

ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN LTE MULTI-RAT UMTS EXISTING STUDY KASUS DI KOTA BANDUNG

ANALISIS PLANNING LTE NETWORK MULTI-RAT UMTS EXISTING CASE STUDY IN BANDUNG

Iqbal Tawakal¹, Heroe Wijanto², Hafidudin³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹Iqbaltawakal611@gmail.com, ²Heroe.wijanto@gmail.com, ³Hafid@tass.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Perencanaan jaringan LTE pada frekuensi 1800 MHz di kota Bandung ini dilakukan berdasarkan metode konvensional yaitu berdasarkan kriteria *coverage* dan *capacity* dari segi *radio access* serta memperhitungkan *interferensi inter-RAT UMTS release 5 site existing* berdasarkan salah satu operator di Indonesia ini. Perencanaan jaringan LTE ini menggunakan *bandwidth* selebar 20 MHz dan antenna mimo 2x2. Dengan skenario ini dapat meningkatkan kapasitas dan data rate pada user.

Parameter yang dianalisis adalah jumlah *site*, RSRP, CINR, BLER dan persentase *user reject* berdasarkan simulasi menggunakan skema Mimo 2x2 dan *Bandwidth 20MHz* pada *Software*. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jaringan LTE multi-RAT di daerah Kecamatan Sukajadi yang membutuhkan *site* sebanyak 2, mendapatkan nilai rata-rata dari RSRP level -96.42dbm, mendapatkan nilai rata-rata dari C/(I+N) 4.81db, mendapatkan nilai rata-rata dari BLER 0.03 dan rata-rata persentase *connected user* 98,4 %. Sedangkan daerah Kecamatan Buah Batu dibutuhkan *site* sebanyak 4, mendapatkan nilai rata-rata dari RSRP level -76.7dbm, mendapatkan nilai rata-rata dari C/(I+N) 3.46db, mendapatkan nilai rata-rata dari BLER 0.03 dan rata-rata persentase *connected user* 98,7%. Kemudian daerah Kecamatan Bojongloa Keler dibutuhkan *site* sebanyak 3, mendapatkan nilai rata-rata dari RSRP level -75.72dbm, mendapatkan nilai rata-rata dari C/(I+N) 3.46db, mendapatkan nilai rata-rata dari BLER 0.04 dan rata-rata persentase *connected user* 99%.

Kata Kunci : LTE, inter-RAT, multi-RAT, bandwidth, throughput, BLER, RSRP dan C/(I+N).

ABSTRACT

Planning LTE network in the 1800 MHz frequency in the city is done by the conventional method is based on the criteria in terms of coverage and capacity of radio access and interference into account inter-RAT UMTS Release 5 existing site by one operator in Indonesia. Planning LTE network using 20 MHz-wide bandwidth and antenna mimo 2x2. With this scenario can increase the capacity and data rate to the user.

The parameters analyzed were the number of sites, RSRP, CINR, BLER and reject user percentage based simulations using 2x2 MIMO scheme and Bandwidth 20MHz Software. This study aims to plan a multi-RAT LTE network in the District of Sukajadi requiring as many sites as 2, getting the average value of RSRP -96.42dbm level, to get the average value of C / (I + N) 4.81db, gain value BLER average of 0:03, and the average percentage of 98,4% connected user. While Buah Batu subdistrict needed as many sites as 4, to get the average value of RSRP -76.7dbm level, to get the average value of C / (I + N) 3.46db, get the average value of BLER 0:03 and average connected user percentage of 98.7%. Then subdistrict Bojongloa Keler 3 as many sites as needed, to get the average value of RSRP -75.72dbm level, to get the average value of C / (I + N) 3.46db, get the average value of BLER 0:04 and average connected user percentage 99%.

Keywords : LTE, inter-RAT, multi-RAT, bandwidth, throughput, BLER, RSRP and C / (I + N).

