

## PERENCANAAN DAN ANALISIS JARINGAN LTE *INDOOR* DISTRIBUTED RADIO SYSTEM (DRS) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *LAMPSITE* DI GEDUNG ANGGREK RUMAH SAKIT HASAN SADIKIN KOTA BANDUNG

### *PLANNING AND ANALYSIS OF DISTRIBUTED RADIO SYSTEM (DRS) INDOOR LTE NETWORK USING LAMPSITE TECHNOLOGY IN ANGGREK BUILDING OF HASAN SADIKIN HOSPITAL BANDUNG CITY*

Firmansyah<sup>1</sup>, Dwi Andi Nurmantris, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Reza Damayanto, A.Md.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University

<sup>3</sup>Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Bandung

<sup>1</sup>firmansyahtektel@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>dwiandi@tass.telkomuniversity.ac.id,  
<sup>3</sup>reza.damayanto@ptnw.co.id

#### Abstrak

Berdasarkan hasil survei dan *Walktest* dengan menggunakan jaringan operator Telkomsel di Gedung Anggrek Rumah Sakit Hasan Sadikin, Kota Bandung, dihasilkan bahwa nilai parameter jaringan LTE yang diperoleh kurang baik dan berbeda dengan kualitas jaringan *Indoor* pada Gedung lainnya di wilayah area Rumah Sakit Hasan Sadikin. Hal ini juga diperkuat dengan data dari OSS operator Telkomsel yang menunjukkan bahwa tingkat trafik layanan data pada jaringan *existing* IBC dan *Outdoor* pada wilayah Rumah Sakit Hasan Sadikin cukup tinggi. Pada Gedung Anggrek ini mempunyai jumlah *potensial user* yang cukup tinggi tetapi belum terinstalasikan jaringan LTE *Indoor* pada Gedung tersebut.

Pada proyek akhir ini akan dilakukan perencanaan dan analisis jaringan LTE *Indoor* di Gedung Anggrek Rumah Sakit Hasan Sadikin, Kota Bandung. Dengan melakukan perbandingan skenario menggunakan metode *Distributed Radio System* (DRS) dan *Distributed Antenna System* (DAS) untuk dapat meningkatkan kualitas dan kapasitas jaringan LTE di Gedung tersebut. Simulasi perencanaan ini akan dilakukan menggunakan *software* *IBWave Design 7.1* dengan memperhatikan nilai parameter RSRP, SINR, dan *Datarates*.

Berdasarkan hasil simulasi perencanaan jaringan LTE *indoor* dengan teknologi *Lampsite* ini dapat mencapai nilai parameter RSRP rata-rata sebesar -79,22 dBm sampai dengan -77,49 dBm untuk setiap lantainya. Sedangkan untuk parameter SINR dapat mencapai nilai rata-rata sebesar 22,77 dB sampai dengan 24,31 dB untuk setiap lantainya. Sementara itu, untuk parameter *Datarates* maksimum mencapai sebesar 70,21 Mbps. Berdasarkan beberapa parameter hasil simulasi ini telah mencapai target standar KPI operator Telkomsel sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kapasitas layanan LTE di Gedung Rumah Sakit Hasan Sadikin, Kota Bandung.

**Kata Kunci** : *Potensial User, LTE Indoor, RSRP, SINR, Datarates.*

#### Abstract

Based on the results of the survey and *Walktest* using the Telkomsel operator network at the Orchid Building Hasan Based on the results of the survey and *Walktest* using the Telkomsel operator network at the Orchid Building Hasan Sadikin Hospital, Bandung, it was produced that the value of the LTE network parameters obtained was not good and different from the quality of *Indoor* networks in other buildings in the area of Hasan Sadikin Hospital. This is also reinforced by data from the OSS operator Telkomsel which shows that the level of data service traffic in the *existing* IBC and *Outdoor* networks in the area of Hasan Sadikin Hospital is quite high. In the Anggrek Building, the potential number of users is quite high, but it has not been installed by the LTE *Indoor* network in the building.

In this final project planning and analysis of the LTE *Indoor* network at Gedung Anggrek Rumah Sadikin, Kota Bandung. By comparing the scenarios using the *Distributed Radio System* (DRS) and *Distributed Antenna System* (DAS) methods to be able to improve the quality and capacity of the LTE network in the Building. This planning simulation will be carried out using *IBWave Design 7.1* software by taking into account the RSRP, SINR, and *Datarates*.

Based on the simulation results of the indoor LTE network planning with *Lampsite* technology, it can reach an average RSRP parameter value of -79.22 dBm to -77.49 dBm for each floor. Whereas the SINR parameter can reach an average value of 22.77 dB to 24.31 dB for each floor. Meanwhile, for the *Datarates* parameter it can reach a maximum of 70.21 Mbps. Based on several parameters the results of this simulation have reached the KPI standard target of Telkomsel operators so that it is expected to improve the quality and capacity of LTE services in Hasan Sadikin Hospital Building, Bandung City.

