

**PERENCANAAN INDOOR BUILDING COVERAGE
PADA JARINGAN LTE 2.3 GHz
DI METRO INDAH MALL BANDUNG**

**INDOOR BUILDING COVERAGE PLANNING
FOR 2.3 GHz LTE NETWORK
AT METRO INDAH MALL BANDUNG**

Aan Ra'is^[1], Tri Nopiani Damayanti, S.T., M.T.^[2], Akrom Dharmiko, S.T.^[3]
Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No.1 Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia
aanrais9@gmail.com, damayanti@tass.telkomunikasivt.ac.id, akrom.dharmiko@telkomsel.co.id

Abstrak

Metro Indah Mall merupakan salah satu tempat perbelanjaan yang banyak dikunjungi oleh pengunjung yang berada di kota Bandung, berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan kualitas jaringan LTE di dalam gedung cukup buruk, hal ini dibuktikan dengan hasil *walk test before* didapat nilai rata-rata RSRP berkisar -115.8 dBm hingga -104.34 dBm dan rata-rata SINR berkisar -6.12 dB hingga -5.03 dB.

Pada Proyek Akhir ini, dilakukan perencanaan IBC (*Indoor Building Coverage*) menggunakan software TEMS Pocket untuk mengetahui nilai dari parameter RSRP dan SINR pada *walk test before*, perhitungan *capacity* dan *coverage*, melakukan simulasi dengan menggunakan software RPS (*Radiowave Propagation Simulator*) dan untuk mengoptimalkan layanan komunikasi bergerak didalam ruangan perencanaan jaringan indoor ini menggunakan *distributed antenna system* (DAS) dengan konsep *duplexing* menggunakan teknik TDD

Hasil dari perancangan jaringan *indoor* dengan menerapkan teknik LTE dengan pita frekuensi 2.3 GHz di Gedung Metro Indah Mall Bandung, untuk simulasi RSRP di lantai *lower ground* sampai dengan lantai *second floor* diperoleh rata-rata -69 dBm, -64.9 dBm, 61.7 dBm, -62.7 dBm dan -64 dBm sedangkan untuk parameter SINR diperoleh rata-rata 7.2 dB, 10.9 dB, 8.4 dB, 10.4 dB dan 9.4 dB. Hasil yang diperoleh dari perencanaan ini sudah sesuai dan mencapai target standar parameter operator terkait

Kata kunci: FDD, TDD, DAS, RSRP, SINR, Indoor Building Coverage

Abstract

Metro Indah Mall is one of the shopping places visited by many visitors in Bandung city. This mall is located in the Southern Bandung, Based on the results of a survey that has been carried out, the quality of the LTE TDD network in the building is quite bad, this is evidenced by the results of the walk test before the average RSRP values range from -115.8 dBm to -104.34 dBm and the SINR average ranges from -6.12 dB to -5.03 dB.

In this Final Project, IBC (Indoor Building Coverage) was planned using TEMS Pocket software to find out the value of RSRP and SINR parameters in the walk test before, calculation of capacity and coverage, perform simulations using RPS software (Radiowave Propagation Simulator) and to optimize mobile communication services in the indoor network planning room using distributed antenna systems (DAS).

The results of designing an indoor for 2.3 GHz LTE network at Metro Indah Mall Bandung, for RSRP simulations on the lower ground floor to the second floor, the average is -69 dBm, -64.9 dBm, -61.7 dBm, -62.7 dBm and -64 dBm while the SINR parameter obtained an average of 7.2 dB, 10.9 dB, 8.4 dB, 10.4 dB and 9.4 dB. The results obtained from this plan are appropriate and reach the related operator parameter standard.

Keyword : FDD, TDD, DAS, RSRP, SINR, Indoor Building Coverage

1. Pendahuluan

Long Term Evolution (LTE) memiliki dua teknik *duplexing* yaitu *frequency division duplex* (FDD) dan *time division duplex* (TDD) [1]. FDD ini mempunyai cara pengantaran data dengan menggunakan dua buah *channel* yang berbeda antara *transmit* dan *receive*, berbeda dengan teknik FDD, dengan teknik ini proses