1. Pendahuluan

Banyaknya jumlah pelanggan yang menggunakan seluler dan dibutuhkan banyak trafik dengan peningkatan pelayan. Badan standarisasi 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) memperkenalkan teknologi seluler *Long Term Evolution (LTE)*. Dengan teknologi *LTE*, pelanggan dapat menikmati layanan akses data yang tinggi dan fitur-fitur lainnya. Dalam layanan akses data yang tinggi, maka pelanggan tidak dipusingkan lagi saat berbisnis menggunakan layanan akses data.

LTE, singkatan untuk *Long-Term Evolution*, umumnya dipasarkan sebagai 4G *LTE*, adalah standar untuk komunikasi data nirkabel berkecepatan tinggi untuk ponsel dan terminal data. Frekuensi *LTE* yang berbeda dan band yang digunakan di berbagai negara akan berarti bahwa hanya ponsel multi-band akan dapat menggunakan *LTE* di semua negara di mana didukung. Teknologi ini akan dapat memenuhi kebutuhan para user

akan komunikasi data yang terus meningkat beberapa tahun belakangan. Di sisi lain, user dapat bergerak dengan kecepatan tinggi dengan menggunakan alat transportasi apapun.

2. Dasar Teori

2.1 UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

sistem komunikasi bergerak seluler terdiri atas beberapa perangkat :

- *Mobile Station / Mobile Unit (MS)*
MS adalah perangkat yang dibawa oleh *user* yang mempunyai fungsi sebagai *mobile equipment*, *multiplexing/demultiplexing*, *usim*, *antenna transceiver* dan *autentifikasi*.
- *Node B*
Node B merupakan perangkat akses yang berada pada jaringan UMTS dan memiliki fungsi sebagai menyediakan *link radio* antara UE dengan jaringan UMTS, *Measurment*, *Mux dan Demux*, *Power Control*, *RF Processing*, *Autentifikasi* dan *handover*.
- *Radio Network Controller (RNC)*
RNC masuk pada bagian *UMTS Terrestrial Radio Acces Network (UTRAN)* yang berfungsi sebagai mengatur semua proses *handover* di UTRAN, *Power Control*, *Radio Resource Management*, *Radio Resource Control*, dan menghubungkan trafik menuju jaringan.
- *Mobile Switching Centre (MSC)*
MSC merupakan pusat koordinasi dari semua *cell site* yang ada dan berfungsi sebagai perangkat penyambung utama antara *gateway SGSN GGSN* dan UTRAN, *management handover*, *switching dan routing*.
- *Serving GPRS Support Node (SGSN)*
SGSN merupakan perangkat *gateway* jaringan *core* pada UMTS yang mempunyai fungsi *authentication* pelanggan berdasarkan layanan yang terdaftar pada HLR, memberikan *IP private* pada UE, mengantar paket data ke *user*.
- *Gateway GPRS Support Node (GGSN)*
GGSN merupakan *gateway* yang menghubungkan jaringan UMTS terhubung ke jaringan luar seperti *internet* serta mempunyai fungsi manajemen *IP public* untuk UE, *routing IP*, menyesuaikan format paket UMTS dengan jaringan lainnya.

2.2 LTE[7]

Long Term Evolution (LTE) adalah sebuah nama yang diberikan pada proyek *Third Generation Partnership Project (3GPP)* sebagai standar komunikasi akses data *wireless* kecepatan tinggi untuk memperbaiki standar teknologi seluler generasi ketiga (3G) yaitu UMTS. LTE merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya yaitu teknologi UMTS (3G) dan HSDPA (3.5G) yang mana LTE disebut juga sebagai teknologi seluler generasi keempat (4G). Pada teknologi 4G LTE ini kemampuan dalam dalam hal transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink* dengan *bandwidth* channel sampai 20MHz. Selain itu LTE ini mampu mendukung semua aplikasi yang tersedia saat ini seperti *voice*, *data*, video, bahkan IPTV.

