

PERENCANAAN INDOOR BUILDING COVERAGE (IBC) JARINGAN LTE DI ASRAMA PUTRA GEDUNG NOMOR 5 UNIVERSITAS TELKOM

Yuanda F Pranata¹, Yuyun Siti Rohmah, S.T., M.T.,², Moszes A. Anggara, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

yuandapranata@gmail.com, yuyunsitirohmah83@gmail.com, moszes.a.anggara@gmail.com

Abstrak

Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom yang berada di dalam kawasan Telkom University, jalan Telekomunikasi Bandung Technoplex, Terusan Buah Batu, Kabupaten Bandung memiliki kualitas sinyal yang kurang baik. Nilai *Reference Signal Receive Power* (RSRP) pada Gedung Asrama Putra di lantai 1 yaitu -107.19 dBm yang artinya hasil tersebut bernilai buruk. Hal ini dikarenakan konstruksi bangunan yang terdapat banyak dinding-dinding tebal dan tingginya gedung menyebabkan penerimaan sinyal oleh pengguna selular pada area gedung tersebut menjadi buruk.

Berdasarkan kendala tersebut perlu dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage* (IBC) pada jaringan *Long Term Evolution* (LTE), untuk meningkatkan performansi jaringan seluler di dalam gedung. *Walk test* dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui kualitas jaringan di dalam gedung tersebut. Pada perencanaan secara *coverage* diperlukan perhitungan menggunakan model propagasi indoor yaitu model propagasi COST 231-*Multiwall* dan disimulasikan dengan menggunakan aplikasi *Radiowave Propagation Simulator* (RPS).

Melalui perhitungan *coverage* dan *capacity* didapatkan jumlah antenna yang dibutuhkan yaitu 4 antenna. Berdasarkan hasil simulasi perencanaan ini memperoleh nilai RSSI tiap lantai masing-masing sebesar -36,67 dBm, -37,16 dBm, -36,97 dBm, -36,46 dBm. Kemudian dari hasil simulasi tersebut didapat nilai rata-rata RSRP tiap lantai masing-masing sebesar -67,46 dBm, -67,95 dBm, -66,76 dBm, -67,25 dBm. Nilai SIR yang didapat dari keseluruhan lantai atau satu gedung yaitu sebesar 5.51 dBm. Dengan membandingkan hasil tersebut maka perencanaan ini memenuhi standar dari operator smartfren.

Kata kunci : IBC, LTE, Capacity, Coverage, RPS

Abstract

Male dormitory building number 5 of Telkom University located in Telkom University area, Telecommunication street Bandung Technoplex, Terusan Buah Batu, Kabupaten Bandung has poor signal quality. The value of Reference Signal Receive Power (RSRP) at Men's dormitory buildings on the 1st floor is -107.19 dBm which means the result is bad. This is because the construction of buildings that contained many thick walls and high buildings cause signal reception by mobile users in the area of the building becomes bad.

Based on these constraints, it is necessary to plan Indoor Building Coverage (IBC) on Long Term Evolution (LTE) network, to improve the performance of cellular network in the building. Walk test is done first to know the quality of the network in the building. In the planning of the coverage required calculation using indoor propagation model is COST 231-Multiwall propagation model and simulated using Radiowave Propagation Simulator (RPS) software.

Through the calculation of coverage and capacity obtained the number of antennas required are 4 antennas. Based on the results of this planning simulation obtained the value of RSSI each floor of -36,67 dBm, -37,16 dBm, -36,97 dBm, -36,46 dBm. Then from the simulation result got the average value of RSRP each floor each equal to -67,46 dBm, -67,95 dBm, -66,76 dBm, -67,25 dBm. SIR value obtained from the entire floor or one building that is 5.51 dBm. By comparing these results then this plan meets the standards of smartfren operators.

Keywords : IBC, LTE, Capacity, Coverage, RPS

1. Pendahuluan

Teknologi seluler yang berkembang pesat saat ini sangat membantu manusia dalam menjalankan aktivitas di dalam gedung maupun di luar gedung. Pertukaran data dan informasi yang cepat dan akurat adalah hal yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan manusia yang semakin tinggi. Layanan yang berkualitas memerlukan kehandalan akses jaringan disetiap tempat yang sangat penting untuk selalu dijaga. Kualitas jaringan yang baik sangat dibutuhkan dalam pertukaran data dan informasi.