**Keyword** : *Potensial User, LTE Indoor, RSRP, SINR, Datarates.*

## 1. Pendahuluan

Rumah Sakit Hasan Sadikin (RSHS) merupakan Rumah Sakit Umum Provinsi yang terdiri dari beberapa gedung yang terletak di Jl. Pasteur No.38, Kota Bandung, Jawa Barat. Rumah sakit ini memiliki tingkat pengunjung serta jumlah layanan yang tinggi yang layanannya terbagi kedalam beberapa gedung. Gedung Anggrek merupakan salah satu gedung di area Rumah Sakit Hasan Sadikin yang memberikan pelayanan Rawat Jalan dan mempunyai tingkat pengunjung yang tinggi. Akan tetapi, pada gedung ini belum memiliki jaringan LTE *Indoor* sehingga mengakibatkan kualitas dan kapasitas jaringan LTE *Indoor* pada gedung ini Kurang baik. Untuk meningkatkan pelayanan pada Gedung Anggrek ini perlu dilakukannya perancangan dan instalasi jaringan LTE *Indoor* sehingga pengunjung masih dapat melakukan pertukaran informasi.

Pada penelitian sebelumnya tentang *indoor building wireless solution*, telah direncanakan jaringan seluler teknologi W-CDMA UMTS di Gedung utama pada area Rumah Sakit Hasan Sadikin dan juga pada penelitian lainnya telah dirancang transformasi jaringan LTE DAS konvensional menjadi teknologi *Lampsite* di Gedung Trans Studio Mall yang mana didapatkan hasil parameter RSL dan SIR yang disimulasikan telah memenuhi KPI dari operator Telkomsel [5]. Pada proyek akhir ini akan dilakukan perencanaan jaringan LTE *Indoor* dengan teknologi FDD (*Frekuensi Division Duplexing*) pada frekuensi 1800 MHz *Band 3* di Gedung Anggrek Rumah Sakit Hasan Sadikin, Kota Bandung. Simulasi awal perancangan akan menggunakan hasil perencanaan *Lampsite* Telkomsel LTE yang sebenarnya diimplementasikan di Gedung Anggrek Rumah Sakit Hasan Sadikin. Perbandingan skenario akan dilakukan dengan membedakan metode perancangan yang digunakan. Penggunaan perbandingan teknologi *Lampsite* dan *Passive DAS* dipilih karena kedua teknologi ini yang biasanya diimplementasikan pada kondisi sebenarnya dan juga agar dapat diketahui pengaruh masing-masing teknologi terhadap kualitas dan kapasitas jaringan LTE *Indoor* apabila diimplementasikan. Dalam perencanaan ini akan dilakukan perencanaan dengan pendekatan dari sisi *capacity* dan *coverage* untuk diketahui kebutuhan perangkat radio dan antenanya serta jaringan perencanaannya akan disimulasikan pada *software IBWave Design 7.1*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Long Term Evolution (LTE)<sup>[2]</sup>

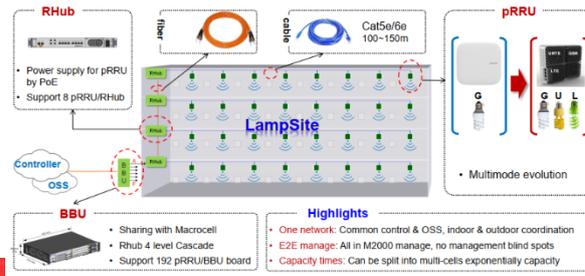
Semakin meningkatnya kebutuhan akan kecepatan dan kapasitas data untuk *mobile user* menjadikan perkembangan teknologi seluler cukup pesat. Sehingga Dibutuhkannya metode baru dan efisien untuk memanfaatkan sumber daya frekuensi yang terbatas. 3GPP merupakan badan standarisasi dunia yang mengatur tentang perkembangan LTE untuk dapat mencapai kecepatan data yang lebih tinggi dan memastikan teknologi LTE ini dapat kompatibel dengan teknologi 2G/3G. Pada teknologi LTE digunakan teknik antena MIMO yang dapat meningkatkan kecepatan dan kualitas data dengan menjadikan multi paralel links melewati *air-interface*.

### 2.2 Indoor Building Wireless Solution<sup>[6]</sup>

*Indoor Building Wireless Solution* adalah sistem yang bertujuan untuk meningkatkan jangkauan, kualitas dan kapasitas layanan seluler dan *wireless* lainnya ketika jaringan makro (sel makro) tidak mampu untuk menangani permintaan layanan jaringan yang dibutuhkan. Jangkauan dan kualitas jaringan di dalam gedung menjadi buruk dikarenakan *obstacle*, Jarak, emisifitas kaca bangunan dan adanya *loss* penetrasi yang tinggi yang disebabkan oleh struktur dan material bangunan.

