

ALGORITMA MONTE CARLO DALAM PENENTUAN DISTRIBUSI PENGGUNA JARINGAN DI KOTA PEKANBARU (STUDI KASUS : LTE MULTI-RAT GSM)

Seprita Wulansari¹⁾, Linna Oktaviana Sari²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, ²⁾Dosen Teknik Informatika
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru
28293

Email: seprita.wulansari@student.unri.ac.id

ABSTRACT

LTE as the top cellular technology at this time has become the reference standard for the success of a user to connect the network. LTE planning with the Multi-RAT access system can optimize the planning of the 700 MHz LTE spectrum in Pekanbaru in the future. Multi-RAT is a technology planning for two or more RAT networks with a shared access system that can improve network performance. Based on the results of network to tracking using Nperf Software, there are many blankspot areas existing condition of Pekanbaru at this time can be said that causes users can not access the cellular network. To validate the success of the users side that connected to the network, then a Monte Carlo algorithm simulation that is run using Radio Planning Atoll Software is needed. Monte Carlo simulation is a probability simulation that analyzes network capacity using a user distribution to test the reliability of network coverage based on a randomization process. The data generated from the Monte Carlo algorithm simulation is connected user persentation and the value of throughput obtained from multiplication of single user throughput with number of active customers. In simulation testing to resulted Multi-RAT connected user is 99.93% of users with a throughput average around 2.968,72 Mbps. On the other side non Multi-RAT connected user is 97.83% of users connected with throughput average obtained at 2,198.1 Mbps. So, it can be concluded that LTE network planning with Multi-RAT technology can be taken into considered for future LTE planning because it produce higher percentage of average value of connected users and throughput.

Keywords: LTE, Multi-RAT, Monte Carlo Algorithm Simulation, Connected User Throughput Value.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan telekomunikasi semakin meningkat. di era *digital* saat ini. Perkembangan dalam hal kompleksitas terminal *mobile (smartphone)*, permintaan untuk aplikasi *online* (seperti layanan video dan *streaming* musik) serta meningkatnya jumlah *hotspot* pada area kecil dengan permintaan lalu lintas yang tinggi, sehingga penggunaan layanan internet semakin bertambah. Meningkatnya layanan internet akan sejalan dengan peningkatan pengguna.

Hal ini dikarenakan jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahun.

Kini dunia seluler telah hadir dengan teknologi yang mampu mengakses jaringan dengan sistem akses bersama yaitu teknologi *Multi Radio Access Technology (Multi-RAT)*. Teknologi Multi-RAT merupakan teknik perancangan dua atau lebih jaringan RAT yang diakses secara bersama sesuai standar 3GPP, sehingga sistem jaringan dapat bekerja secara optimal sekaligus dengan teknologi ini mampu

meningkatkan kualitas sinyal. Penggunaan teknologi ini, akan menjadi salah satu solusi dari masalah yang dialami operator untuk mendukung penyebaran jaringan LTE tanpa harus melepaskan spektrum GSM.

Perencanaan jaringan LTE Multi-RAT GSM di Kota Pekanbaru diusulkan karena belum adanya penerapan teknologi Multi-RAT di Pekanbaru. Untuk perencanaan LTE Multi-RAT dalam penelitian ini, frekuensi yang diusulkan menggunakan frekuensi 700 MHz untuk LTE, yang akan di Multi-RAT kan dengan frekuensi 900 MHz dan 1800 pada GSM. Simulasi perancangan jaringan LTE Multi-RAT dilakukan menggunakan *software Radio Planning Atoll* dari *Forsk*. *Atoll* merupakan sebuah *software* yang dapat digunakan untuk mendesain sebuah jaringan telekomunikasi. Agar perancangan jaringan dapat merata diseluruh area perencanaan, maka digunakan metode simulasi algoritma *Monte Carlo* untuk mendapatkan berapa jumlah *site* yang dibutuhkan agar perancangan jaringan ini dapat diakses oleh para pengguna secara keseluruhan di Kota Pekanbaru. Cara kerja dari simulasi *Monte Carlo* ialah dengan membangkitkan bilangan acak pada sampel pada suatu variabel yang telah di distribusinya. Dengan *Monte Carlo* didapatkan keluaran nilai untuk memperkirakan kondisi di Kota Pekanbaru agar jaringan LTE Multi-RAT GSM dapat diakses oleh seluruh pengguna berdasarkan jumlah dan letak *site*. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diangkatlah menjadi penelitian dengan judul “Algoritma *Monte Carlo* Dalam Penentuan Distribusi Pengguna Jaringan di Kota Pekanbaru (Studi Kasus : LTE Multi-RAT GSM)”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Algoritma

