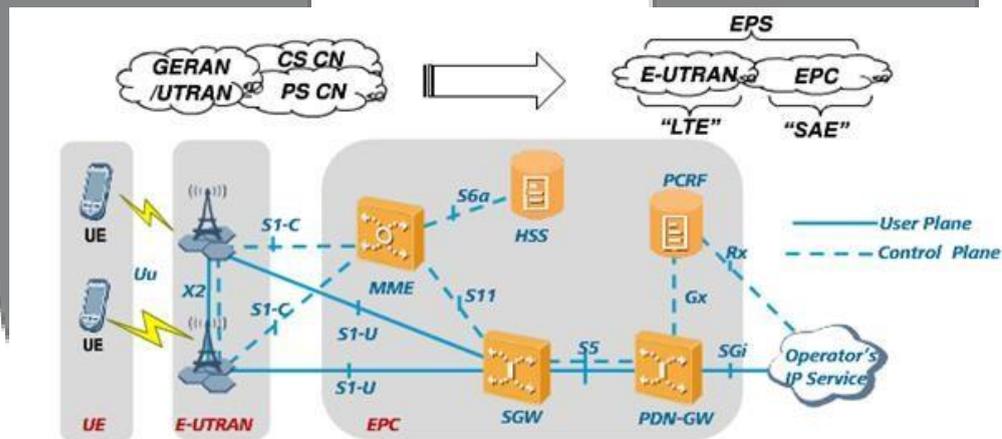
Gedung Apartemen The Edge Cimahi merupakan salah satu Apartemen di Kota Cimahi yang berada di Jalan Raya Baros No.57, Kota Cimahi. Gedung Apartemen The Edge Cimahi merupakan salah satu area vital publik, yang ditempati serta sering dikunjungi oleh banyak orang dimana banyak yang mengakses layanan data multimedia seperti *transfer data* dan *chatting*. Gedung tersebut merupakan salah satu gedung dengan tingkat kepadatan *user* yang cukup tinggi dimana dibutuhkan kualitas jaringan LTE yang baik. Sedangkan hasil dari *walktest* menunjukkan nilai RSRP -100 dBm dan nilai SINR -5.8 dB, sementara operator 3 memiliki standar parameter nilai RSRP > -90 dBm dan nilai SINR > 6 dB. Selain itu konstruksi pada gedung tersebut menjadi faktor lain yang menyebabkan adanya *blankspot* sehingga area gedung tidak mendapatkan kualitas sinyal jaringan LTE dengan baik

Proyek Akhir ini dilakukan 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.

2. Dasar Teori

2.1 Long Term Evolution (LTE)

Long Term Evolution (LTE) adalah sebuah teknologi *wireless* generasi ke-4 yang merupakan proyek dari *Third Generation Partnership Project* (3GPP) untuk memperbaiki standar *mobile phone* generasi ke-3 (3G).. Evolusi LTE dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Arsitektur LTE

2.2 Indoor Building Coverage

Indoor Building Coverage merupakan suatu sistem perancangan jaringan seluler yang diterapkan di dalam gedung agar dapat memenuhi kualitas standar layanan. Perencanaan *Indoor Building Coverage* meliputi perencanaan area cakupan sesuai dengan area perencanaan, kapasitas trafik sesuai kebutuhan, kualitas sinyal yang memenuhi standar dan dengan interferensi yang kecil.

IBC dilakukan jika suatu gedung memiliki kualitas sinyal yang rendah dan trafik yang padat. Namun ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membuat suatu perencanaan seperti cakupan, kapasitas serta kualitas 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 tingkat kepadatan pengunjung akan mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima oleh user. Selain itu, material bangunan seperti beton, kaca, kayu, bata ringan, dan sebagainya dapat menyebabkan atenuasi oleh dinding/material akan semakin meningkat dan mengakibatkan penurunan daya [3]. Prinsip kerja IBC yaitu dengan menggunakan perangkat pemancar dan yang dipasang di dalam gedung yang bertujuan untuk melayani kebutuhan akan telekomunikasi gedung baik kualitas sinyal, cakupan, maupun kapasitas trafiknya. Perencanaan IBC dilakukan dengan cara melakukan pemasangan *transmitter* atau antena yang terdistribusi pada seluruh lantai. Hal yang membedakan adalah jumlah perangkat seperti *splitter*, *connector*, dan antena yang akan digunakan. Namun ada beberapa hal yang perlu diperhatikan.

2.3 Persiapan Perencanaan Jaringan

Untuk memperoleh hasil perencanaan maksimal, maka diperlukan beberapa informasi terkait lokasi, seperti.

1. Gedung

Konstruksi sebuah gedung sangat mempengaruhi daya penerimaan *user* atau *coverage* dari sebuah antena. Maka dari itu, dengan karakteristik gedung yang beragam, perlu diperoleh informasi penunjang perencanaan seperti:

- a. Luas bangunan, jumlah lantai dan Tinggi tiap lantai.
- b. Konstruksi bangunan
- c. *Layout* gedung
- d. Prediksi penempatan antena

2. User

Dilakukan guna penentuan trafik ataupun informasi lain seperti tempat konsentrasi *user*. Pengumpulan informasi dilakukan dengan memperkirakan jumlah *user* yang akan menggunakan jaringan *indoor* LTE dengan menghitung kapasitas *user* maksimum setiap ruangan dalam gedung.

2.4 Sistem Antenna Indoor

Coverage site makro tentu saja belum bisa memenuhi kebutuhan *coverage indoor*. Jaringan antena seluler dalam gedung-gedung ini biasa disebut sebagai *Distributed Antenna System (DAS)*. Ada tiga jenis DAS yaitu *Passive DAS* yang masih menggunakan kabel coaxial untuk saluran antenanya, *Active DAS* yang menggunakan fiber optic dan *Hybrid DAS* yang mengkombinasikan keduanya [2].

