

# PERANCANGAN JARINGAN 5G INDOOR PADA MALL ROYAL PLAZA SURABAYA DENGAN FREKUENSI 2,3 GHZ

## 5G INDOOR DESIGN AT ROYAL PLAZA MALL SURABAYA WITH 2,3 GHZ FREQUENCY

Jessica Theodora<sup>1</sup>, Hamzah U. Mustakim<sup>2</sup>, Arrizky Ayu Faradila Purnama<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>jessicatheodora@student.telkomuniversity.ac.id,

<sup>2</sup>hamzahmustakim@telkomuniversity.co.id, <sup>3</sup>kyafara@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

Seiring dengan kemajuan teknologi yang pesat serta kebutuhan layanan jaringan yang semakin baik. Perkembangan teknologi jaringan 5G telah hadir di Indonesia, teknologi ini menghadirkan peningkatan kualitas jaringan. 5G New Radio (NR) merupakan standar nirkabel yang akan menjadi jaringan seluler generasi selanjutnya. [1]

Royal Plaza merupakan pusat perbelanjaan terlengkap dengan lokasi yang sangat strategis yaitu berada di tengah kota dan didirikan di atas lahan dengan seluas 4 hektar. Rata-rata jumlah pengunjung mall setiap harinya mencapai 25.000 orang serta meningkat dua kali lipat pada saat akhir pekan. [2] Ketika berada di area *Food Court* penulis sering mengalami sinyal yang buruk pada jaringan seluler yang disebabkan oleh atenuasi partisi bangunan. Penulis ingin membuat perancangan jaringan 5G Indoor pada Royal Plaza untuk menjangkau pusat perbelanjaan demi menunjang kebutuhan internet.

Pada penelitian ini penulis berfokus pada salah satu pusat perbelanjaan di Surabaya yaitu *Royal Plaza* Surabaya. Survei akan dilakukan di setiap lantai yang meliputi Lantai 1 hingga Lantai 3. Perencanaan jaringan 5G Indoor ini akan menggunakan rentang frekuensi *Middle Band* yaitu 2,3 GHz. Dengan adanya penelitian serta perancangan jaringan ini dapat bermanfaat untuk para pengunjung, pemilik *stand bazaar*, restoran, dan seluruh toko yang berada di pusat perbelanjaan tersebut.

**Kata kunci** : 5g new radio, 5G indoor, frekuensi 2,3 GHz, pusat perbelanjaan

---

### Abstract

*Along with rapid technological advances and the need for better network services. The development of 5G network technology has arrived in Indonesia, this technology provides increased network quality. 5G New Radio (NR) is a wireless standard that will become the next generation of cellular networks. [1]*

*Royal Plaza is the most complete shopping center with a very strategic location, namely in the middle of the city and was built on an area of 4 hectares. The average number of visitors to the mall every day reaches 25,000 people and doubles on weekends. [2] When in the Food Court area, the author often experiences poor signal on the cellular network which is caused by attenuation in the building partitions. The author wants to design an Indoor 5G network at Royal Plaza to reach shopping centers to support internet needs.*

*In this research the author focuses on one of the shopping centers in Surabaya, namely Royal Plaza Surabaya. Surveys will be carried out on each floor covering Floors 1 to Floor 3. The Indoor 5G network planning will use the Middle Band frequency range, namely 2.3 GHz. By conducting research and designing this network, it can be useful for visitors, bazaar stand owners, restaurants and all shops in the shopping center.*

**Keywords**: 5G new radio, 5G indoor, 2.3 GHz frequency, shopping center

---

### 1. Pendahuluan

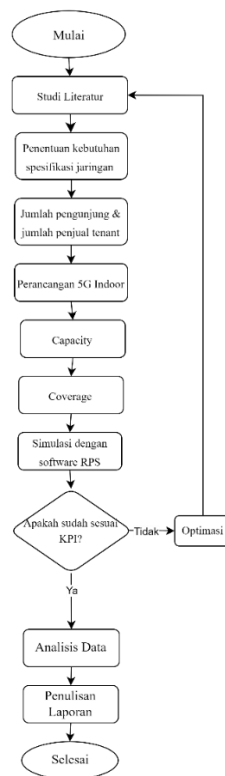
Seiring dengan kemajuan teknologi yang pesat serta kebutuhan layanan jaringan yang semakin baik. Perkembangan teknologi 5G telah hadir di Indonesia, teknologi ini menghadirkan peningkatan kualitas jaringan. 5G New Radio (NR) merupakan standar nirkabel yang akan menjadi jaringan seluler generasi selanjutnya. Pengembangan 5G NR sendiri yaitu bagian dari proses perkembangan *broadband* seluler berkelanjutan untuk memenuhi persyaratan 5G sebagaimana yang dijelaskan oleh IMT (*International Mobile Telecommunication*) pada tahun 2020, sama dengan perkembangan teknologi nirkabel 3G dan 4G. [1]

Penelitian ini berfokus pada salah satu pusat perbelanjaan di Surabaya, tepatnya di Royal Plaza Surabaya. Royal Plaza merupakan pusat perbelanjaan terlengkap dengan lokasi yang sangat strategis yaitu berada di tengah kota. Didirikan di atas lahan dengan seluas 4 hektar dan mulai dioperasikan pada 7 Oktober 2006, memiliki luas dengan lantai bersih sekitar 68.000 m<sup>2</sup>. [2] Rata-rata jumlah pengunjung *mall* setiap harinya mencapai 25.000 orang serta meningkat 2 kali lipat pada saat akhir pekan. Penulis ingin membuat perancangan jaringan *5G Indoor* pada Royal Plaza untuk menjangkau pusat perbelanjaan demi menunjang kebutuhan internet. Perencanaan di gedung ini akan menggunakan rentang frekuensi *Middle Band* yaitu 2,3 GHz.