Jaringan 4G LTE merupakan teknologi yang mendukung layanan transfer data kecepatan tinggi. Jaringan 4G secara spesifik diarahkan untuk menyediakan layanan berkualitas tinggi dan kecepatan transfer data yang tinggi pula. Operator telekomunikasi kini kian gencar dalam menjalankan jaringan 4G LTE sehingga para pengguna akan dapat menikmati layanan dengan kualitas kecepatan yang tinggi.

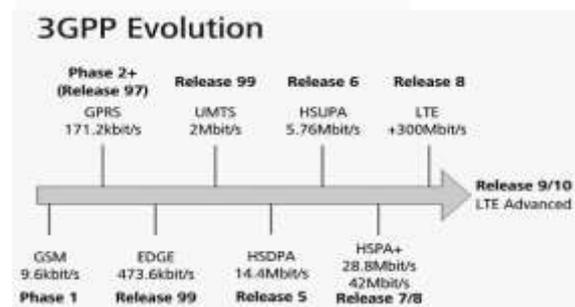
Perencanaan jaringan untuk indoor area diutamakan pada tempat yang sering dikunjungi setiap

harinya. Asrama adalah salah satu tempat yang sering dikunjungi setiap harinya. Terdapat pengguna jaringan 4G LTE yang tinggal di Asrama, seringkali tidak mendapat layanan karena tingginya gedung yang menyebabkan tidak adanya sinyal jaringan seluler. Salah satunya di Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom yang berada di dalam kawasan Telkom University, jalan Telekomunikasi Bandung Technoplex, Terusan Buah Batu, Kabupaten Bandung. Pada Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom kualitas sinyal cenderung buruk. Untuk itu perlu diadakannya perencanaan jaringan indoor serta analisa yang mendalam untuk menanggulangi masalah tersebut. *Indoor Building Coverage* merupakan pilihan yang tepat untuk menyelesaikan masalah infrastruktur jaringan didalam gedung yang tinggi.

2. Dasar Teori

2.1 Konsep Dasar LTE

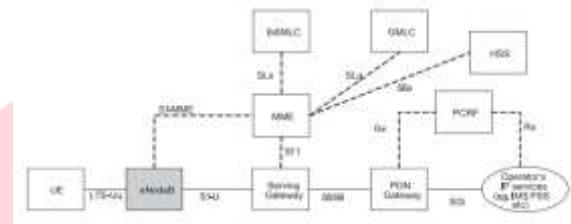
Long Term Evolution adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah projek dan Third Generation Partnership Project (3GPP) untuk memperbaiki standar *mobile phone* generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA. LTE ini merupakan pengembangan dan teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3.5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G). Pada UMTS kecepatan transfer data maksimum adalah 2 Mbps, pada HSPA kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi *downlink* dan 5,6 Mbps pada sisi *uplink*, pada LTE ini kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink*. Selain itu LTE ini mampu mendukung semua aplikasi yang ada baik *voice*, data, *video*, maupun IPTV [9]. Oleh karena itu LTE merupakan teknologi baru yang dapat untuk mengatasi peningkatan permintaan kebutuhan akan layanan komunikasi.



Gambar 2.1 Evolusi 3GPP

Kemampuan dan keunggulan dari LTE terhadap teknologi sebelumnya selain dari kecepatannya dalam transfer data tetapi juga karena LTE dapat memberikan coverage dan kapasitas dan layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan multiple-antena, fleksibel dalam penggunaan bandwidth operasinya dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.