### 2.3 Lampsite<sup>[13]</sup>

*Lampsite* adalah teknologi yang dikembangkan oleh Huawei untuk mengatasi solusi dalam permasalahan jaringan *Indoor*. Solusi ini mengadopsi perkembangan arsitektur BBU (*Baseband Unit*) dan RRU (*Radio Remote Unit*) yang pada dasarnya menjadikan pRRU (piko RRU) dan RHUB (RRU HUB) sebagai *platform* baru dalam solusi perkembangan jaringan *Indoor*. *Lampsite* ini merupakan solusi ideal yang cocok untuk dikembangkan pada jaringan *Indoor* yang mempunyai keunggulan lebih mudah untuk dikembangkan, memiliki performansi yang tinggi dan mempunyai kapasitas yang besar. Jaringan *Indoor Lampsite* mempunyai jaringan yang lebih sederhana. *Node* jaringan *Lampsite* menggunakan 3 perangkat utama yaitu BBU, RHUB, dan pRRU serta didistribusikan dengan kabel optik dan kabel *ethernet*. Perangkat BBU *Lampsite* dapat *sharing* dengan jaringan *macro cells* sehingga lebih efisien perangkat. Pada teknologi *Lampsite 2.0 type* perangkat yang digunakan adalah BBU3900, RHUB3908, dan pRRU 3911.



Gambar 2. 1 Arsitektur LampSite

## 2.4 Capacity Planning <sup>[10]</sup>

Perancangan dalam *capacity* berhubungan dengan kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan kepada pengguna dengan kualitas dan kapasitas yang telah ditargetkan, seperti *throughput* dan probabilitas *blocking*. *Capacity planning* terdiri atas 2 bagian, yaitu *single site dimensioning* yang berguna untuk mengetahui nilai kapasitas tiap *site* dan *network throughput dimensioning* merupakan proses melakukan *dimensioning* berdasarkan *traffic model* dan *service model*.

## 2.5 Coverage Planning <sup>[10]</sup>

Perancangan dalam hal *coverage* dibutuhkan untuk mengetahui perangkat yang dibutuhkan untuk menjangkau cakupan wilayah, dalam proses ini akan dilakukan pemilihan model propagasi yang digunakan berdasarkan kriteria area studi kasus. Tingkat keakuratan perhitungan salah satunya dipengaruhi dengan pemilihan permodelan propagasi, karena dengan model propagasi kita dapat memprediksi *signal propagation behavior*.

## 2.6 Parameter RF LTE

### 2.6.1 Reference Signal Received Power (RSRP)

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. Berikut adalah KPI parameter RSRP Operator Telkomsel,

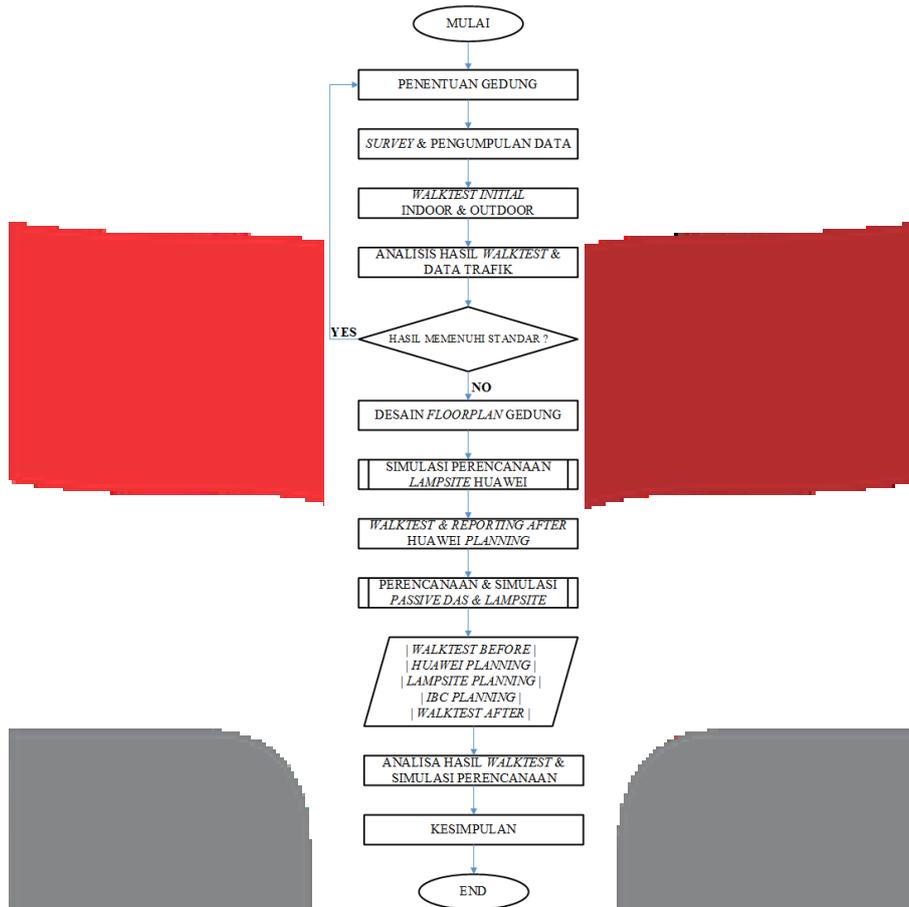
### 2.6.2 Signal to Interference Noise Ratio (SINR)

SINR adalah parameter perbandingan antara kekuatan sinyal terima dengan sinyal *noise* dan interferensi. SINR menyatakan kualitas sinyal yang diterima oleh UE dalam satuan dB. Apabila nilai interferensi dan *noise*-nya besar akan menyebabkan nilai parameter SINR-nya kecil.