Penelitian ini dilakukan dari Lantai 1 hingga Lantai 3, penulis merasakan di tiap lantai tersebut sering mengalami sinyal yang tidak stabil dikarenakan antenna yang disediakan dalam gedung ini cakupannya kurang meluas. Royal Plaza adalah salah satu *mall* di Surabaya yang berlokasi di Surabaya Selatan tepatnya di Jl. A Yani *Frontage* Barat No. 16-18, Kec. Wonokromo, Kota Surabaya, Jawa Timur.

Penelitian ini berfokus pada salah satu pusat perbelanjaan di Surabaya yaitu *Royal Plaza* Surabaya. Survei akan dilakukan di setiap lantai yang meliputi Lantai 1 hingga Lantai 3. Perencanaan jaringan *5G Indoor* ini akan menggunakan rentang frekuensi *Middle Band* yaitu 2,3 GHz dan parameter yang digunakan pada perancangan jaringan ini berupa *SIR*, *RSRP* dan *Throughput*. Dengan adanya penelitian serta perancangan jaringan ini dapat bermanfaat untuk para pengunjung, pemilik *stand bazaar*, restoran, dan seluruh toko yang berada di pusat perbelanjaan tersebut.

## 2. Metode Penelitian



**Gambar 1.** Flowchart Perancangan Jaringan *5G Indoor*

Pada Gambar 1 merupakan alur penelitian yang akan dilakukan untuk Perancangan *5G Indoor* pada *Mall* Royal Plaza Surabaya. Langkah pertama yaitu studi literatur yaitu mencari beberapa referensi dari paper dan jurnal serta mengumpulkan berbagai data meliputi jumlah pengunjung pada saat *weekdays* dan *weekend* sekaligus mengetahui jumlah pemilik toko dari Lantai

1 hingga Lantai 3. Selanjutnya penentuan kebutuhan spesifikasi jaringan ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan jaringan pengunjung di *Mall Royal Plaza Surabaya*.

Setelah itu Perancangan Jaringan *5G Indoor*, berdasarkan *capacity planning* yang meliputi jumlah pengunjung, jumlah pemilik *tenant* atau pengguna di area penelitian. Dengan tujuan untuk mengetahui atau memperkirakan berdasarkan kapasitas. Berdasarkan *coverage planning* yang meliputi luas bangunan di area penelitian, dengan bertujuan untuk mengetahui atau memperkirakan berdasarkan kapasitas. Lalu langkah selanjutnya perhitungan *link budget* untuk mengetahui nilai MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) dengan menggunakan parameter.

Setelah melakukan kalkulasi *capacity* dan *coverage* kemudian dilakukan simulasi menggunakan *software Radiowave Propagation Simulator (RPS)*, lalu kita cek apabila sudah sesuai dengan standart KPI yang telah ditentukan. Lalu tahapan selanjutnya melakukan analisis hasil yang sudah didapatkan dari simulasi. Apabila hasil simulasi telah memenuhi kebutuhan layanan pengguna di *Mall Royal Plaza Surabaya*, selanjutnya dilakukan penyusunan data hasil penelitian yang sudah dilakukan. Namun jika belum memenuhi kebutuhan layanan pengguna maka diperlukan optimasi agar mendapatkan hasil sesuai dengan yang ingin dicapai. Setelah seluruh langkah-langkah diatas selesai dilakukan dan dan hasil sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna, maka tahapan terakhir dilakukan pembuatan laporan akhir penelitian dengan penyusunan data serta analisis dari penelitian.

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, adapun data yang akan dikumpulkan yaitu jumlah pengunjung dan jumlah pemilik *tenant* pada Lantai 1 hingga 3 di *Mall Royal Plaza Surabaya*. Pengumpulan data tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk perhitungan *capacity* berdasarkan kapasitas jaringan yang dibutuhkan.