2.2 Arsitektur LTE



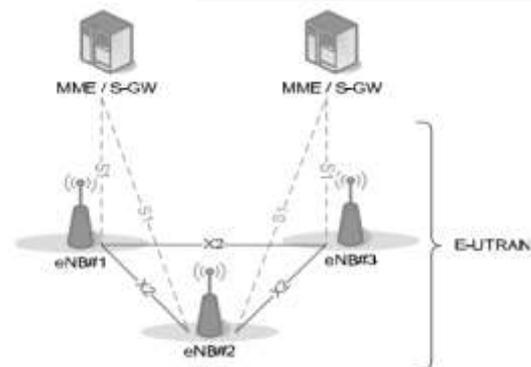
Gambar 2.2 Arsitektur LTE [5]

1. User Equipment (UE)

User equipment adalah perangkat prangkat atau terminal pada sisi pelanggan yang berupa headset untuk mengirim dan menerima informasi [9].

2. E-UTRAN

Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network atau E-UTRAN adalah sistem arsitektur LTE yang memiliki fungsi menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan *core*. Pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni Evolved Node B (eNode B) yang telah menggabungkan fungsi Node B dan RNC.



Gambar 2.3 Arsitektur E-UTRAN [5]

eNode B secara fisik adalah suatu *base station* yang terletak dipermukaan bumi (*BTS Greenfield*) atau ditempatkan diatas gedung-gedung (*BTS roof top*). Sistem E-UTRAN menggunakan OFDMA untuk *downlink* dan SC-FDMA untuk *uplink* dan dapat menggunakan MIMO hingga empat antenna per stasiun [9].

3. Evolved Packet Core (EPC)

EPC terdiri dari MME (*Mobility Management Entity*), SGW (*Serving Gateway*), HSS (*Home Subscription Service*), PCRF (*Policy and Charging Rules Function*), dan PDN-GW (*Packet Data Network Gateway*). Berikut penjelasan singkatnya:

a. Mobility Management Entity (MME)

MME merupakan pengontrol setiap node pada jaringan akses LTE. Pada saat UE dalam keadaan idle, MME bertanggung jawab dalam melakukan prosedur tracking dan paging yang di dalamnya mencakup *retransmission* [9].

b. Home Subscription Service (HSS)

HSS merupakan tempat penyimpanan data pelanggan untuk semua data permanen user. HSS juga menyimpan lokasi user pada level yang dikunjungi node pengontrol jaringan. HSS berfungsi untuk *subscriber management* dan *security* [9].

c. Serving Gateway (S-GW)

Pada arsitektur jaringan LTE, S-GW berfungsi sebagai penghubung antara teknologi LTE dengan teknologi 3GPP lain [9].

d. Packet Data Network Gateway (PDN-GW)

PDN-GW adalah komponen penting pada LTE untuk melakukan terminasi dengan Packet Data Network (PDN). PDN-GW berfungsi untuk menyediakan hubungan bagi UE ke jaringan paket [9].

e. Policy and Charging Rules Function (PCRF)

Untuk menanggapi QoS serta mengontrol *rating* dan *charging* [9].

3. Perencanaan Indoor Building Coverage

3.1 Deskripsi

Pada Proyek Akhir ini dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage* (IBC) pada jaringan LTE di Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom yang terdiri dari 4 lantai dengan menggunakan operator Smartfren pada frekuensi 2300 Mhz. *Indoor Building Coverage* merupakan suatu sistem yang diterapkan dalam gedung untuk mendukung sistem luar gedung (*macrocell* dan *microcell outdoor*) dalam memenuhi layanan seluler dan *wireless*.

