

## PERENCANAAN INDOOR BUILDING SOLUTION DI WAHANA TRANS STUDIO BANDUNG

### INDOOR BUILDING SOLUTION PLANNING IN WAHANA TRANS STUDIO BANDUNG

Sandy Tanjung<sup>1</sup>, Hasanah Putri<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia

<sup>1</sup>[sandytjng@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:sandytjng@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[hasanahputri@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:hasanahputri@tass.telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Kawasan Trans Studio Bandung merupakan tempat berlibur bersama keluarga yang ramai dikunjungi. Namun terdapat laporan bahwa buruknya akses layanan seluler untuk jaringan LTE operator 3. Berdasarkan data hasil *walktest* mengelilingi kawasan Gedung Trans studio diperoleh hasil yang buruk, yaitu nilai RSRP sebesar  $\leq -110$  dBm dan SINR sebesar  $\leq 6$  dB. Berdasarkan hasil survey, hal ini dikarenakan material gedung yang tebal sehingga sinyal tidak berpenetrasi dengan baik ke dalam ruangan. Berdasarkan identifikasi data OSS menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara trafik *user* dan kapasitas sel yang berpengaruh pada kualitas dan *throughput* jaringan. Pada penelitian ini dilakukan optimasi kualitas sinyal dengan metode *Indoor Building Solution* (IBS) pada frekuensi 1800 MHz, *bandwidth* 10 MHz, dan menerapkan teknologi *lampsite* dalam meningkatkan layanan dan kapasitas pada wilayah tersebut. Simulasi perencanaan ini dilakukan menggunakan *IBwave* 6.6.4 dan model propagasi ITU-RP1238 yang merupakan standar Huawei. Parameter pengamatan pada penelitian ini yaitu RSRP, SINR, dan Data rates. Hasil perencanaan menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata RSRP yaitu sebesar  $-68.83$  dBm, dan SINR  $22.78$  dB. Sedangkan untuk Data rates, mencapai nilai  $96,8\%$  untuk nilai  $\geq 15$  Mbps dan nilai terendah adalah  $34,82$  Mbps. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan ini dapat memberikan layanan yang sangat baik untuk *user*.

**Kata kunci:** Trans Studio, LTE, RSRP, SINR, Data rate, IBWave

#### Abstract

The Trans Studio Bandung area is a place to vacation with families that are crowded with visitors. However, there are reports that poor access to cellular services for the operator's LTE network 3. Based on the data from the *walktest* around the Trans Studio Building area, bad results are obtained, namely the RSRP value of  $\leq -110$  dBm and SINR of  $\leq 6$  dB. Based on the survey results, this is due to the thick building material so that the signal does not penetrate well into the room. Based on the identification of OSS data, it shows an imbalance between user traffic and cell capacity that affects network quality and throughput. In this study, the optimization of signal quality using the Indoor Building Solution (IBS) method at a frequency of 1800 MHz, 10 MHz bandwidth, and applying *lampsite* technology to improve service and capacity in the area. This planning simulation was carried out using *IBwave* 6.6.4 and the ITU-RP1238 propagation model which is Huawei's standard. Observation parameters in this study are RSRP, SINR, and data rates. The results of the planning show an increase in the average RSRP value of  $-68.83$  dBm, and SINR  $22.78$  dB. Meanwhile, for data rates, it reached a value of  $96.8\%$  for values  $\geq 15$  Mbps and the lowest value was  $34.82$  Mbps. This shows that this plan can provide excellent service to users.

**Keywords:** Trans Studio, LTE, RSRP, SINR, Data rate, IBWave

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan tren teknologi global yang mendorong kemajuan perkembangan bidang teknologi informatika dan komunikasi, adalah adanya konvergensi industri teknologi digital, jaringan kecepatan tinggi, dan ukuran perangkat yang makin kecil. Konvergensi industri teknologi digital telah berkembang bukan hanya untuk bisnis tetapi juga hiburan. Teknologi komunikasi berkecepatan