Distributed Antenna System (DAS) merupakan suatu sistem yang dilakukan agar setiap antena yang tersebar di dalam gedung memperoleh daya keluaran dari eNodeB. Tujuan dari pendistribusian antena ini adalah untuk menghilangkan *blankspot*. *Distributed Antenna System (DAS)* dibagi dalam tiga jenis [2]:

- a. Antena distribusi melalui jaringan kabel *fiber optic*.
- b. Antena distribusi menggunakan kabel bocor (*leaky cable*).
- c. Antena distribusi menggunakan kabel *coaxial (feeder cable)*.

2.5 Capacity Planning

Capacity planning adalah salah satu metode perencanaan untuk mengetahui jumlah *site* yang dibutuhkan berdasarkan beberapa aspek yaitu estimasi jumlah pelanggan dan kebutuhan trafik. *Capacity planning* dilakukan dengan menggunakan parameter input yang merupakan jumlah total populasi dan pelanggan yang diharapkan sebagai persentase dari total jumlah populasi. *Capacity planning* juga suatu parameter untuk memprediksi pelanggan [5]. Pada umumnya proses perhitungan *capacity planning* terbagi menjadi 2 bagian, *single site dimensioning* dan *total network throughput*.

2.6 Coverage Planning

Coverage planning adalah suatu bentuk perencanaan dalam membangun jaringan di suatu daerah berdasarkan luas wilayah cakupan (*coverage*). Perencanaan ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan jumlah *site* sesuai dengan luas wilayah cakupan yang ada. Dalam perencanaan ini, dilakukan dengan memperhitungkan redaman sinyal yang terjadi di sepanjang jalur rambatan sinyal (*link*) dari sisi *uplink* maupun *downlink*. Dalam perencanaan ini terdapat empat pembagian wilayah, yaitu *rural*, *sub urban*, *urban*, dan *dense urban*.

Coverage planning dilakukan berdasarkan tinjauan area yaitu, memperhitungkan nilai MAPL (*Maximum Allowed Path Loss*) untuk mendapatkan besarnya *coverage/radius cell* dari satu *site* [9]. Hal yang menjadi prioritas utama pada *coverage dimensioning* ini adalah, seluruh sisi area didalam gedung dapat ter-*coverage* oleh sinyal namun tanpa memperhatikan nilai *throughput* yang didapatkan tiap *user*.

2.7 RF Parameter

1. Reference Signal Received Power (RSRP)

Tabel 2. 1 RSRP Standar Operator H3I.

RSRP Range (dBm)	Grade
-40 to -80	Excellent
-80 to -90	Good
-90 to -100	Fair
-100 to -110	Poor
-110 to < -140	Bad
RSRP > -90 dBm	Target 80%

RSRP adalah parameter tingkat kekuatan sinyal terima. RSRP menyatakan besar daya sinyal yang diterima oleh UE dalam satuan dBm. Semakin jauh jarak dan banyaknya *obstacle* antara *transceiver* dan UE maka semakin kecil parameter RSRP yang diterima oleh UE, dan begitu pula sebaliknya. Yang mana merupakan rata-rata linear daya *resource element* yang membawa *reference signal* dalam rentang frekuensi *Bandwidth* yang digunakan [3].

2. Signal to Interference Plus Noise Ratio (SINR)

Tabel 2. 2 SINR Standar Operator H3I

SINR Range (dB)	Grade
> 12	Excellent
8 to 12	Good
6 to 8	Fair
0 to 6	Poor
< 0	Bad
SINR > 6 dB	Target 80%

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.

2.8 Walk Test

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 [11]. *Walk test* diamati dari sisi penerima (UE) dilakukan 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 sebagai pembandingan antara kualitas sinyal sebelum dilakukan perencanaan dan kualitas sinyal jaringan LTE setelah dilakukan perencanaan.

2.9 TEMS Pocket

TEMS Pocket adalah perangkat genggam untuk verifikasi, *maintenance*, dan *troubleshooting* masalah jaringan *mobile* dalam perencanaan sel. *TEMS Pocket* dapat digunakan untuk menguji kualitas jaringan *indoor* atau lokasi pejalan kaki lainnya, kualitas jaringan *outdoor* melalui penggunaan *satellite maps*, dan meng-*capture* data rinci jaringan.

2.10 Radiowave Propagation Simulation (RPS)

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

3.1 Deskripsi Proyek Akhir

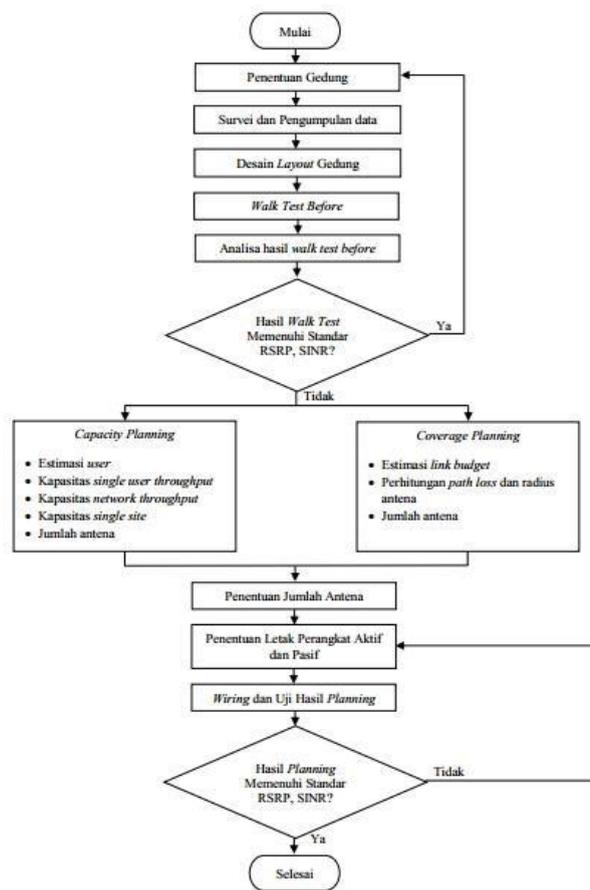
Pada Proyek Akhir ini dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage* (IBC) pada jaringan LTE di gedung Apartemen The Edge Cimahi. *Indoor Building Coverage* merupakan suatu system jaringan yang diterapkan di dalam gedung untuk mendukung sistem jaringan luar gedung (BTS makrosel dan mikrosel *outdoor*) dalam memenuhi layanan seluler dan *wireless*. Pada Proyek akhir ini dipilih metode IBC karena bahwasanya tingginya tingkat pelemahan sinyal di dalam gedung tersebut diakibatkan oleh tinggi bangunan, *Loss Building*, maupun faktor lainnya.

