

# Simulasi *Indoor Building Coverage* (IBC) pada Teknologi *Long Term Evolution* (LTE) di Gedung Hindarto Joesman Fakultas Kedokteran UNJANI

Gusvira Lestari<sup>1</sup>, Hajjar Yuliana<sup>1</sup>, dan Sofyan Basuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

[lestarigusvira@gmail.com](mailto:lestarigusvira@gmail.com), [hajjar.yuliana@lecture.unjani.ac.id](mailto:hajjar.yuliana@lecture.unjani.ac.id),

[sofmae4@gmail.com](mailto:sofmae4@gmail.com), [semnasmesinunjani@gmail.com](mailto:semnasmesinunjani@gmail.com)

## Abstrak

Gedung Hindarto Joesman Fakultas Kedokteran adalah salah satu gedung perkuliahan di Universitas Jenderal Achmad Yani yang terdiri dari 4 lantai dan memiliki luas bangunan sebesar 4125,6 m<sup>2</sup>. Gedung tersebut memiliki kualitas sinyal jaringan LTE *indoor* yang masih rendah serta level sinyalnya kecil. Hal ini disebabkan oleh konstruksi dan material didalam gedung yang dapat melemahkan kualitas sinyal LTE yang diterima. Kondisi tersebut membuat Gedung Fakultas Kedokteran UNJANI membutuhkan instalasi jaringan *indoor* tersendiri untuk memenuhi kebutuhan *user* didalam gedung. Maka dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage* menggunakan jaringan LTE pada operator Indosat Ooredoo dan memperhitungkan nilai dari parameter *Radio Frequency* (RF) yaitu *Reference Signal Received Power* (RSRP) dan *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR). Proses perhitungan *coverage planning* pada perencanaan jaringan *indoor* menggunakan model propagasi *Cost 231 Multi Wall Model* dan disimulasikan pada *software Radiowave Propagation Simulator 5.4*. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan nilai rata-rata RSRP sebesar -20,59 dBm dan SINR sebesar 34,30 dB. Nilai rata-rata tersebut dapat memenuhi kualitas sinyal diarea dalam gedung sebesar 89,12% untuk RSRP dan 97,45% untuk SINR. Hasil dari perencanaan dan simulasi jaringan *Indoor Building* telah memenuhi standar parameter RF untuk operator Indosat Ooredoo.

Kata kunci: *Coverage Planning, Indoor Building Coverage, LTE, Radiowave Propagation Simulator*

## Abstract

Hindarto Joesman Building, Faculty of Medicine is one of the lecture buildings at Jenderal Achmad Yani University which consists of 4 floors and has a building area of 4125.6 m<sup>2</sup>. The building has a low signal quality for the indoor LTE network. This is due to the construction and materials in the building which can weaken the quality of the LTE signal received. These conditions make the Faculty of Medicine UNJANI building require a separate indoor network installation to cover user needs inside the building. Indoor Building Coverage planning for this building can help to improve signal level and value of Reference Signal Received Power (RSRP) and Signal to Interference Noise Ratio (SINR). The process of calculating coverage planning in indoor network planning uses the Cost propagation model 231 Multi Wall Model and is simulated in the Radiowave Propagation Simulator 5.4 software. Based on the simulation results, the average RSRP value is -20.59 dBm and SINR is 34.30 dB. The average value can cover the signal quality in the building area of 89.12% for RSRP and 97.45% for SINR. The results of the planning and simulation of the Indoor Building network have met the standard RF parameters for operators.

Keywords: *Coverage Planning, Indoor Building Coverage, LTE, Radiowave Propagation Simulator*

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan masyarakat akan teknologi telekomunikasi yang berkembang sangat cepat khususnya komunikasi seluler dalam kehidupan sehari-hari memerlukan kualitas layanan yang tinggi, karena saat ini teknologi komunikasi tidak hanya menunjang kebutuhan dasar manusia tetapi juga menjadi penunjang utama kegiatan ekonomi, politik dan kemajuan industri. Pengguna layanan tidak hanya bergerak di area luar gedung atau *outdoor* tetapi juga didalam area gedung atau *indoor*. Sinyal pancaran dari jaringan *Long Term Evolution* (LTE) *outdoor* yang terukur di dalam ruangan memiliki level sinyal yang cukup kecil dan tidak optimal jika diterima pelanggan. Hal ini disebabkan karena adanya material dan konstruksi bangunan yang dapat meredam sinyal. Selain itu, tidak keseluruhan area di dalam gedung dapat terjangkau oleh jaringan LTE seluruhnya dengan kualitas sinyal yang baik. Hal ini disebabkan belum terdapatnya instalasi jaringan *Indoor Building Coverage* (IBC) LTE pada gedung dan cakupan dari jaringan LTE *outdoor* tidak dapat melayani area dalam gedung (Lingga Wardhana, 2015).

Gedung Hindarto Joesman Fakultas Kedokteran merupakan salah satu gedung di Universitas Jenderal Achmad Yani yang berada di Kota Cimahi tepatnya di Jalan Terusan Jenderal Sudirman. Gedung tersebut merupakan salah satu gedung lama yang terdiri dari 4 lantai dan belum ada sistem jaringan *indoor* yang terpasang di gedung tersebut. Kondisi gedung tersebut menyebabkan pelanggan ataupun pengguna jaringan 4G LTE di

### Info Makalah:

Dikirim : 11-25-21;

Revisi 1 : 01-16-22;

Revisi 2 : 02-07-22;

Diterima : 03-07-22.