tinggi diantaranya teknologi komunikasi seluler sangat berperan penting untuk mencapai konvergensi tersebut [1]. Trans Studio Bandung merupakan area yang sangat produktif dengan tingkat pengunjung yang sangat tinggi, dan akan meningkat signifikan di hari libur panjang ataupun akhir pekan, dimana para pengunjung yang di dominasi usia produktif yang sering mengakses internet untuk membagikan momen bahagia mereka ke berbagai platform social media, namun hal tersebut menjadi terhambat bagi user operator 3. Hal ini terjadi karena belum adanya sistem penyaluran sinyal radio ke dalam ruangan tersebut. Hal ini dibuktikan dengan hasil *walktest* didalam ruangan tersebut dimana nilai dari parameter RSRP hampir 80 % berada pada *range* sangat buruk yaitu sebesar -110 dBm hingga -140 dBm. Hal ini terjadi karena posisi Wahana Trans Studio Bandung yang berada di tengah-tengah bangunan dengan material yang tebal dan berlapis-lapis membuat sinyal yang dikirimkan oleh pemancar dari luar bangunan tidak dapat berpenetrasi dengan baik [2].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan perencanaan dan realisasi Transformasi DAS konvensional menjadi IBS menggunakan teknologi Lampsite di area Trans Studio Mall dan didapatkan peningkatan hasil Parameter SINR dan RSRP sesuai dengan operator Telkomsel [3]. Pada [3] telah dilakukan perencanaan dan realisasi IBS di Metro Indah Mall [4] dan Grand Apartement Asia Afrika Residence [5]. Pada artikel ini diperoleh peningkatan yang signifikan dengan rata-rata >70% nilai pada parameter RSRP dan SINR sebelum dan sesudah perencanaan dan realisasi IBC. Hal ini karena pada perencanaan IBC telah memperhitungkan besar kapasitas untuk *user* dan juga memperhitungkan jumlah antena yang akan dipasang untuk melayani area dalam gedung sehingga tidak ada titik *blank spot* [6]. Hal inilah yang membuat IBS menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan jaringan *indoor*. Nilai prediksi pathloss terhadap anak tangga pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz dengan hasil bahwa model propagasi ini sangat cocok digunakan pada bangunan berlantai dengan banyak anak tangga [7]. Sesuai dengan permasalahan tersebut, metode IBS menggunakan teknologi lampsite menawarkan solusi untuk memperbaiki masalah kapasitas dan area cakupan didalam area Wahana Trans Studio Bandung, dengan menggunakan model propogasi ITU-R 1238 yang telah distandarkan oleh pengembangnya yaitu Huawei Technologies CO., LTD [8]. Kemudian dengan penggunaan *lampsite* ini akan disalurkan sinyal kedalam ruangan melalui antena yang dipasang dititik-titik tertentu agar area ruangan tersebut mendapat layanan yang baik.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Indoor Building Solution

*Indoor building solution (IBS)* merupakan salah satu teknik dalam mengatasi masalah buruknya kualitas sinyal di dalam gedung. Mengapa kualitas sinyal di dalam gedung melemah?. Hal ini disebabkan karena adanya redaman yang disebabkan karena material gedung, dan besarnya demand di dalam gedung yang tidak bisa dicover oleh BTS *existing* terdekat. Ada beberapa teknik yang dapat digunakan dalam peningkatan kualitas sinyal, namun teknik-teknik tersebut memiliki kelemahan dan dampak buruk terhadap cakupan dan kapasitas eksisting. Teknik pertama yaitu tilting antenna. Jika dilakukan tilting antenna, hal ini akan menyebabkan interferensi dan tetap tidak akan mampu memperbaiki kualitas tanpa mengganggu cakupan dan kapasitas sector eksisting. Teknik kedua yaitu penambahan repeater. Penambahan repeater hanya dapat dilakukan pada satu sektor, dengan hanya memanfaatkan kapasitas sektor yang ada tanpa ada penambahan kapasitas baru, dan hal ini tidak akan memperbaiki kualitas sinyal di dalam gedung. Oleh sebab itu, IBS merupakan solusi terbaik dalam mengoptimalkan kualitas sinyal di dalam gedung, serta menambah kapasitas dan cakupan user yang ada di dalam gedung [9].

### 2.2 Lampsite

*Lampsite* adalah teknologi yang dikembangkan sebagai 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* [10] [11].

