

# ANALISA PERENCANAAN COVERAGE AREA 4G LTE UNTUK LAYANAN DATA DI GEDUNG ELIZABETH RUMAH SAKIT BORROMEUS

## ANALYSIS COVERAGE PLANNING AREA 4G LTE FOR DATA SERVICES IN THE ELIZABETH BUILDING BORROMEUS HOSPITAL

Aldi Ahmad Sopian<sup>1</sup>, Uke Kurniawan Usman<sup>2</sup>, Hasanah Putri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
aldi.ahmads@gmail.com, - usman.uke@gmail.com, - hasanahputri@tass.telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Telekomunikasi saat ini menjadi suatu kebutuhan pokok yang tidak akan lepas dari masyarakat, terutama di tempat – tempat seperti Rumah Sakit Santo Borromeus. Rumah sakit merupakan tempat penyedia layanan kesehatan, karena itu perlu kualitas layanan komunikasi sangat tinggi. Kondisi tembok tiap gedung yang cukup tebal dan banyaknya gedung yang menghalangi pada rumah sakit santo borromeus. Ditambah dengan para pasien, pengunjung, perawat, dokter dan pekerja di Rumah Sakit Borromeus menyebabkan perlu ada peningkatan kualitas seluler dalam sisi kapasitas dan cakupan untuk menangani *users* pada area tersebut. Dari hasil *walktest before* yang dilakukan pada Gedung Elizabeth menunjukkan kondisi rata – rata RSRP sebesar -104 dBm dan rata – rata RSRQ sebesar -13 dB, maka dari hal ini Rumah Sakit Santo Borromeus layak untuk dilakukan pembangunan *picocell*.

Berdasarkan hasil analisis dan simulasi pada perencanaan *picocell* di Gedung Elizabeth dalam Tugas Akhir ini menghasilkan hasil perencanaan berdasarkan coverage area. Antena yang diperoleh dari hasil perhitungan coverage planning sebesar 6 antena pada lantai 1 dan 2, 5 antena pada lantai 3 dan 2 antena pada lantai 4 dan 5. Dengan menggunakan 2 skenario penempatan antena menghasilkan pada skenario 1 memiliki rata – rata nilai RSRP sebesar -58,91dBm, -56,48 dBm, -62,72 dBm, -73,34 dBm dan -62,89 dBm, untuk nilai SIR diperoleh rata – rata 35,68 dB, 18,21 dB, 45,90 dB, 54,22 dB dan 33,05 dB. Sedangkan pada skenario 2 diperoleh nilai rata – rata nilai RSRP sebesar -62,89dBm, -57,98 dBm, -64,60 dBm, -86,25 dBm dan -68,89 dBm, untuk nilai SIR diperoleh rata – rata 35,02 dB, 29,97 dB, 63,88 dB, 85,93 dB dan 49,97 dB. Dilihat dari hasil kedua skenario maka pada perencanaan tugas akhir ini menggunakan skenario 1 dalam penempatan antena, dikarenakan pada skenario 2 dalam beberapa lantai masih memiliki nilai yang tidak sesuai standar KPI.

**Kata Kunci :** *Picocell, LTE, Coverage Planning, Signal to Interference Ratio, Reference Signal Received Power.*

### Abstract

*Telecommunications now become a basic will not escape from the community, especially in the place as Hospitals Santo Borromeus. A hospital was the health care providers, because it was necessary the quality of services communication very high. Hospitals Santo Borromeus having 3 the building with each 5 and 3 the floor. The walls every the thick enough and the building block in hospitals saint borromeus. Coupled with patients, visitors, nurses, doctors and workers in hospital borromeus cause to be cellular is improving the quality of their capacity and scope to handle users in the area. From the walktest before done on buildings elizabeth showed the average RSRP of -104 dBm and the average RSRQ of -13 dB, but this hospital saint borromeus worth picocell development.*

*Based on the results of the analysis to planning a picocell at the Elizabeth in the line of duty this final result planning based on coverage area. An antenna that obtained from the results of coverage planning of 6 antenna on the floor and 2 1, 3 and 5 antenna on the 2 antennas on the 4 and 5. Using 2 scenario the antenna yielding on 1 has a scenario RSRP -58.91dBm average value of, -56,48 dBm, -62,72 dBm, -73,34 dBm and -62,89 dBm, to value SIR obtained the average 35,68 dB, 18,21 dB, 45,90 dB, 33,05 dB, and 54,22 dB. In the scenario 2 obtained a mean RSRP average value of -62,89 dBm, -57,98 dBm, -64,60 dBm, -86,25 dBm and -68,89 dBm, to value SIR obtained the average 35,02 dB, 29,97 dB, 63,88 dB, 49,97 dB, and 85,93 dB. Seen from the either scenario planning and in their final task it uses scenario 1 in assignment antenna, caused by 2 scenario in some floors still having value that does not fit the standard KPI.*

**Keywords:** *Picocell, LTE, Coverage Planning, Signal to Interference Ratio, Reference Signal Received Power.*

## 1 Pendahuluan

Layanan komunikasi sudah menjadi kebutuhan penting bagi masyarakat saat ini. Dalam hal itu perlu adanya kualitas jaringan komunikasi yang baik dan mampu memenuhi kebutuhan *user* di setiap tempat. Rumah Sakit merupakan sarana pelayanan kesehatan bagi masyarakat dalam menyelenggarakan kegiatan pelayanan meliputi pelayanan rawat jalan, pelayanan gawat darurat, pelayanan rawat inap dan pelayanan penunjang. Rumah sakit memerlukan perhatian khusus dari segi keamanan, keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan terutama komunikasi. Kualitas layanan komunikasi di rumah sakit sangat penting, karena banyaknya kejadian yang tak disangka dan gawat darurat (*emergency*), sehingga informasi yang diberikan harus jelas dan cepat. Melihat kondisi saat ini layanan komunikasi sering digunakan para *users* adalah layanan data seperti VoIP, *web browsing*, *chatting*, *video streaming*, dan lain-lain maka dibutuhkan teknologi komunikasi yang berkecepatan tinggi. Salah satu teknologi komunikasi LTE