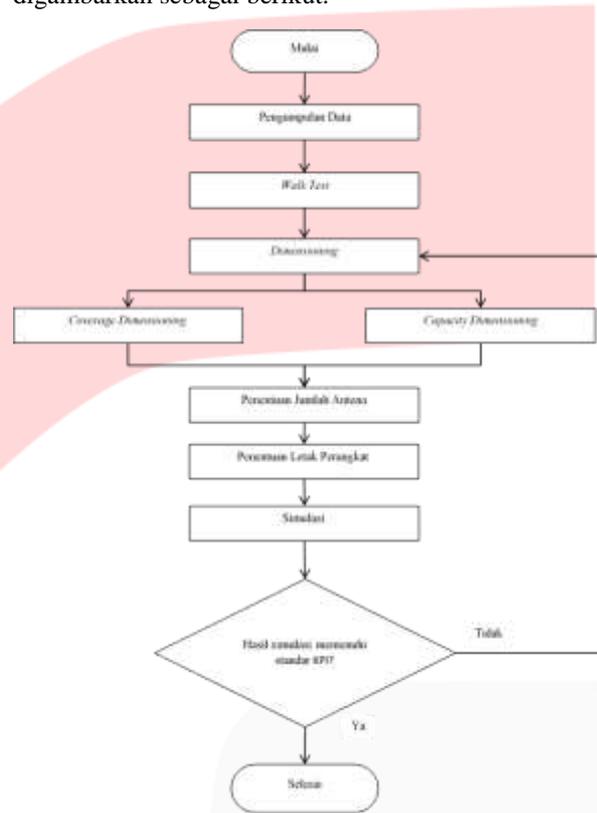
Langkah awal yang dilakukan pada perencanaan *Indoor Building Coverage* ini yaitu melakukan *survey* untuk mengetahui keadaan gedung dalam bentuk bangunan maupun material yang digunakan serta melakukan *walk test* dengan menggunakan *software* TEMS *Pocket* untuk mengetahui nilai dari *parameter* RSRP dan RSSI. Kemudian melakukan perhitungan berdasarkan *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) diharapkan nilai standar KPI yang telah ditentukan oleh operator seperti nilai diharapkan dapat memenuhi target KPI (*key performance indicator*) parameternya di sisi *coverage* persebaran nilai rata-rata RSSI dengan target KPI ≥ -45 dBm, dan persebaran nilai rata-rata RSRP dengan target KPI > -90 dBm.

3.2 Proses Perencanaan

Langkah-langkah yang sistematis dan terstruktur dibutuhkan dalam perencanaan *indoor building coverage* agar mencapai hasil perencanaan yang optimal sehingga tujuan dari Proyek Akhir ini dapat tercapai. Gambar 3.1 yang merupakan diagram alir yang mencakup tahap-tahap kerja untuk

melaksanakan Proyek Akhir ini. Diagram alir dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan Indoor Building Coverage

3.3 Capacity Planning

Pada perencanaan berdasarkan *Capacity* akan meliputi perhitungan Estimasi user, service & traffic model parameter, single user throughput, network throughput, single site capacity, estimasi jumlah antena.

3.3.1 Estimasi User

Asrama merupakan salah satu area indoor yang jumlah penghuninya sudah ditentukan. Perhitungan jumlah user di dalam gedung diasumsikan berdasarkan kapasitas maksimal setiap ruang pada gedung.

3.3.2 Service and Traffic Model Parameter

Service Model menjelaskan tentang pola layanan yang mencakup beberapa parameter umum untuk layanan yang berbeda. Parameter pada *Service Model* yaitu *Session Time*, *Session Duty Ratio*, BLER, *Bearer rate*. *Traffic Model* menjelaskan tentang perilaku UE. Parameter pada *Traffic Model* yaitu *penetration ratio* dan BHS.A.[3] *Service and Traffic model parameter* ini akan digunakan untuk mendapat nilai dari *Single User Throughput*. Berikut merupakan persamaan dari *Throughput/Session* [3].

$$\text{Throughput/session} = (\text{Bearer rate} \times \text{Session Time} \times \text{Session Duty Ratio}) / (1 - \text{BLER}) \quad (3.1)$$

3.3.3 Single User Throughput

Single User Throughput merupakan seberapa besar *throughput* yang diterima oleh satu user dalam yang dijumlahkan berdasarkan beberapa jenis layanan[7]. *Single User Throughput* dapat dihitung berdasarkan service model dan traffic model. Untuk menghitung *Single User Throughput*, maka dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [3].

$$SUT = \Sigma[(Throughput/session) \times BHSA \times Penetration Ratio \times (1+Peak to Average Ratio)] / 3600 \quad (3.2)$$

3.3.4 Network Throughput

Network throughput merupakan total kapasitas *throughput* dari suatu jaringan berdasarkan *single user throughput* yang harus disediakan agar dapat melayani banyak pengguna dengan kapasitas yang tersedia[7]. Maka, didapatkanlah persamaan sebagai berikut [3].