### Penulis Korespondensi:

Telp : +62 812-2299-7113

e-mail : [hajjar.yuliana@lecture.unjani.ac.id](mailto:hajjar.yuliana@lecture.unjani.ac.id)

area gedung tidak mendapatkan level sinyal yang optimal. Hal tersebut juga mempengaruhi buruknya kualitas sinyal jaringan LTE yang diterima diakibatkan konstruksi bangunan dan material gedung yang dapat meredam pancaran sinyal yang diterima di dalam ruangan. Maka, agar para pengguna jaringan 4G LTE mendapatkan kualitas sinyal yang baik maka dapat dilakukan perencanaan instalasi jaringan *Indoor Building Coverage* (IBC) LTE sebagai solusi untuk meningkatkan kualitas sinyal yang ada. (Hajjar Yuliana dkk., 2018).

Beberapa penelitian yang menunjang dan mendukung dalam penelitian ini telah dilakukan sebelumnya. Diantaranya adalah penelitian mengenai perencanaan jaringan IBC (*Indoor Building Coverage*) LTE di Bandara Hang Nadim Batam yang memiliki 2 lantai dari sisi *coverage* dan *capacity* dengan menggunakan operator Indosat Ooredoo pada frekuensi 900 MHz, serta mensimulasikan di *software* RPS 5.4 dengan mempertimbangkan nilai RF parameter RSRP dan SINR (Rachman dkk., 2018). Selain itu penelitian mengenai perancangan jaringan *indoor* LTE di RSUD Banyumas dari sisi *coverage* pada frekuensi 850 MHz dan 2300 MHz. Perencanaan ini menggunakan model propagasi *Cost 231 Multi Wall Model* dengan sistem *Femtocell*, serta mensimulasikan di *software* RPS 5.4 dengan mempertimbangkan nilai RF parameter RSRP dan SINR (Alfin Hikmaturokhman dkk., 2019). Penelitian selanjutnya merupakan perencanaan dan simulasi *Indoor Building Coverage* (IBC) pada jaringan LTE di Gedung Apartemen Grand Asia Afrika Residence yang memiliki 26 lantai dengan luas bangunan sebesar 44101,04 m<sup>2</sup> dari sisi *capacity* dan *coverage* dengan menggunakan operator XL Axiata, serta mensimulasikan di *software Radiowave Propagation Simulation* (RPS) 5.4 dengan mempertimbangkan nilai RF parameter RSRP dan SINR (Hastuti, 2017).

Oleh karena itu penulis mengangkat tema pada penelitian ini tentang perencanaan *Indoor Building Coverage* (IBC) pada jaringan LTE di Gedung Hindarto Joesman Fakultas Kedokteran UNJANI menggunakan operator Indosat Ooredoo pada frekuensi 1800 MHz, dengan melakukan perencanaan *coverage planning* untuk mengetahui jumlah dan cakupan antenna yang diperlukan dengan simulasi menggunakan *software* RPS 5.4 serta dengan menganalisis nilai dari parameter RF seperti RSRP dan SINR setelah dilakukan perencanaan IBC.

## 2. Metode

*In-Building Coverage* (*Indoor System*) adalah suatu sistem yang memiliki perangkat pemancar dan penerima (*transceiver*) yang dipasang didalam suatu gedung dimana bertujuan untuk melayani kebutuhan layanan telekomunikasi dalam gedung tersebut, baik kualitas sinyal, cakupan area (*coverage area*) maupun kapasitas *trafficnya*. Pada dasarnya sistem *indoor building coverage* memiliki prinsip kerja yang sama dengan BTS (*Base Transceiver Station*) (Hajjar Yuliana, dkk., 2019). Perencanaan IBC dilakukan jika sebuah gedung memiliki kualitas sinyal yang rendah dengan user yang banyak. Salah satu tempat yang memiliki user yang banyak adalah gedung perkuliahan.

Dalam melakukan perencanaan *Indoor Building Coverage* dengan jaringan LTE di UNJANI, tahapan pertama yang harus dilakukan yaitu penentuan gedung dan survey lokasi. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui spesifikasi dari gedung yang akan digunakan untuk perencanaan jaringan *indoor*, seperti luas gedung, denah gedung dan material gedung yang digunakan. Setelah spesifikasi atau data-data gedung tersebut didapatkan maka dilakukan *walktest* dengan menggunakan aplikasi *G-NetTrack* untuk mengetahui nilai dari parameter RF seperti RSRP dan SINR dengan menggunakan operator Indosat Ooredoo.

Setelah *walktest* kualitas sinyal di analisis dan dilakukan perencanaan *coverage planning* untuk memperbaiki kualitas sinyal tersebut. Perencanaan *coverage planning* pada IBC ini menggunakan model propagasi *Cost 231 Multi Wall Model* untuk perhitungannya (Alfin Hikmaturokhman dkk., 2019). *Coverage planning* ini bertujuan untuk menentukan jumlah antenna yang dibutuhkan agar dapat menerima sinyal LTE dengan kualitas sinyal yang baik di seluruh cakupan area gedung tersebut sesuai dengan standar KPI dari operator (Risma dkk, 2020). Serta simulasi perencanaan IBC dilakukan dengan menggunakan *software Radiowave Propagation Simulator* 5.4 (RPS) 5.4. Harapannya, dengan dilakukannya perencanaan *Indoor Building Coverage* (IBC), nilai RF parameter dari hasil perencanaan memenuhi atau bahkan melebihi nilai standar *Key Performance Indicator* (KPI) operator Indosat Ooredoo yaitu nilai RSRP > -90 dBm dan SINR > 3 dB. Jika hal ini terpenuhi, maka perencanaan jaringan LTE *indoor* dikatakan berhasil dan dapat dijadikan salah satu rekomendasi untuk operator seluler jika akan memasang *indoor building coverage* di Gedung Hindarto Joesman Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani.