#### 3.2 Perhitungan *Capacity Planning*

##### A. *Capacity*

Perencanaan *capacity* digunakan untuk mengetahui estimasi jumlah pelanggan dalam satu sel yang dapat tercakup. Perencanaan ini akan menentukan jumlah eNodeB yang dibutuhkan dengan memperhatikan kualitas layanan yang diberikan kepada pelanggan. Perencanaan berdasarkan *capacity* ini dilakukan dengan mengestimasi jumlah *user* yang akan menggunakan jaringan dari hasil perencanaan, dan mengestimasi layanan apa saja yang dapat digunakan oleh *user*, serta mengestimasi kepadatan *traffic* dan *cell capacity*. [3]

##### 3.2.1 Parameter Service Model

Downlink (DL)					
Traffic Parameter	Bearer Rate (Kbps)	PPP Session Time (s)	PPP Session Duty Ratio	BLER (%)	DL Throughput/ Session (Kbps)
VoIP	12.2	80	0.4	0.1 %	869.4949495
Video Phone	500.3	70	1	0.1 %	4421.313131
Video Conference	500.3	1800	1	0.1 %	113690.9091
Real Time Gaming	512	1800	0.4	0.1 %	90952.72727
Streaming Media	700	3600	0.95	0.1 %	864016.3636
Web Browsing	454	1800	0.05	0.1 %	22737.27273
File Transfer	102.4	600	1	0.1 %	454751.5152
E-mail	200.3	15	1	0.1 %	11368.78788
P2P File Sharing	500	1200	1	0.1 %	909503.0303

**Tabel 1.** Model Layanan *Traffic Indoor Downlink*

Terdapat beberapa data layanan internet yang diakses oleh para pengunjung Royal Plaza Mall Surabaya seperti *VoIP, streaming video, game, browsing, file transfer*, dan lain-lain. Menghitung *throughput* tiap layanan 5G dengan menggunakan persamaan : [4]

$$Throughput = \text{Bearer rate} \times \text{session duty ratio} \times \left( \frac{1}{1-BLER} \right) \quad (2.1)$$

Menghitung *Single User Throughput* untuk mengetahui setiap pengguna yang terkoneksi dengan jaringan *throughput*. Dengan menggunakan persamaan : [4]

*Single User Throughput* =

$$\frac{[\sum (\text{Throughput Session}) \times \text{BHSA} \times \text{Penetration Ratio} \times (1+\text{Peak To Average Ratio})]}{3600} \quad (2.2)$$

Selanjutnya menghitung *Network Throughput* untuk mengetahui jumlah total *throughput* untuk semua pengguna. Dengan menggunakan persamaan : [4]

$$\begin{aligned} \text{DL Network Throughput} &= \text{Total user number} \times \text{DL single user throughput} \quad (2.3) \\ &= 55.000 \times 229119.583 \\ &= \mathbf{12601577.06 \text{ Kbps}} \end{aligned}$$

Setelah itu dilakukan perhitungan jumlah *site* berdasarkan *capacity*, untuk mengetahui jumlah *site* yang diperlukan untuk perancangan jaringan *5G Indoor* dengan menggunakan persamaan : [4]

$$\text{Number of Site} = \frac{\text{Network Throughput}}{\text{Site Capacity}}$$

$$\text{Number of Site} = \frac{12601577.06}{3481.5}$$

Jumlah *site* yang diperoleh untuk setiap lantai adalah 3 *site*.

Lalu dilakukan perhitungan *Downlink Cell Capacity* untuk mengetahui kapasitas maksimum dari suatu sel. Perhitungannya didapat dengan persamaan : [4]

$$\text{DL Cell Capacity} + \text{CRC} = (168-36-12) \times (\text{Code bits}) \times (\text{Code Rate}) \times \text{Nrb} \times C \times 1000$$

$$= (168 - 36 - 12) \times (2) \times (0,3) \times 100 \times 12 \times 1000$$

$$= 120 \times 2 \times 0,3 \times 100 \times 12 \times 1000$$

$$= \mathbf{86.400.000 \text{ bit/detik}}$$

#### **Total Site Calculation**

**Tabel 1.2 Total Site Calculation**

<b>Urban</b>	<b>Downlink (DL)</b>
Area Wide	255.000
Users	55.000
Network Throughput (Mbps)	12601577.06
Cell Average Throughput (Mbps)	15.92
Site Capacity (Mbps)	3481.5
Numbers of Site	12
Numbers of Users	229119.583
Cell Coverage (km <sup>2</sup> )	5.187681985
Cell Radius (km)	59.197

### 3.2.2 Perhitungan Coverage Planning

Perencanaan *coverage* merupakan perencanaan jumlah *site* yang akan dibangun pada suatu wilayah untuk menyediakan jaringan seluler. Dalam perancangan jaringan 5G NR *Indoor* di *Mall Royal Plaza Surabaya* menggunakan propagasi model *Cost 231 Indoor Multiwall* (IMW). Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus : [5]

$FSL = 32.5 + 20 \log f + 20 \log d$  (2.6) dan persamaan (2.9) untuk kondisi ruangan yang terdapat penghalang, misal ada dinding antara *transmitter* dan *receiver*. Untuk menentukan luas *area coverage* dari *small cell* digunakan persamaan :

$$Coverage = 2.6 \times d^2 \quad (2.7)$$

Sehingga untuk mengetahui jumlah *small cell* di dalam area gedung menggunakan persamaan :

$$\sum \text{Small Cells} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Coverage}} \quad (2.8)$$