$$Network\ throughput\ (IP) = Total\ user\ target \times Single\ user\ Throughput \quad (3.3)$$

3.3.5 Single Site Capacity

Site Capacity bertujuan untuk menghitung seberapa besar kapasitas pada satu site sehingga dapat menentukan batas jumlah antena yang dibutuhkan agar dapat melayani pelanggan dengan *total network throughput* yang tersedia. Dibutuhkan data mengenai SINR *Distribution* agar dapat menghitung *site capacity* pada sisi *downlink* dan *uplink* terlebih harus ditentukan pembagian jumlah RB (*Resource Block*) yang dimana TDD menggunakan *single spectrum*[7]. *Site Capacity* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$DL\ Cell\ Throughput = [(168-36-12) \times (Code\ Bit) \times (Code\ Rate) \times (Nrb) \times (C) \times 1000] - 24 \quad (3.5)$$

$$UL\ Cell\ Throughput = [(168-24) \times (Code\ Bit) \times (Code\ Rate) \times (Nrb) \times (C) \times 1000] - 24 \quad (3.6)$$

Untuk menghitung kapasitas total *site capacity* dapat digunakan persamaan berikut.

$$Cell\ Average\ Throughput\ (MAC) = \Sigma [SINR\ Probability \times DL/UL\ Cell\ Throughput] \quad (3.7)$$

3.3.6 Jumlah Antena

Setelah melakukan perhitungan *site capacity*, kemudian kita dapat menentukan jumlah antena yang kita butuhkan berdasarkan *capacity planning*. Untuk mencari jumlah antena yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan berikut[3].

$$Jumlah\ Antena = \frac{(UL/DL\ Network\ Throughput)}{(UL/DL\ Cell\ Average\ Throughput)} \quad (3.8)$$

Penentuan jumlah antena dapat ditentukan mana yang lebih banyak antara jumlah antena *uplink* atau *downlink*.

3.4 Coverage Planning

Coverage planning adalah salah satu tahap dalam melakukan sebuah perencanaan jaringan seluler. Dalam *coverage planning*, ada beberapa hal yang harus

diperhatikan seperti area dalam perencanaan jaringan, kapasitas jaringan, dan kinerja alat untuk mendapatkan nilai MAPL[4].

3.4.1 Link Budget

1. Loss Saluran

Loss Saluran adalah jumlah *Loss* dari setiap saluran yang digunakan di dalam perancangan. Hasil dari persamaan ini akan digunakan untuk menghitung nilai EIRP. *Loss saluran* dapat dihitung dari persamaan berikut ini.

$$\sum L_{saluran} = \sum L_{feeder} + \sum L_{combiner} + \sum L_{splitter} + \sum L_{connector} \quad (3.9)$$

2. Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

EIRP adalah daya yang ditransmisikan pada sebuah antena. Menghitung *EIRP* adalah dengan menjumlahkan keluaran dari antena dengan *gain* antena lalu dikurangi dengan *loss* saluran transmisi. EIRP dapat dihitung dari persamaan berikut ini[8].

$$EIRP = Tx\ Power\ Antena + Gain\ Antena - L_{saluran} \quad (3.10)$$

3. Maximum Allowable Path Loss (MAPL)

Maximum Allowable Path Loss (MAPL) adalah redaman maksimum yang diperbolehkan baik dari sisi UL/DL. MAPL digunakan untuk menghitung radius *cell* menggunakan model propagasi. MAPL dapat dihitung dari persamaan berikut ini[4].

$$MAPL = EIRP - Receiver\ Sensitivity - Interference\ Margin - Rx\ Antenna\ Gain - Body\ Loss - Log\ Normal\ Fading\ Margin \quad (3.11)$$

3.4.2 Model Propagasi Indoor

Perencanaan *indoor* LTE menggunakan model propagasi COST-231 *Multiwall*. Pemodelan propagasi COST-231 *Multiwall* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

$$L_T = L_{FSL} + LC \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{(n_f + 2)}{(n_f + 1)} - b \right] L_f \quad (3.12)$$