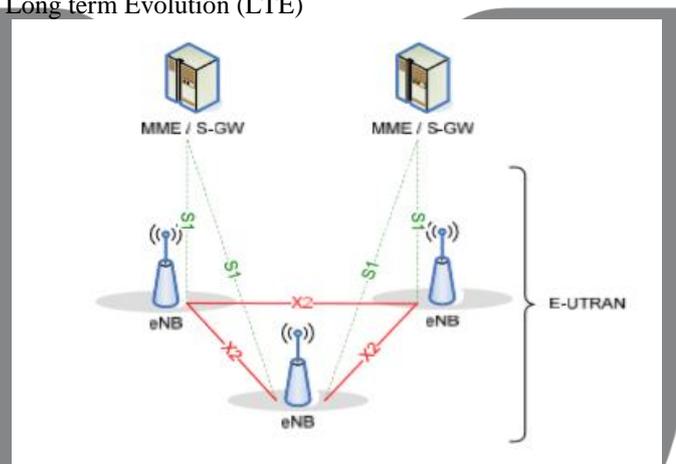
komunikasi dilakukan di satu *channel* frekuensi yang sama, tetapi waktu yang digunakan untuk proses *downlink* dan *uplink* berbeda agar tidak terjadi interferensi [5]. Perkembangan teknologi LTE sangat pesat. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya Negara yang menerapkan teknologi tersebut termasuk Indonesia. Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa kinerja teknologi LTE di Indonesia sangat belum optimal dan juga belum dapat dikatakan merata karena kualitas layanan LTE di beberapa tempat dapat dikatakan kurang baik seperti di dalam gedung. Penyebabnya karena banyaknya penghalang (*obstacle*) antara pemancar dan penerima seperti struktur bangunan yang mengakibatkan terjadinya redaman sinyal sehingga akan mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima pengguna.

Tujuan dilakukannya perancangan jaringan *indoor* TDD-LTE ini adalah untuk meningkatkan kinerja TDD-LTE di area Metro Indah Mall Bandung. Metro Indah Mall Bandung memiliki kualitas sinyal yang cukup buruk, dibuktikan dengan hasil *walk test before* diperoleh nilai RSRP yaitu < -100 dBm dan nilai SINR < 5 dB. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan jaringan *indoor* dan analisa yang mendalam untuk menanggulangi masalah tersebut.

Pada proyek akhir ini, dilakukan proses perancangan jaringan *indoor* LTE dengan sistem *hybrid distributed antenna system (Hybrid DAS)* di Metro Indah Mall Bandung dengan menerapkan teknik TDD yang berada di frekuensi kerja 2.3 GHz. Nilai parameter yang di harapkan pada perencanaan jaringan *indoor* kali ini adalah nilai RSRP ≥ -100 dan nilai SINR ≥ 5 . Hasil dari perancangan jaringan *indoor* ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran untuk mengetahui cara melakukan perancangan jaringan *indoor*. *Indoor Building Coverage* merupakan pilihan yang tepat untuk menyelesaikan masalah infrastruktur jaringan di dalam gedung yang tinggi.

2. Dasar Teori

2.1 Arsitektur Jaringan Long term Evolution (LTE)



Gambar 2.1 LTE Rel.8 Overall Architecture [11]

Didalam E-UTRAN terdapat eNodeB yang dapat saling berhubungan satu sama lainnya menggunakan *air interfaces* X2. Setiap EnodeB akan terhubung ke EPC (*Evolved Packet Core*) dengan menggunakan *air interfaces* S1. Dari sisi *User Plane interface* S1 berakhir di *Serving Gateway* (S-GW), sedangkan di *Signalling Plane interface* S1 berakhir di *Mobility Management Entity* (MME).

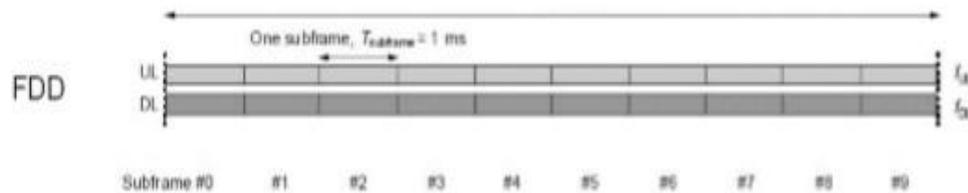
2.2 Indoor Building Coverage

Indoor Building Coverage merupakan suatu sistem yang diterapkan dalam gedung untuk mendukung sistem luar gedung (*makrosel* dan *mikrosel outdoor*) dalam memenuhi layanan seluler dan *wireless* [2]. Perencanaan sel dalam gedung (*indoor coverage*) meliputi perencanaan *area* cakupan sesuai dengan kondisi *area*, kapasitas trafik sesuai kebutuhan di daerah tersebut dan kualitas sinyal yang memuaskan pelanggan yang memiliki interferensi yang minim.