### 2.3 Model Propagasi ITU-R 1238

Model Propagasi yang digunakan adalah standar yang telah ditetapkan Huawei untuk teknologi *lampsite* yaitu ITU.R P.1238 dimana model propagasi ini memperhitungkan jarak dari antenna dan UE, serta menghitung banyaknya penghalang sebagai peredam daya, oleh karena itu penggunaan model propagasi ini harus di sesuaikan dengan karakteristik bangunan, agar nilai yang distandarkan akan lebih tepat sasaran [12].

### 2.4 Survey dan Identifikasi Gedung

Sebelum melakukan perencanaan jaringan *indoor* di Wahana Trans Studio Bandung, harus dilakukan pengumpulan data untuk mendukung proses pelaksanaan. Adapun data yang perlu diidentifikasi adalah *initial drive test* dan *walk test*, *existing site* yang berada disekita wilayah perencanaan, dan data OSS. Gambar 1 merupakan kondisi dalam gedung.



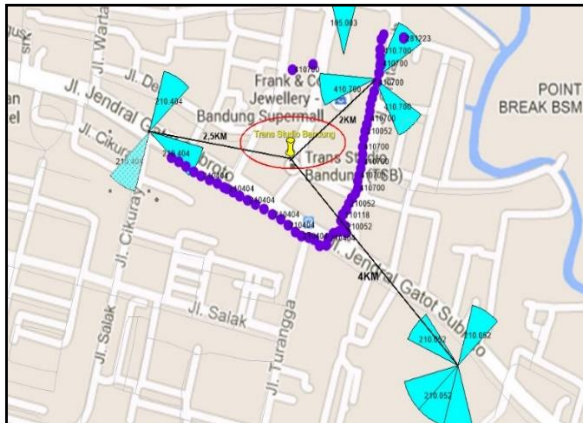
Gambar 1. Kondisi Dalam Gedung Wahana Trans Studio Bandung

Kegiatan selanjutnya adalah walktest ini dilakukan dengan menggunakan Gnet track. Pelaksanaan walktest ini dilakukan pada hari libur nasional dan merupakan high peak session dimana tingkat pengunjung sedang ramai.



Gambar 2. SINR dan RSRP Dalam Wahana Trans Studio Bandung

Berdasarkan Gambar 2, nilai rata-rata RSRP yaitu -115 dBm hingga -130 dBm yang masuk kedalam kategori sangat buruk. Dari hasil pengukuran, 80% berada pada berada di rentang kategori sangat buruk. Hal ini merupakan ambang batas untuk dilakukan optimasi operator 3 adalah sekitar 60-70% buruk dari total pengukuran. Letak *site* terdekat diperlihatkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Site Terdekat dengan TSM Bandung



Gambar 4. User Average Throughput

Setelah melakukan pengamatan dan survei area Trans Studio Bandung didapatkan hasil bahwa pada Trans Studio Mall telah terinstal jaringan *existing indoor* Operator Telkomsel di tiap lantai, di area pusat perbelanjaan dan *food court*. Namun belum terpasang jaringan *indoor* operator 3 di area Wahana Trans studio. Berdasarkan Gambar 4, pada sisi *uplink site* yang memiliki performansi yang padat adalah *site* 601165\_TSM Bandung\_MBTs yang mencapai 2,5 Kbps dan untuk sisi *downlink* nilai *throughput* tertinggi adalah 7 Kbps, yaitu pada *site* 100483\_Gatot\_Subroto\_Cibangkong\_MBTs. Kedua nilai ini sangat jauh dari batas ambang KPI (*Key Performance Indicator*) operator 3 yaitu 2 Mbps per *user*, maka dari itu jaringan *existing outdoor* sudah sangat buruk, hal ini juga dipengaruhi oleh banyaknya *user* yang dilayani suatu *site* sehingga performansinya menurun, sehingga tidak mungkin menerapkan metode sel donor sebagai langkah optimasi *indoor*.

## 2.5 Capacity Planning

Pada tahap ini dilakukan proses perhitungan terhadap kapasitas suatu *site* untuk mengetahui berapa banyak sel dan antena yang dibutuhkan untuk melayani *user* sesuai dengan *service* yang ditawarkan. *Capacity planning* ini berpengaruh pada kapasitas BBU (*Base Band Unit*). Pada tahap ini dilakukan perhitungan *network throughput*, *cell average throughput*, dan jumlah *cell*.