Dalam melaksanakan perancangan ini, tahap pertama yang harus dilakukan yaitu melakukan penentuan gedung, survei data, *Drive Test* daerah sekitar untuk mengetahui apakah daerah tersebut sudah memiliki kualitas yang baik atau belum, dan *walk test initial* menggunakan aplikasi TEMS *Pocket* untuk mengetahui nilai dari parameter RSRP dan SINR. Perencanaan *capacity* dan *coverage*, untuk melakukan simulasi dengan menggunakan *software* RPS.

Jika perencanaan sudah berhasil sesuai standar atau melebihi standar operator H3I yaitu RSRP > -90 dBm dan SINR > 6 dB maka akan dilakukan perancangan IBC di Gedung Apartemen *The Edge* Cimahi.

3.2 Proses Pengerjaan Proyek Akhir

Agar tercapainya tujuan dan bentuk keluaran yang diharapkan dari Proyek Akhir ini maka diperlukan langkah-langkah yang sistematis dan terstruktur agar dapat mencapai hasil perencanaan yang optimal sesuai landasan teori yang mendukung serta ilmu lapangan yang tentunya menunjang Proyek Akhir ini. Dalam Proyek Akhir ini menggunakan *guidance* Huawei dan Operator H3I. Gambar 3.1 merupakan diagram air dalam melaksanakan Proyek Akhir ini.



Gambar 3.1 Flowchart *Indoor Building Coverage*

3.3 Penentuan dan Survei Gedung

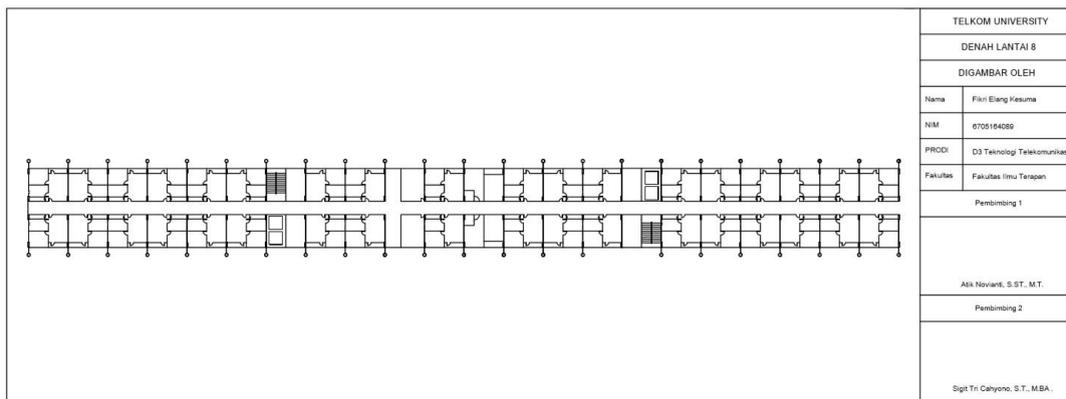
Tahap awal yang dilakukan pada proses *Indoor Building Coverage* ini yaitu menentukan gedung, serta mengumpulkan semua informasi yang dibutuhkan untuk melakukan perencanaan IBC ini seperti denah, luas gedung, dan standar RF parameter dari operator.



Gambar 3 2 Letak Gedung Apartemen The Edge Cimahi

3.4 Desain Layout Gedung

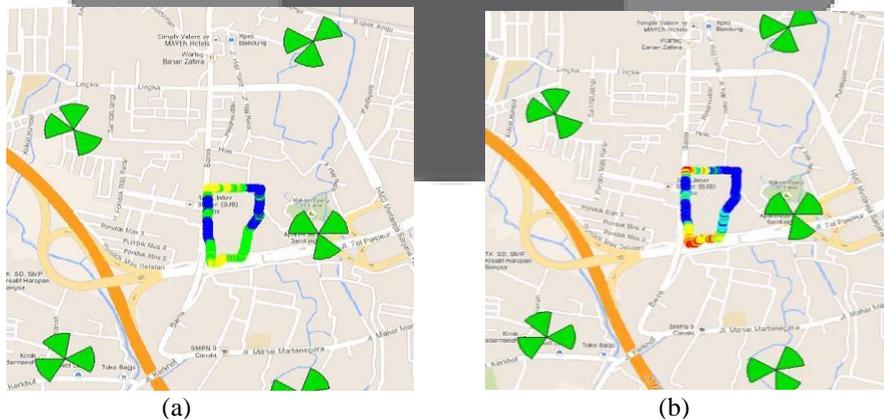
Proses pembuatan layout gedung menggunakan *software* AutoCAD 2020. Gambar layout disimpan ke format bitmap tujuannya agar memudahkan proses WT menggunakan TEMS Pocket. Ukuran ruangan yang digunakan di layout disesuaikan dengan ukuran yang sebenarnya. Gambar berikut merupakan desain salah satu lantai pada Gedung Apartemen The Edge Cimahi.