2.3 Konsep Duplexing

Pada teknologi LTE terdapat dua metode yang digunakan dalam proses duplexing data, yaitu komunikasi yang dibagi berdasarkan frekuensi atau yang dikenal sebagai FDD (*frequency division duplex*) ataupun komunikasi yang dibagi berdasarkan waktu atau yang dikenal sebagai TDD (*time division duplex*).

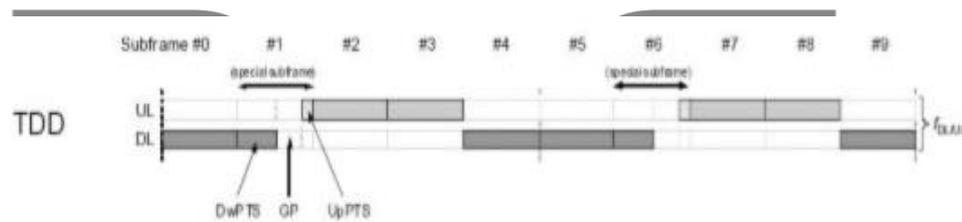
Pada kasus FDD, metode ini menggunakan dua buah frekuensi *carrier*, satu buah frekuensi berfungsi untuk *downlink transmission* (fDL) dan frekuensi lainya berfungsi untuk *uplink transmission* (fUL) [10].



Gambar 2.2 FDD Frame Structure [10]

Setiap frame pada teknik duplexing FDD terdiri atas sepuluh *downlink subframe* dan sepuluh *uplink subframe*, proses *downlink* dan *uplink* pada Teknik duplexing FDD dapat terjadi secara bersamaan.

Sementara pada kasus TDD, metode ini menggunakan sebuah frekuensi *carrier* oleh karena itu proses *downlink* dan *uplink* dipisahkan oleh domain waktu.



Gambar 2.3 TDD Frame Structure [10]

Tiap TDD-LTE radio frame membutuhkan waktu sebesar 10 ms, yang terdiri atas 10 subframe. Pada duplexing ini beberapa subframe dialokasikan untuk proses *downlink* dan beberapa subframe lainya dialokasikan untuk proses *uplink*, dan juga subframe nomor 1 dan 6 dialokasikan untuk *special subframe* yang berguna untuk trigger dari proses *downlink* menuju proses *uplink*, setiap *special subframe* terdiri atas 3 timeslot yang disebut DwPTS, GP, dan UpPTS[1].

2.4 Distributed Antenna System (DAS)

Berguna untuk mendistribusikan sinyal yang dominan secara seragam didalam gedung, dari sel indoor, dan menggunakan sistem pendistribusian antena indoor untuk mencukupi cakupan area jaringan komunikasi seluler di dalam gedung kedalam satu link sistem distribusi antena agar setiap antena yang tersebar di suatu area memperoleh daya dari keluaran eNodeB.

2.5 Capacity Planning

Capacity planning adalah salah satu metode perencanaan untuk mengetahui jumlah *site* yang dapat memenuhi kebutuhan dari estimasi. Pada umumnya proses perhitungan *capacity planning* terbagi menjadi 2 bagian, *single site* dan *total network throughput* [2]. *Single site* adalah proses melakukan *dimensioning* berdasarkan parameter seperti *duplex mode* dan *system bandwidth* dan lain-lain. Tujuan dari *single site dimensioning* adalah untuk mengetahui kapasitas per *site*-nya. *Total network throughput dimensioning* adalah proses melakukan *dimensioning* berdasarkan *traffic model* dan *service model*.

$$\text{Jumlah antena} = (\text{UL/DL Network Throughput}) / (\text{UL/DL Cell Average Throughput}) \quad (2.1)$$

2.13 Coverage Planning

Coverage planning bertujuan untuk memenuhi kebutuhan suatu area agar terdapat sinyal. Didalam *coverage planning* dilakukan pemilihan model propagasi yang digunakan berdasarkan area target *cluster*, *planning* dan populasi. Pemakaian model propagasi merupakan cara sederhana yang dapat dilakukan untuk memprediksi signal propagation behavior [8]. Dengan menggunakan model propagasi yang tepat, maka akurasi hasil perhitungan akan semakin lebih akurat sehingga engineer dapat mengetahui hal apa yang harus dipersiapkan dalam perencanaan jaringan. Secara teori perencanaan cell dilakukan dengan skema hexagonal model, namun secara prakteknya pemilihan skema perencanaan cell dapat berubah karena beberapa pengaruh dari lingkungan yang hendak di-deploy jaringan.