Total *network throughput* merupakan total *throughput* yang harus disediakan oleh jaringan untuk dapat melayani banyaknya *user* target. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung *network throughput* adalah persamaan (1).

$$\text{Network Throughput (kbps)} = \text{Total user target} \times \text{Single User Throughput} \quad (1)$$

Persamaan (2) digunakan untuk menghitung *Cell Average Throughput*.

$$\text{Cell Average Throughput (MAC)} = \sum \text{SINR Prob} \times \text{DL,UL Avg Throughput} \quad (2)$$

Selanjutnya adalah menghitung jumlah *cell* yang dibutuhkan dari sisi *capacity planning* menggunakan persamaan (3). Tabel 1 merupakan hasil perhitungan *network throughput*, *cell average throughput*, dan jumlah *cell*.

$$\text{Jumlah Cell} = \frac{\text{UL or DL Network Throughput}}{\text{UL or DL Avarage Throughput}} \quad (3)$$

Langkah pertama adalah prediksi kapasitas *user* LTE Operator 3. Estimasi ini perlu dilakukan untuk mengetahui estimasi *potential user* saat ini atau beberapa tahun kedepan. Tabel 1 menunjukkan estimasi potensial *user* di area wahana Trans Studio Bandung.

Tabel 1 *Forecasting User*

Parameter	User	Formulas
Rata-rata pengunjung 2019	198,110	A
Future Forecasting (5th)	21453	$B = A(1+GF)^5$
Productive Population (73%)	15017	$C = 73\% \times B$
Operator User (7%)	1051	$D = 7\% \times C$
LTE user (67%)	704	$E = 67\% \times D$
Total User (orang)	704	F

Setelah mengetahui total *user* operator 3 di Indoor Trans Studio Bandung, tahap selanjutnya adalah menentukan *Single user Throughput (SUT)*. Dimana SUT merupakan jumlah *throughput* dari beberapa tipe layanan untuk 1 *user*. Tabel 2 berikut merupakan parameter layanan yang di tawarkan oleh suatu Operator.

Tabel 2 *Traffic Model Parameter*

Traffic Behavior	Uplink				Downlink			
	Bearer Rate (kbps)	Session Time (s)	Session Duty ratio	BLER	Bearer Rate (kbps)	Session Time (s)	Session Duty ratio	BLER
VOIP	26,9	80	0,4	1%	26,9	80	0,4	1%
Video Phone	62,53	70	1	1%	62,53	70	1	1%
Video Conference	62,53	1800	1	1%	62,53	1800	1	1%
Real Time Gaming	31,26	1800	0,2	1%	125,06	1800	0,4	1%
Streaming Media	31,26	3600	0,05	1%	250,11	3600	0,95	1%
IMS Signalling	15,63	7	0,2	1%	15,63	7	0,2	1%
Web Browsing	62,53	1800	0,05	1%	250,11	1800	0,05	1%
File Transfer	140,69	600	1	1%	750,34	600	1	1%
Email	140,69	50	1	1%	750,34	15	1	1%
P2P File Sharing	250,11	1200	1	1%	750,34	1200	1	1%

Tabel 3 *Single User Throughput*

Traffic Model Parameter			Single User Throughput (SUT)	
Traffic Behavior	Indoor		Uplink	Downlink
	TPR	BHSA		
VoIP	100%	2,1	2465,018	2465,018
Video Phone	20%	0,5	596,877	596,877
Video Conference	20%	0,4	12278,618	12278,618
Real Time Gaming	30%	1,4	6445,244	51570,196
Streaming Media	15%	3,2	3682,996	559882,604
IMS Signalling	40%	5	59,678	59,678
Web Browsing	100%	3,8	29161,718	116642,209
File Transfer	20%	0,5	11511,000	61391,455
Email	10%	0,6	575,550	920,872
P2P File Sharing	20%	0,8	65483,345	196452,655

Setelah memperoleh nilai SUT selanjutnya dilakukan perhitungan *Network Throughput*, *cell average throughput*, dan jumlah *cell*. Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan pada tahap *capacity planning*.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Pada Tahap *Capacity Planning*

Parameter	Uplink	Downlink
<i>Network throughput (kbps)</i>	25,864	195,998
<i>Cell average throughput (Mbps)</i>	44,124	36,770
<i>Cell (cells)</i>	0,586	5,330

Dari hasil ini diketahui bahwa jumlah sel yang dibutuhkan adalah sebanyak 6 buah sel.