(*Long Term Evolution*) yang dikeluarkan oleh badan standariasasi 3GPP. Rumah sakit Santo Borromeus merupakan rumah sakit swasta yang cukup terkenal dan besar di Bandung. Rumah sakit ini memiliki 3 gedung dengan jumlah lantai sebanyak 7 lantai dan 3 basement dengan tembok pada tiap gedung yang cukup tebal. R.S Santo Borromeus mampu menyediakan sampai 437 tempat tidur dengan dilengkapi peralatan medis yang mutakhir. Ditambah dengan para pasien, pengunjung, perawat, dokter dan pekerja di rumah sakit borromeus. Melihat dari kondisi ini perlu ada peningkatan layanan komunikasi seluler untuk kebutuhan para *users*. Pembangunan *picocell* adalah salah satu cara untuk menangani masalah rumah sakit Santo Borromeus. *Picocell* memiliki luas coverage yang kecil dengan *low power nodes* dan mampu menganani trafik para pengguna layanan yang biasa diimplementasikan di gedung perkantoran ataupun di mall-mall. Dilihat dari kelebihan perencanaan *picocell* yang memiliki *low power nodes* yang mampu mengurangi interferensi terhadap e-node B yang berada di sekitar rumah sakit. Maka perencanaan yang diterapkan di rumah sakit Santo Borromeus menggunakan *picocell*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Long Term Evolution(LTE)[1]

LTE adalah sebuah standar komuikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Jaringan muka antarmuka-nya tidak cocok dengan jaringan 2G dan 3G, sehingga harus dioperasikan melalui spektrum nirkabel yang terpisah. Dengan teknologi download 300mbps dan upload 75mbps. LTE memberikan tingkat kapasitas downlink sedikitnya 100 Mbps, dan uplink paling sedikit 50 Mbps dan RAN round-trip kurang dari 10 ms. LTE mendukung operator bandwidth, dari 20 MHz turun menjadi 1,4 MHz dan mendukung pembagian frekuensi duplexing (FDD) dan waktu pembagian duplexing (TDD). Pada sisi *air interface Long Term Evolution (LTE)* digunakan OFDMA pada sisi *downlink* dan menggunakan SC-FDMA pada sisi *uplink*. Dan pada sisi antena *Long Term Evolution (LTE)* mendukung penggunaan *antena multiple-input multiple output (MIMO)*. *Bandwidth* operasi pada *Long Term Evolution (LTE)* yaitu 1,4 MHz sampai 20 MHz, dan maksimal bekerja pada kisaran antara 10 sampai dengan 20 MHz. Dengan *bandwidth* yang fleksibel, sehingga diharapkan dapat menempati slot kanal kosong pada alokasi frekuensi teknologi lain.

Tabel 1. Spesifikasi LTE[1]

| Parameter             | Information  |
|-----------------------|--|
| Peak Data Rate        | 50Mbps(UL), 100 Mbps (DL), for 20 MHz spectrum                         |
| Operating Band        | 2600, 2100, 1800, 900, 850, 700 MHz                                    |
| Duplex Mode           | FDD dan TDD  |
| Multiple Access       | SC-FDMA (UL); OFDMA (DL)   |
| Channel Bandwidth     | 1,4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz  |
| Latency               | <5 ms (user plane), <100 ms (control plane)                            |
| Mobility              | Up to 350 Km/h, or even up to 500 Km/h depending on the frequency band |
| Coverage (cell sizes) | 5-30 km cell   |

### 2.2 Picocell[8]

Picocell adalah sebuah sistem komunikasi wireless yang menjangkau area kecil, seperti di sebuah bangunan (perkantoran, tempat berbelanja, Stasiun kereta dll.) atau lebih sering digunakan di pesawat terbang. Picocell juga dapat disebut sebagai versi kecil dari *Base Transceiver Station (BTS)* yang telah menjadi pilihan utama digunakan di jaringan selular untuk memperluas jaringan terutama disebuah gedung seperti kantor dan mall. Jangkauan area untuk picocell skala 100-200 meter. Picocells digunakan untuk menjangkau daerah yang tidak dapat dijangkau dengan baik oleh BTS selain itu picocell juga digunakan untuk menambah kapasitas suara dan data. Berdasarkan jangkauan/coverage teknologi seluler dapat dibagi menjadi seperti berikut.

Tabel 2. Klasifikasi Teknologi Seluler[8]

| Cell  | Penggunaan | Subscribers | Maksimum Radius(Km) | Maksimum Power(RF) | Standard   | Bandwidth Sinyal(MHz) |
|-------|------------|-------------|---------------------|--------------------|------------|-----------------------|
| Femto | Indoor     | 4-6         | 0,01                | 20                 | 3G/4G/Wifi | 10                    |
| Pico  | In/Outdoor | 32-100      | 0,2                 | 24                 | 3G/4G      | 20                    |
| Mikro | Outdoor    | 200         | 2                   | 38                 | 2G/3G/4G   | 20,40                 |
| Makro | Outdoor    | 200-1000    | 10                  | 50                 | 2G/3G/4G   | 60-75                 |

2.3 Spesifikasi Picocell[8]

Tabel 3. Spesifikasi Picocell[8]

| Parameter                        |             | LTE 1800 |          |
|----------------------------------|-------------|----------|----------|
|                                  |             | UE       | e-Node B |
| Antenna input Power              | DBm         | 21       | 20/24    |
| Noise level                      | dB/channel  | -96      | -103     |
| Receiver Sensitivity (Reference) | dBm/channel | -114     | -121     |
| Channel Spacing                  | KHz         | 5000     | 5000     |
| Receiver Bandwidth               | KHz         | 3840     | 3840     |
| Maximum antenna gain             | DBi         | 0        | 18       |