2.3. Multi Radio Access Technology (RAT) LTE dan UMTS

Terdapat 2 jenis teknik Multi-RAT yaitu :

1. 3GPP Multi-RAT
yaitu komunikasi antar teknologi sesama dibawah badan standarisasi 3GPP pada teknologi *wireless* seperti halnya komunikasi antara LTE – UMTS, LTE – GSM, UMTS – GSM.
2. 3GPP2 Multi-RAT
yaitu komunikasi antar teknologi *wireless* dengan teknologi *wireless* lainnya dengan dibawah badan standarisasi 3GPP2 seperti halnya LTE – CDMA 2000.

2.3.1 Perhitungan Link Budget LTE

Perhitungan *Link Budget* digunakan untuk mengestimasi nilai *maximum path loss* antara UE dan antena *Base Station*. *Maximum path loss* memperhitungkan estimasi *maximum cell range* yang sesuai dengan model propagasi yang digunakan. *Cell range* akan memberikan jumlah site yang dibutuhkan untuk mengcover area target.

Tabel 2 Tabel ~~XXXXXXXXXXXX~~ LTE untuk ~~XXXXXXXXXX~~[6]

| Transmitter | Value | Calculation |
|-----------------------|-------|-------------|
| Max. TX power (dBm) | 23 | A |
| TX antenna gain (dBi) | 0 | B |
| Body loss (dB) | 3 | C |
| EIRP (dBm) | 20 | d=a+b-c |

Tabel 3 ~~XXXXXXXXXXXX~~ [9]

| Tx | Value | Calculation |
|----------------------------|---------------|----------------------------|
| UE TX power (dBm) | 23 | A |
| UE Gain (dBi) | 0 | B |
| Body loss (dB) | 3 | C |
| EIRP (dBm) | 20 | D=A+B-C |
| eNB noise figure (dB) | 2.2 | E |
| Thermal noise (dBm) | -174 | F=k*T*B |
| SINR (dB) | -7 | G |
| System Bandwidth (dB) | 72.56 | H |
| Receiver sensitivity (dBm) | -106.24 | I=E+F+G+H |
| Interference Margin (dB) | 3 | J |
| Fading Margin (dB) | 4 | K |
| Penetration Loss (dB) | 12 | L |
| Feeder loss (dB) | 2 | M |
| eNB Gain (dBi) | 18 | N |
| TMA Insertion Loss | 0.5 | O |
| MAPL | 122.74 | P = D-I-J-K-L-M+N-O |

2.3.2 Downlink Budget LTE

Tabel 4 Donwlink Budget LTE[9]

| Tx | Value | Calculation |
|----------------------------|-------|-------------|
| eNb TX power (dBm) | 43 | A |
| eNb Gain (dBi) | 18 | B |
| Feeder loss (dB) | 2 | C |
| TMA Insertion Loss | 0.5 | D |
| EIRP (dBm) | 58.5 | E |
| UE noise figure (dB) | 7 | F |
| Thermal noise (dBm) | -174 | G=k*T*B |
| SINR (dB) | -5 | H |
| System Bandwidth (dB) | 72.5 | I |
| Receiver sensitivity (dBm) | -99.5 | J=F+G+H+I |
| Interference Margin (dB) | 10 | K |
| Fading Margin (dB) | 5 | L |
| Penetration Loss (dB) | 12 | M |
| Body loss (dB) | 3 | N |
| UE Gain (dBi) | 0 | O |

| | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|------|---|----|--------|------|---|----|---------------|---------------|
| FTP | 140,69 | 600 | 1 | 1% | 750,34 | 600 | 1 | 1% | 85,266,667 | 454,751,515 |
| Video Phone | 62,53 | 70 | 1 | 1% | 62,53 | 70 | 1 | 1% | 4,421,313 | 4,421,313 |
| email | 140,69 | 50 | 1 | 1% | 750,34 | 15 | 1 | 1% | 7,105,555,556 | 1,136,878,788 |
| P2P File Sharing | 250,11 | 1200 | 1 | 1% | 750,4 | 1200 | 1 | 1% | 3,031,636,364 | 9,095,757,576 |

$$Throughput/Session = PPP \text{ Session Time} \times PPP \text{ Session Duty Ratio} \times \text{Bearer Rate} [1/(1-BLER)] \tag{4}$$