$$\sum \text{antena} = \frac{L_{\text{area}}}{L_{\text{cakupan antenna}}} \quad (2.2)$$

2.19 Parameter LTE

Parameter merupakan nilai yang menunjukan kualitas dan kinerja dari *site* yang diukur, Parameter network merupakan parameter yang menunjukan kualitas dan kinerja jaringan seperti RSRP, SINR dan sebagainya

a. Reference Signal Receive Power (RSRP)

Tabel 2.1 RSRP Standart Operator terkait

RSRP Range (dBm)	Grade
≥ -80	Outstanding
$-95 \leq \text{RSRP} < -80$	Excellent
$-100 \leq \text{RSRP} < -95$	Good
$-110 \leq \text{RSRP} < -100$	Intermediate
$< -110 \text{ dBm}$	Poor

Merupakan rata-rata linear daya resource element yang membawa reference signal dalam rentang frekuensi bandwidth yang digunakan. Formula yang digunakan dalam melakukan perhitungan RSRP adalah [6].

b. SINR (Signal to Interference Noise Ratio)

Tabel 2.2 SINR Standart Operator terkait

SINR Range (dB)	Grade
≥ 20	Outstanding
$10 \leq \text{SINR} < 20$	Excellent
$0 \leq \text{SINR} < 10$	Good
$-5 \leq \text{SINR} < 0$	Intermediate
< -5	Poor

Merupakan rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan *interferensi* dan *noise* yang timbul (tercampur dengan sinyal utama) [6].

3. Perencanaan Indoor Building Coverage

3.1 Deskripsi Proyek Akhir

Pada Proyek Akhir ini dilakukan Perencanaan *Indoor Building Coverage* pada jaringan LTE pada frekuensi 2.3 GHz di Metro Indah Mall Bandung yang terdiri dari 5 lantai yaitu *lower ground*, *ground floor*, *upper ground floor*, *first floor* dan *second floor* tahap pertama yang harus dilakukan yaitu melakukan penentuan gedung, survei data, *drive test* daerah sekitar untuk mengetahui apakah daerah

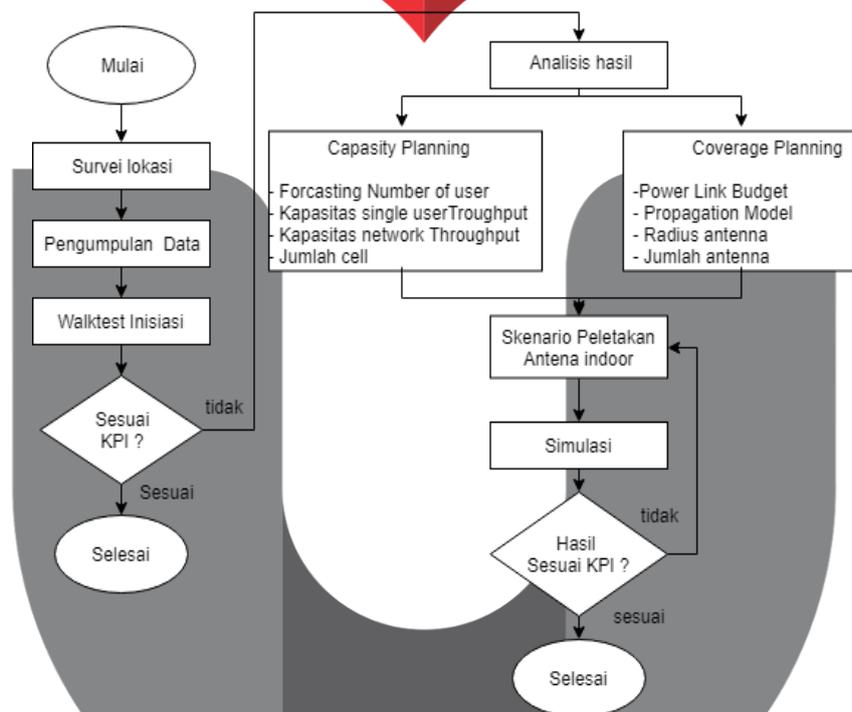
tersebut sudah memiliki kualitas yang baik atau belum, dan *walk test initial* menggunakan aplikasi TEMS *pocket* untuk mengetahui nilai dari parameter RSRP dan SINR.

Kemudian juga dilakukan dengan 2 metode pendekatan yaitu pendekatan berdasarkan coverage dan capacity. Pendekatan menggunakan metode coverage berfungsi untuk meninjau dan mengetahui luas daerah yang harus dicakup, kemudian pendekatan dengan menggunakan metode capacity berfungsi untuk meninjau jumlah site yang dibutuhkan agar dapat melayani seluruh user di daerah penelitian.