Gambar 3 3 Layout Gedung Apartemen The Edge Cimahi

3.5 Drive Test

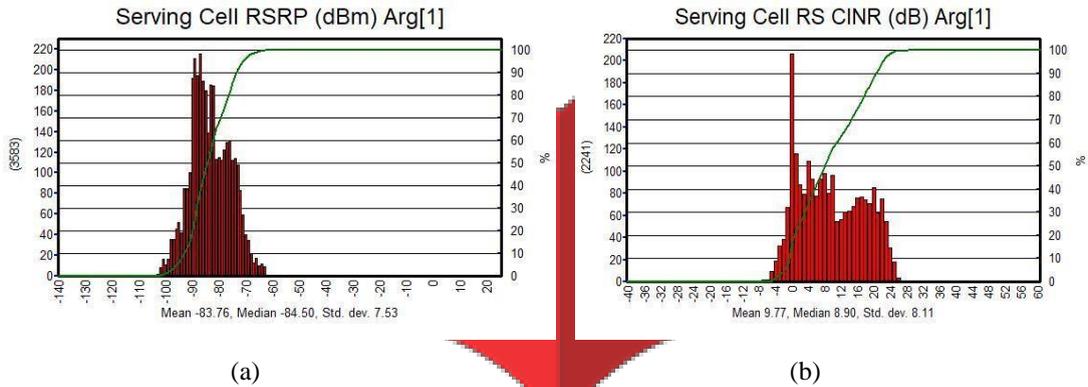
Drive Test merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter RF seperti SINR dan RSRP secara real pada sekitaran area Gedung Apartemen The Edge Cimahi menggunakan aplikasi TEMS pocket. Hal ini untuk mengetahui kualitas dan kondisi awal sinyal pada sekitaran gedung Apartemen The Edge Cimahi. Sehingga dari hasil tersebut akan memperlihatkan bahwa dibutuhkan perancangan *indoor building coverage* pada Gedung Apartemen The Edge Cimahi. Jika hasil dari analisis *Drive Test* tahap ini menunjukkan nilai RSRP dan SINR yang sudah memenuhi standar operator maka Gedung Apartemen The Edge Cimahi ini layak dan memerlukan jaringan *Indoor Building Coverage*.



Gambar 3 4 Hasil *Drive Test* di Sekitar Gedung berdasarkan parameter RSRP (a) dan SINR (b)

3.6 Analisis dan Reporting Hasil Drive Test

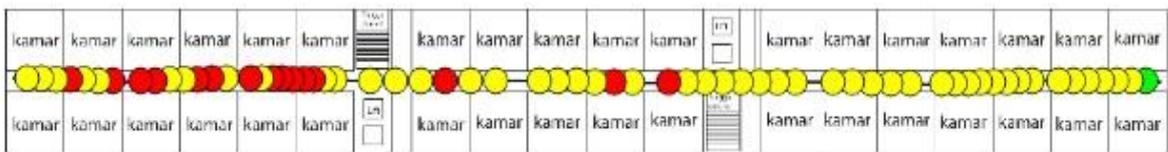
Analisa hasil *Drive Test* dilakukan untuk mengetahui apakah daerah tersebut sudah memiliki jaringan yang sesuai standar operator H3I. Untuk mengetahuinya dilakukan perbandingan Radio Parameter dari hasil *Drive Test* dengan standar Radio Parameter operator H3I.



Gambar 3 5 Hasil *Report Generator drivetest* berdasarkan parameter RSRP (a) dan SINR (b)

3.7 Analisis dan Reporting Hasil Walk Test

Analisa hasil *walktest before* dilakukan untuk mengetahui kelayakan gedung sehingga dapat dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage*. Untuk mengetahui kelayakan tersebut maka diperlukan perbandingan dari hasil *walktest before* dengan Parameter operator H3I. Gambar 3.7 menjelaskan hasil dari *walktest before* lantai 8 di gedung Apartemen The Edge menggunakan *software* TEMS Pocket. Sedangkan gambar 3.8 merupakan gambar hasil repor generator di TEMS Investigation yang merukan nilai rata-rata yang didapat dari parameter SINR dan RSRP.



Gambar 3 6 Hasil Walktest Before



Gambar 3 7 Hasil *Report Generator walktestn* berdasarkan parameter RSRP (a) dan SINR (b)

3.8 Capacity Planning

Capacity Planning diperlukan untuk mengestimasi jumlah *user* yang dapat dilayani dalam satu sel. Perhitungan ini berdasarkan kapasitas yang tinjauannya bertujuan agar dapat melayani banyaknya *user* disuatu daerah sesuai dengan *service* yang ditawarkan. Lalu hasil tersebut akan digunakan untuk menentukan jumlah *cells* atau sektor yang didapat dan sebaiknya diimplementasikan agar mencapai batas maksimal yang dibutuhkan. Dan hasil dari jumlah *cells* ini nantinya akan digunakan untuk kebutuhan alokasi PCI yang akan dirancang.

Tabel 3. 1 Estimasi Jumlah Cell

Total Target User	Indoor Network Throughput (MAC)		Cell Average Throughput (Mbps)		Jumlah Antena		Estimasi Cell
	UL(Mbps)	DL (Mbps)	UL	DL	DL	UL	
Gedung The Edge							
1492.92	16.29630929	62.3433606	15.163176	25.271976	2.46689695	1.0747292	3

3.9 Coverage Planning

Pada tahap ini akan dilakukan proses perencanaan *coverage planning* yang bertujuan untuk mengetahui jumlah antena yang dibutuhkan dalam sebuah perencanaan jaringan *indoor* berdasarkan perhitungan yang mempertimbangkan luas daerah Gedung. Perhitungan *coverage* meliputi persiapan data *existing* gedung seperti *layout* dan luas gedung, penentuan model propagasi yang digunakan, menghitung *link budget*, *path loss* dan *radius antenna* dengan menghitung MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) serta mendapatkan jumlah antena yang dibutuhkan dalam perancangan. Hal utama yang harus diperhatikan dalam *coverage planning* ini adalah seluruh sisi pada suatu wilayah harus ter-cover oleh *antenna*. Maka setelah dilakukan perhitungan jumlah antena yang diperlukan pada setiap lantai gedung Apartemen The Edge Cimahi berdasarkan nilai yang didapat dari Luas *Cell*, seperti berikut.