- Perhitungan Lantai 1

**Tabel 1.3** Tabel *Obstacle* Lantai 1 dan Total Loss

Jenis <i>Obstacle</i>	dB	Jumlah	Total (dB)
Kaca	0.8	9	7.2
Dinding	10	12	120
<b>Total redaman</b>			<b>127.2</b>

$$L_{pi} = FSL + 20 \log d + \left( K_w L_w + K_f \left[ \begin{matrix} K_f + 2 & -0,46 \\ K_f - 1 & \end{matrix} \right] L_f \right)$$

$$d = 10^{30,15} = 1.41253754 \times 10^{30} \text{ m}$$

- Perhitungan Lantai 2

**Tabel 1.4** Tabel *Obstacle* Lantai 2 dan Total Loss

Jenis <i>Obstacle</i>	dB	Jumlah	Total (dB)
Kaca	0.8	3	2.4
Dinding	10	10	100
<b>Total redaman</b>			<b>102.4</b>

$$L_{pi} = FSL + 20 \log d + \left( K_w L_w + K_f \left[ \begin{matrix} K_f + 2 & -0,46 \\ K_f - 1 & \end{matrix} \right] L_f \right)$$

$$d = 10^{21,3} = 1.99526231 \times 10^{21} \text{ m}$$

- Perhitungan Lantai 3

**Tabel 1.5** Tabel *Obstacle* Lantai 3 dan Total Loss

Jenis <i>Obstacle</i>	dB	Jumlah	Total (dB)
Kaca	0.8	5	4.0
Dinding	10	12	120
<b>Total redaman</b>			<b>124.0</b>

$$L_{pi} = FSL + 20 \log d + \left( K_w L_w + K_f \left[ \begin{matrix} K_f + 2 & -0,46 \\ K_f - 1 & \end{matrix} \right] L_f \right)$$

$$d = 10^{26,40} = 2.51188643 \times 10^{26} \text{ m}$$

#### Perhitungan Luas Area

##### Lantai 1

$$Coverage = 2,6 \times d^2$$

$$Coverage = 2,6 \times 1.41253754^2$$

$$Coverage = 5.187681985 \text{ km}^2$$

##### Lantai 2

$$Coverage = 2,6 \times d^2$$

$$Coverage = 2,6 \times 1.99526231^2$$

$$Coverage = 10.35078638 \text{ km}^2$$

### Lantai 3

$$\text{Coverage} = 2,6 \times d^2$$

$$\text{Coverage} = 2,6 \times 2.51188643^2$$

$$\text{Coverage} = \mathbf{16.40489094 \text{ km}^2}$$

### Perhitungan Small Cells

- Lantai 1

$$\begin{aligned} \sum \text{Small Cells} &= \frac{76.000 \text{ m}^2}{5.187681985} \\ &= \mathbf{14 \text{ sel}} \end{aligned}$$

- Lantai 2

$$\begin{aligned} \sum \text{Small Cells} &= \frac{84.000 \text{ m}^2}{5.187681985} \\ &= \mathbf{8 \text{ sel}} \end{aligned}$$

- Lantai 3

$$\begin{aligned} \sum \text{Small Cells} &= \frac{95.000 \text{ m}^2}{16.40489094} \\ &= \mathbf{5 \text{ sel}} \end{aligned}$$

### Perhitungan *Number of Site*

- Lantai 1

$$\text{Number of Site} = \frac{\text{Total Large of Area}}{\text{Site Coverage Area}}$$

$$\text{Number of Site} = \frac{76.000 \text{ m}^2}{1.41253754 \text{ m}}$$

Jumlah *site* yang diperoleh dari perhitungan *coverage* untuk lantai 1 adalah 5 *site*.

- Lantai 2

$$\text{Number of Site} = \frac{\text{Total Large of Area}}{\text{Site Coverage Area}}$$

$$\text{Number of Site} = \frac{84.000 \text{ m}^2}{1.99526231 \text{ m}}$$

Jumlah *site* yang diperoleh dari perhitungan *coverage* untuk lantai 2 adalah 4 *site*.

- Lantai 3

$$\text{Number of Site} = \frac{\text{Total Large of Area}}{\text{Site Coverage Area}}$$

$$\text{Number of Site} = \frac{95.000 \text{ m}^2}{2.51188643 \text{ m}}$$

Jumlah *site* yang diperoleh dari perhitungan *coverage* untuk lantai 3 adalah 3 *site*.

### 2.6.1 Link Budget

*Link budget* merupakan total penghitungan *gain* dan *loss* pada sebuah sistem untuk mengetahui *Received Signal Level* (RSL) yang diterima pada penerima *User Equipment* (UE). Pada sistem komunikasi bergerak, perhitungan *link budget* dilakukan dari InH ke *user* yang disebut arah *downlink*. [6]

### 2.7 Propagasi Model COST 231 Indoor Multiwall (IMW)

*COST 231 Indoor Multiwall* (IMW) merupakan perhitungan simulasi yang seluruh dinding pada setiap bidang vertikal, antara *transmitter* dengan *receiver* akan dipertimbangkan. Sedangkan pada masing-masing dinding dengan properti beserta materialnya juga diperhitungkan. [6] Rumus *COST 231 Indoor Multiwall* (IMW) dirumuskan sebagai :

$$L_{pi} = FSL + 20 \log d + \sum_{i=1}^M k_{wi} L_{wi} k_f \left[ \left( \frac{k_f + 2}{k_f - 1} \right) - 0.46 \right] L_f \quad (2.5)$$

Pada perancangan *5G Indoor* ini menggunakan propagasi model yaitu *COST 231 Indoor Multi-wall* (IMW) pada lantai di gedung Royal Plaza Surabaya. Pembahasan meliputi kondisi area gedung dan pengumpulan data jumlah pengunjung pusat perbelanjaan serta jumlah toko pada lantai 1 hingga lantai 3. Di dalam area gedung, penulis melakukan simulasi menggunakan *software Radiowave Propagation Simulator* (RPS).