3.4.3 Luas Sel

Perhitungan luas sel pada perencanaan menggunakan sel model *hexagonal*. Dalam menghitung luas sel pada perencanaan jaringan *indoor*, menggunakan skema yaitu *omnidirectional* antena. Persamaan luas sel *hexagonal model* dirumuskan sebagai berikut.

$$Luas\ Cell = 2,6 \times d^2 \quad (3.13)$$

3.4.4 Jumlah Antena

Berdasarkan perhitungan *coverage*, untuk mendapatkan jumlah antena total dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [4].

$$\sum Antena = \frac{L_{area}}{L_{cell}} \quad (3.14)$$

4. Hasil Perencanaan

4.1 Penentuan Jumlah Antena

Jumlah antena ditentukan berdasarkan perhitungan coverage dan capacity. Penentuan jumlah antena didapat dari perbandingan Hasil perhitungan berdasarkan *coverage planning* dan *capacity planning* pada tiap-tiap lantai. Berikut pada Tabel 4.2 merupakan penentuan jumlah antena yang didapatkan berdasarkan perhitungan dari *coverage planning* dan *capacity planning*.

Tabel 4.1 Jumlah Antenna Tiap Lantai

Tiap Lantai	Coverage Planning	Capacity Planning	Jumlah Antena
Lantai 1	1	1	1
Lantai 2	1	1	1
Lantai 3	1	1	1
Lantai 4	1	1	1

4.2 Hasil Simulasi

Simulasi dilakukan untuk membantu proses perencanaan jaringan indoor dengan menggunakan *software Radiowave Propagation Simulator 5.4*. RPS merupakan sebuah *software* khusus *Radio Indoor Planning* untuk menguji performansi jaringan Indoor LTE di Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom. Pada tahap ini, akan mensimulasikan hasil pada perencanaan yang telah dipersiapkan. Pada simulasi sangat penting untuk memperhatikan posisi peletakan antenna.

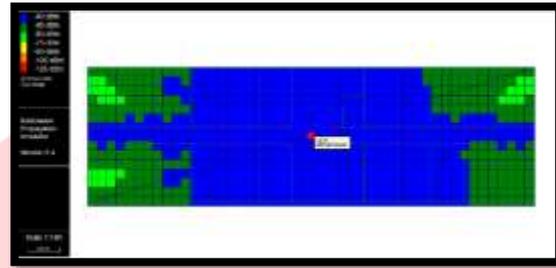
Tabel 4.2 Setting pada RPS

Material	Concrete floor and ceiling, Brick inner, Wood
Transmit Power	37 dBm
Carrier Frequency	2.3 GHz
Noise Figure	7 dB

Pada RPS dilakukan simulasi dengan pengaturan seperti pada tabel 4.7. Material gedung yang digunakan yaitu beton sebagai lantai dan plafon, bata sebagai dinding bangunan, dan kayu digunakan sebagai pintu. Frekuensi kerja yang digunakan yaitu 2.3 GHz sesuai dengan yang digunakan oleh operator smartfren.

4.2.1 Analisis Hasil Simulasi pada lantai 1

Simulasi pertama yang dilakukan yaitu simulasi untuk mengetahui nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) pada lantai 1.



Gambar 4.1 RSSI Schematic Lantai 1

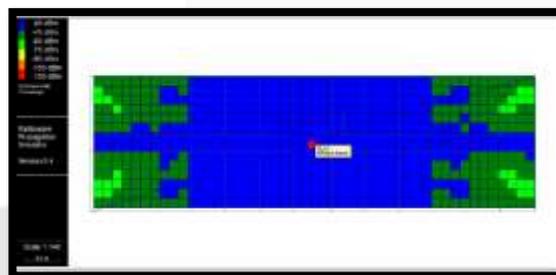


Gambar 4.2 RSSI Histogram Graph Lantai 1

Pada Gambar 4.1 adalah hasil simulasi dari perencanaan pada parameter RSSI di lantai 1 Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom dengan memposisikan 1 antena yang dianggap optimal. Pada Gambar 4.2 secara keseluruhan di daerah lantai 1 mendapatkan nilai RSSI dengan rata-rata sebesar -36,67 dBm.