Tabel 3. 2 Estimasi Jumlah Antena

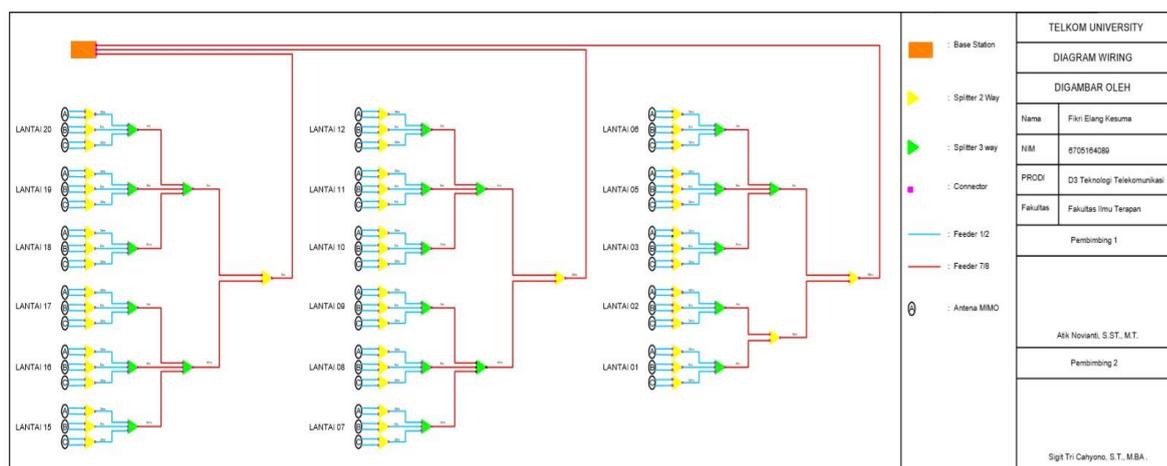
Lantai	Estimasi Jumlah Antena
Lantai 1	3
Lantai 2	3
Lantai 3	3
Lantai 5	3
Lantai 6	3
Lantai 7	3
Lantai 8	3
Lantai 9	3
Lantai 10	3
Lantai 11	3
Lantai 12	3
Lantai 15	3
Lantai 16	3
Lantai 17	3
Lantai 18	3
Lantai 19	3
Lantai 20	3

4. Analisis Simulasi Perencanaan

4.1 Penentuan Letak Perangkat Aktif dan Pasif

Penentuan letak perangkat aktif dan pasif digunakan untuk mengetahui tempat yang akan menghasilkan nilai RSRP dan SINR dalam perencanaan jaringan *indoor* LTE pada Gedung Apartemen The Edge Cimahi. Dalam perencanaan jaringan *indoor* LTE ini *base station* diletakkan di *roof top* gedung. Dalam penentuan peletakan perangkat ditentukan terlebih dahulu jumlah antena dan sektor yang diperlukan pada tiap-tiap lantai dengan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan serta pertimbangan dalam melakukan *wiring* diagram untuk penggambaran letak posisi perangkat aktif dan pasif sehingga dapat mempermudah pembacaan letak perangkat aktif dan pasif. Pada perancangan ini mendapatkan hasil perhitungan *Capacity* sebanyak tiga sektor serta tiga antena untuk setiap latainya berdasarkan perhitungan *Coverage*. Gambar 4.1 akan menunjukkan dimana saja letak dari perangkat aktif dan pasif yang akan digunakan.

4.2 Wiring Diagram



Gambar 4. 1 Diagram *Wiring* Gedung Apartemen The Edge Cimahi

4.3 IBC Planning Pada Software RPS

Pada IBC Planning ini menggunakan software yang digunakan pada saat simulasi IBC ialah Radio Propagation Simulator. Software ini dapat mensimulasikan daya pancar dari antena di dalam gedung baik dalam bentuk 2D maupun 3D. pada software ini terdapat beberapa tools seperti pemilihan model propagasi, type antena, spesifik antena (gain) dan tools untuk membangun gedung dengan menggunakan material yang sama seperti pada gedung aslinya. Model propagasi yang digunakan ialah Cost 231 Multi Wall yang digunakan pada perhitungan pathloss. Pada simulasi kali ini menggunakan simulasi perantai dikarenakan RPS tidak men-support gedung dengan jumlah lantai yang banyak dikarenakan garis yang digunakan untuk membangun suatu gedung tidak boleh melebihi 7500 garis. Sedangkan gedung Apartemen The Edge Cimahi dengan gedung ini terdapat 17 lantai sehingga menggunakan >7500 garis.