2.4 Capacity Planning[3]

Capacity planning adalah untuk mengetahui jumlah site yang dibutuhkan sesuai dengan trafik/kapasitas yang diperlukan. Pada umumnya proses perhitungan capacity planning terbagi menjadi 2 bagian, Single Site Dimensioning dan Total Network Throughput. Capacity planning bagian single site dimensioning adalah proses melakukan dimensioning berdasarkan parameter seperti duplex mode dan system bandwidth dan lain-lain. Tujuan dari single site dimensioning adalah untuk mengetahui kapasitas per site-nya. Total Network Throughput dimensioning adalah proses melakukan dimensioning berdasarkan traffic model dan service model. Pertama kali dilakukan perhitungan single user throughput kemudian total network throughput dapat dicari dengan mengalikan jumlah user target terhadap nilai single user throughput yang didapat. Penentuan parameter trafik dan model layanan yang digunakan untuk mencari nilai single user throughput. Dimana setelah mendapatkan hasil Total Network Throughput dan Single Site Capacity, selanjutnya adalah menghitung jumlah site yang dibutuhkan dari sisi capacity planning.

2.5 Coverage Planning[4][7]

Perhitungan coverage bertujuan untuk mengetahui berapa banyak cell yang dibutuhkan dalam sebuah perancangan jaringan indoor. Perhitungan coverage meliputi menghitung link budget untuk mendapatkan nilai EIRP, menghitung path loss untuk mendapatkan besarnya jari-jari satu antena dan setelah besar jari – jarinya akan didapatkan jumlah cell yang diperlukan dalam perancangan.

3. Perencanaan Picocell Gedung Elizabeth RS. Borromeus

3.1 Profil Gedung Elizabeth Rumah Sakit Santo Borromeus

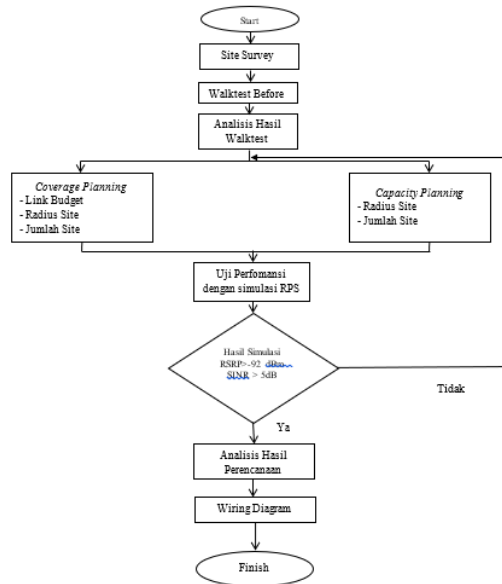
Gedung Elizabeth merupakan gedung baru yang didirikan pada tahun 2014. Gedung ini memiliki fasilitas berupa foodcourt, teras bank, minimarket, ruang rawat inap dan lain-lain. Gedung Elizabeth mampu menyediakan sampai 407 tempat tidur dengan dilengkapi peralatan medis yang mutakhir. Gedung Elizabeth memiliki 5 lantai dan 2 basement dengan tinggi tiap lantai ± 5 meter. Didalam gedung ini memiliki fasilitas berupa foodcourt, teras bank, minimarket, ruang rawat inap dan lain-lain. Pada lantai 3 dan lantai 5 terdapat terdapat ruang rawat inap VIP dan juga menyediakan fasilitas berupa ruangan NICU-PICU, ICU dan Stroke Unit-Intermediate Care.



Gambar 1. Gedung Elizabeth Rumah Sakit Santo Borromeus

3.2 Perencanaan Sistem Seluler

Dalam perencanaan pembangunan picocell ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan tersebut digambarkan seperti diagram alir dibawah ini:



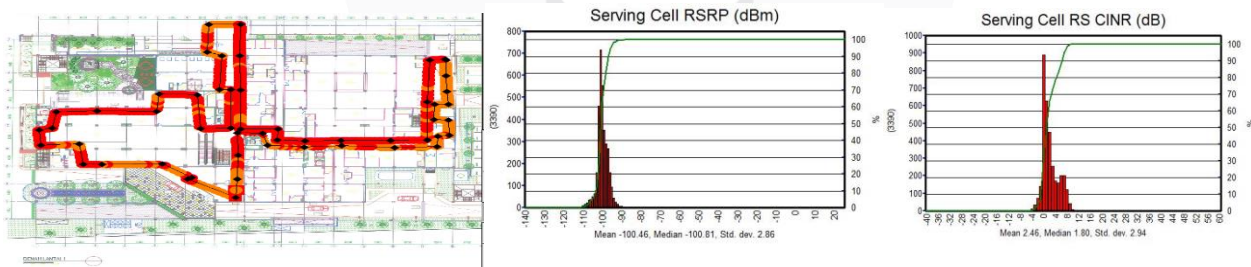
Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan

### 3.3 Pengukuran Kualitas Sinyal LTE Di Gedung Elizabeth

Walktest before dilakukan untuk mengetahui dan mengukur kualitas sinyal secara real di lapangan dengan area yang relative kecil. Hasil walktest menjadi sebuah titik acuan untuk perlu dilakukan atau tidaknya peningkatan performansi pada area tersebut. Dimana jika hasil kedua walktest tersebut tidak memenuhi standar KPI(Key Performance Indicator) sesuai dengan yang di tentukan oleh operator telekomunikasi maka gedung Elizabeth layak untuk dilakukan perencanaan indoor picocell. Gambar 3.3 menunjukkan hasil walktest di Gedung Elizabeth.

Tabel 4. Standar KPI Operator Telekomunikasi

| RSRP         |              | CINR            |
|--------------|--------------|-----------------|
| Range(dBm)   | Grade        |                 |
| -140 to -102 | Poor         | >5dB (50%) area |
| -101 to -92  | Not Good     |                 |
| -91 to -82   | Intermediate |                 |
| -81 to -72   | Good         |                 |
| -71 ≥        | Excellent    |                 |



Gambar 3. Hasil walktest lantai 1 gedung Elizabeth

Hasil walktest pada pada gambar 3.3 memiliki nilai receive signal level yang sangat buruk. Dengan rata-rata nilai parameter RSRP berada di range -90 dBm sampai dengan lebih dari -100dBm.