## 2.6 Coverage Planning

Pada tahapan ini dilakukan proses pendekatan untuk mengetahui jumlah perangkat *lampsite* berdasarkan luas wilayah perancangan agar semua area dan *user* yang ada di area tersebut dapat

$$\text{MAPL} = \text{EIRP}_{\text{subcarrier}} - \text{MSRS} - \text{PL} - \text{SF} \quad (4)$$

dilayani dengan baik. Untuk menghitung nilai MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) menggunakan persamaan (4).

MAPL = *Maximum Allowable Path Loss downlink* (dB); EIRP = *Equivalent Isotropic Radiated Power subcarrier* (dBm); MSRS = *Minimum signal reception strength* (dBm); PL = *Penetration loss* (dB); SF = *Shadow fading margin* (dB)

Propagasi yang digunakan adalah standar yang telah di tetapkan Huawei untuk teknologi *lampsite* yaitu ITU.R P.1238. Perhitungan pathloss menggunakan persamaan (5).

$$L_{total} = L(d_0) + N \log_{10} \frac{d}{d_0} + L_f(n)dB \quad (5)$$

$N$  = Koefisien hilangnya daya ;  $f$  = Frekuensi ;  $d$  = Jarak antara MS dan pRRU (m) ( $d > 1$  m)  
 $d_0$  = Jarak referensi ;  $L(d_0)$  = Pathloss  $d_0$  (dB), ( $d > 1m$ ), dengan asumsi  $L(d_0) = 20 \log_{10} f - 28$   
 ;  $f$  dalam MHz ;  $L_f$  = nilai loss lantai ;  $n$  = Jumlah lantai (jika  $L_f = 0$  maka  $n = 0$  dB)

Dalam menghitung luas cakupan antenna pada perencanaan jaringan *indoor*, skema yang digunakan adalah *omnidirectional* antenna. Untuk mencari luas cakupan *cell* menggunakan persamaan (6), dimana  $R$  adalah radius sel.

$$\text{Luas Cell} = \frac{3}{2} \pi R^2 \quad (6)$$

Setelah mendapatkan nilai luas *cell*, selanjutnya melakukan perhitungan jumlah antenna yang digunakan pada perencanaan, yaitu jumlah *site* terbanyak yang didapat dari sisi *coverage* atau *capacity planning*. Persamaan 7 digunakan untuk menghitung jumlah total antenna yang diperlukan.

$$\sum \text{Antena} = \frac{\text{Luas Area User}}{\text{Luas Cell}} \quad (7)$$

Tabel 5 merupakan hasil perhitungan *pathloss*, *radius cell*, dan jumlah antenna sesuai kebutuhan *coverage planning*.

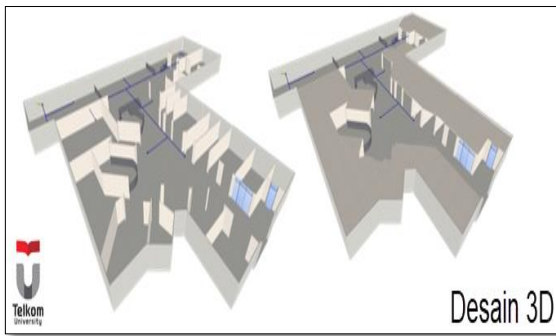
Tabel 5 Hasil Perhitungan Pada Tahap *Coverage Planning*

Parameter	Uplink	Downlink
Luas area (m <sup>2</sup> )	20000	
Jumlah lantai (lantai)	1	
Pathloss (dB)	82,49	102,98
Radius cell (m)	31,00	60,73
Luas sel (m <sup>2</sup> )	2498,6	9589,1
Jumlah antenna (buah)	9	