4.2.2 Analisis Hasil Simulasi pada lantai 2

Simulasi kedua yang dilakukan yaitu simulasi untuk mengetahui nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) pada lantai 2.



Gambar 4.3 RSSI Schematic Lantai 2

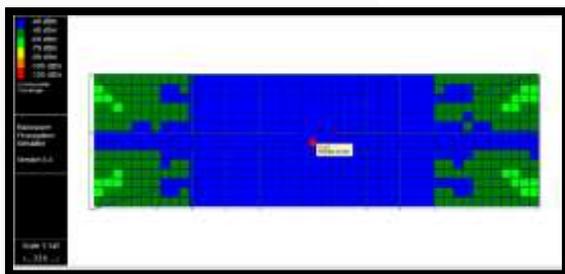


Gambar 4.4 RSSI Histogram Graph Lantai 2

Pada Gambar 4.3 adalah hasil simulasi dari perencanaan pada parameter RSSI di lantai 2 Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom dengan memposisikan 1 antenna yang dianggap optimal. Pada Gambar 4.4 secara keseluruhan di daerah lantai 2 mendapatkan nilai RSSI dengan rata-rata sebesar -37,16 dBm.

4.2.3 Analisis Hasil Simulasi pada lantai 3

Simulasi ketiga yang dilakukan yaitu simulasi untuk mengetahui nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) pada lantai 3.



Gambar 4.5 RSSI Schematic Lantai 3

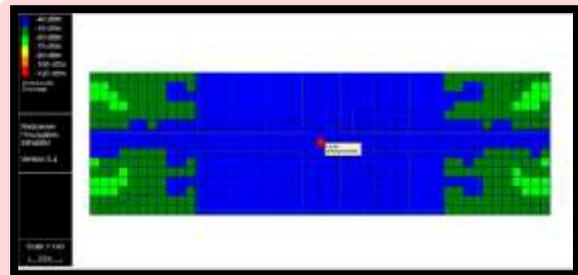


Gambar 4.6 RSSI Histogram Graph Lantai 3

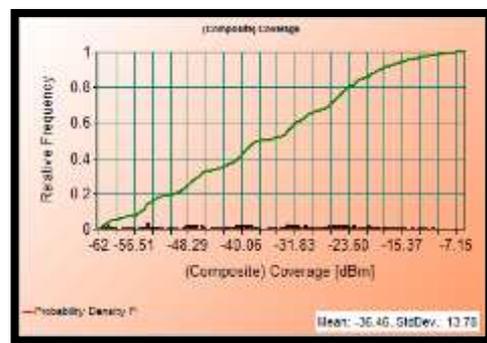
Pada Gambar 4.5 adalah hasil simulasi dari perencanaan pada parameter RSSI di lantai 3 Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom dengan memposisikan 1 antenna yang dianggap optimal. Pada Gambar 4.6 secara keseluruhan di daerah lantai 3 mendapatkan nilai RSSI dengan rata-rata sebesar -36,97 dBm.

4.2.4 Analisis Hasil Simulasi pada lantai 4

Simulasi keempat yang dilakukan yaitu simulasi untuk mengetahui nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) pada lantai 3.



Gambar 4.7 RSSI Schematic Lantai 4



Gambar 4.8 RSSI Histogram Graph Lantai 4

Pada Gambar 4.7 adalah hasil simulasi dari perencanaan pada parameter RSSI di lantai 4 Asrama Putra Gedung nomor 5 Universitas Telkom dengan memposisikan 1 antenna yang dianggap optimal. Pada Gambar 4.8 secara keseluruhan di daerah lantai 4 mendapatkan nilai RSSI dengan rata-rata sebesar -36,46 dBm.

4.3 Rekapitulasi Hasil Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan Rekapitulasi hasil perencanaan untuk membandingkan antara nilai parameter hasil walktest sebelumnya dengan nilai parameter hasil simulasi menggunakan software RPS. Tabel 4.16 Adalah tabel rekapitulasi hasil perencanaan.