Tujuan dari pengerjaan proyek akhir ini untuk mengetahui serta mengoptimalkan kinerja jaringan LTE didalam Gedung Metro Indah Mall Bandung yang kurang baik akibat banyaknya penghalang (obstacle) sehingga sinyal informasi tidak dapat berpropagasi secara line of sight, faktor ini yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas sinyal yang diterima oleh pengguna.

3.2 Perencanaan *Indoor building Coverage*

Agar mencapai tujuan dan hasil perencanaan yang diharapkan dari Proyek Akhir ini, diperlukan langkah – langkah yang sistematis dan terstruktur agar dapat mencapai hasil perencanaan yang optimal. Berikut ini merupakan flowchart dalam pengerjaan perencanaan Proyek Akhir ini dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3.1 Flowchart Perencanaan Indoor Building Coverage

3.3 Survei Gedung



Gambar 3.2 Metro Indah Mall Bandung

Hal pertama yang dilakukan dalam melakukan perancangan jaringan indoor adalah dengan melakukan penentuan lokasis studi kasus serta melakukan pengumpulan data mengenai informasi gedung seperti denah gedung, luas bangunan, kapasitas pengguna layanan dan standar RF parameter dari operator. Metro Indah Mall, Bandung terletak di Bandung selatan Secara geografis, area tersebut terletak pada longitude -6.942560 dan latitude 107.658790. lebih tepatnya di Jalan Soekarno Hatta, Kawasan Niaga MTC No.590, Sekejati, Buah batu, Kota Bandung, Jawa Barat (40623). Mall ini memiliki luas 42975 m². Mall ini memiliki 5 lantai, yaitu lower floor (LG), ground floor (GF), upper ground (UG), first floor (FF) dan second floor (SF). Pada lower, ground, upper dan first floor digunakan sebagai area perbelanjaan, sedangkan second floor untuk food court dan bioskop.

3.4 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.

3.5 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.

Tabel 3.1 Perhitungan Jumlah Cell

Total Target User	Indoor Network Throughput (MAC)		Cell Average Throughput (Mbps)		Jumlah Cell		Estimasi Jumlah Cell
	UL(Mbps)	DL (Mbps)	UL(Mbps)	DL (Mbps)	UL(Mbps)	UL(Mbps)	
Gedung MIM	UL(Mbps)	DL (Mbps)	UL(Mbps)	DL (Mbps)	UL(Mbps)	UL(Mbps)	
611	6.54	25.04	58.93	35.36	0.110	0.707	1

3.6 Coverage Planning

Pada perhitungan *coverage* bertujuan untuk mengetahui banyaknya antenna yang dibutuhkan dalam sebuah perencanaan jaringan IBC. Perhitungan *coverage* meliputi persiapan data gedung seperti map / layout dan luas gedung, penentuan model propagasi yang digunakan, menghitung *link budget*, *pathloss*, radius antenna, MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) dan mendapatkan jumlah antenna yang dibutuhkan dalam perancangan. Hal yang paling penting dari *coverage planning* ini adalah seluruh sisi

pada gedung dapat tercover oleh antenna. Dalam perencanaan LTE indoor ini menggunakan frekuensi 2.3 GHz. dan digunakan model propagasi Cost 231 Multi Wall Model untuk mendapatkan nilai radius cell.

$$L_T = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^I k w_i L w_i + k f \left[0.46 \frac{(k f + 2)}{(k f + 1)} - b \right] L_f \quad (3.1)$$

Selanjutnya yaitu menentukan jumlah antenna yang diperlukan dengan menggunakan persamaan (2.2). Berdasarkan persamaan tersebut, didapatkan estimasi jumlah antenna yang dibutuhkan tiap lantai seperti pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Jumlah Antena

Lantai	Jumlah Antena	Estimasi Jumlah Antena
lower	5,882	6
ground	7,061	8
upper	7,738	8
first	7,371	8
second	4,306	5

4 Keluaran dan Analisis

4.1 Deskripsi

Pada bab ini akan dilakukan mengenai simulasi perancangan jaringan indoor LTE, frekuensi kerja 2.3 GHz, serta perangkat yang digunakan berupa *hybrid distributed antenna system* (hybrid DAS). Simulasi penempatan antenna indoor menggunakan *Software RPS 5.4 student edition* dengan menjadikan parameter RSRP dan SINR sebagai acuan keberhasilan perancangan jaringan indoor TDD-LTE di Gedung Metro Indah Mall Bandung.