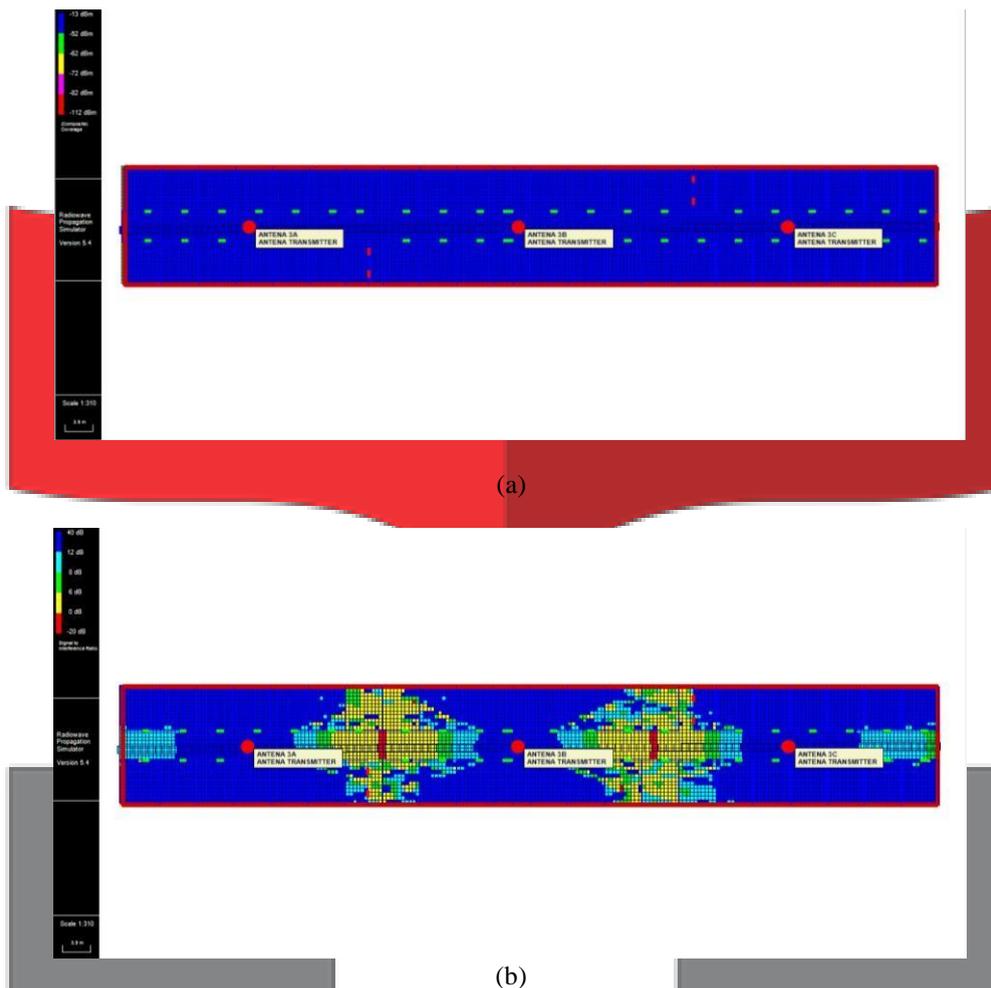
Pada saat proses simulasi RPS nantinya akan menghasilkan keluaran berupa nilai RSSI dan SINR dari antena yang akan dipancarkan. Maka dari itu nilai keluaran yang berupa RSSI akan dikonversi terlebih dahulu ke dalam RSRP agar sesuai dengan parameter yang diukur.

4.4 Analisa dan Hasil Simulasi

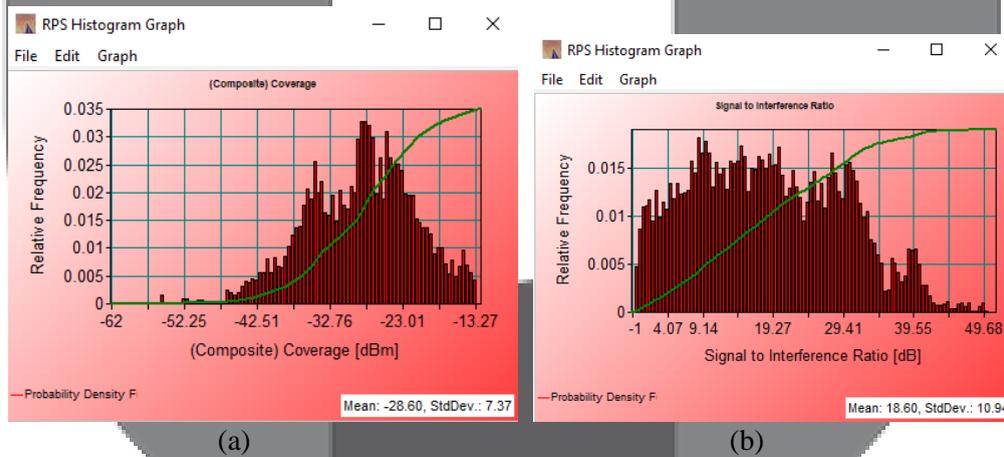
Simulasi ini menghasilkan suatu perkiraan besar daya terima yang akan di terima oleh *user* di dalam gedung Apartemen The Edge Cimahi. Simulasi ini digunakan untuk membantu proses perancangan walaupun hasil yang didapatkan tidak terlalu sesuai dengan hasil di lapangan. Keberhasilan dari perencanaan ini adalah tercapainya nilai rata-rata RSRP dan SINR yang sesuai dengan standar parameter operator H3I pada hasil simulasi.

1. Skenario 1

Pada skenario 1 antena diletakkan dengan jarak yang sama antar antena yang lain.



Gambar 4. 2 Hasil RSRP (a) dan SINR (b) berdasarkan simulasi RPS dengan skenario 1