### A. Penentuan Lokasi dan Informasi Gedung

Proses penentuan dan survey lokasi ini merupakan tahapan pertama dalam perencanaan jaringan *indoor* LTE dengan cara mengumpulkan data-data yang terkait dengan lokasi yang akan dilakukan perencanaan IBC. Data-data tersebut seperti denah gedung, luas gedung dan material gedung. Pada Gambar 1 merupakan gedung yang akan dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage*.

Gedung Hindarto Joesman Fakultas Kedokteran adalah salah satu gedung perkuliahan di Universitas Jenderal Achmad Yani yang berlokasi di Jl. Terusan Jend. Sudirman, Cibeber, Kec. Cimahi Selatan, Kota Cimahi, Jawa Barat. Gedung ini memiliki 4 lantai dengan luas bangunan 4125,6 m<sup>2</sup> yang terdiri dari beberapa ruang pimpinan, sarana dan prasarana belajar mengajar, lobby, mushola, lift, aula dan *rooftop*. Untuk material utama gedung menggunakan dinding beton. Terdapat juga bahan material kayu (*wood*) yang digunakan untuk pintu setiap ruangan. Serta terdapat

juga material kaca disetiap ruangan di gedung tersebut. Informasi mengenai Gedung Fakultas Kedokteran UNJANI secara lebih rinci dapat disimak pada Tabel 1.



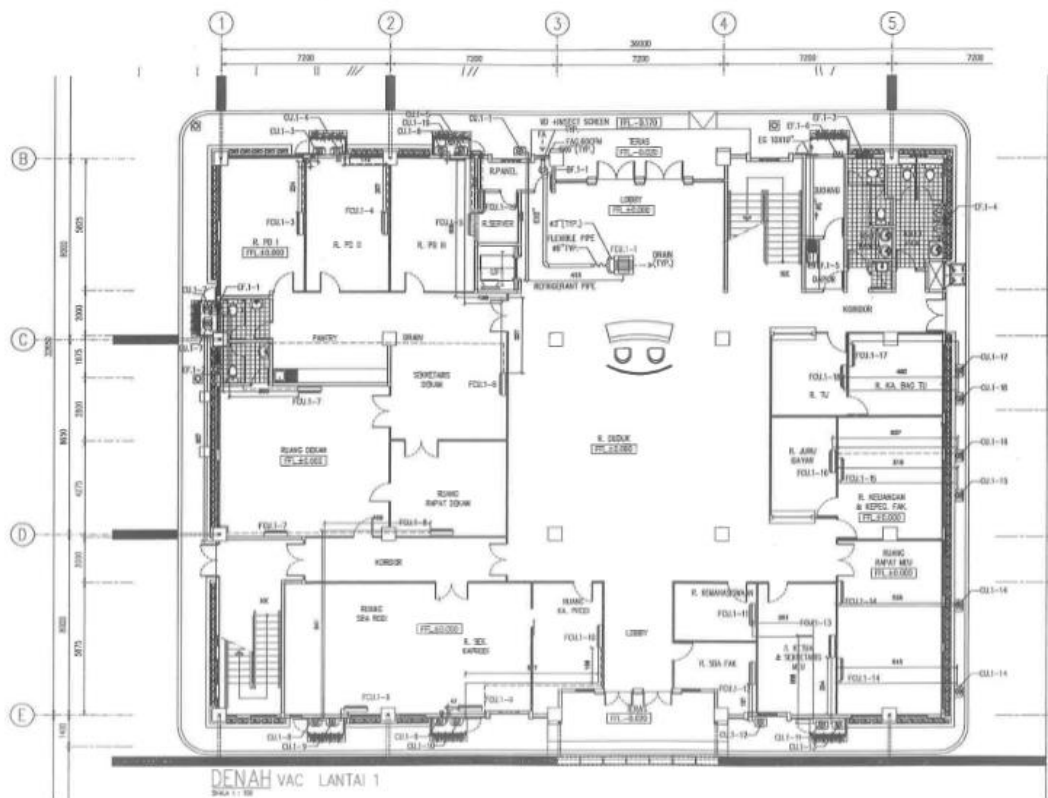
Gambar 1. Gedung Hindarto Joesman Fakultas Kedokteran UNJANI

Tabel 1. Data Aktual Gedung Fakultas Kedokteran UNJANI

No	Uraian	Kuantitas
1	Jumlah Lantai	4 lantai
2	Luas Bangunan	4125,6 m <sup>2</sup>
3	Luas Lantai 4	887,4 m <sup>2</sup>
4	Luas Lantai 3	887,4 m <sup>2</sup>
5	Luas Lantai 2	1175,4 m <sup>2</sup>
6	Luas Lantai 1	1175,4 m <sup>2</sup>
7	Ruang Pimpinan	17 ruang
8	Ruang Panel	4 ruang
9	Mushola	1 buah
10	Ruang Belajar Mengajar	47 ruang
11	Lift	1 buah
12	Aula	1 buah

## B. Layout Gedung

Denah atau *layout* gedung digunakan untuk mempermudah pada proses *walktest* dengan menggunakan aplikasi *G-NetTrack*. Gambar 2 merupakan contoh salah satu denah yang digunakan pada perencanaan ini, yaitu denah untuk lantai 1 Gedung Hindarto Joesman. Gedung Hindarto Joesman, umumnya memiliki luas lantai untuk setiap lantainya kira-kira sebesar 1175,4 m<sup>2</sup>.