### 2.8 Analisis Hasil Simulasi Skenario 1

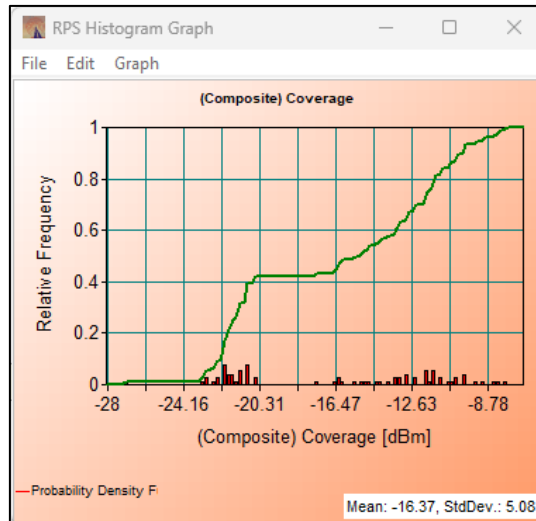
Simulasi perencanaan dilakukan dengan menggunakan *software* RPS yang bertujuan untuk mengetahui performansi hasil perencanaan dari parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), simulasi dilakukan dengan cara memasang sejumlah antenna sesuai hasil perhitungan *coverage planning*. Setelah itu mengaktifkan antenna serta melihat performansi jaringan di keseluruhan area. Parameter RSRP merupakan hasil kalkulasi daya sinyal dari setiap sel pada setiap area yang digunakan sebagai acuan penentu *-serving cell user*. [7]

Berdasarkan hasil perhitungan *coverage* yang berlokasi di Mall Royal Plaza Surabaya dengan total keseluruhan luas 255.000 m<sup>2</sup> dan diperoleh sejumlah 5 *site* untuk Lantai 1, 4 *site* untuk Lantai 2, serta 3 *site* untuk Lantai 3. Total keseluruhan sebanyak 12 *site*. Perencanaan *coverage* ini menggunakan propagasi model *COST 231 Indoor Multiwall* (IMW) dan parameter yang digunakan sesuai dengan 3GPP.

Tabel 1.6 Hasil Simulasi RSRP dan SIR Skenario 1

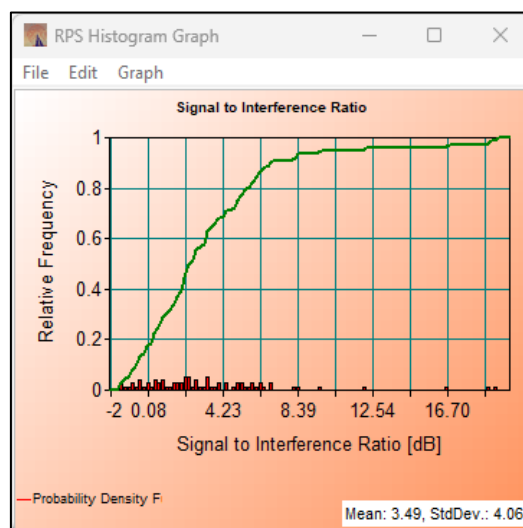
Skenario 1 (RSL)	RSL (dBm)	SIR (dB)
Lantai 1	42,13	24,44
Lantai 2	35,86	34,33
Lantai 3	26,42	12,34
Nilai Rata-rata	34,80	23,70

Simulasi pada skenario 1: lantai 2 dengan menggunakan 4 antenna serta penempatan antenna diletakkan secara tersebar di tengah dan di sudut area pada masing-masing dinding lantai. Hasil simulasinya dapat dilihat pada Gambar 1.2



**Gambar 1.2** Histogram *Coverage Plot* Lantai 2

Pada simulasi skenario 1: lantai 2, dapat terlihat pada grafik diatas yang menunjukkan hasil relatif frekuensi terhadap beberapa kemunculan berdasarkan *coverage*. Penempatan antenanya diletakkan di tengah dan di sudut area. Dari gambar tersebut dapat dianalisis bahwa pengguna menerima level daya sinyal dengan nilai rata-rata sebesar 16.37 dB sebanyak 61,17% dari total keseluruhan 100% yang dimana termasuk ke dalam kategori sangat baik. [8] Berdasarkan nilai rata-rata yang dihasilkan kita dapat menganalisis bahwa Lantai 2 mendapatkan kualitas daya sinyal sangat baik yang ditandai dengan sinyal dapat mencakup seluruh area.