Tabel 5. Hasil walktest lantai 1-5 gedung Elizabeth

| Lantai | Rata – Rata RSRP (dBm) | Rata – Rata CINR (dB) |
|--------|------------------------|-----------------------|
| 1      | -100,46                | 2,46                  |
| 2      | -106,68                | -1,06                 |
| 3      | -106,05                | 1,10                  |
| 4      | -97,82                 | 0,44                  |
| 5      | -88,95                 | 2,29                  |

Pada tabel 5 menunjukkan rata-rata parameter RSRP dan CINR dalam gedung Elizabeth rumah sakit borromeus. Hasil walktest menunjukkan pada setiap lantai gedung memiliki nilai RSRP dan CINR yang belum sesuai standar KPI operator indosat. Hampir pada setiap lantai gedung memiliki nilai RSRP < 91 dBm dan CINR < 5dB.

### 3.4 Coverage Planning

#### 3.4.1 Forecasting Number of User

Forecasting number of user bertujuan untuk estimasi jumlah user dalam gedung yang menggunakan layanan jaringan dan mengestimasi layanan yang dapat diakses oleh pelanggan.

Tabel 6. Forecasting Number of User

| Lantai | Capacity Users | Activer Users       | Market Share       | LTE Penetration    | Number of Users |
|--------|----------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1      | 342            | 90 % <sup>[9]</sup> | 29% <sup>[9]</sup> | 90% <sup>[9]</sup> | 81              |
| 2      | 278            |                     |                    |                    | 66              |
| 3      | 151            |                     |                    |                    | 36              |
| 4      | 180            |                     |                    |                    | 43              |
| 5      | 130            |                     |                    |                    | 31              |

#### 3.4.2 Single User Throughput

Single user throughput dilakukan untuk mengetahui nilai throughput yang diterima oleh user. Dengan menggunakan persamaan maka didapatkan nilai single user throughput sebagai berikut:

Tabel 7. Single user throughput

| Traffic Parameter             | Penetration Ratio | BBSA | Single Service Throughput |                |
|-------------------------------|-------------------|------|---------------------------|----------------|
|                               |                   |      | Uplink(Kbit)              | Downlink(Kbit) |
| VoIP                          | 100%              | 2.1  | 2556,315152               | 2556,315152    |
| Video Phone                   | 20%               | 0,5  | 618,9838384               | 618,9838384    |
| Video Conference              | 20%               | 0,4  | 12733,38182               | 12733,38182    |
| Real Time Gaming              | 30%               | 1,4  | 6683,956364               | 53480,20364    |
| Streaming Media               | 15%               | 3,2  | 3819,403636               | 580618,9964    |
| IMS Signalling                | 40%               | 5    | 61,88848485               | 61,88848485    |
| Web Browsing                  | 100%              | 3,8  | 30241,78182               | 120962,2909    |
| File Transfer                 | 20%               | 0,5  | 11937,33333               | 63665,21212    |
| Email                         | 10%               | 0,6  | 596,8666667               | 3183,260606    |
| P2P File 20%Sharing           | 20%               | 0,8  | 67908,65455               | 203728,6788    |
| TOTAL                         |                   |      | 137158,5657               | 1041609,212    |
| Single User Throughput (Kbps) |                   |      | 38.09960157               | 289.3358921    |

#### 3.4.3 Total Network Throughput

Setelah didapatkan throughput yang diperoleh per user maka selanjutnya dilakukan perhitungan total network throughput. Dalam perhitungan total network throughput bertujuan untuk mengetahui cell average throughput yang nantinya digunakan untuk menentukan jumlah antenna berdasarkan kapasitas.

Tabel 8. IP dan MAC layer throughput

| LANTAI | USER | Network Throughput(IP) |                 | Network Throughput(MAC) |                 |
|--------|------|------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
|        |      | Uplink (Kbps)          | Downlink (Kbps) | Uplink (Kbps)           | Downlink (Kbps) |
| 1      | 81   | 2895,57                | 21989,5278      | 2953,4575               | 22429,1389      |
| 2      | 66   | 2514,57                | 19096,16888     | 2564,8447               | 19477,9364      |
| 3      | 36   | 1866,88                | 14177,45872     | 1904,2029               | 14460,8922      |
| 4      | 43   | 1714,48                | 13020,11515     | 1748,7577               | 13280,4112      |
| 5      | 31   | 1638,28                | 12441,44336     | 1671,0352               | 12690,1707      |

Tabel 9. Cell average throughput

| Modulation                                | Code Bit | Code Rate | SINR (min) (dB) | SINR Probability (Pn) | DL Cell Throughput (Mbps) (Rn) | DL Cell Average Throughput (Mbps) | UL Cell Throughput (Mbps) (Rn) | UL Cell Average Throughput (Mbps) |
|---|----------|-----------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| QPSK 1/3                                  | V        | 0.3       | -1,5 - 0,3      | 0.28                  | 14.399976                      | 4.031993                          | 17.279976                      | 4.838393                          |
| QPSK 1/2                                  | 2        | 0.5       | 0,3 - 2         | 0.25                  | 23.999976                      | 5.999994                          | 28.799976                      | 7.199994                          |
| QPSK 2/3                                  | 2        | 0.67      | 2 - 4,5         | 0.17                  | 32.159976                      | 5.467196                          | 38.591976                      | 6.560636                          |
| 16 QAM 1/2                                | 4        | 0.5       | 4,5 - 6         | 0.13                  | 47.999976                      | 6.239997                          | 57.599976                      | 7.487997                          |
| 16 QAM 2/3                                | 4        | 0.67      | 6 - 8,5         | 0.1                   | 64.319976                      | 6.431998                          | 77.183976                      | 7.718398                          |
| 16 QAM 4/5                                | 4        | 0.8       | 8,5 - 10,8      | 0.05                  | 76.799976                      | 3.839999                          | 92.159976                      | 4.607999                          |
| 64 QAM 1/2                                | 6        | 0.5       | 10,8 - 12,5     | 0.01                  | 71.999976                      | 0.72                              | 86.399976                      | 0.864                             |
| 64 QAM 2/3                                | 6        | 0.67      | 12,5 - 13,5     | 0.01                  | 96.479976                      | 0.9648                            | 115.775976                     | 1.15776                           |
| Cell Average Throughput (MAC) = Σ Pn x Rn |          |           |                 |                       |                                | 33,69598                          |                                | 40,43518                          |