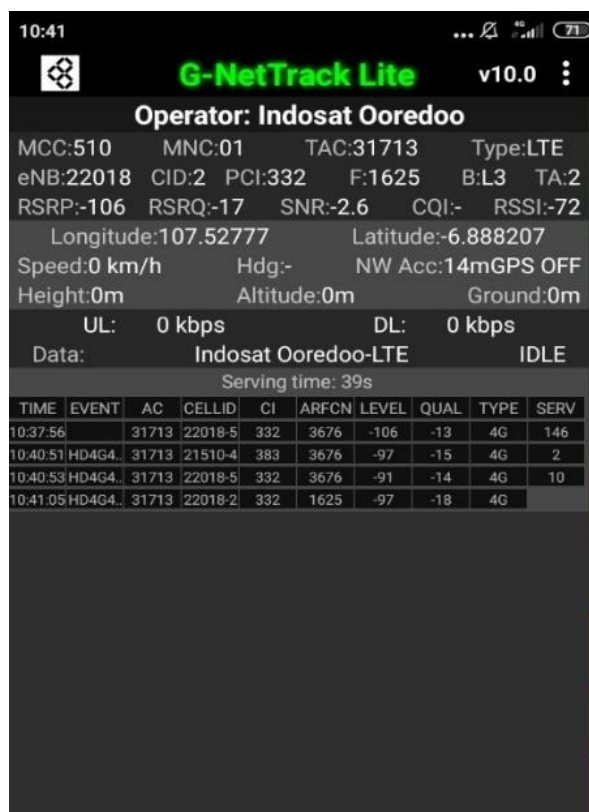


Gambar 2. Denah Gedung Hindarto Joesman Lantai 1

### C. Analisis Hasil Walktest

Walktest merupakan suatu metode pengukuran yang digunakan untuk mengukur kualitas level sinyal secara aktual dengan berjalan kaki dalam suatu tempat seperti, hotel, gedung perkantoran, pasar, dan sebagainya dengan menggunakan aplikasi tertentu (C. Yanyun dkk, 2018). Walktest bertujuan mendapatkan data-data level dan kualitas sinyal yang dibutuhkan. Hal tersebut dilakukan sebagai analisis dan penunjang seberapa penting perencanaan coverage area jaringan indoor LTE ini dilakukan. Hasil dari walktest yang telah dilakukan selanjutnya juga dipergunakan untuk menganalisis kondisi level dan kualitas sinyal sebelum dan setelah dilakukan perencanaan jaringan indoor.

Walktest ini dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter RF yaitu RSRP dan SINR yang terukur di gedung serta untuk mengukur kondisi kualitas sinyal awal sebelum dilakukan perencanaan jaringan indoor. Walktest pada penelitian ini dilakukan menggunakan aplikasi G-NetTrack. Proses walktest dilakukan harus sesuai dengan layout gedung. Gambar 3 merupakan salah satu sample hasil walktest yang dilakukan di lantai 1 Gedung Hindarto Joesman dan Tabel 2 merupakan rekapitulasi hasil walktest pada setiap lantai di Gedung Hindarto Joesman.



Gambar 3. Hasil Walktest lantai 1 di Gedung Hindarto Joesman

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Walktest di Gedung Hindarto Joesman

No	Operator	Lantai	RSRP (dBm)	SINR (dB)
1	Indosat Ooredoo	Lantai 1	-114	3,6
2	Indosat Ooredoo	Lantai 2	-106	2,6
3	Indosat Ooredoo	Lantai 3	-104	4,2
4	Indosat Ooredoo	Lantai 4	-90	2,8

#### D. Coverage Planning

Coverage planning adalah salah satu metode perencanaan yang biasa dilakukan dalam perencanaan jaringan seluler baik *outdoor* maupun *indoor*. Pada tahapan ini perlu dipilih model propagasi yang akan digunakan pada penelitian ini berdasarkan area target, populasi dan *cluster*. Penggunaan model propagasi adalah suatu cara yang dapat dilakukan agar dapat memprediksi signal *propagation behavior* (Hajiar Yuliana dan Sofyan Basuki, 2019). Dengan menggunakan model propagasi yang tepat, maka tingkat keakuratan perhitungan dengan objek penelitian akan lebih tinggi sehingga dapat mengetahui hal-hal yang harus dipersiapkan dengan matang dalam perencanaan jaringan *indoor*.

Dengan menggunakan perencanaan *coverage* ini, perlu dilakukan perhitungan *coverage*. Perhitungan *coverage* ini dilakukan untuk menghitung kebutuhan jumlah antena yang diperlukan pada perencanaan jaringan *indoor* di Gedung Hindarto Joesman. Pada proses perhitungan *coverage* ini diantaranya perlu dipersiapkan data-data atau informasi yang perlu dan akan digunakan pada perhitungan. Data-data tersebut diantaranya adalah seperti informasi gedung seperti denah dan luas gedung, kemudian menentukan model propagasi yang digunakan. Pada proses perhitungan *coverage* ini juga akan dilakukan perhitungan berdasarkan data parameter teknik dalam perencanaan seperti *loss* atau *gain* dari perangkat yang digunakan, perhitungan *link budget*, serta perhitungan untuk mendapatkan EIRP dan MAPL. Perhitungan dan data-data tersebut nantinya akan digunakan kembali untuk menghitung *path loss*, sehingga nantinya akan didapatkan cakupan area yang dibutuhkan serta jumlah antena yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan *indoor* (Utami dkk., n.d.).

##### i. Model Propagasi

Model propagasi adalah suatu metode untuk memprediksi rata-rata kuat sinyal yang diterima oleh *Mobile Station* (MS) pada jarak tertentu dari antena *transmitter* ke antena *receiver*. Selain itu model propagasi dapat menentukan berapa besar daya maksimum yang harus dipancarkan oleh antena BTS untuk menghasilkan kualitas pelayanan yang sama pada frekuensi yang berbeda (Irawaty dkk., 2018). Beberapa jenis model propagasi untuk

perencanaan jaringan *indoor*, yaitu *One Slope Model*, *Keenan Motley* dan *Cost 231 Multi Wall Model*. Model propagasi yang digunakan dalam perencanaan jaringan *indoor* di Gedung Hindarto Joesman adalah *Cost 231 Multi Wall Model*, karena merupakan model propagasi yang akan mempertimbangkan perhitungan antara *transmitter* dengan *receiver* berdasarkan kondisi material gedung baik pada bidang horizontal maupun vertikal, serta nilai redaman material dindingnya diperhitungkan pula sehingga nantinya berdasarkan perhitungan propagasi yang digunakan akan didapatkan kondisi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya.