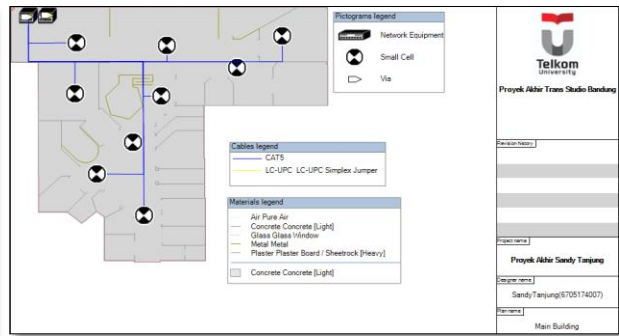
## 2.7 Desain Floorplan dan Wiring

Pada Tahapan ini dilakukan desain gedung dengan menyesuaikan seperti keadaan aslinya, faktor yang sangat penting adalah ketepatan ukuran dan material bangunan. Gambar 5 merupakan sketsa floorplan 3D gedung wahana Trans Studio Bandung. Selanjutnya dilakukan penentuan jalur kabel dan titik-titik peletakan antenna dan komponen pendukung lainnya. Pada tahapan ini dilakukan penentuan jalur kabel dan titik-titik peletakan antenna dan komponen pendukung lainnya. Tahapan *wiring* ini berdampak pada *cost* yang akan dikeluarkan untuk membangun sistem komunikasi indoor. Oleh sebab itu penjaluran kabel harusnya seefisien mungkin. Kemudian untuk titik peletakan lainnya juga sangat penting supaya berfungsi dan bekerja optimal. Oleh karena itu titik peletakannya harus tepat seperti di area yang banyak *user*nya seperti ruang tunggu dan sebagainya, supaya jaringan dapat bekerja dengan optimal. Gambar 6 adalah diagram wiring 3D.





Gambar 5. Desain Floorplan 3D Wahana



Gambar 6. Diagram Wiring 3D

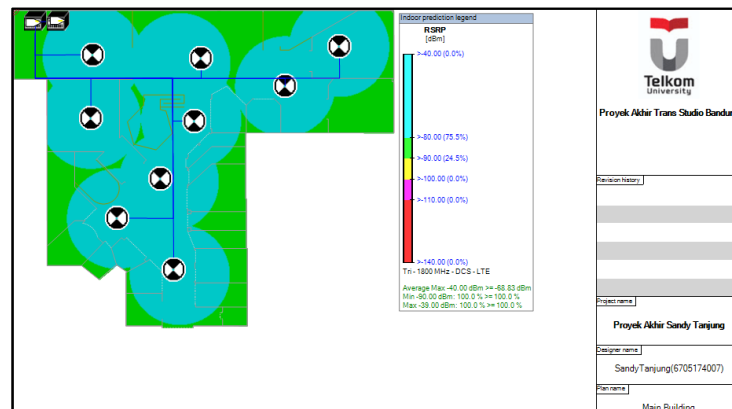
### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah menggambarkan *wiring diagram* pada tahap sebelumnya, selanjutnya adalah melihat hasil simulasi pada IBwave 6.4. Gambar 7 – 9 merupakan hasil perencanaan untuk parameter RSRP, SINR, dan Data rate. Tabel 6 merupakan resume hasil perencanaan.

Tabel 6 Hasil Perencanaan Untuk Parameter RSRP, SINR, dan Data Rate

No	Parameter	Nilai		Sebaran	Kategori
		Initial	Final		
1	RSRP (dBm)	-113	-80	75%	Excellent
2	SINR (dB)	6	13	73,40%	Excellent
3	Data Rate (Mbps )	8	15	96,80%	Excellent