Peak to average ratio 35% digunakan untuk mengasumsi presentase tertinggi kelebihan beban pada jaringan untuk mengantisipasi kebutuhan pada gedung asrama.

$$Single \text{ User Throughput} = (\sum (Throughput/Session) \times BHSR \times \text{Penetration Ratio} \times (1 + \text{Peak to Average Ratio})) / 3600 \tag{5}$$

Lalu menyesuaikan dengan jenis modulasi untuk code rate, code bit, SINR dan SINR probability untuk mendapatkan cell average throughput pada DL dan UL.

2.4.4 Perhitungan Jumlah Site

$$\text{Number Of Site DL/UL} = \text{DL/UL Network Throughput} / \text{DL/UL Site Capacity} \tag{6}$$

$$\text{Cell Coverage} = \text{Area Wide} / \text{Number Of Cell} \tag{7}$$

3. Pembahasan

3.1 Coverage Result

Setelah mendapatkan hasil MAPL dari sub-bab 2.3.1 maka dapat dicari total FAP LTE dari segi coverage dengan menggunakan rumus model propagasi dengan hitungan sebagai berikut:

- Perhitungan uplink kec. Sukajadi

$$PL = 46,3 + 33,9 \log FMhz - 13,82 \log hT - a(hR) + (44,9 - 6,55 \log hT) \log D + C$$

$$PL = 46,3 + 33,9 \log 1800 - 13,83 \log 40 - \{3,2(\log 11,75hR)^2 - 4,97\} + (44,9 - 6,55 \log 40) \log D + 0$$

$$122,74 = 46,3 + 110,35 - 22,14 - a(hR) + 34,41 \log D + 0$$

$$\log D = -0,332$$

$$D = 0,464 \text{ km}$$

- Perhitungan downlink kec. Sukajadi

$$PL = 46,3 + 33,9 \log FMhz - 13,82 \log hT - a(hR) + (44,9 - 6,55 \log hT) \log D + C$$

$$PL = 46,3 + 33,9 \log 1800 - 13,83 \log 40 - \{3,2(\log 11,75hR)^2 - 4,97\} + (44,9 - 6,55 \log 40) \log D + 0$$

$$128 = 46,3 + 110,35 - 22,14 - a(hR) + 34,41 \log D + 0$$

$$\log D = -0,179$$

$$D = 0,661 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah cell} = \frac{\sum \text{Cell}}{\text{Cell}} = \frac{4,2}{3,409} = 1,23 \sim 2 \text{ cell}$$

3.2 Capacity Result

Maka setelah dilakukan perhitungan dari sisi capacity dengan menggunakan persamaan (6),(7) maka didapat hasil sebagai berikut:

| ITEM | SUB URBAN | |
|--|-----------|----------|
| | Downlink | Uplink |
| Total Target User (jiwa) | 16,027 | |
| Single User Throughput (kbps) | 19.6 | 5.54 |
| Total Network Throughput (IP Layer) (Mbps) | 314.1292 | 88.78958 |

| | | |
|---|-------------|------------|
| Total Network Throughput (MAC Layer) (Mbps) | 320.54 | 90.6016122 |
| Cell Avarage Throughput (Mbps) | 82.32 | 98.794 |
| Site Capacity (Mbps) | 246.96 | 296.382 |
| Number Of eNodeB | 1.297942987 | 0.30569202 |
| Number Of eNodeB by Capacity | 2 | |
| Number of User per eNodeB | 8014 | |
| Cell Coverage (Km) | 83.65 | |
| Radius Cell 3 Sector (Km) | 4.061897809 | |