## ii. Link Budget

*Link budget* merupakan suatu metode perhitungan *link* dalam perencanaan sebuah jaringan. Perhitungan ini memperhitungkan sejumlah daya yang didapat di penerima sepanjang jalur transmisi radio dari pemancar ke penerima (Benazzouz, 2014). Parameter yang diperhitungkan pada perhitungan *link budget* diantaranya adalah redaman kabel (dB), *gain* antenna (dBi), redaman konektor yang terpasang di kabel (dB), sensitivitas di penerima (dB), dan komponen lainnya.

$$\Sigma L_{\text{saluran}} = \Sigma L_{\text{feeder}} + \Sigma L_{\text{splitter}} + \Sigma L_{\text{combiner}} + \Sigma L_{\text{connector}} \quad (1)$$

## iii. Perhitungan EIRP dan MAPL

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) secara konsep adalah pengukuran daya yang dihitung berdasarkan daya yang terpancar dari antenna dalam satu arah. EIRP ini dinyatakan dalam bentuk perhitungan persamaan, yaitu berupa perhitungan besar daya antenna di pengirim dijumlahkan dengan penguatan antenanya. Perhitungan tersebut juga memperhitungkan besarnya redaman disisi saluran selama proses transmisi.

$$\text{EIRP} = \text{Tx Power (dBm)} + \text{Antenna Gain (dB)} - \text{Loss Saluran} \quad (2)$$

Sedangkan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) adalah suatu metode perhitungan untuk mengidentifikasi nilai *pathloss* maksimum yang diizinkan antara pemancar hingga sampai ke penerima. Karena nilai MAPL akan mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima oleh *receiver*. Perhitungan MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) harus dilakukan untuk menentukan nilai redaman maksimum propagasi yang diizinkan agar *eNodeB* dapat melayani komunikasi semua *user* pada area cakupannya (Utami, D.L., 2017)

$$\begin{aligned} \text{MAPL} &= \text{EIRP} - \text{Receiver Sensitivity} - \text{Interference Margin} + \text{Rx Antena Gain} - \text{Body Loss} \\ &- \text{Log Normal Fading Margin} \end{aligned} \quad (3)$$

## iv. Perhitungan Path Loss dan Radius Antena

*Path loss* merupakan redaman yang terjadi dan terukur yang disebabkan oleh bahan material gedung atau bangunan seperti material kaca, kayu, beton, bata, atau material lain yang menjadi bahan bangunan tersebut. Persamaan untuk menghitung *path loss* ini ditentukan berdasarkan model propagasi yang digunakan. Model propagasi yang diaplikasikan pada penelitian ini adalah *Cost 231 Multi Wall Model* untuk perencanaan jaringannya.

$$L_T = L_{\text{FSL}} + L_C + \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[ \frac{(nf+2)}{(nf+1)} \right] L_f \quad (4)$$

Dari perhitungan *path loss* ini akan didapatkan hasil radius antena. Radius antena dapat mempengaruhi analisis terhadap jarak maksimal dari sinyal yang dipancarkan oleh antena ke setiap area di gedung tersebut. Pada perhitungan *path loss* ini perlu juga diperhitungkan nilai *loss* dari material konstruksi gedung tersebut. Material ini akan memberikan nilai redaman material terhadap level sinyal yang ada diarea tersebut.

Tabel 3. Redaman Material Bangunan Lantai 1

Material	Redaman (dB)	Jumlah	Total (dB)
Concrete	10	2	20
Brick	3,5	3	10,5
Glass Window	2	3	6
Wood Door	4	3	12
Glass	0,8	3	2,4
<i>Indoor loss</i>			50,9

## v. Penentuan Cakupan dan Jumlah Antena

Perhitungan luas cakupan antena pada sebuah perencanaan jaringan baik *indoor* maupun *outdoor*, umumnya menggunakan model sel berbentuk heksagonal. Para perencanaan jaringan *indoor*, perhitungan area cakupan dilakukan dengan skema pemodelan menggunakan antena *omnidirectional*.



$$L_{cakupan} = 2,6 \times d^2 \quad (5)$$

Sedangkan untuk mendapatkan jumlah antenna yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan *indoor* di Gedung Hindarto Joesman dapat dihitung dengan persamaan (6).

$$\sum \text{antena} = \frac{L_{area}}{L_{cakupan \text{ antenna}}} \quad (6)$$

#### vi. Parameter RF yang dianalisis

##### a. Reference Signal Received Power (RSRP)

*Reference Signal Received Power* merupakan parameter yang menyatakan tingkat kekuatan sinyal yang terukur di penerima. RSRP ini dinyatakan dalam satuan dBm. Nilai RSRP bergantung pada jarak *user* terhadap eNodeB. Semakin jauh maka semakin lemah, begitu juga dengan sebaliknya. RSRP berfungsi memberikan informasi ke UE (*User Equipment*) mengenai kekuatan sinyal pada suatu sel berdasarkan perhitungan *path loss* (Huawei Technologies Co., 2020).