#### 3.4.4 Penentuan Jumlah Site

Setelah melakukan perhitungan pada cell throughput serta network throughput, maka selanjutnya menentukan jumlah sel yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Untuk menghitung jumlah sel dapat menggunakan persamaan 2.10 sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Jumlah Antena

| LANTAI | Network Throughput(MAC) |                 | Number Of Site |            | Number Of Site |          |
|--------|-------------------------|-----------------|----------------|------------|----------------|----------|
|        | Uplink (Kbps)           | Downlink (Kbps) | Uplink         | Downlink   | Uplink         | Downlink |
| 1      | 2953,4575               | 22429,1389      | 0,073041786    | 0,66563256 | 1              | 1        |
| 2      | 2564,8447               | 19477,9364      | 0,063431025    | 0,57804933 | 1              | 1        |
| 3      | 1904,2029               | 14460,8922      | 0,047092731    | 0,42915784 | 1              | 1        |
| 4      | 1748,7577               | 13280,4112      | 0,043248426    | 0,39412454 | 1              | 1        |
| 5      | 1671,0352               | 12690,1707      | 0,041326274    | 0,3766079  | 1              | 1        |

### 3.5 Capacity Planning

#### 3.5.1 Link Budget

Perhitungan link budget bertujuan untuk mengetahui *power transmit* yang didistribusikan melalui saluran transmisi. Tabel 11 dan 12 menunjukkan downlink dan uplink link budget.

Tabel 11. Uplink link budget

| Transmitter                 | Value   | Unit | Calculation                       |
|-----------------------------|---------|------|-----------------------------------|
| Tx Power                    | 22      | dBm  | A                                 |
| Tx Antenna Gain             | 0       | dB   | B                                 |
| Body Loss                   | 3       | dB   | C                                 |
| EIRP                        | 19      | dBm  | D=A+B-C                           |
| Receiver                    | Value   | Unit | Calculation                       |
| Noise Figure                | 2       | dB   | E                                 |
| Thermal Noise Density       | -100,96 | dBm  | F=K(Boltzman) x T(290°K) x Bw(hz) |
| Receiver Noise Floor        | -98,96  | dBm  | G=E+F                             |
| SINR                        | -4      | dB   | H                                 |
| Receiver Sensitivity        | -102,96 | dBm  | J=G+H                             |
| Load Factor                 | 0,7     | 70%  | K                                 |
| Interference Margin         | 15,228  | dB   | L=-10 log ( $\frac{1-K}{10}$ )    |
| Rx Antena Gain              | 2       | dB   | M                                 |
| Cable Loss                  | 2       | dB   | N                                 |
| MHA Gain                    | 2       | dB   | O                                 |
| Log Normal Fading Margin    | 4       | dB   | P                                 |
| Maximum Allowable Path Loss | 100,732 | dBm  | Q = D-J-L-M+N-O-P                 |

Tabel 12. Downlink link budget

| Transmitter                 | Value   | Unit | Calculation                       |
|-----------------------------|---------|------|-----------------------------------|
| Tx Power                    | 20      | dBm  | A                                 |
| Tx Antenna Gain             | 2       | dB   | B                                 |
| Cable Loss                  | 2       | dB   | C                                 |
| EIRP                        | 20      | dBm  | D=A+B-C                           |
| Receiver                    | Value   | Unit | Calculation                       |
| Noise Figure                | 7       | dB   | E                                 |
| Thermal Noise Density       | -100,96 | dBm  | F=K(Boltzman) x T(290°K) x Bw(hz) |
| Receiver Noise Floor        | -93,96  | dBm  | G=E+F                             |
| SINR                        | -4      | dB   | H                                 |
| Receiver Sensitivity        | -97,96  | dBm  | J=G+H                             |
| Load Factor                 | 0,7     | 70%  | K                                 |
| Interference Margin         | 15,228  | dB   | L=-10 log ( $\frac{1-K}{10}$ )    |
| Rx Antena Gain              | 0       | dB   | M                                 |
| Body Loss                   | 3       | dB   | N                                 |
| Log Normal Fading Margin    | 4       | dB   | O                                 |
| Maximum Allowable Path Loss | 101,732 | dBm  | P = D-J-L-M+N-O                   |

#### 3.5.2 Perhitungan Model Propagasi

Untuk mengetahui jumlah antena pada coverage planning dilakukan perhitungan model propagasi terlebih dahulu. Perhitungan model propagasi dilakukan agar mengetahui *free space loss*(LFS) dan radius cell/antena. Model propagasi yang digunakan COST 231 Multi Wall dengan frekuensi 1827.5 MHz yang disesuaikan dengan frekuensi LTE operator indosat.

$$LFS = 32.5 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log d(\text{Km})$$

$$LFS = 97.737 + 20 \log d(\text{Km})$$

Tabel 13. Indoor loss lantai 1

| Material     | Loss(dB) | Value | Total |
|--------------|----------|-------|-------|
| Tembok       | 3,5      | 8     | 28    |
| Kaca         | 2,8      | 1     | 2,8   |
| Beton        | 10       | 1     | 10    |
| <b>Total</b> |          |       | 40,8  |

Dengan menggunakan tabel 13 maka radius/jari - jari cell dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$L_T = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=0}^m n_{wi} L_{wi} + n_f \left[ \frac{nf+2}{nf+1} - b \right] L_f$$

$$100.732 = 97.737 + 20 \log d(\text{km}) + 40.8$$

$$-37.805 = 20 \log d(\text{km})$$

$$d(\text{km}) = 0,012875 \text{ km}$$

$$d(\text{m}) = 12,875 \text{ m} \approx 13 \text{ m}$$

### 3.5.3 Perhitungan luas cell

Perhitungan luas *cell* bertujuan untuk mengetahui luas daya pancar ke semua arah yang dihasilkan oleh satu *cell*/antena di setiap lantai. Luas *cell* antenna akan di asumsikan dalam bentuk hexagonal, sehingga perhitungan luas *cell* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Luas cell lantai 1} = 2.6 \times (13)^2$$

$$= 439,4 \text{ m}^2$$

### 3.5.4 Perhitungan Jumlah Antena

Perhitungan jumlah antena bertujuan untuk mengetahui antena yang diperlukan dalam setiap lantai dalam mengcover seluruh area gedung. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan luas area dalam setiap lantai dengan luas *cell* yang dihasilkan dalam satu antena setiap lantai.