Tabel 4.3 Rekapitulasi hasil perencanaan

Lantai	Hasil Walk Test		Hasil Simulasi	
	RSSI (dBm)	RSRP (dBm)	RSSI (dBm)	RSRP (dbm)
Lantai 1	-77,71	-107,19	-36,67	-67,46
Lantai 2	-79,74	-110,86	-37,16	-67,95
Lantai 3	-75,19	-106,43	-36,97	-67,76
Lantai 4	-72,40	-103,78	-36,46	-67,25

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

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

1. Dari perhitungan *coverage* dan *capacity* didapatkan jumlah antena yang dibutuhkan sama banyak yaitu 1 buah antena tiap lantai dan diletakkan dengan ketinggian 3 m.
2. Nilai EIRP pada antena tiap lantai masing-masing sebesar 30.704 dBm, 30.892 dBm, 31.079 dBm, 31.266 dBm. *Loss* pada tiap perangkat akan berpengaruh pada EIRP tiap antena. Semakin besar nilai *loss* akan semakin kecil nilai EIRP tiap antena.
3. Besar *bandwidth* yang digunakan yaitu 20 MHz. Besar *bandwidth* mempengaruhi tingginya *throughput* karena jumlah *resource block* akan semakin banyak.
4. Tidak ada hasil simulasi nilai SIR pada masing-masing lantai karena masing-masing lantai hanya mempunyai 1 buah antena.
5. Hasil simulasi menunjukkan nilai rata-rata RSSI tiap lantai masing-masing sebesar -36,67 dBm, -37,16 dBm, -36,97 dBm, -36,46 dBm. Kemudian dari hasil simulasi tersebut didapat nilai rata-rata RSRP tiap lantai masing-masing sebesar -67,46 dBm, -67,95 dBm, -66,76 dBm, -67,25 dBm. Nilai SIR yang didapat dari keseluruhan lantai atau satu gedung yaitu sebesar 5.51 dBm. Dengan begitu, maka perencanaan ini mencapai target yang diharapkan.

5.2 Saran

Diperlukan software RPS versi *professional* agar perencanaan lebih akurat karena pada software

RPS untuk versi *student* terdapat banyak kekurangan fitur-fitur untuk mendukung perencanaan teknologi saat ini.

Daftar Pustaka

- [1] Ascom. 2014. *TEMS™ Pocket 14.1 Technical Product Description* : Ascom.
- [2] ETSI. 2010. *LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer – Measurements*. Sophia Antipolis : ETSI
- [3] Huawei Technologies Co.Ltd..2013.*LTE Radio network capacity dimensioning*. Shenzhen : Huawei.
- [4] Huawei Technologies Co.Ltd..2013.*LTE Radio network coverage dimensioning*. Shenzhen : Huawei.
- [5] Sesia, Stefania, Issam Toufik, dan Matthew Baker. 2011. *LTE-The UMTS Long Term Evolution*. West Sussex : WILEY
- [6] Sawant, Akshay, Yash Shah, Zarna Parekh dan Hansal Shah. 2013. *IN BUILDING SOLUTIONS (IBS) USING DISTRIBUTED ANTENNA SYSTEM*. Mumbai : Sanghvi College Parle.
- [7] ThinkCorp-Indonesia .2017. *4G LTE BASIC and Capacity Planning*. Bandung : ThinkCorp.
- [8] Tolstrup, Morten. 2015. *Indoor Radio Planning A Practical Guide for 2G,3G and 4G, 3rd Edition*. Chichester, West Sussex:WILEY
- [9] Usman, Uke Kurniawan, Galuh Prihatmoko, Denny Kusuma Hendraningrat, Sigit Dedi Purwanto. 2012. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Bandung: Rekayasa Sain
- [10] Wardhana, Lingga, Bagus Facsi Aginsa, Anton Dewantoro, Isybel Harto, Gita Mahardika, Alfin Hikmaturokhman. 2014. *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia Jilid 1*. Jakarta Selatan: Nulis Buku.