Tabel 4. Standar RSRP Indosat Ooredoo

Kode Warna	Range RSRP (dBm)	Kualitas Sinyal
	-60 <= RSRP <0	Sangat baik
	-70 <= RSRP <-60	Baik
	-80 <= RSRP <-70	Cukup baik
	-90 <= RSRP <-80	Cukup buruk
	-100 <= RSRP <-90	Buruk
	-120 <= RSRP <-100	Sangat buruk

##### b. Signal to Interference Noise Ratio (SINR)

SINR merupakan sebuah parameter yang berfungsi untuk menunjukkan tingkat kualitas sinyal yang diterima oleh user. SINR ini dinyatakan dalam satuan dB. Nilai SINR didefinisikan sebagai perbandingan kekuatan level sinyal yang diterima dengan derau/interferensi. (Huawei Technologies Co., 2020).

Tabel 5. Standar SINR Indosat Ooredoo

Kode Warna	Range SINR (dB)	Kualitas Sinyal
	SINR >= 20	Sangat baik
	10 <= SINR < 20	Baik
	3 <= SINR < 10	Cukup baik
	0 <= SINR < 3	Cukup buruk
	-5 <= SINR < 0	Buruk
	SINR < -5	Sangat buruk

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Jumlah Antena

Jumlah antena ditentukan berdasarkan hasil perhitungan *coverage planning* yang bertujuan agar antena yang diletakkan pada setiap lantai dapat meng-*cover* atau memperbaiki kualitas sinyal yang buruk menjadi lebih baik pada gedung tersebut. Perhitungan antena tersebut didapatkan dari nilai *path loss* yang dipengaruhi oleh besarnya nilai redaman dalam gedung (*Indoor Loss*) yang berbeda disetiap lantainya.

Tabel 6. Jumlah Antena berdasarkan *Coverage Planning*

No	Lantai	Jumlah Antena
1	1	4
2	2	5
3	3	7
4	4	4
<b>Total</b>		<b>20 Antena</b>



#### b. Indoor Building Coverage Planning pada Software RPS 5.4

Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan *software Radiowave Propagation Simulator 5.4* (RPS 5.4). *Software* RPS ini mampu untuk mensimulasikan daya pancaran dari antena yang terpasang di tiap lantai dalam bentuk 2D dan 3D, serta terdapat *tool* untuk memilih model propagasi, tipe antena, pemilihan material gedung agar lebih sesuai dengan gedung aslinya dengan membuat titik koordinat saat mendesain. Sebelum desain disimulasikan pada

*software* RPS 5.4, terlebih dahulu dibutuhkan data-data gedung yang digunakan dalam perencanaan jaringan IBC ini. Data-data gedung tersebut seperti, denah gedung, material gedung.

Material gedung disini dibutuhkan agar dapat mengetahui nilai redaman material yang ada pada gedung tersebut. Desain gedung dan proses simulasi yang dilakukan pada *software* RPS dilakukan per lantai, agar dapat mengetahui nilai redaman material secara lebih detail serta jumlah antenna yang dibutuhkan untuk memperbaiki kualitas di setiap lantai gedung tersebut. Nilai redaman tersebut dipengaruhi oleh material yang digunakan pada gedung. Pada Tabel 7 menjelaskan simbol warna setiap material yang digunakan, serta pada Tabel 8 menjelaskan tentang spesifikasi material yang digunakan. Simulasi yang dilakukan akan mendapatkan nilai keluaran dari RF Parameter, yaitu nilai RSRP dan SINR dari antenna yang dipancarkannya.

Tabel 7. Simbol Material Gedung pada *Software* RPS 5.4

Material	Simbol Warna
Concrete	
Brick	
Wood	
Glass	
Glass Window	

Tabel 8. Spesifikasi Material pada *Software* RPS 5.4

Material	Concrete floor and ceiling, Brick inner wall, Glass window, Wood, Glass
Transmit Power	43 dBm
Carrier Frequency	1,8 GHz
Noise Figure	7 dB
Loss	28,4 dB ; 32,1 dB ; 30,9 dB ; 28,3 dB

### c. Analisis Hasil Simulasi

Proses rekapitulasi berfungsi untuk membandingkan antara nilai Parameter RF yang dianalisis yaitu RSRP dan SINR yang didapatkan dari hasil *walktest* saat perencanaan dan hasil simulasi dengan menggunakan *software Radiowave Propagation Simulator* (RPS) 5.4. Tabel 9 merupakan perbandingan data antara kondisi gedung secara aktual yang tidak memiliki sistem *indoor building coverage* dengan kondisi hasil simulasi untuk gedung yang sudah memiliki sistem *indoor building coverage*. Dari tabel tersebut bahwa hasil sebelum dilakukan perencanaan IBC masih berada dibawah standar KPI parameter RF Indosat Ooredoo yaitu RSRP < -90 dBm dan SINR < 3 dB yang menyebabkan area di Gedung Hindarto Joesman tidak dapat melayani kebutuhan *user* dengan baik di seluruh area. Tetapi setelah dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage* dengan menggunakan *software* RPS 5.4 pada proses simulasi, area gedung memiliki kualitas sinyal yang lebih baik dari sebelum perencanaannya, hal ini dapat dilihat dari standar KPI operator Indosat Ooredoo telah dipenuhi dalam perencanaan IBC di Gedung Hindarto Joesman Cimahi yaitu nilai RSRP > -90 dBm dan SINR > 3 dB.