Tabel 14. Jumlah cell/antena di setiap lantai

| Lantai | Luas Area (m <sup>2</sup> ) | Luas Cell (m <sup>2</sup> /cell) | Estimasi Antena | Jumlah Antena |
|--------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------|
| 1      | 2630,62                     | 439,4                            | 5,98            | 6             |
| 2      | 2750,39                     | 458,821                          | 5,99            | 6             |
| 3      | 2614,44                     | 532,688                          | 4,90            | 5             |
| 4      | 2539,49                     | 850,01                           | 2,987           | 3             |
| 5      | 1802,91                     | 798,86                           | 2,25            | 3             |

## 4. Analisis dan Simulasi Hasil Perencanaan

### 4.1 Deskripsi Simulasi

Dalam bab ini dilakukan analisis dari hasil simulasi perencanaan yang telah ditentukan. Sebelum melakukan simulasi terlebih menentukan perencanaan yang digunakan untuk Tugas Akhir ini. Dimana telah dilakukan dua perhitungan hasil perencanaan yang berdasarkan *coverage* dan *capacity*. Setelah menentukan hasil perencanaan tersebut dilakukan simulasi menggunakan software RPS (*Radiowave Propagation Simulator*) 5.4 untuk mengetahui nilai RSRP (*Reference Signal Received Power*) dan SIR (*Signal to Interference Ratio*) pada tiap lantai Gedung Elizabeth. Dari hasil simulasi tersebut di analisis nilai parameter RSRP dan SIR dengan membandingkan sebelum dilakukan perencanaan.

### 4.2 Penentuan Hasil Perencanaan

Penentuan hasil perencanaan (*planning*) dalam perencanaan pembangunan *picocell* di Gedung Elizabeth ditentukan dari jumlah antena hasil perhitungan *capacity planning* dan *coverage planning*. Tujuan dari membandingkan *capacity planning* dan *coverage planning* adalah untuk mendapatkan keseimbangan antara *capacity planning* dan *coverage planning*. Dimana keseimbangan tersebut yaitu didapatkan suatu hasil perencanaan yang memiliki sinyal jaringan LTE mampu mengcover seluruh area Gedung Elizabeth dan memenuhi seluruh layanan *throughput* yang dibutuhkan oleh *user* didalam Gedung Elizabeth.

Tabel 15. Jumlah Antena Pico Capacity Planning dan Coverage Planning

| Lantai | Luas Area (m <sup>2</sup> ) | Luas Cell (m <sup>2</sup> /cell) | Capacity Planning(site/antena) | Coverage Planning(site/antena) |
|--------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1      | 2630,62                     | 439,4                            | 1                              | 6                              |
| 2      | 2750,39                     | 458,821                          | 1                              | 6                              |
| 3      | 2614,44                     | 532,688                          | 1                              | 5                              |
| 4      | 2539,49                     | 850,01                           | 1                              | 3                              |
| 5      | 1802,91                     | 798,86                           | 1                              | 3                              |

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan jumlah antenna terbanyak dari hasil perhitungan *coverage planning* dan *capacity planning* didapatkan dari *coverage planning*. Dengan penentuan pada lantai 1 dan lantai 2 dipasang antenna *pico* sebanyak 6 antena, di lantai 3 di pasang sebanyak 5 antena dan untuk lantai 4 dan lantai 5 dipasang sebanyak 3 antena. Setelah mengetahui jumlah antena yang diperlukan dalam perencanaan *picocell* tahap berikutnya adalah menentukan penempatan antena di tiap lantai Gedung Elizabeth.

### 4.3 Simulasi Perencanaan

Hasil perencanaan jaringan LTE *indoor picocell* yang telah dilakukan kemudian di simulasikan menggunakan software RPS 5.4, untuk mengetahui performansi jaringan yang telah direncanakan. Software RPS 5.4 mensimulasikan pancaran sinyal antenna dalam bentuk 2D maupun 3D. Sebelum dilakukan simulasi dibutuhkan data Gedung dan bahan material yang digunakan Gedung tersebut. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan sebuah hasil simulasi performansi jaringan yang mendekati ketika hasil perencanaan akan diimplementasikan. Sehingga pada RPS 5.4 mendesain Gedung Elizabeth sesuai denah yang didapatkan dan

menggunakan material yang berbeda di setiap dinding atau penghalang seperti *concrete*, *ceiling*, *floor*, *metal* dan *glass*. Model propagasi juga ditentukan dalam simulasi RPS 5.4, dimana model simulasi yang digunakan yaitu model COST 231 *Multi-wall*. Pemilihan model propagasi disesuaikan dengan perhitungan *coverage planning*, karena pada model propagasi COST 231 *Multi-wall* ikut memperhitungkan loss – loss yang terjadi pada material bangunan. Sehingga hasil simulasi mendekati dengan keadaan nyata dilapangan. Hasil simulasi RPS 5.4 akan menampilkan keluaran nilai parameter RSRP dan SIR pada tiap lantai Gedung Elizabeth yang diterima oleh *user* disekitar area tersebut. Hasil parameter tersebut yang menjadi titik acuan keberhasilan dalam perencanaan yang sesuai standar KPI yang ditentukan.