## 3. Pembahasan

### 3.1 Deskripsi Proyek Akhir

Pada Proyek akhir ini akan dilakukan perencanaan dan analisis *Indoor Building Wireless Solution* dengan membandingkan teknologi *Distributed Radio Sistem* (DRS) yang akan dibandingkan dengan teknologi *Passive Distributed Antenna System* (DAS). Penggunaan kedua teknologi ini dipilih karena kedua teknologi ini memiliki masing-masing beberapa kelebihan dan kekurangan yang akan disesuaikan dengan kondisi dan situasi pada Gedung Anggrek ini. Gedung Anggrek adalah salah satu Gedung tinggi yang berada di area Rumah Sakit Hasan Sadikin yang terletak disamping Jalan Pasir Kaliki, Kota Bandung. Gedung Anggrek ini berfungsi sebagai Gedung untuk pelayanan Instalasi Rawat Jalan (IRJ) sehingga aktifitas harian di gedung ini cukup ramai. Pada perancangan jaringan *Indoor* ini akan dilakukan 2 metode pendekatan perhitungan yaitu pendekatan berdasarkan *coverage* dan *capacity*. Pendekatan perhitungan dengan menggunakan metode *coverage* berfungsi untuk memperkirakan jumlah antenna yang sebaiknya diinstalasikan dengan memperhatikan *coverage* area yang dibutuhkan, kemudian pendekatan perhitungan dengan menggunakan metode *capacity* berfungsi untuk mengetahui jumlah *cell* yang akan berkaitan dengan kapasitas perangkatnya agar dapat melayani kebutuhan *potensial user* yang diperkirakan. Tujuan dari Pengerjaan Proyek akhir ini untuk menganalisis kinerja kualitas jaringan *Indoor* di Gedung Anggrek Rumah Sakit Hasan Sadikin dan dapat memberikan solusi terhadap masalah jaringan seluler yang tersedia. Pada perencanaannya akan dianalisa perbandingan jaringan antara *passive* DAS dan *Lampsite* sehingga diketahui teknologi yang tepat untuk permasalahan jaringan seluler Gedung Anggrek.



Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Proyek Akhir

### 3.2 Kondisi Area dan Gedung Angrek RSHS

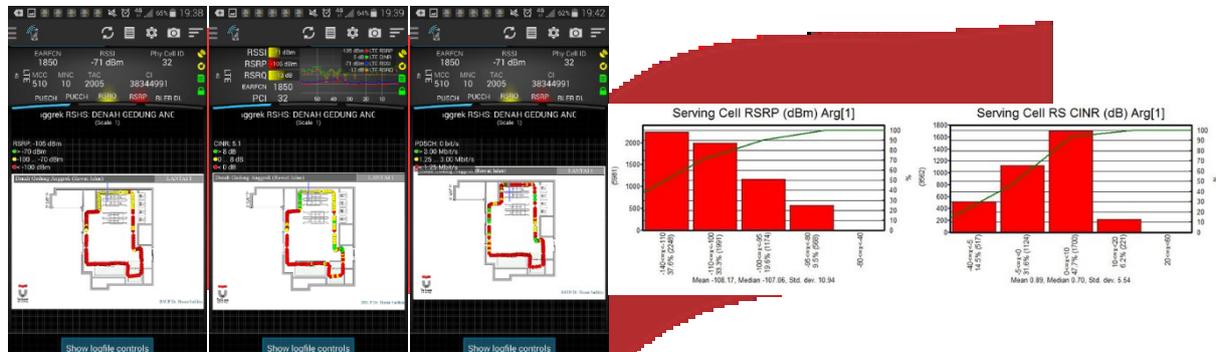
Sakit Hasan Sadikin (RSHS) merupakan Rumah Sakit yang terdiri dari beberapa gedung yang terletak di Jl. Pasteur No.38, Kota Bandung, Jawa Barat. Rumah sakit ini memiliki tingkat pengunjung serta jumlah layanan yang tinggi yang layanannya terbagi kedalam beberapa gedung. Gedung Angrek merupakan salah satu gedung di area Rumah Sakit Hasan Sadikin yang memberikan pelayanan Rawat Jalan dan mempunyai tingkat pengunjung yang tinggi. Akan tetapi, pada gedung ini belum memiliki jaringan LTE Indoor sehingga mengakibatkan kualitas dan kapasitas jaringan LTE Indoor pada gedung ini Kurang baik. Gedung Angrek ini merupakan Gedung yang berfungsi untuk pasien Rawat Jalan yang mempunyai tingkat *potensial user* yang tinggi dikarenakan tingkat pengunjung, kapasitas kursi serta antrian yang cukup banyak, rata-rata pasien pada bulan April 2019 mencapai 2615 pasien perharinya sehingga dapat diperkirakan dibutuhkan kapasitas dan kualitas jaringan Indoor yang baik agar akses informasi para pengunjung memadai.