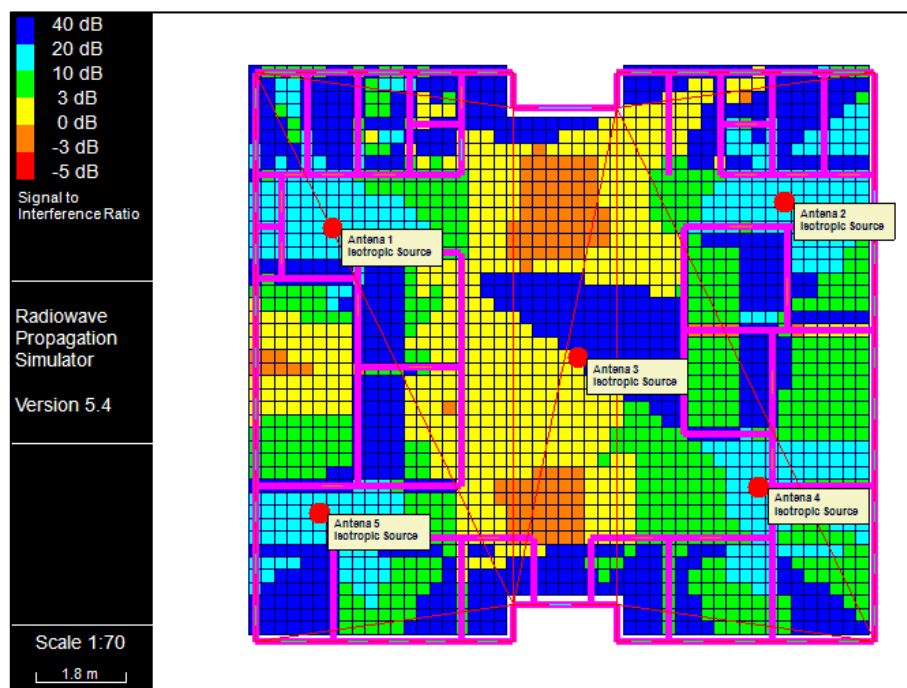
Tabel 10 dan Tabel 11 menunjukkan persentase dari hasil simulasi perencanaan IBC di tiap lantai. Persentase yang ditampilkan menunjukkan persentase *coverage* dari beberapa level yang tersebar di lantai gedung tersebut. Berdasarkan kedua tabel tersebut, menunjukkan bahwa Gedung Hindarto Joesman memiliki kondisi *coverage* mencapai 89,12% untuk nilai RSRP dengan level lebih besar dari -90 dBm dan untuk nilai SINR dengan level lebih besar dari 3 dB mencapai persentase 97,45%. Hal ini menunjukkan bahwa, dengan dilakukan perencanaan *indoor building coverage* pada Gedung Hindarto Joesman dapat memperbaiki level sinyal baik itu dari level RSRP maupun SINR-nya. Dan hal ini dapat dibuktikan dengan simulasi yang telah dilakukan. Sehingga, perencanaan ini dapat dijadikan acuan untuk digunakan sebagai implementasi pemasangan antenna *indoor*, khususnya untuk operator Indosat Ooredoo.

Kondisi pada Tabel 10 dan Tabel 11 khususnya pada lantai 1, ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Pada lantai 1 Gedung Hindarto ini, direncanakan akan dipasang 5 antenna *omnidirectional* di area dalam gedung. Berdasarkan perencanaan dan pemasangan yang dilakukan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4, menunjukkan legend RSRP warna biru tua untuk level sinyal antara 0 sampai -60 dBm mendominasi hingga 71,35 % dari keseluruhan ruangan. Begitupun dengan hasil simulasi SINR lantai 1 yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Untuk legend SINR warna biru tua dengan level di atas 20 dB memiliki persentase sebesar 29,92 % dari total keseluruhan luas gedung.





Gambar 4. Hasil Simulasi RSRP Setelah Perencanaan di Lantai 1



Gambar 5. Hasil Simulasi SINR Setelah Perencanaan di Lantai 1

Tabel 9. Perbandingan Level Sinyal Aktual dan Hasil Simulasi

No	Lantai	Hasil Walktest		Hasil Simulasi		Kenaikan Kualitas Sinyal	
		RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRP (dBm)	SINR (dB)
1	Lantai 1	-114	3,6	-38,66	20,79	75,34	17,49
2	Lantai 2	-106	2,6	-54,75	50,42	51,25	47,82
3	Lantai 3	-104	4,2	-51,88	36,13	52,12	31,93
4	Lantai 4	-90	2,8	-40,83	29,85	49,17	27,05

Tabel 10. Persentase RSRP Hasil Simulasi

Kode Warna	Range RSRP (dBm)	Kualitas Sinyal	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 3	Lantai 4	Rata-rata (Semua Lantai)
	$0 \leq \text{RSRP} < -60$	Sangat baik	71,35 %	39,77 %	43,49 %	73,24 %	59,96 %
	$-60 \leq \text{RSRP} < -70$	Baik	24,74 %	42,57 %	38,35 %	16,08 %	30,43 %
	$-70 \leq \text{RSRP} < -80$	Cukup baik	0,98 %	2,32 %	0,98 %	2,02 %	1,57 %
	$-80 \leq \text{RSRP} < -90$	Cukup buruk	0,24 %	0,24 %	0,00 %	0,13 %	0,15 %
	$-90 \leq \text{RSRP} < -100$	Buruk	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
	$-100 \leq \text{RSRP} < -120$	Sangat buruk	2,69 %	15,10 %	17,18 %	8,53 %	10,87 %
Total			100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>RSRP &gt; -90 dBm</b>			<b>97,31 %</b>	<b>84,9 %</b>	<b>82,82 %</b>	<b>91,47 %</b>	<b>89,12 %</b>