4.2 Penentuan Jumlah antenna

Pada hasil perhitungan berdasarkan *capacity planning* jumlah *cell*/sektor yang didapatkan ialah sebanyak 1 (satu) sektor. Sedangkan jumlah antenna omni (*indoor*) berdasarkan *coverage planning* didapatkan jumlah antenna yang berbeda di setiap lantainya yang ditunjukkan pada tabel 3.2 di bab sebelumnya.

4.3 Wiring Diagram

Wiring diagram bertujuan untuk menggambarkan diagram sederhana rangkaian pengkabelan peralatan elektronik dengan bantuan simbol – simbol yang disederhanakan bentuknya. Wiring diagram diperlukan untuk mempermudah dalam proses simulasi dan instalasi. Berikut ini jumlah perangkat yang digunakan dalam perancangan IBC di Metro Indah Mall Bandung dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.1 Jumlah Perangkat

Perangkat	Jumlah
MIMO Antenna Omnidirectional	35
Splitter 3 ways	12
Splitter 2 ways	39
Connector	281
Feeder ½	140
Feeder 7/8	610
Tapper	14
Combiner	1
Base Station	1

4.4 Simulasi

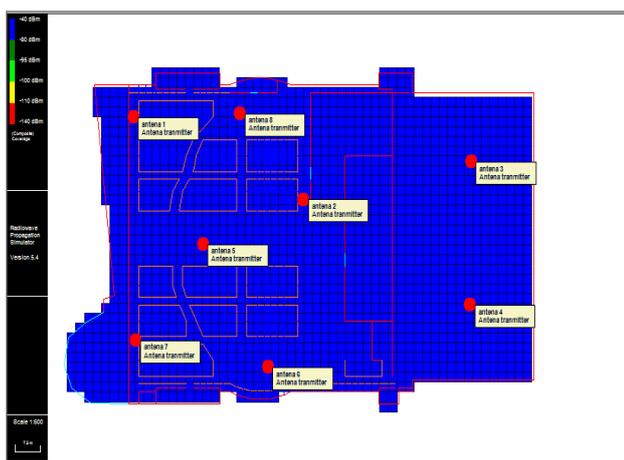
Pada simulasi perencanaan jaringan *indoor* kali ini dilakukan dengan menggunakan software *Radiowave Propagation Simulator 5.4*, software ini dapat mensimulasikan daya pancar antenna dalam

gedung baik dalam bentuk 2D maupun 3D. Terdapat beberapa *tool* yang digunakan seperti model propagasi, *type* antena, spesifik antena (*gain*) dan *tool* untuk membangun gedung dengan menggunakan material yang sama seperti gedung aslinya. model propagasi yang digunakan adalah *Cost 231 Multi Wall Model* sesuai dengan yang digunakan pada perhitungan *pathloss*. Pada proses simulasi membutuhkan data gedung seperti material gedung dan *map*. Material gedung digunakan untuk menyesuaikan besar redaman gedung yang didesain pada simulasi agar sesuai dengan hasil dilapangan sedangkan Map gedung digunakan untuk mendesain gedung pada *software* RPS sesuai dengan bentuk aslinya dan juga untuk memudahkan pada saat peletakan antenna.

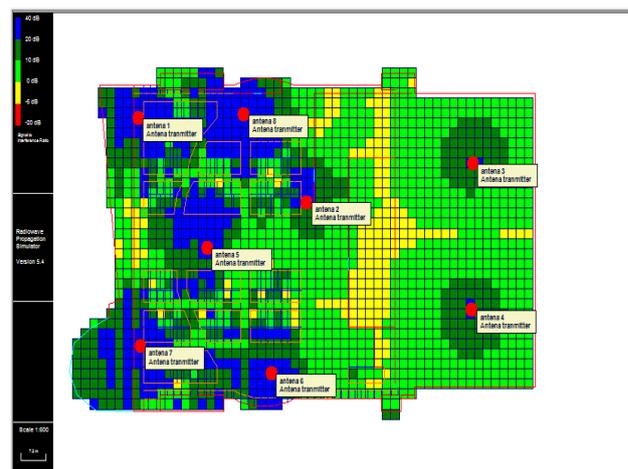
4.5 Analisa dan Hasil Simulasi

Pada Simulasi ini akan didapat perkiraan daya signal terima yang akan diterima oleh user di dalam gedung Metro Indah Mall Bandung. Simulasi ini digunakan untuk membantu proses perancangan walaupun hasil yang didapat terkadang tidak sesuai dengan hasil real dilapangan. Tingkat keberhasilan dari perancangan ini adalah tercapainya rata – rata nilai RSRP dan nilai SINR yang sesuai dengan standar operator Terkait pada hasil simulasi.