Gambar 3.2 Kondisi Gedung Angrek RSHS

### 3.3 Identifikasi Initial Drive Test

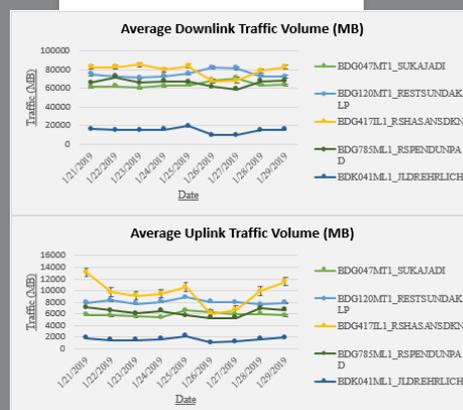
Walktest untuk mengamati kondisi Radio Frekuensi (RF) pada Gedung Anggrek ini agar diketahui dibutuhkan atau tidaknya jaringan Indoor. Pelaksanaan walktest dan drivetest operator Telkomsel ini dilakukan pada hari Kamis tanggal 02 Mei 2019 pukul 08.00 WIB sampai 13.00 di Gedung Anggrek serta area Rumah Sakit Hasan Sadikin, Kota Bandung. Kegiatan walktest dan drivetest ini menggunakan Smartphone Samsung S5 (UE kategori 5) dengan software TEMS Pocket dan software Speedtest yang mana dilakukan dengan metode dedicated mode lock band 3 dan band 40 serta dalam pengambilan samplanya dilakukan pada jam sibuk.



Gambar 3.3 Report Initial Drive Test

Berdasarkan ketiga hasil grafik report generator diatas pada software TEMS yang rangenya telah disesuaikan dengan standar KPI operator Telkomsel. Pada grafik pertama, menunjukkan parameter RSRP dan hasil rata-rata RSRPnya bernilai -108,17 dBm serta 37,6% nilainya berada dibawah -100 dBm yang tidak sesuai dengan operator Telkomsel. Kemudian, Pada grafik kedua menunjukkan parameter SINR dan didapatkan hasil rata-rata SINRnya bernilai 0,89 dB serta 47,7% nilainya berada di range 0 sampai 10 dB

### 3.4 Identifikasi Operating Support System (OSS)



Gambar 3.4 Hasil Identifikasi OSS trafik harian

Kedua Grafik diatas merupakan grafik rata-rata traffic harian yang digunakan pada sisi uplink dan downlink pada setiap cell dalam beberapa site tersebut. Tingkat maksimal penggunaan traffic downlink harian terjadi pada hari Minggu, 27 Januari 2019 yang mencapai 70.514,87 MB pada setiap cell di site BNDNG047MT dan Sedangkan untuk rata-rata traffic-downlink harian pada setiap cell dalam 1 site sebesar 61.721,47 MB. Tingkat pencapaian traffic volume ini akan berpengaruh terhadap Revenue operator Telkomsel.

Berdasarkan beberapa grafik diatas, jaringan existing Indoor di area Rumah Sakit Hasan Sadikin mempunyai tingkat penggunaan dan potensial user yang cukup tinggi. Dan juga pada beberapa site Outdoor yang mencakup Gedung Anggrek mempunyai tingkat rata-rata Traffic yang tinggi akibatnya kurang dapat maksimal untuk melayani user dalam Anggrek ini. Kondisi pengunjung pada Gedung Anggrek mempunyai potensial user yang identik dengan area Gedung lainnya sehingga Gedung Anggrek ini berpotensi untuk diintaliskannya jaringan seluler Indoor.

### 3.5 Perhitungan Capacity Planning

Perhitungan berdasarkan pendekatan *capacity planning* ini dilakukan untuk memperoleh jumlah *site (microcell)* berdasarkan jumlah pengguna yang berada di wilayah perencanaan. Hasil perhitungan berdasarkan pendekatan ini dapat ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut ini

Tabel 3. 2 Hasil Perhitungan Capacity Planning

FORECASTING USER		
PARAMETER	USER	FORMULAS
Total of Building Capacity	7313	A
Future Forecasting	7498	$B = A(1+Gf)^5$
Productive Population (73%)	5474	$C = 73\% \times B$
Operator User (59,2%)	3241	$D = 59,2\% \times C$
LTE User (67%)	2172	$E = 67\% \times D$
Total User of LTE Telkomsel	2172	F

### 3.6 Perhitungan Coverage Planning

Pada tahap ini akan dilakukan proses perencanaan coverage planning yang bertujuan untuk memperkirakan jumlah perangkat *Lampsite* yang dibutuhkan untuk dapat mencapai *coverage area* yang ditargetkan sesuai dengan kebutuhan area *usernya*. Hasil perhitungan berdasarkan pendekatan ini dapat ditunjukkan pada Tabel 3.3 berikut ini.