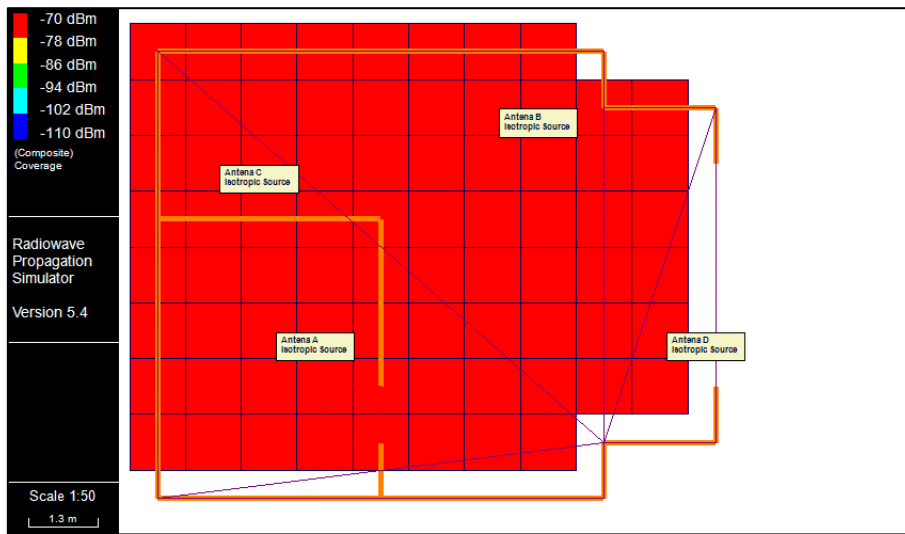


**Gambar 1.3** Histogram *SIR* Lantai 2



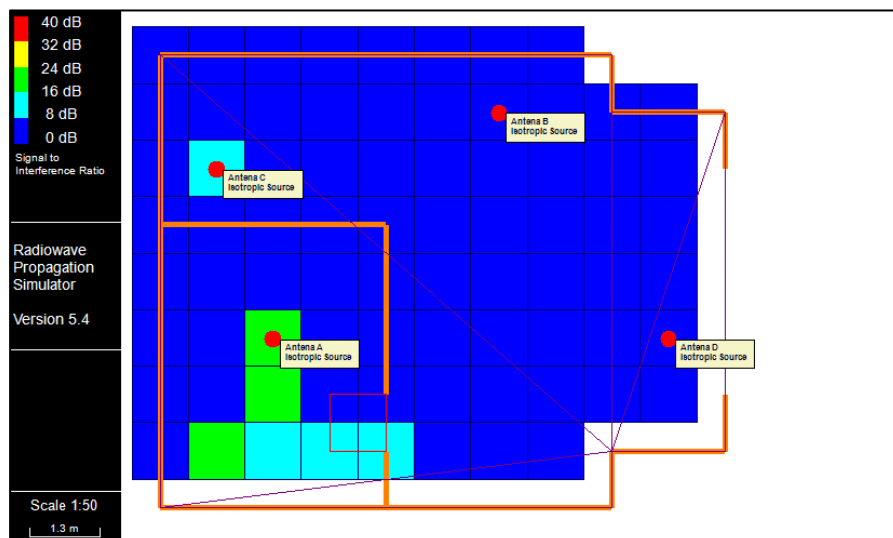
Pada skenario 1: lantai 2, terlihat pada gambar diatas yang menunjukkan hasil relatif frekuensi terhadap nilai SIR. Dapat dilihat dari grafik simulasi yang dihasilkan bahwa sebanyak 18,45% pengguna mendapatkan SIR sebesar 3.49 dB yang tergolong dalam kategori normal. [8] Berdasarkan hasil simulasi yang didapatkan pada simulasi skenario 1 dikategorikan sebagai SIR yang normal. [8] Hal ini didasari oleh penempatan *picocell* yang sesuai atau dapat diartikan bahwa *picocell* satu dengan yang lainnya dapat memancarkan sinyal dengan baik diantara *picocell* lainnya yang ditempatkan di seluruh area. Sehingga nilai SIR yang dihasilkan pun relatif normal.

- **Simulasi Parameter RSRP Skenario 1: Lantai 2**



**Gambar 1.4** Hasil Simulasi *Coverage Plot* Lantai 2

- **Simulasi Parameter SIR Skenario 1: Lantai 2**



**Gambar 1.5** Hasil Simulasi *SIR* Lantai 2

## 2.9 Analisis KPI (Key Performance Indicator)

Setelah menyelesaikan simulasi dengan skenario 1 dan skenario 2, maka diperoleh hasil berdasarkan parameter RSRP dan SIR. Setiap rata-rata nilainya dapat dilihat pada tabel dibawah berikut. Apabila ingin meninjau dari hasil simulasi dengan menggunakan acuan KPI untuk parameter RSRP dan SIR berdasarkan skenario 1 yaitu sebesar perencanaan jaringan 5G NR di Mall Royal Plaza Surabaya telah memenuhi persyaratan KPI operator acuan dan layak diaplikasikan. Namun jika dilihat dari rata-rata nilai RSRP dan SIR, skenario 1 memiliki nilai simulasi yang lebih baik dan seperti yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 1.7** Persentase KPI RSRP Skenario 1

Nilai (dBm)	Kategori	Persentase (%)
(-20) s/d (-45)	Sangat Baik	37,05
(-46) s/d (-65)	Normal	50,20
(-66) s/d (-85)	Kurang Baik	17,65
(<-90)	Buruk	-
<b>TOTAL</b>		<b>104,9</b>

Terlihat pada tabel 1.7 hasil persentase *Key Performance Indicator* (KPI) RSRP Skenario 1 menunjukkan bahwa sebanyak 37,05% pengguna mendapatkan nilai RSRP yang tergolong dalam kategori sangat baik, sebanyak 50,20% pengguna mendapatkan nilai RSRP yang tergolong dalam kategori normal, dan sebanyak 17,65% pengguna mendapatkan nilai RSRP yang tergolong dalam kategori kurang baik.