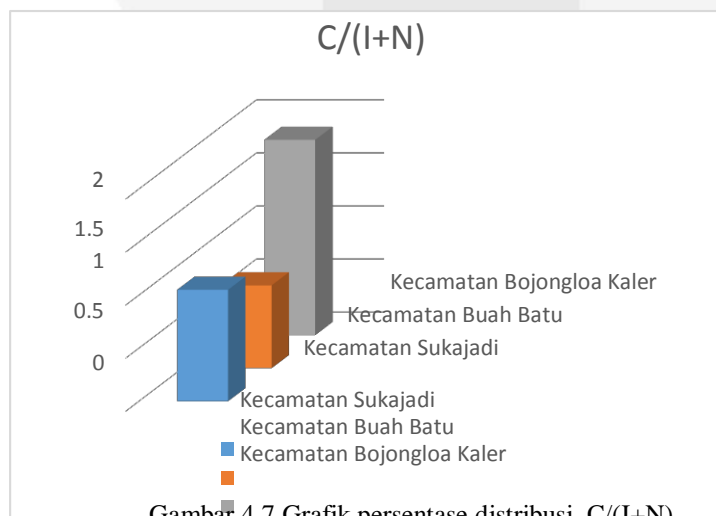
4. Analisis Simulasi Perancangan

Hasil plotting site dan sel pada software atoll disimulasikan untuk mendapat prediksi distribusi *best signal level*. Dalam teknologi LTE *best signal level* ini disebut dengan *Reference Signal Received Power (RSRP)* didefinisikan sebagai rata-rata linier daya pada *resource elements* yang membawa informasi *reference signal* pada sel tertentu yang digunakan sebagai pertimbangan dalam pengukuran *bandwidth* frekuensi [16]. RSRP adalah pengukuran yang penting pada UE *physical layer*, berfungsi memberikan informasi ke UE mengenai kuat sinyal pada suatu sel berdasarkan perhitungan *path loss* dan mempunyai peranan penting dalam menentukan *intra* dan *inter handover* [19]. Di bawah ini merupakan gambar distribusi nilai RSRP yang dihasilkan dari perancangan jaringan LTE.



Gambar 4.1 Grafik persentase distribusi RSRP

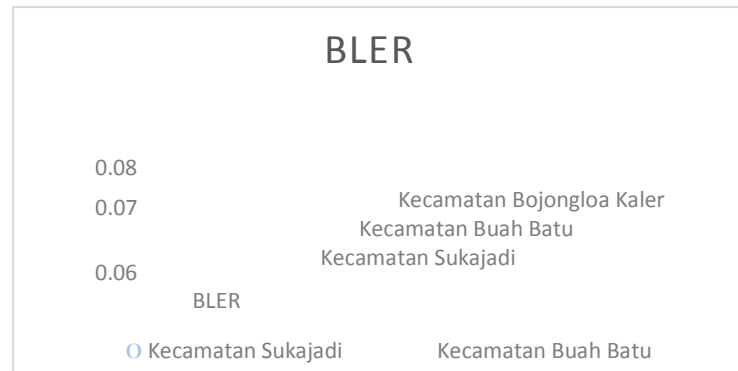
Carrier to Interference Noise Ratio (CINR) merupakan perbandingan antara daya sinyal carrier terhadap penginterferensi dan noise. Namun, karena noise tidak berpengaruh banyak dibandingkan interferensi maka nilai noise dapat diabaikan. Buruknya nilai CINR akan memengaruhi kualitas layanan yang diberikan, bahkan buruknya nilai CINR akan menyebabkan pengguna tidak mendapatkan layanan yang diinginkan [16].