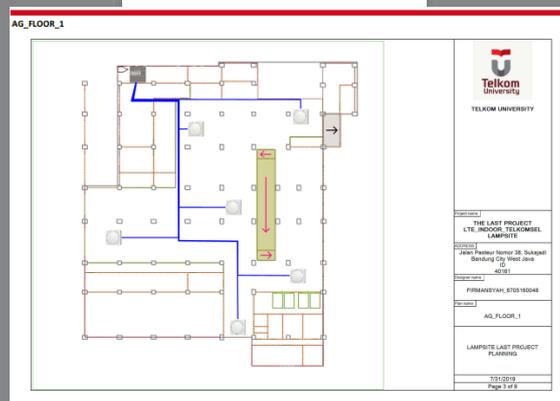
Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Coverage Planning

DOWNLINK				UPLINK			
Parameter	Value	Unity	Formulas	Parameter	Value	Unity	Fomulas
Pathloss	82.49	dB	A	Pathloss	92.18	dB	A
Frekuensi	1870	MHz	B	Frekuensi	1775	MHz	B
Pathloss Reference (1m)	37.89	dB	$C = 32.45+20x\text{Log}(B)+20x\text{Log}(1m)$	Pathloss Reference (1m)	37.43	dB	$C = 32.45+20x\text{Log}(B)+20x\text{Log}(1m)$
Pathloss Slope (Hospital)	38.1	dB	D	Pathloss Slope (Hospital)	38.1	dB	D
Coverage Radius	14.81	m	$E = 10^{(A-C)/D}$	Coverage Radius	27.35	m	$E = 10^{(A-C)/D}$

No	Lantai	Coverage Area User (m <sup>2</sup> )	Radius (m)	Inter-Antenna Distance (m)	Luas Cell (m <sup>2</sup> )	Estimation pRRU
1	Lantai 1	2900.67	14.81	20.95	569.97	6
2	Lantai 2	2508.35	14.81	20.95	569.97	5
3	Lantai 3	2415.26	14.81	20.95	569.97	5
4	Lantai 4	2415.26	14.81	20.95	569.97	5
5	Lantai 5	2422.05	14.81	20.95	569.97	5
6	Lantai 6	2422.05	14.81	20.95	569.97	5

### 3.7 Peletakan pRRU



Gambar 3.4 Peletakan pRRU Pada Lantai 1

Pada tahapan diagram *wiring* ini akan menentukan jalur *wiring* dari perencanaan yang telah dibuat yang mana dalam *wiringnya* ini harus memperhatikan kondisi gedungnya. Penentuan *wiring* ini akan berpengaruh terhadap jumlah *cost* dan keefektifan jaringan seluler *Indoor* yang dibuat. Peletakan antenna akan berpengaruh pada kualitas dan kapasitas jaringan yang telah dirancang dengan memperhatikan kondisi gedung dan beberapa parameter seperti *hostspot area*, *blankspot area* dan pintu masuk gedung.

#### 4. Analisis Simulasi dan Pengukuran Perencanaan

Pada BAB ini akan dilakukan analisis hasil simulasi perencanaan yang telah dilakukan pada BAB sebelumnya dan analisis hasil pengukuran, Simulasi yang dilakukan menggunakan *software* iBWave *Design Enterprise 7.1* dengan melakukan tiga skenario simulasi, yaitu simulasi *Lampsite* hasil Huawei *Planning*. Tujuan disimulasikannya kembali *Lampsite* Huawei *Planning* agar menjadi acuan perbandingan untuk kedua simulasi lainnya. Kedua, Simulasi *Lampsite* hasil perancangan yang telah dilakukan pada BAB sebelumnya dengan parameter frekuensi 1800 MHz *Band 3* FDD operator Telkomsel dengan *Bandwidth* 15 MHz MIMO 2x2. Ketiga, Simulasi teknologi *Passive DAS* yang telah dirancang dengan menggunakan frekuensi dan *Bandwidth* dan teknik antena yang sama dengan simulasi kedua. Semua simulasi yang dilakukan akan dibandingkan dengan hasil *walktest before* dan *walktest after* yang bertujuan untuk dapat mengetahui keakuratan hasil simulasi dan perancangan yang telah dilakukan. Semua simulasi yang dilakukan menggunakan parameter yang sama seperti penggunaan frekuensi 1800 MHz *Band 3*, *Bandwidth* sebesar 15 MHz, jumlah *user* sebanyak 2172 *user*, material dan *design* gedung, *type enviroment* untuk *hospital* serta semua menggunakan *model* propagasi *One Slope Model*.

Hasil simulasi dari ketiga skenario ini akan dibandingkan dan dianalisis dengan memperhatikan parameter RSRP, SINR, dan *datarates* berdasarkan standar KPI operator Telkomsel serta akan dibandingkan kapasitas *user* yang mampu dilayani oleh masing-masing ketiga skenario tersebut. Setiap perbandingan akan dilakukan per lantai meskipun mempunyai bentuk yang identik pada setiap lantainya. Target standar KPI operator Telkomsel yang digunakan pada simulasi dan analisa *planning Indoor Building Wireless Solution* ini, area *coveragenya* harus mencapai 90% diatas nilai *threshold* setiap parameternya. Sehingga diharapkan apabila jaringan LTE *indoor* yang telah direncanakan diimplementasikan dapat menghasilkan performansi yang baik sesuai dengan hasil perencanaanya.