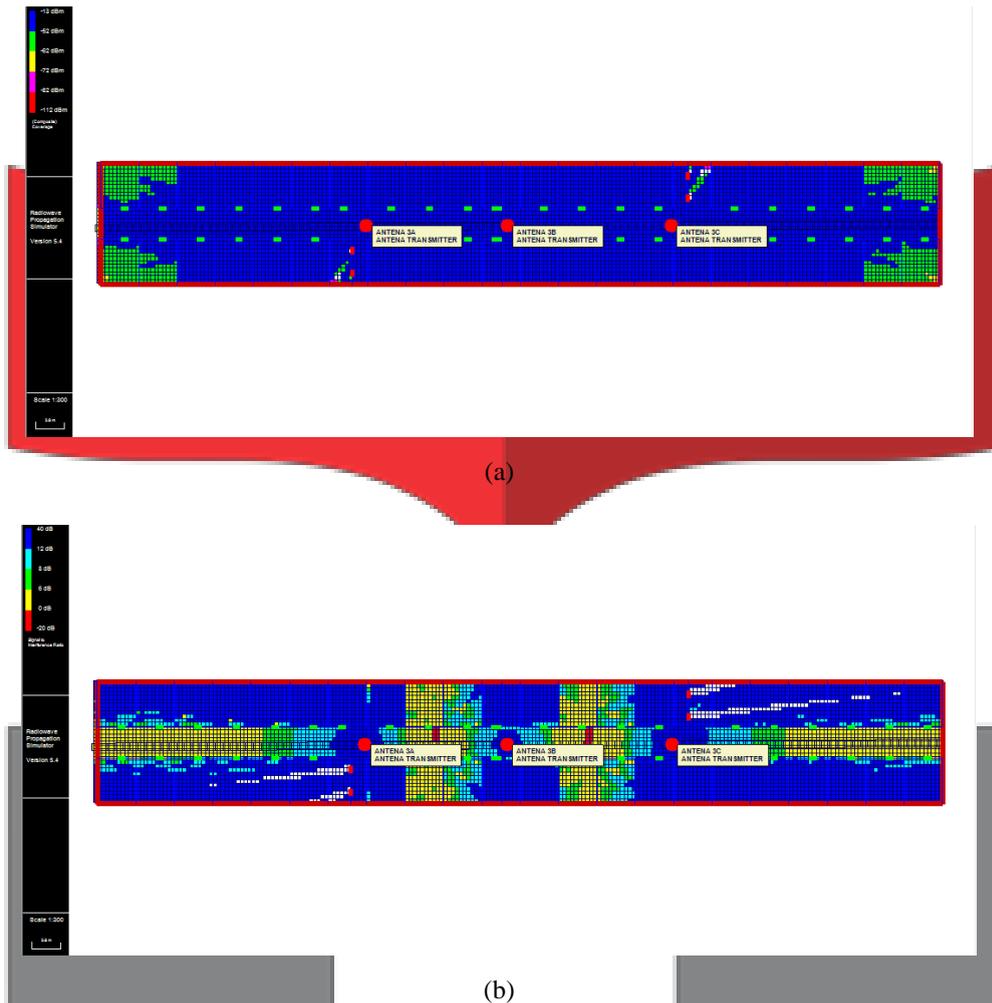


Gambar 4. 3 Histogram RSRP (a) dan SINR (b) Lantai 8 dengan skenario 1

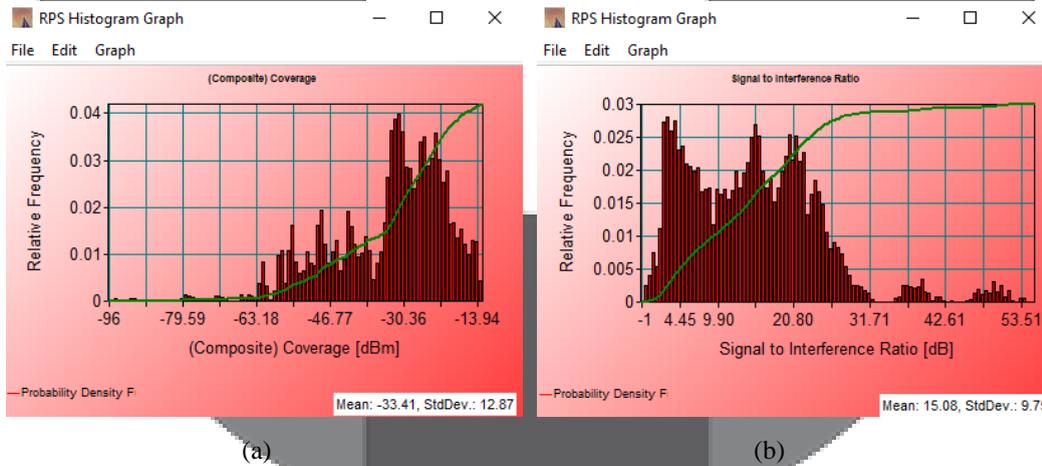
Gambar 4.2 dan 4.3 merupakan hasil simulasi penempatan antenna pada lantai 8 untuk parameter RSRP (gambar a) dan SINR (gambar b). Dapat dilihat bahwa seluruh arean pada lantai 8 tercover ditandai dengan warna biru tua yang artinya nilai RSRP sangat baik dengan nilai RSRP > -90 dBm. Untuk rasio perbandingan sinyal terhadap interferensi pada lantai 8 sangat baik, didominasi juga oleh warna biru tua yang artinya nilai SINR > 6 dB. Dan menunjukkan bahwa nilai RSSI dan SINR rata-rata yang diperoleh yaitu -28.60 dBm untuk RSSI yang berarti setara atau sama dengan -56.38 dBm untuk RSRP dan 18.60 dB untuk SINR. Hal ini menunjukkan bahwa hasil simulasi pada lantai 8 melebihi target dan kualitas jaringan dari hasil simulasi sangat baik dengan nilai RSRP > -90 dBm dan SINR > 6 dB. Dari hasil table menunjukan 100% nilai RSRP dan 87% untuk nilai SINR

2. Skenario 2

Pada scenario 2 antenna diletakkan dengan jarak yang dekat atau berdempetan antar antenna yang lain.



Gambar 4. 4 Hasil RSRP (a) dan SINR (b) berdasarkan simulasi RPS dengan skenario 2



Gambar 4. 5 Hasil RSRP (a) dan SINR (b) berdasarkan simulasi RPS dengan skenario 2

Gambar 4.4 dan 4.5 merupakan hasil simulasi penempatan antenna pada lantai 8 untuk parameter RSRP (gambar a) dan SINR (gambar b) menggunakan skenario 2 untuk parameter RSRP (Gambar 4.2 a) dan SINR (gambar 4.2 b). Dapat dilihat bahwa seluruh arean pada lantai 8 tercover ditandai dengan warna biru tua yang artinya nilai RSRP sangat baik dengan nilai RSRP > -90 dBm. Untuk rasio perbandingan sinyal terhadap interferensi pada lantai 8 sangat baik, didominasi juga oleh warna biru tua yang artinya nilai SINR > 6 dB. Dan menunjukkan bahwa nilai RSSI dan SINR rata-rata yang diperoleh yaitu -33.41 dBm untuk RSSI yang berarti setara atau sama dengan -61.19 dBm pada RSRP dan 15.08 dB untuk SINR. Dari hasil table menunjukkan 100% nilai RSRP dan 78% untuk nilai SINR

4.5 Rekapitulasi Hasil Perencanaan

Setelah dilakukan simulasi pada skenario 1 dilakukan rekapitulasi hasil simulasi. Dalam rekapitulasi akan ditampilkan persentase keberhasilan dari setiap lantai.