**4.4 Skema Simulasi**

Skema simulasi dilakukan untuk mengetahui perfromansi jaringan *LTE indoor picocell* hasil perencanaan. Hasil simulasi berupa nilai paramater RSRP(*Reference Signal Received Power*) dan SIR(*Signal to Interference Ratio*). Skema simulasi dilakukan dalam 2 skenario dengan kondisi yang berbeda. Skenario 1 antenna diletakan secara acak pada lorong – Lorong rumah sakit dan ruangan Gedung Elizabeth dengan menggunakan semua antenna hasil perencanaan. Skenario 2 antenna diletakan di pinggir – pinggir area Gedung Elizabeth dengan menggunakan mengurangi 1 antenna dari hasil perencanaan.

**4.5 Skenario 1**

Skenario 1 hasil simulasi menggunakan jumlah antenna yang telah didapatkan pada hasil perhitungan *coverage planning*, lalu antenna tersebut ditempatkan pada lorong – lorong dalam Gedung Elizabeth.



Gambar 4. Simulai Skenario 1 lantai 1 – 5

Gambar 4 merupakan hasil simulasi skenario 1. Simulasi pada skenario 1 ini menggunakan jumlah antenna dari hasil perhitungan *coverage planning* yaitu sebanyak 23 antenna. Dimana pembagian antenna yaitu lantai 1-2 sebanyak 6 antenna, lantai 3 sebanyak 5 antenna dan lantai 4-5 sebanyak 3 antenna. Dari hasil simulasi menunjukkan hampir keseluruhan area dalam lantai 1 - 5 memiliki level daya sinyal yang sangat baik yaitu  $\geq -92$ dBm, adapun beberapa area pada lantai 1 yang masih memiliki level daya terima yang cukup buruk yaitu  $\leq -92$  dBm yang berada di area kamar mandi dan pinggir-pinggir gedung. Hal ini disebabkan material pada kamar mandi yang menggunakan *concrete* sebesar  $\pm 10$  dBm sedangkan untuk area lain nya menggunakan material *ceiling*  $\pm 5$  dBm. Perbedaan loss material tersebut menimbulkan loss yang berbeda pada setiap ruangan.

**4.6 Skenario 2**

Skenario 2 jumlah antenna dalam hasil perhitungan *coverage planning* akan dikurangi sebanyak 1 buah antenna pada setiap lantai dan diletakkan di pinggir-pinggir. Tujuan dari skenario 2 yaitu untuk mendapatkan hasil perencanaan yang lebih optimal dengan target *low cost*.



Gambar 5. Hasil Simulasi Skenario 2 lantai 1-5

Gambar 5 merupakan hasil simulasi skenario 2. Dalam skenario 2 ini menghilangkan 1 buah antenna dari setiap jumlah antenna pada skenario 1, sehingga jumlah antenna pada setiap lantai yaitu lantai 1-2 sebanyak 5 antenna, lantai 3 sebanyak 4 antenna. Lantai 4-



5 sebanyak 2 antenna. Untuk peletakan antenna pada skenario 2 di lantai di pinggir Gedung dimana daerah yang memiliki kondisi sinyal yang cukup buruk  $\leq -92$ dBm. Hasil yang didapatkan untuk lantai 1-2 level sinyal tergolong baik 95%-90% seluruh lantai memiliki daya sinyal  $\geq -92$ dBm. Pada lantai 3 85% memiliki level sinyal  $\geq -92$ dBm. Tetapi pada lantai 4 dan 5 level daya sinyal yang tersebar sangat buruk. Daya sinyal  $\geq -92$ dBm hanya tersebar di bagian Lorong lantai 3 dan 4 dan ruangan terdekat dengan antenna, sementara untuk ruangan lainnya memiliki rata – rata daya sinyal  $\pm 100$  dBm. Hal ini disebabkan daya / EIRP pada antenna tidak mampu menembus seluruh obstacle yang menghalangi untuk sampai ke ruangan tersebut.

#### 4.7 Analisa Hasil Perencanaan

Tujuan untuk menentukan skenario mana yang digunakan dalam melakukan perencanaan *pico cell* di Gedung Elizabeth. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai parameter RSRP (*Reference Signal Received Power*) dan SIR (*Signal to Interference Ratio*) dari skema penempatan antenna skenario 1 dan 2. Berikut rekapitulasi hasil simulasi skenario 1 dan 2:

Tabel 16. Rekapitulasi Hasil Simulasi Skenario 1 dan 2

| Lantai | Skenario 1 |                   |           |                 | Skenario 2 |                   |           |                 | Standar KPI   |                        |
|--------|------------|-------------------|-----------|-----------------|------------|-------------------|-----------|-----------------|---------------|------------------------|
|        | RSRP       |                   | SIR       |                 | RSRP       |                   | SIR       |                 | RSRP          | SIR                    |
|        | Mean (dBm) | (%) $\geq 92$ dBm | Mean (dB) | (%) $\geq 5$ dB | Mean (dBm) | (%) $\geq 92$ dBm | Mean (dB) | (%) $\geq 5$ dB |               |                        |
| 1      | -58,91     | 91,21             | 35,68     | 87,7            | -59,62     | 88,85             | 35,02     | 89,3            | $\geq 92$ dBm | $\geq 5$ dB (50% Area) |
| 2      | -56,48     | 97,78             | 18,21     | 82,26           | -58,27     | 97,71             | 29,97     | 89,46           |               |                        |
| 3      | -62,72     | 90,07             | 45,90     | 93,4            | -71,5      | 85,67             | 63,88     | 94,22           |               |                        |
| 4      | -73,34     | 88,97             | 54,22     | 95,81           | -102,6     | 76,3              | 85,93     | 96              |               |                        |
| 5      | -62,89     | 92,96             | 33,05     | 93,63           | -83,39     | 86,75             | 49,97     | 94,23           |               |                        |

Dari hal ini dapat disimpulkan untuk skema penempatan antenna pada Gedung Elizabeth Rs. Santo Borromeus menggunakan skenario 1. Pemilihan skenario 1 ini agar mendapatkan hasil yang lebih optimal yaitu pada lantai 1 memiliki RSRP dengan rata – rata -58,91 dBm, lantai 2 sebesar -56,48 dBm, lantai 3 sebesar -62,72 dBm, lantai 4 sebesar -73,34 dBm dan lantai 5 sebesar -62,89 dBm. Dengan level sinyal tersebut diharapkan mampu menangani semua kebutuhan *user* di dalam gedung tersebut.