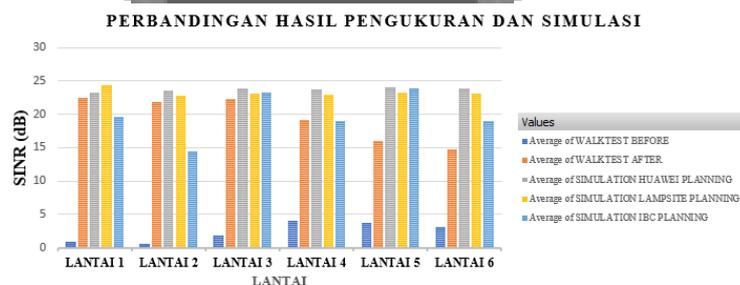
##### 4.1 Hasil Simulasi Perencanaan

Berdasarkan hasil prediksi simulasi dan pengukuran *walktest* untuk parameter RSRP, SINR, dan *Datarates* yang telah dilakukan, diperoleh hasil perbandingan yang berbeda-beda setiap lantainya. Perbandingan ketiga parameter hasil prediksi simulasi tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 4.1 s.d Gambar 4.3 berikut ini.



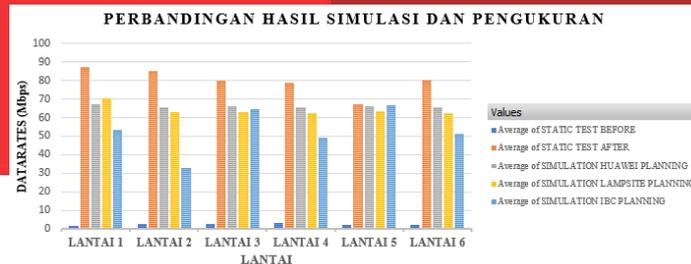
Gambar 4.1 Hasil Simulasi dan Pengukuran RSRP

Gambar 4.1 menunjukkan grafik perbandingan nilai rata-rata RSRP untuk *walktest before*, *walktest after*, Huawei *Planning*, *Lampsite Planning*, dan IBC *Planning*. Dari grafik tersebut diketahui bahwa untuk hasil simulasi mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari hasil *walktest before*. Di mana *walktest before* merupakan pengukuran yang dilakukan sebelum dilakukan perancangan *Indoor Solution*. Berdasarkan grafik diatas terjadi perbedaan antara hasil *walktest* dan simulasi dimana pada setiap lantainya pada perbandingan *walktest after* dan Huawei *Planning* cenderung hasil *walktest after* mempunyai rata-rata yang lebih baik dibandingkan dengan simulasinya dikarenakan hasil *walktest after* merupakan hasil *sample* pengukuran pada jalur pRRU sedangkan hasil simulasi ini merupakan hasil rata-rata prediksi sinyal pada *coverage area user* satu lantai. Hasil rata-rata *walktest after* cenderung lebih stabil yang termasuk dalam kategori sangat baik pada setiap lantainya dan juga hasil rata-rata simulasi *Lampsite Planning* mencapai kategori sinyal sangat baik.



Gambar 4.2 Hasil Simulasi SINR

Gambar 4.2 menunjukkan grafik perbandingan nilai rata-rata SINR untuk *walk test before*, *walk test after*, *Huawei Planning*, *Lampsite Planning*, dan *IBC Planning*. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa untuk hasil simulasi mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari hasil *walk test before*. Di mana *walk test before* merupakan pengukuran yang dilakukan sebelum dilakukan perancangan *Indoor Solution*. Berdasarkan grafik diatas terjadi perbedaan yang cukup jauh antara hasil *walktest* dan simulasi dimana pada setiap lantainya pada perbandingan *walktest after* dan *Huawei Planning* cenderung hasil *Huawei Planning* mempunyai rata-rata yang sangat baik dibandingkan dengan *walktest after*nya dikarenakan hasil simulasi ini merupakan hasil prediksi sinyal yang mana parameter Interference dan Noise yang mempengaruhi sinyal pada kondisi sebenarnya kurang terlihat. Sedangkan, pada *Walktest after* sangat dipengaruhi oleh *interference* dan *noise* yang kompleks dilapangannya. Sehingga, apabila terjadi interferensi dan noise yang tinggi akan mengakibatkan berkurangnya nilai parameter SINR yang didapatkan dan mengindikasikan turunnya kualitas sinyal yang diterima oleh UE



Gambar 4.3 Hasil Simulasi Throughput

Gambar 4.3 menunjukkan grafik perbandingan nilai rata-rata *datarates* untuk *static test before*, *static test after*, *Huawei Planning*, *IBC planning*, dan *Lampsite Planning*. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa untuk hasil simulasi mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari hasil *static test before*. Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa hasil *static test after* mempunyai *datarates* yang sangat tinggi dikarenakan diambil *sample* paling baik dari beberapa percobaan yang dilakukan.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis dari perancangan jaringan LTE indoor yang telah dilakukan dapat disimpulkan.