**Tabel 1.8** Persentase KPI SIR Skenario 1

Nilai (dBm)	Kategori	Persentase (%)
(>20)	Sangat Baik	3,91
(20) s/d (10)	Normal	42,91
(10) s/d (5)	Kurang Baik	38,66
(<5)	Buruk	39,08
<b>TOTAL</b>		<b>124,56</b>

Pada tabel diatas merupakan hasil persentase *Key Performance Indicator* (KPI) SIR Skenario 1 yang menunjukkan sebanyak 3,91% pengguna mendapatkan nilai SIR yang tergolong dalam kategori sangat baik, sebanyak 42,91% pengguna mendapatkan nilai SIR yang tergolong dalam kategori normal, sebanyak 38,66% pengguna mendapatkan nilai SIR yang tergolong dalam kategori kurang baik, dan sebanyak 39,08% pengguna mendapatkan nilai SIR yang tergolong dalam kategori buruk.

**Tabel 1.9** Persentase KPI RSRP Skenario 2

Nilai (dBm)	Kategori	Persentase (%)
(-20) s/d (-45)	Sangat Baik	17,65
(-46) s/d (-65)	Normal	63,73
(-66) s/d (-85)	Kurang Baik	18,63
(<-90)	Buruk	-
<b>TOTAL</b>		<b>100,01</b>

Berdasarkan data grafik histogram Skenario 2 maka dapat dihitung persentase RSRP dan SIR untuk menentukan apakah termasuk dalam kategori : Sangat Baik, Normal, Kurang Baik, Buruk yang sesuai dengan KPI. Terlihat pada tabel diatas, hasil persentase *Key Performance Indicator* (KPI) RSRP Skenario 2 menunjukkan bahwa sebanyak 17,65% pengguna mendapatkan nilai RSRP yang tergolong dalam kategori sangat baik, sebanyak 21,57% pengguna mendapatkan nilai RSRP yang tergolong dalam kategori normal, dan sebanyak 18,63% pengguna mendapatkan nilai RSRP yang tergolong dalam kategori kurang baik.

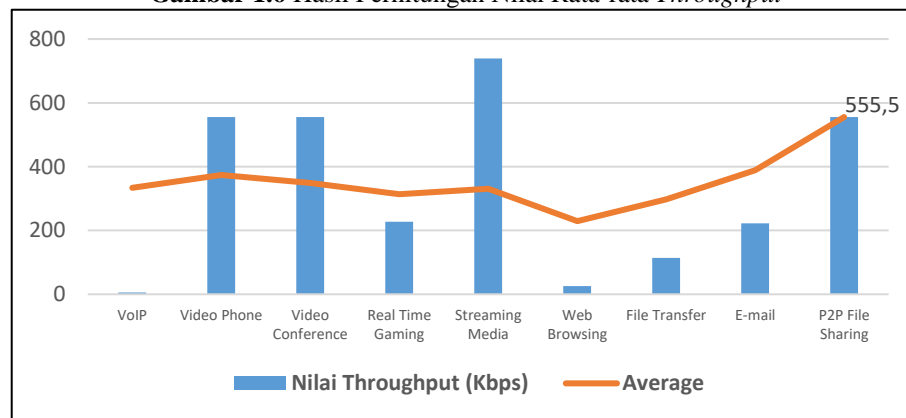
**Tabel 1.10** Persentase KPI SIR Skenario 2

Nilai (dBm)	Kategori	Persentase (%)
(>20)	Sangat Baik	-
(20) s/d (10)	Normal	12,74
(10) s/d (5)	Kurang Baik	49,01
(<5)	Buruk	37,92
<b>TOTAL</b>		<b>99,67</b>

Pada tabel 1.10 merupakan hasil persentase *Key Performance Indicator* (KPI) SIR Skenario 2 yang menunjukkan sebanyak 12,74% pengguna mendapatkan nilai SIR yang tergolong dalam kategori normal, sebanyak 49,01% pengguna mendapatkan nilai SIR yang tergolong dalam kategori kurang baik, dan sebanyak 37,92% pengguna mendapatkan nilai SIR yang tergolong dalam kategori buruk.