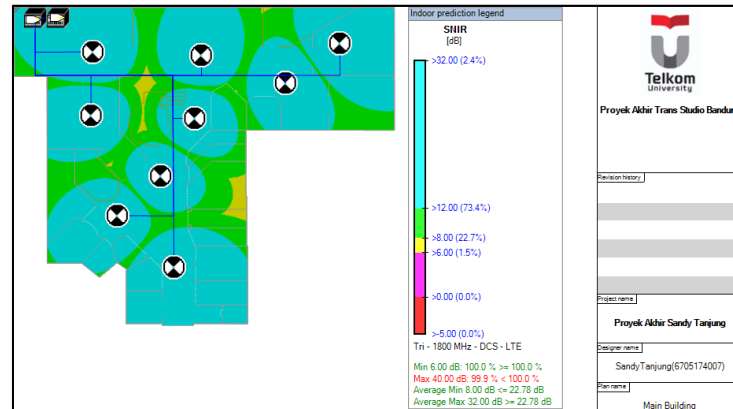
Parameter RSRP ini menyatakan besar daya yang akan diterima oleh Mobile Station (MS). Dimana besarnya daya tersebut akan dipengaruhi oleh interferensi dan banyaknya obstacle yang ada antara pemancar dan MS. Nilai terbanyak yaitu di -80 dBm sebanyak 75%, dimana pada standar parameter operator masuk dalam kategori *Good* sampai *Excellent*. Suatu kawasan dikatakan terlayani dengan baik jika 70% dari hasil ukur bernilai  $\leq -90$ dBm, hasil perancangan ini sudah memenuhi harapan. Hal ini juga dibandingkan dengan hasil walktest yang telah disebutkan pada bab sebelumnya yaitu rata-rata nilai RSRP yang dominan pada area tersebut adalah -113 sampai dengan -115 dBm. Hasil perencanaan ini telah meningkat dari sebelumnya.



Gambar 7. Hasil Parameter RSRP

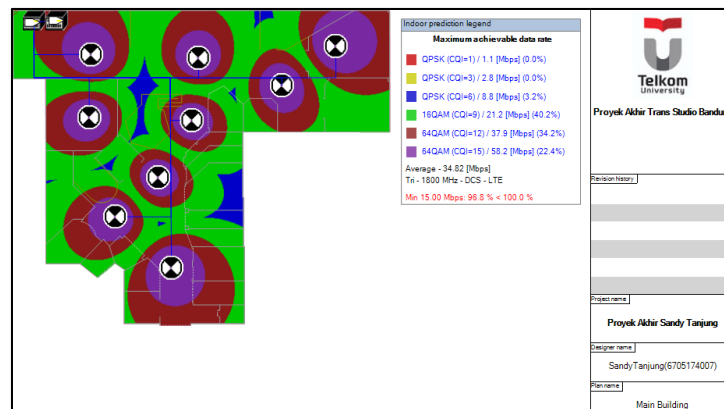


Parameter SINR menyatakan kualitas sinyal dan baik buruknya parameter ini berpengaruh pada *user experience* dan nilai parameter lain seperti *data rates* dan *throughput*. Parameter SINR sangat dipengaruhi oleh daya sinyal yang diterima yaitu RSRP. Berdasarkan hasil simulasi SINR di dapatkan hasil yang variatif dimana untuk kategori Excellent adalah  $\geq 13$ dB sebanyak 73,4% dari total keseluruhan nilai, kategori Good adalah  $\geq 8$ dB sebanyak 22,7%. Dibandingkan dengan hasil pengukuran kondisi *existing* yang telah disebutkan di bab sebelumnya nilai tertinggi yang terukur adalah hanya mencapai 6 dB, dengan adanya sistem jaringan indoor ini maka telah meningkatkan kualitas menjadi sangat baik.



Gambar 8. Hasil Parameter SINR

Parameter *data rates* menggantikan parameter *throughput* sebagai acuan utama untuk menyatakan kualitas data yang akan diterima oleh MS, hal ini dilakukan karena pada *software Ibwave* sendiri tidak menyatakan *throughput* sebagai hasil simulasi terukur, dan digantikan dengan parameter *data rates*.



Gambar 9. Hasil Parameter Data Rate

Berdasarkan hasil simulasi diatas rata hasil tertinggi berada di kecepatan 58,2 Mbps dengan teknik modulasi yang digunakan adalah 64 QAM dengan presentasi 22,4%, dan jika terjadi kondisi terburuk pun akan berada di kecepatan 8.8 Mbps dengan presentasi 3,2%. Penentuan teknik modulasi dipengaruhi oleh kondisi kanal ataupun *air interface* antara MS dan pemancar seperti jarak, kondisi geografis, cuaca, SINR dan RSRP atau wilayah dengan gedung tinggi. Kondisi ini telah di kelompokkan sesuai dengan *feedback* dari MS yang disebut *Channel Quality Indicator (CQI)* jika pada simulasi ini mendapatkan hasil 64 QAM (CQI=15) maka pada area itu menggunakan teknik modulasi 64 QAM. Berdasarkan rata-rata persentasi area hasil simulasi lampsite mencapai nilai 96,8