- Penggunaan teknologi *Lampsite* dapat mengatasi masalah *capacity issue* dan *coverage issue* sehingga dapat meningkatkan kualitas jaringan, kapasitas *user* yang dilayani serta peningkatan *datarates*. Sedangkan, Pada Perencanaan IBC dengan teknologi *Passive DAS* harus sangat dipertimbangkan *Passive DAS Loss* yang dihasilkan karena sangat berpengaruh terhadap kualitas jaringan *indoornya* sehingga dapat memaksimalkan *coverage* areanya. Perencanaan *Indoor Building Wireless Solution* dengan teknologi *Lampsite* ini sangat tepat apabila diterapkan di area Gedung yang mempunyai konsentrasi *user* dan penggunaan trafik yang tinggi seperti mall dan rumah sakit.
- Berdasarkan hasil perbandingan simulasi, teknologi *Lampsite* dapat mencapai nilai parameter RSRP rata-rata sebesar -79,22 dBm sampai dengan -77,49 dBm untuk setiap lantainya dan parameter SINR dapat mencapai nilai rata-rata sebesar 22,77 dB sampai dengan 24,31 dB untuk setiap lantainya serta parameter *Datarates* maksimum sebesar 70,21 Mbps. Sementara itu, teknologi IBC dapat mencapai nilai parameter RSRP rata-rata sebesar -72,98 dBm sampai dengan -87,54 dBm untuk setiap lantainya dan Parameter SINR dapat mencapai nilai rata-rata sebesar 19,04 dB sampai dengan 23,97 dB untuk setiap lantainya, serta parameter *Datarates* maksimumnya mencapai 66,68 Mbps.
- Hasil simulasi *Lampsite Huawei Planning* mempunyai capaian rata-rata RSRP yang lebih tinggi pada setiap lantainya dibandingkan dengan *Lampsite Planning*. Akan tetapi, *Lampsite Planning* mempunyai jumlah antena yang lebih sedikit tetapi masih dapat mencapai *coverage area* yang ditargetkan sehingga dapat mengurangi *cost* yang dibutuhkan apabila diimplementasikan. Hasil simulasi telah memenuhi parameter standar KPI operator Telkomsel dimana mencapai 90% area tiap lantai yang memiliki rata-rata RSRP diatas -95 dBm, dan 90% areanya SINR rata-rata diatas 10 dB.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan pada proyek akhir ini, sebagai berikut.

1. Pada *Software* IBWave Design memiliki beberapa model propagasi yang dapat digunakan seperti Cost-231 MWM dan Ray Tracing sehingga hal ini dapat digunakan untuk topik perancangan jaringan *indoor* LTE selanjutnya.
2. Simulasi yang dilakukan dapat menggunakan frekuensi lainnya agar diketahui pengaruh frekuensi dengan propagasi *indoor*.
3. Hasil simulasi yang telah dirancang dapat diimplementasikan sehingga diketahui perbedaan hasil simulasi perancangan dan hasil implementasinya.

## Daftar Pustaka

- [1] Aragon, Alejandro. (2017). *Indoor Wireless Communication from Theory to Implementation*. USA: John Wiley & Sons, Ltd.
- [2] Tolstrup, Morten. (2015). *Indoor Radio Planning a Practical Guide for 2G, 3G and 4G*. Third Edition. Denmark: John Wiley & Sons, Ltd.
- [3] Widhi, Panji Ryan. (2017). *4G LTE Advance for Beginner & Consultant*. Depok: Prandia Self Publishing.
- [4] Wardhana, L. Fernando, B. Hikmaturokhan, A. Mahardhika, G. Dharmanto, S. (2015). *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*. Jilid 2. Jakarta Selatan: Nulis Buku.
- [5] Rizki. Yogaswara Dama (2016). "Transformasi DAS Konvensional Indoor Building Solution di Trans Studio Mall dengan menggunakan teknologi Lampsite": Telkom University
- [6] Anritsu. (2015). *Understanding IBW Solution In-Building Wireless DAS to Small Cells*.
- [7] Heppy, Vidyatina. (2018). *Analisis Industri Telekomunikasi Indonesia untuk mendukung efisiensi*. Jakarta. Puslitbang Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggara Pos dan Informatika.KOMINFO.
- [8] Huawei. (2011). *Huawei Lampsite Solution Overview*. Huawei Technologies, Ltd.
- [9] Huawei. (2017). *Lampsite 13.1 Deployment and Commissioning v0.9*. Huawei Technologies, Ltd.
- [10] Huawei. (2010). *LTE Network Design and Dimensioning Training*. Huawei Technologies, Ltd.
- [11] Huawei. (2013). *LTE Radio Network Coverage Dimensioning*. Huawei Technologies, Ltd.
- [12] Huawei. (2011). *Long Term Evolution (LTE) Radio Access Network Planning Guide*. Huawei Technologies, Ltd.
- [13] Huawei. (2015). "AtomCell9.0 Lampsite Solution White Paper": Shenzhen. Huawei Technologies, Ltd.