1. First Floor

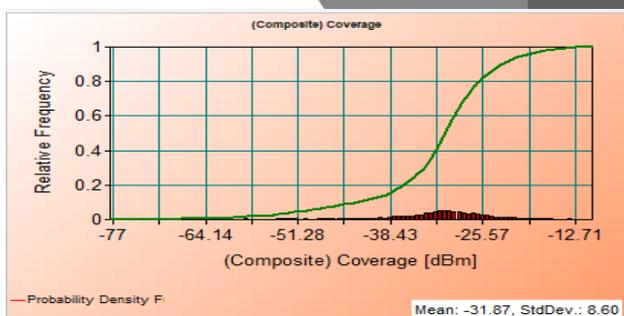


Gambar 4.1 Hasil RSSI First Floor Pada RPS

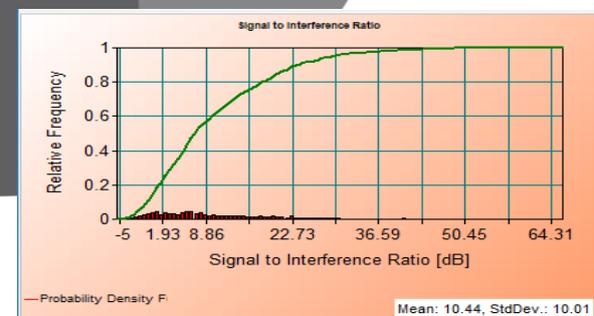


Gambar 4.3 Hasil SINR First Floor Pada RPS

Tabel 4.2 Histogram RSSI First Floor 1



Tabel 4.3 Histogram RSSI First Floor 2



Dapat dilihat pada Gambar 4.2 merupakan hasil simulasi penempatan antena pada lantai *First Floor* untuk parameter RSSI dan Gambar 4.3 untuk Parameter SINR. Perbedaan warna pada hasil simulasi menunjukkan nilai dari masing-masing parameter tersebut sesuai dengan standar RF parameter operator terkait yang telah dijelaskan pada sub bab 2.7 di atas. Dapat kita lihat bahwa seluruh *area* pada lantai *First Floor* berwarna biru dan mendapatkan level sinyal parameter RSSI > -90 dBm, dapat di katakan gambar *area* yang dominan

berwarna biru tersebut menandakan *Outstanding* dengan Rasio perbandingan sinyal terhadap interferensi pada lantai *First Floor* cukup bagus, dijelaskan dengan dominan warna biru tua dan hijau tua dengan nilai SINR > 10 dB.

4.6 Analisis RF parameter

Tabel 4.2 Analisis RF parameter

Lantai	Hasil <i>walk test initial</i>		Hasil Simulasi	
	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRP (dBm)	SINR (dB)
Lower Ground	-104.34	-5.25	-69	7.2
Ground	-106.7	-6.12	-64.9	10.9
Upper Ground	-115.8	-5.6	-61.7	8.4
First	-121.5	-5.5	-62.7	10.4
Second	-106.9	-5.03	-64	9.4

Pada Tabel 4.2 merupakan hasil analisis berdasarkan parameter RSRP dan SINR untuk setiap lantai di Gedung Metro Indah Mall Bandung. Analisis ini akan dilakukan dengan membandingkan data yang didapat saat melakukan walktest inisiasi dan setelah dilakukan simulasi di RPS dari tabel diatas di dapat nilai RSRP dan SINR sebelum dilakukan perencanaan berada di bawah standar RF (*Radio Frequency*) parameter operator Telkomsel yaitu dengan rata rata nilai RSRP < -100 dBm dan nilai rata-rata SINR < 5 dB, yang menyebabkan area di Gedung Metro Indah Mall level daya dan kualitas sinyalnya jelek. Namun setelah dilakukan perencanaan dengan simulasi di RPS, area Gedung Metro Indah Mall mengalami peningkatan *coverage* atau level daya dibandingkan dengan sebelum dilakukan perencanaan .