Gambar 4.7 Grafik persentase distribusi C/(I+N)

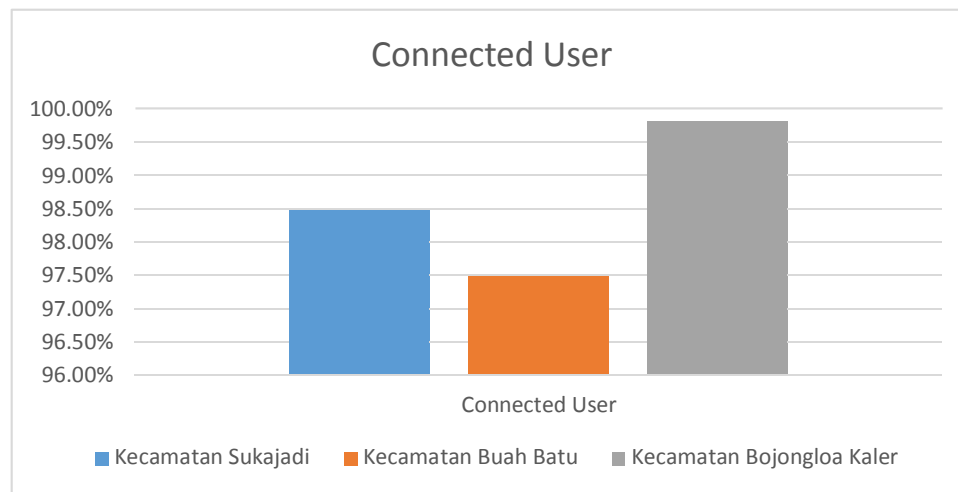
Nilai CINR ≥ 1 dB adalah batas nilai CINR pada suatu jaringan dapat dikatakan baik karena jika nilai CINR kurang dari nilai tersebut kualitas sinyal tidak baik sehingga *throughput* tidak maksimal.[17] Nilai parameter CINR merupakan parameter *threshold* yang menentukan modulasi yang digunakan UE. Nilai CINR dipengaruhi oleh daya *carrier* yang diterima UE dari eNodeB yang tentu dipengaruhi oleh jarak dan *pathloss* [18].

Block Error Rate (BLER) merupakan rasio jumlah block yang salah satunya jumlah total block yang diterima di sirkuit digital. Tingkat kesalahan block BLER digunakan untuk persyaratan kinerja LTE.



Gambar 4.2 Grafik persentase distribusi BLER

Untuk memastikan bahwa kapasitas jaringan yang dirancang sesuai dengan kebutuhan, maka perlu dilakukan simulasi trafik. Simulasi trafik dilakukan dengan menyebar sejumlah pengguna sesuai spesifikasi simulasi trafik yang telah direncanakan. Hasil dari simulasi ini berupa persentase *connected user* yaitu persentase antara pengguna yang mendapatkan layanan yang diinginkan dari seluruh pengguna yang ada pada daerah tinjauan. Penyebaran dan perhitungan *user* dilakukan dengan menggunakan metode mimo 2x2 pada *software* Atoll 3.2.1.



Gambar 4.3 Grafik persentase distribusi Jumlah *connected user*

5. Kesimpulan

Dari seluruh hasil perancangan dan simulasi jaringan LTE dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan Link Budget, di hasilkan hasil uplink dan downlink di daerah Sub urban kecamatan Sukajadi, uplink mendapatkan nilai jari-jari 0.464 km dan downlink mendapatkan nilai jari-jari 0.661 km, sedangkan daerah urban kecamatan Buah Batu mendapatkan uplink dengan nilai jari-jari 0.380 km dan downlink mendapatkan nilai 0.540 km, kemudian di daerah dense urban kecamatan Bojongloa Kaler mendapatkan ulink dengan nilai jari-jari 0.380 km dengan downlink mendapatkan jari-jari 0.540 km.
2. Perancangan dari skema sub urban, urban dan danse urban ini mendapatkan hasil jumlah site dan jumlah cell yang berbeda-beda. Di daerah sub urban kecamatan Sukajadi mendapatkan site 2 dan jumlah cell 6, lalu buat di kecamatan urban kecamatan Buat Batu mendapatkan jumlah site 4 dan