Algoritma dapat diartikan sebagai urutan dari beberapa langkah logis dan sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tertentu (Dharmawan, 2017). Algoritma

digunakan untuk melakukan penghitungan, penalaran otomatis, serta mengolah data pada komputer dengan menggunakan *software*. Dalam algoritma terdapat rangkaian terbatas dari beberapa intruksi untuk menghitung suatu fungsi yang jika dieksekusi dan diproses akan menghasilkan *output*, lalu berhenti pada kondisi akhir yang sudah ditentukan.

2.2. Simulasi Algoritma Monte Carlo

1) Pengertian Simulasi

Simulasi adalah metode perhitungan numerik yang digunakan untuk mengestimasi nilai peubah acak. Pada proses simulasi dilakukan percobaan yang berulang-ulang dan nantinya diambil nilai rata – rata dari seluruh percobaan (Dharmawan, 2017).

2) Simulasi *Monte Carlo*

Simulasi *Monte Carlo* merupakan proses menurunkan secara acak nilai variabel tidak pasti secara berulang-ulang untuk mensimulasikan dan mengoptimalkan model. Metode *Monte Carlo* dapat menganalisis, memecahkan dan mengoptimalkan berbagai masalah matematika atau fisika melalui sejumlah besar sampel acak statistik untuk simulasi kejadian stokastik (Zulfiandry, 2018).

3) Tahapan *Monte Carlo*

Proses pembuatan algoritma *Monte Carlo* ini memerlukan pengulangan dan perhitungan yang kompleks dan biasanya menggunakan simulasi komputer. Algoritma *Monte Carlo* melibatkan sampel acak. Penggunaan angka acak berfungsi untuk memodelkan sistem. Keluaran angka acak diperoleh dari variabel yang sudah ditentukan sebelumnya, kemudian melalui proses randomisasi yang berjalan pada program komputer sesuai kondisi. Adapun tahapan untuk simulasi *Monte Carlo* sebagai berikut:

- Menentukan distribusi probabilitas bagi variabel penting.
- Menentukan distribusi probabilitas kumulatif bagi setiap variable.

- c. Menentukan interval dari angka acak bagi setiap variable.
 - d. Membangkitkan angka acak.
 - e. Membuat simulasi dari serangkaian percobaan.
- 4) Simulasi *Monte Carlo* dalam Penelitian Simulasi *Monte Carlo* merupakan tahapan simulasi untuk melakukan analisis menghitung berapa jumlah *user* terkoneksi ke jaringan dengan menggunakan perilaku *user* yang sebenarnya. Simulasi ini juga berfungsi menguji kapabilitas dari cakupan jaringan yang dirancang. Dari nilai-nilai parameter tersebut *atoll* menghitung peluang aktivitas dan jumlah *user* yang aktif dari sisi *uplink* maupun *downlink* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

Peluang panggilan yang aktif: (Dharmawan, 2017)

$$po = \frac{N_{call} \times D_{call}}{3600} \quad (1)$$

Jumlah *user* yang aktif:

$$nv = N_{users} \times po \quad (2)$$

Peluang aktivitas UL:

$$f_{UL} = \frac{N_{session} \times V(UL) \times 8}{TP(UL) \times 3600} \quad (3)$$

Peluang aktivitas DL:

$$f_{DL} = \frac{N_{session} \times V(DL) \times 8}{TP(DL) \times 3600} \quad (4)$$

Peluang aktif UL:

$$P_{active}(UL) = f_{UL} \times (1 - f_{DL}) \quad (5)$$

Peluang aktif DL :

$$P_{active}(DL) = f_{DL} \times (1 - f_{UL}) \quad (6)$$

Peluang aktif UL+DL :

$$P_{active}(UL + DL) = f_{UL} + f_{DL} \quad (7)$$

Jumlah *user* aktif UL :

$$nd - active(UL) = N_{users} \times P_{active}(UL) \quad (8)$$

Jumlah *user* aktif DL :

$$nd - active(DL) = N_{users} \times P_{active}(DL) \quad (9)$$

Jumlah *user* aktif UL+DL :