Berdasarkan Nilai rata-rata parameter RSRP dan SINR hasil perencanaan simulasi sudah memenuhi standar RF parameter operator Telkomsel yaitu RSRP > -100 dBm dan SINR > 5 dB. Hasil perencanaan menghasilkan nilai RSRP > -100 dBm sebanyak 76.5 % - 100 % dan nilai pada parameter SINR > 10 dB sebanyak 68 % - 78 % pada setiap lantainya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pada Proyek Akhir ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil walk test initial yang dilakukan di Gedung Metro Indah Mall Bandung menggunakan operator Telkomsel, didapatkan nilai parameter RSRP dan SINR yang belum memenuhi standar RF parameter operator Telkomsel yaitu nilai rata-rata RSRP < -100 dBm dan nilai rata-rata SINR < 5 dB.
- Kinerja jaringan LTE di Gedung Metro Indah Mall Bandung kurang maksimal, hal ini disebabkan dari walk test initial didapat nilai dari parameter RSRP dan SINR masih di bawah standart operator Telkomsel.
- Hasil simulasi dari perencanaan jaringan indoor LTE di dapat nilai rata-rata RSRP (Reference Signal Receive Power) pada lantai lower ground – second floor -69.04 dBm, -64.90 dBm, -61.69 dBm, -62.67 dBm dan -64.03 dBm, rata-rata nilai SINR (Signal to Interference Noise Ratio) pada lower ground – second floor 7.2 dB, 10.9 dB, 8.4 dB, 10.4 dB dan 9.4 dB.
- Hasil perencanaan menghasilkan nilai RSRP > -95 dBm sebanyak 76,5 % - 100% di setiap lantai Gedung Metro Indah Mall Bandung dan nilai pada parameter SINR > 5 dBm sebanyak 68% - 78.4 % setiap lantainya. Hal ini menjelaskan perencanaan sudah memenuhi standar operator Telkomsel, hasil perencanaan tersebut merupakan hasil terbaik dari simulasi di RPS (Radiowave Propagation Simulator).

5.2 Saran

Terdapat beberapa hal yang disarankan untuk dapat dilakukan dimasa mendatang, yaitu sebagai berikut

- Menggunakan model propagasi sinyal selain cost 231 multiwall seperti 2.5D Ray Tracing, 3D Ray Tracing.
- Menggunakan software yang lebih kompleks dan lengkap pada saat melakukan simulasi misalnya software IBWave.

5.3 Daftar pustaka

- [1] Chen, Xi. 2013. *Analysis of the Impact of TD-LTE on Mobile Broadband*. Stockholm : KTH Information and Communication Technology.
- [2] 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.
- [3] Metro Indah Mall, HRD, "Data Trafik Pengunjung Mero Indah Mall Bandung", Bandung: Metro Indah Mall, 2017.
- [4] Nokia Siemens Network. *RF Measurement Quantities and Optimization*. Finland : Penerbit Nokia Siemens Network.
- [5] Omer, Dalia Abdalla. dkk. 2015. *LTE FDD vs LTE TDD from a Qos Perspective*. Sudan : Al Neelain University.
- [6] Permatasari, Elly, "Perencanaan Indoor building Coverage (IBC) pada Jaringan LTE di Metro Indah Mall Bandung", Bandung, 2018.
- [7] ThinkCorp.. 2017. *4G LTE BASIC and Capacity Planning of LTE Network*. Bandung Penerbit ThinkCorp
- [8] Tolstrup, Morten. 2011. *Indoor Radio Planning A Practical Guide for GSM, DCS, UMTS, HSPA and LTE 2nd Edition*. Chichester, West Sussex : Penerbit WILEY.
- [9] Usman, Uke Kurniawan.dkk. 2012. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Bandung : Penerbit Rekayasa Sains.
- [10] Yonis A. Z. dkk. 2012. *LTE-FDD and LTE-TDD for Cellular Communication*. Johor : University of Tun Hussein Malaysia.
- [11] 3GPP.org.. 2014. *Overview of 3GPP Release 8 V0.3.3*. 3GPP.
- [12] www.telcoengineer.co.id/2015/03/rosource-block-di-fourth-generation-4g. (diakses pada 15 Maret 2019)
- [13] Wardhana, Lingga, Bagus Facsi Aginsa, Anton Dewantoro, Isybel Harto, Gita Mahardika, Alfin Hikmaturokhman. 2014. *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia Jilid*, Jakarta Selatan: Nulis Buku.
- [14] Huawei Technologies Co. 2013. *LTE Radio Network Capacity Dimensioning* : Huawei.
- [15] Huawei Technologies Co. 2013. *LTE Radio Network Coverage Dimensioning* : Huawei.
- [16] Anritsu. 2009. *LTE Resource Guide*. Texas : Penerbit Anritsu Company.