Namun hasil ini akan memiliki sedikit perubahan nilai saat diimplementasikan, karena dalam simulasi semua loss material dianggap semua nilai standar. Oleh karena itu perlu dilakukan kembali evaluasi dan optimasi jaringan ketika perencanaan ini akan diimplementasikan.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil survei data, perhitungan dan simulasi dari penelitian Tugas Akhir ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil *walktest before* menggunakan operator Indosat di Gedung Elizabeth rumah sakit Borromeus diperoleh nilai RSRP dan SIR yang masih belum standar KPI dengan rata – rata pada setiap lantai RSRP  $\leq -92$  dBm dan SIR  $\leq 5$  dB.
2. Pada perhitungan *capacity planning* antenna yang diperoleh sebanyak 5 buah antenna. Dengan pembagian 1 antenna di setiap lantai.
3. Pada perhitungan *coverage planning* diperoleh total sebanyak 23 antenna. Dengan penempatan 6 antenna pada lantai 1 dan 2, 5 antenna pada lantai 3, dan 3 antenna pada lantai 4 dan 5.
4. Simulasi pada Tugas Akhir ini menggunakan jumlah antenna dari hasil perhitungan *coverage planning*. Dalam penempatan antenna menggunakan 2 skenario.
5. Pada hasil penempatan antenna skenario 1 diperoleh rata – rata nilai RSRP pada setiap lantai sebesar -58,91 dBm, -56,58 dBm, -62,72 dBm, -73,34 dBm dan -62,89 dBm. Sedangkan skenario 2 diperoleh rata – rata nilai RSRP pada setiap lantai sebesar -59,62 dBm, -58,27 dBm, -71,5 dBm, -102,6 dBm dan -83,39 dBm.
6. Pada hasil penempatan antenna skenario 1 diperoleh rata – rata nilai SIR diperoleh rata - rata sebesar 35,68 dB, 18,21 dB, 45,90 dB, 54,22 dB dan 33,05 dB. Sedangkan skenario 2 untuk nilai SIR diperoleh rata - rata sebesar 35,68 dB, 29,97 dB, 63,88 dB, 85,93 dB dan 49,97 dB.
7. Dilihat dari nilai RSRP dan SIR hasil simulasi skenario 1 dan 2 yang paling cocok untuk diimplementasikan pada penelitian Tugas Akhir ini dari skenario 1. Dikarenakan pada skenario 2 masih terdapat parameter RSRP  $\leq -92$  dBm yang tidak sesuai standar KPI operator indosat.

### 5.2 Saran

Adapun saran penulis untuk memperoleh hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Menggunakan pemodelan propagasi *indoor* yang lain. Yang memiliki perhitungan lebih kompleks dibanding dengan *Cost-231 Multiwall model* agar menghasilkan nilai parameter yang lebih akurat.
2. Penggunaan software selain RPS 5.4 agar memiliki pilihan model propagasi dan juga fitur yang lebih lengkap, seperti *software IBWave*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lingga Wardhana, "4G HandBook Edisi Bahasa Indonesia," Penerbit www.nulisbuku.com, Jakarta 2011.
- [2] Sesia, Stefania, Issam Toufik, and Matthew Baker, "LTE – The UMTS Long Term Evolution : From Theory to Practice, 2nd Edition". Chichester, West Sussex:WILEY,2011.
- [3] Huawei Technologies Co.Ltd..2010. LTE Radio Network Capacity Dimensioning.Shenzen : Huawei
- [4] Huawei Technologies Co.Ltd..2010. LTE Radio Network Coverage Dimensioning.Shenzen : Huawei
- [5] Huawei Technologies Co.Ltd..2010. LTE RNP Introduction.Shenzen : Huawei
- [6] Sinaga, Burton," *Perencanaan Jaringan Indoor untuk Teknologi LTE di Gedung Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom*", Universitas Telkom, 2016
- [7] Ahmad, Aldi,"*Perencanaan Jaringan WCDMA Menggunakan Metode Indoor Building Coverage di Gedung Fakultas Ilmu Terapan Telkom University*", Universitas Telkom, 2016
- [8] Nurdian, Okti,"*Perencanaan Coverage Area Picocell UMTS 1800 MHz di Kabin Pesawat Terbang Airbus A330-200*" Universitas Telkom, 2015
- [9] <http://www.cnkingtone.com/solution.html> [Dikutip Tanggal 8 April 2017]
- [10] [http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file\\_skripsi/Isi4314758735643](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi4314758735643)[Dikutip Tanggal 8 April 2017]
- [11] <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>[Dikutip [Tanggal 8 April 2017]
- [12] <http://www.rfwireless-world.com/calculators/LTE-RSRP-and-RSRQ-calculator.html> [Dikutip Tanggal 8 April 2017]
- [14] <https://securitytoday.com/Articles/2012/04/01/Indoor-Wireless-Path-Loss.aspx>
- [15] Uke Kurniawan, Galuh Prihatmoko, Denny K.H, Sigit D.P, "Fundamental Teknologi Seluler LTE," in Fundamental Teknologi Seluler LTE, Bandung, Rekayasa Sains, 2011.
- [16] Tolstrup, Morten. "Indoor Radio Planning A Practical Guide for 2G,3G and 4G, 3rd Edition". Chichester, West SussexWILEY,2015
- [17] Alfin Hikmaturokhman, Solichah Larasati,Eka Setia Nugraha. Comparative Analysis Of Indoor Building Coverage (IBC) Planning On 4G LTE 1800 MHz And 900 MHz Using The Cost 231 Multiwall Model.2016.Malaysia