% untuk nilai  $\geq 15$  Mbps dan nilai terendah adalah 34,82 Mbps. Hasil perencanaan ini telah memberikan layanan yang sangat baik untuk user dan pelanggan. Setelah diketahui jumlah antena pRRU yang digunakan, panjang kabel, tata letak antena yang tepat dan *wiring* pada Trans Studio Bandung, diketahui hasil simulasi menunjukkan peningkatan signifikan pada parameter RF. Hasil simulasi ini akan dijadikan sebagai acuan dalam pembangunan jaringan *indoor* di Trans Studio Bandung.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan, pengujian dan analisa, dapat disimpulkan bahwa perencanaan IBS menggunakan teknologi *lampsite* adalah metode optimasi yang tepat diterapkan didalam bangunan dengan trafik dan aktifitas yang padat, dan memiliki karakteristik bangunan material tebal dan berada diantara gedung-gedung tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan pada *capacity* dan *coverage planning* diperoleh banyaknya antena pRRU adalah 9 antena. Hasil ini sesuai dengan identifikasi data OSS terhadap *site existing* yang mengalami *overload* penerimaan *throughput/user* pada site 601165\_TSMBandung\_MBTS. Dari hasil pengujian diketahui bahwa pembangunan IBS mampu memberikan kapasitas baru untuk pengguna dan atau pengunjung Wahana Trans Studio Bandung, tanpa dipengaruhi oleh jaringan yang ada di luar bangunan. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penerapan Carrier Aggregation untuk meningkatkan kualitas jaringan indoor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Putri, *Pengukuran dan Perencanaan Sistem Komunikasi Seluler*, 1st ed. Bandung: Graha Ilmu, 2019.
- [2] A. F. Yaser, Muhammad, Rina Pudji Astuti, "Pengaruh Posisi Penyebaran Femtocell pada Implementasi LTE Femto yang Terintegrasi dengan Jaringan GSM," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 5, no. 2, pp. 703–711, 2018.
- [3] Y. D. Rizki, "Transformasi DAS Konvensional Indoor Building Solution di Trans Studio Mall dengan Menggunakan Teknologi Lampsite," in *e-Proceeding of Applied Science*, 2016.
- [4] A. H. Sari, Elly Permata, Yuyun Siti Rohmah, "Perencanaan Indoor Building Coverage (IBC) Pada Jaringan LTE Di Metro Indah Mall Bandung," in *e-Proceeding of Applied Science*, 2013.
- [5] P. H. Tri Hastuti, Bunga, "Perencanaan Indoor Building Coverage (IBC) Teknologi LTE Di Apartemen Grand Asia Afrika Residence," in *e-Proceeding of Applied Science*, 2017.
- [6] M. A. A. Pranata, Yuanda F, Yuyun Siti Rohmah, "Perencanaan Indoor Building Coverage (IBC) Jaringan LTE di Asrama Putra Telkom University," in *e-Proceeding of Applied Science*, 2018, p. 2821.
- [7] T. A. R. Aziz, Omar Abdul, "Investigation of Path Loss Prediction in Different Multi-Floor Stairwells at 900 MHz and 1800 MHz," *Prog. Electromagn. Res. M*, vol. 39, 2014.
- [8] H. Technology, *Indoor Pico (Lamp Site) TDD-LTE Cell Radius Estimation Summary*. 2016.
- [9] A. A. Zavala, *Indoor Wireless Communication From Theory to Implementation*. John Wiley & Sons Ltd, 2017.
- [10] D. Putra, Ikha Dalinar Kurnia, *4G LTE Advanced For Beginner & Consultant*. Depok: Prandia Self Publishing, 2017.
- [11] H. Technology, *Lampsite Solution White Paper*. 2015.
- [12] M. Tolstrup, *Indoor Radio Planning a Practical Guide For 2G, 3G, and 4G Third Edition*, Third. John Wiley & Sons Ltd, 2015.