- jumlah cell 12, kemudian di daerah dense urban kecamatan Bojongloa Kaler mendapatkan site 3 dengan jumlah cell dan jumlah cell 9.
3. Dari perancangan jaringan *LTE* di daerah Sub Urban, Urban dan Dense Urban di Kecamatan Bandung, rata-rata memerlukan 2 transmiter untuk mencakup semua daerah.
 4. Dari simulasi *RSRP* untuk ketiga kecamatan yang di analisa memberikan hasil yang baik, karena memiliki nilai *RSRP* kurang dari -150dbm.
 5. Nilai $C/(I+N)$ pada daerah sub urban dapat dikatakan baik, karena memiliki nilai rata-rata 1.09db dengan standar devisiasi 6.08db. sedangkan daerah urban dapat juga di katakan baik, karena memiliki nilai rata-rata 0.86db dengan standar devisiasi 5.48db. begitupula dengan dense urban juga dikatan cukup baik, karena memiliki nilai rata-rata 1.91db dengan standar devisiasi 5.84db.
 6. Analisis simulasi *BLER* pada ketiga daerah kecamatan sub urban, urban dan dense urban memberikan hasil yang baik, karena *BLER* sangat sedikit mendekati 0.1 pada semua daerah yang di simulasikan.
 7. Hasil simulasi *Throughput* pada daerah sub urban, urban dan dense urban memiliki nilai yang kecil, maka dapat dikatakan memberikan hasil yang sangat baik. Dari hasil simulasi tersebut, maksimal hanya memberikan nilai *Throughput* 6%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] **Sesia**, Stefania dkk. 2009. *LTE : The UMTS Long Term Evolution, From Theory to Practice* second edition. United Kingdom : John Wiley and Sons ltd.
- [2] **Toskala**, Antti, dan Holma, Harri. 2009. *LTE for UMTS OFDMA and SC- FDMA for Radio Access*. United Kingdom : John Wiley and Sons ltd.
- [3] **Uke**, Galuh dkk. 2013. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Rekayasa Sains, Indonesia.
- [4] **Baihaqi**, Nico. 2015. "Coverage and Capacity Planning of Long Term Evolution (LTE) Network on Frequency 700 MHz on Railway with Physical Cell Identity (PCI)". Departemen Elektro dan Komunikasi, Kampus Telkom University : Indonesia.
- [5] **Dahlman**, Erik dkk. 2008. *3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband -2nd Ed.* United Kingdom : Academic Press.
- [6] **Amirjoo**, Mehdi dkk. Neighbor Cell Relation List and Physical Cell Identity Self-Organization in LTE. Ericsson Research, Sweden.
- [7] **Persson**, Patrik. 2008. *LTE Radio Access : Radio Interface Dimensioning & Planning*. RAN System Management Ericsson.
- [8] **Huawei Technologies Co.Ltd.**.2010. *LTE Radio Network Capacity Dimensioning*.
- [9] **Huawei Technologies Co.Ltd.**.2010. *LTE Radio Network Coverage Dimensioning*
- [10] **Nokia Siemens Network Frequency Band**.
- [11] **Forsk software planning atoll 3.2.1**
- [12] **Kaaranen**, Heikki dkk. 2005. *UMTS Networks Architecture, Mobility and Services*
- [13] <https://maps.google.com/>
- [14] bandungkota.bps.go.id/
- [15] **A. Elnashar**, M. A. El-saidny and M. R. Sherif, *Design, Deployment and Performance of 4G-LTE Networks*, Chichester: John Wiley & Sons, 2014
- [16] **A. T. Harri Holma**, *LTE for UMTS: Evolution to LTE-Advanced*, @nd Edition, Chichester: John Wiley & Sons, 2011
- [17] **Y. H. Widiartanto**, "Kominfo Siapkan 4G "Tahap Dua" untuk Pertengahan 2015," 14 Januari 2015. [Online]. Available: <http://tekno.kompas.com>.