## 2.10 Analisis *Throughput*

**Gambar 1.6** Hasil Perhitungan Nilai Rata-rata *Throughput*



Setelah menghitung rata-rata nilai *throughput* didapatkan hasil data seperti gambar diatas. Dapat dilihat pada grafik tabel hasil perhitungan *throughput* yang meliputi perhitungan *VoIP*, *Video Phone*, *Video Conference*, *Real Time Gaming*, *Streaming Media*, *Web Browsing*, *File Transfer*, *E-mail*, dan *P2P File Sharing* didapatkan nilai rata-rata sebesar 555,5 Kbps dan dari hasil tersebut dapat dianalisis bahwa nilai rata-rata tersebut sudah memenuhi standar *throughput* dengan kategori yang sangat baik menurut parameter indikatornya.

## 4. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian sekaligus perancangan jaringan *5G Indoor* di *Mall Royal Plaza Surabaya* dengan frekuensi 2,3 GHz. Maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada penelitian ini menggunakan 2 skenario dalam simulasinya. Skenario 1 berdasarkan jumlah antena hasil perhitungan *coverage*, sedangkan skenario 2 berdasarkan jumlah antena hasil perhitungan *capacity*. Penempatan antena-antena tersebut diletakkan tersebar di setiap area dinding lantai.
2. Hasil perhitungan *coverage* skenario 1 didapatkan jumlah antena sebanyak 5 *site* untuk Lantai 1, 4 *site* untuk Lantai 2, dan 3 *site* untuk Lantai 3. Sedangkan untuk hasil perhitungan *capacity* skenario 2 didapatkan jumlah antena sebanyak 3 *site* untuk setiap lantainya.
3. Berdasarkan hasil simulasi *coverage* skenario 1 didapat jumlah antena yang diperlukan adalah sebanyak 12 *site*. Setelah disimulasikan dengan *software* RPS, didapatkan nilai rata-rata RSL sebesar -34,80 dBm dan nilai rata-rata SIR sebesar 23,70 dB yang dimana hasil simulasi tersebut menunjukkan hasil dalam kategori sangat baik.
4. Berdasarkan hasil perhitungan *capacity* skenario 2 didapat jumlah antena yang diperlukan adalah sebanyak 9 *site*. Setelah disimulasikan dengan *software* RPS, didapatkan nilai rata-rata

RSL sebesar -28,63 dBm dan nilai rata-rata SIR sebesar 18,97 dB yang dimana hasil simulasi tersebut menunjukkan hasil dalam kategori normal.

5. Nilai rata-rata parameter RSL berdasarkan hasil simulasi skenario 1 adalah sebesar -34,80 dBm dan untuk skenario 2 sebesar -28,63 dBm. Hasil tersebut sudah sesuai dengan standar 3GPP dan didapatkan nilai rata-rata RSL -99,02 dBm dari perhitungan teori.

6. Dari hasil simulasi yang sudah dilakukan yaitu berdasarkan hasil nilai parameter RSRP dan SIR, skenario 1 dipilih menjadi skenario yang paling baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna di Lantai 1, 2 dan 3 Mall Royal Plaza Surabaya.

7. Perancangan jaringan *5G Indoor* pada penelitian ini dilakukan pada bangunan tengah lantai yang meliputi Lantai 1, 2, dan 3. Karena pada gedung bagian tersebut seringkali mengalami *poor signal* yang disebabkan oleh kepadatan pengunjung.

8. Parameter yang digunakan pada perancangan jaringan *5G Indoor* ini adalah RSRP, SIR, dan *Throughput*.

#### Daftar Pustaka

- [1] Admin. "Mengenal 5G NR (New Radio). (2020, 11 Agustus). Diakses 12 April 2023, dari <https://www.5g-indonesia.com/2020/08/mengenal-5g-nr-new-radio.html>
- [2] Admin. "Royal Plaza Surabaya". (2023, 12 April). Diakses 12 April 2023, dari <https://www.pakuwonjati.com/id/properties/28/royal-plaza>
- [3] Hikmaturokhman, A., Pamungkas, W. & Berlianti, L. (2015). Analisa model propagasi *cost 231 multiwall* pada perancangan jaringan *indoor femtocell* HSDPA menggunakan *radiowave propagation simulator*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.
- [4] Nugraha, TA (2017). Perencanaan dan Simulasi Jaringan *Small Cell Indoor* Hotspots Studi Kasus di Gedung Vokasi Universitas Telkom. *Semesta Teknik, Jurnal Repository UMY*.
- [5] Adityawarman, F, Fahmi, A, & Usman, K (2018). Analisis Perencanaan Jaringan *LTE Picocell* Di Stadion Utama Gelora Bung Karno. *TEKTRIKA-Jurnal*.
- [6] Nugraha, TA, & Hikmaturokhman, A (2017). Simulasi penggunaan frekuensi *milimeter wave* untuk akses komunikasi jaringan *5G Indoor*. *Jurnal Infotel*.
- [7] Nugraha, TA (2017). Perencanaan dan Simulasi Jaringan *Small Cell Indoor* Hotspots Studi *Repository UMY*.
- [8] Amanaf, MA, Wahyudin, A, & Surapanca, YG (2019). Simulasi Perancangan *Indoor Building Coverage (IBC)* Pada Jaringan 4G LTE Frekuensi 850 Mhz dan 2300 Mhz Di RSUD Banyumas Menggunakan RPS 5.4. *Journal of Technology*.