Tabel 4. 1 Hasil Presentase Keberhasilan Simulasi Setiap Lantai

Hasil Presentase Keberhasilan Simulasi Setiap Lantai		
Lantai	RSRP	SINR
Lantai 1	100%	84%
Lantai 2	100%	89%
Lantai 3	99%	86%
Lantai 5	100%	87%
Lantai 6	100%	87%
Lantai 7	100%	87%
Lantai 8	100%	87%
Lantai 9	100%	87%
Lantai 10	100%	87%
Lantai 11	100%	87%
Lantai 12	100%	88%
Lantai 15	100%	88%
Lantai 16	100%	88%
Lantai 17	100%	88%
Lantai 18	100%	88%
Lantai 19	100%	88%
Lantai 20	100%	88%

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai RSRP dan SINR pada setiap lantai telah memenuhi standar parameter operator H3I yaitu lebih dari 80%. Dengan persentase keberhasilan nilai RSRP berkisar antara 99% hingga 100%, sedangkan persentase keberhasilan nilai SINR berkisar antara 84% hingga 88%.

4.6 Perbandingan Hasil Perencanaan dengan Walktest Before

Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Perencanaan dengan WT before

Lantai	Hasil walk test before		Hasil Simulasi	
	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRP (dBm)	SINR (dB)
Lantai 1	-91.06	3.35	-73.45	19.05
Lantai 2	-90.96	2.29	-60.92	25.21
Lantai 3	-91.86	2.23	-67.71	25.83
Lantai 5	-92.64	1.91	-60.41	22.98
Lantai 6	-96.31	-0.65	-60.08	23.10
Lantai 7	-96.69	-0.58	-60.08	23.10
Lantai 8	-98.20	-1.49	-59.76	23.22
Lantai 9	-98.59	-1.81	-60.76	23.22
Lantai 10	-100.23	-2.73	-59.70	23.59
Lantai 11	-100.09	-3.79	-59.71	23.48
Lantai 12	-103.21	-4.83	-60.59	24.54
Lantai 15	-101.70	-3.06	-59.60	24.61
Lantai 16	-100.77	-2.34	-58.58	24.64
Lantai 17	-105.41	-6.32	-58.59	24.54
Lantai 18	-	-	-57.59	24.52
Lantai 19	-	-	-58.59	24.54
Lantai 20	-	-	-55.53	21.46

Tabel 4.4 menunjukkan perbandingan antara nilai parameter RSRP dan SINR sebelum dilakukan perencanaan dengan setelah dilakukan perencanaan Indoor Building Coverage. Dapat dilihat dari tabel diatas nilai RSRP dan SINR menjadi lebih baik dan sudah memenuhi standar parameter operator H3I.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan pada buku proyek akhir ini, bahwa dapat ditarik kesimpulan

1. Hasil *walktest before* yang dilakukan di Gedung Apartemen The Edge Cimahi menggunakan operator H3I, didapatkan nilai parameter RSRP dan SINR yang tidak memenuhi standar RF parameter operator H3I yaitu nilai rata-rata RSRP berkisar antara -90.06 dBm hingga tidak ada layanan sedangkan nilai rata-rata SINR berkisar antara 3.35 dB hingga tidak terdapat layanan juga seperti pada nilai RSRP.
2. Dari perhitungan *capacity planning* didapatkan 3 Sektor LTE dan *coverage planning* didapatkan jumlah antena *indoor* yang dibutuhkan yaitu 3 antena pada setiap lantainya.
3. Skenario penempatan antena yang menghasilkan kualitas sinyal terbaik yaitu skenario 1 dengan jarak yang sama antar antena.
4. Simulasi perencanaan menunjukkan bahwa hasil dari simulasi berdasarkan *wiring diagram* dan perhitungan tiap lantai diperoleh rata-rata RSRP berkisar antara -73.45 hingga -55.53 dBm dan SINR dengan rata-rata berkisar 19.05 dB hingga 25.83 dB. Serta dengan persentase keberhasilan 99% hingga 100% untuk RSRP dan 84%-88% untuk SINR. Hal ini menjelaskan perencanaan sudah memenuhi standar operator H3I yaitu 80% keberhasilan pada perencanaan tersebut.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian proyek akhir ini, sebagai berikut.

1. Saran untuk mendapatkan hasil yang maksimal adalah dengan menambahkan perhitungan lain seperti PCI planning setelah dilakukan perencanaan IBC.
2. Menggunakan Software yang mendukung garis lebih dari 750 agar gedung yang memiliki lantai dalam jumlah banyak dapat dibangun di *software*.
3. Menggunakan software yang dapat meletakkan perangkat pasif seperti *splitter* dan *connector* beserta *loss* perantai atau per-antennanya sehingga hasil simulasi lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] Aragon, Alejandro, 2017, "*Indoor Wireless Communication from Theory to Implementation*", USA: *John Wiley & Sons, Ltd.*
- [2] European Commission, 1999, " COST telecommunications, *COST Action 231*", Belgium : European Commission
- [3] Farhana Afroz, 2015, "SINR, RSRP, RSSI AND RSRQ MEASUREMENTS IN LONG TERM EVOLUTION NETWORKS", Sydney : University of Technology.
- [4] Huawei Technologies Co.Ltd, 2010, "LTE Radio network design and dimensioning training", Huawei.
- [5] Huawei Technologies Co.Ltd, 2013, "LTE Radio network capacity dimensioning", Huawei.
- [6] Huawei Technologies Co.Ltd, 2013, "LTE Radio network coverage dimensioning", Huawei.
- [7] Ifaz Fachrul Hindami, "ARSITEKTUR DAN INTERFACE TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI BERGERAK GENERASI KE EMPAT (4G)", Purwokerto: Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom.
- [8] Lingga Wardhana, (2015), "*4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia. Jilid 2*", Jakarta Selatan: *Nulis Buku.*
- [9] Tolstrup, Morten, 2015, "*Indoor Radio Planning a Practical Guide for 2G, 3G and 4G. Third Edition*", Denmark : *John Wiley & Sons, Ltd.*
- [10] Uke Kurniawan Usman, 2012 "*Fundamental Teknologi Seluler LTE*", Bandung : *Rekayasa Sains.*