Tabel 11. Persentase SINR Hasil Simulasi

Kode Warna	Range SINR (dB)	Kualitas Sinyal	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 3	Lantai 4	Rata-rata (Semua Lantai)
	$\text{SINR} \geq 20$	Sangat baik	29,92 %	68,37 %	49,93 %	61,46 %	52,42 %
	$10 \leq \text{SINR} < 20$	Baik	18,50 %	14,82 %	19,92 %	11,78 %	16,25 %
	$3 \leq \text{SINR} < 10$	Cukup baik	23,72 %	7,10 %	12,63 %	13,80 %	14,31 %
	$0 \leq \text{SINR} < 3$	Cukup buruk	24,94 %	6,34 %	13,80 %	12,63 %	14,42 %
	$-5 \leq \text{SINR} < 0$	Buruk	2,54 %	3,22 %	2,28 %	0,20 %	2,06 %
	$\text{SINR} < -5$	Sangat buruk	0,38 %	0,15 %	1,44 %	0,13 %	0,52 %
Total			100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>SINR &gt; 3 dB</b>			<b>97,08 %</b>	<b>96,63 %</b>	<b>96,28 %</b>	<b>99,67 %</b>	<b>97,45 %</b>

### Kesimpulan

Hasil Simulasi perencanaan jaringan *Indoor Building Coverage* (IBC) di Gedung Hindarto Joesman menggunakan operator Indosat Ooredoo mengalami peningkatan kualitas sinyal disetiap lantainya. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai RSRP sebesar 75,34 dB dan SINR 17,49 dB untuk lantai 1. Kemudian pada lantai 2, terdapat kenaikan RSRP sebesar 51,25 dB dan SINR 47,82 dB. Pada lantai 3, terjadi kenaikan RSRP sebesar 52,12 dB dan SINR 31,93 dB. Sedangkan pada lantai 4, terjadi kenaikan nilai RSRP sebesar 49,17 dB dan SINR 27,05 dB. Hasil simulasi tersebut telah memenuhi nilai standar parameter RF operator Indosat Ooredoo. Dan juga memenuhi nilai standar operator secara umumnya.

Pada perhitungan *coverage planning* perencanaan jaringan *Indoor Building Coverage* didapatkan hasil sebanyak 20 antena yang dibutuhkan di gedung tersebut, dengan pembagian 4 buah antena untuk lantai 1, 5 buah antena untuk lantai 2, 7 buah antena untuk lantai 3 dan 4 buah antena untuk lantai 4. Setelah dilakukan simulasi, kualitas sinyal LTE di Gedung Hindarto Joesman untuk nilai RSRP > -90 dBm dapat memenuhi are sebesar 89,12% dan untuk nilai SINR > 3 dB sebesar 97,45%.

### Daftar Notasi

- $L_T$  = maximum allowable path loss
- $L_{FSL}$  = loss free space loss (dB)
- $M$  = banyaknya tipe dinding
- $L_{wi}$  = nilai loss material gedung (dB)
- $nf$  = jumlah lantai yang dilalui sinyal
- $L_c$  = constant loss (dB)
- $n_{wi}$  = jumlah tipe dinding  $i$  yang dilalui

$L_f$  = loss antar lantai (dB)  
b = empirical parameter (0,46)  
FMHz = frekuensi (MHz)  
 $d_{km}$  = radius (km)  
 $L_{cakupan}$  = luas cakupan antena/ sel (m<sup>2</sup>)  
D = radius antena (m)

#### Daftar Pustaka

- Alfin Himaturokhman, L. B. (n.d.). Analisa Model Propagasi Cos 231 Multi Wall pada Perancangan Jaringan Indoor Femtocell HSDPA Menggunakan Radiowave Propagation Simulator. Purwokerto: Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom.
- Benazzouz, Y. C. (2014). Sharing User IoT Devices in the Cloud. *IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT) Sharing*, 373-374.
- C. Yanyun, H. A. (2018). Coverage and Capacity Optimization for 4G LTE Networks Using Differential Evolution. *5th IEEE International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems (CCIS)*.
- Co., H. T. (2020). *LTE Radio Network Capacity Dimensioning*. Huawei.
- Hajjar Yuliana, A. C. (2018). Perencanaan dan Simulasi Indoor Building Coverage (IBC) Pada Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Radiowave Propagation Simulation (RPS). *Semnastek UMJ*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta (UMJ).
- Hajjar Yuliana, S. B. (2019). Indoor Signal Quality Improvement using Coverage Planning Method in Indoor Building Coverage Simulation. *IEEE 5th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, (pp. 1-5).
- Hajjar Yuliana, S. B. (2019). *Optimasi Jaringan Seluler XL LTE Di Area Kampus Unjani Cimahi*. Cimahi: LPPM Unjani.
- Hastuti, B. T. (2017). *Perencanaan Indoor Building Coverage (IBC) Teknologi LTE di Apartemen Grand Asia Afrika Residence*. Bandung.
- Irawaty, M. U. (2018). Optimasi Jaringan 4G LTE (Long Term Evolution) Pada Kota Balikpapan. *Jurnal Ecotype*, Vol.5, No.2.
- Lingga Wardhana, A. H. (2015). *4G Handbook Jilid 2*. nulisbuku.com.
- Muhammad Amanaf, A. W. (2019). Simulasi Perancangan Indoor Building Coverage (IBC) Pada Jaringan 4G LTE Frekuensi 850 MHz di RSUD Banyumas Menggunakan RPS 5.4. *Journal of Technology and Informatic*.
- Rachman, U. M. (2018). In Building Coverage (IBC) LTE Network Planning Analysis at Hang Nadim Airport. *ISSN E-Proceeding of Engineering*.
- Risma, H. Y. (2020). *Perencanaan Newsite Untuk Jaringan 4G Dengan Metode Coverage Area Planning Di Area Manonjaya Tasikmalaya*. Teknik Elektro, UNJANI.
- Utami, D. L. (2017). Analisis Kinerja Coverage dan Kualitas Sinyal 4G Pda operator Seluler di Kota Purbalingga. *Jurnal Media Elektrika*.
- Utami, F. K. (n.d.). *Perencanaan Femtocell 4G LTE 1800MHz Studi Kasus Gedung Baru ST3 Telkom Purwokerto*. Semarang: Universitas Diponegoro.