$$nd - active(UL + DL) = N_{users} \times P_{active}(UL + DL) \quad (10)$$

Jumlah *user* yang aktif :

$$nd = nd - active(UL) + nd - active(DL) + nd - active(UL + DL) \quad (11)$$

2.3. Long Term Evolution

Long Term Evolution (LTE) adalah teknologi akses radio utama *release 8* untuk layanan data berkecepatan tinggi di jaringan seluler yang distandarisasi *Third Generation Partnership Project* (3GPP). LTE merupakan standar komunikasi akses data nirkabel pengembangan dari teknologi *Global System for Mobile* (GSM) dan *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS), dengan teknologi ini kecepatan *data rate* yang dikirimkan meningkat. Kecepatan yang dimiliki LTE sudah mencapai 100 Mbps untuk *downlink* dan 50 Mbps untuk *uplink* pada *channel bandwidth* mencapai 20 MHz (Aryanta, 2012).

2.4. Global System for Mobile Communication

Global System for Mobile Communication (GSM) adalah teknologi komunikasi seluler generasi kedua yang yang memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal yang telah terbagi berdasarkan waktu, sehingga pengiriman sinyal informasi akan dikirim sampai pada tujuan. GSM menggunakan sistem TDMA dengan frekuensi sebesar 200 kHz per satuan waktu. GSM dasar menggunakan pita 900 MHz dan turunannya adalah Sistem Seluler Digital 1800 (DCS-1800 yang juga dikenal sebagai GSM-1800) dan PCS-1900 (GSM-1900). Alasan utama untuk pita frekuensi baru adalah kurangnya kapasitas pada pita 900 MHz (Tibebu, 2016).

2.5. Multi Radio Access Technology

Multi Radio Access Technology (Multi-RAT) adalah suatu teknik komunikasi antara teknologi satu dengan teknologi yang lainnya dengan

menggunakan *gateway* masing-masing teknologi. Adapun teknik Multi-RAT terbagi menjadi 2 jenis yaitu :

a) 3GPP Multi-RAT

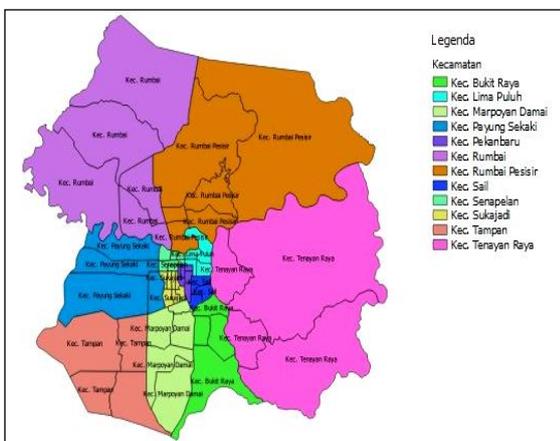
3GPP Multi-RAT adalah komunikasi antar teknologi satu sama lain dibawah badan standarisasi 3GPP pada teknologi *wireless* seperti halnya komunikasi antara LTE – UMTS, LTE – GSM, UMTS – GSM.

b) 3GPP2 Multi-RAT

3GPP2 Multi-RAT merupakan komunikasi antar teknologi *wireless* dengan teknologi *wireless* lainnya dengan di bawah badan standarisasi 3GPP2 seperti halnya LTE – CDMA 2000. (Pramaditya, 2016).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Simulasi Penelitian



Gambar 1. Peta Kota Pekanbaru

Pada Gambar 1 merupakan peta wilayah Kota Pekanbaru yang terbagi menjadi 12 Kecamatan.

a. Profil Kota Pekanbaru

Pekanbaru adalah ibu kota dan kota terbesar di Provinsi Riau. Kota ini didirikan oleh para pedagang Minangkabau di tepi Sungai Siak pada abad ke-18. Pekanbaru menjadi salah satu sentra ekonomi terbesar di bagian Timur Sumatera dengan tingkat pertumbuhan industri yang tinggi terutama minyak bumi dan otonomi daerah.

b. Batas Wilayah

Secara astronomis, Kota Pekanbaru terletak antara 101° 14' - 101° 34' Bujur Timur dan 0°25' - 0°45' Lintang Utara. Sedangkan berdasarkan posisi geografisnya, Kota Pekanbaru berbatasan dengan :

Sebelah Utara : Kabupaten Siak dan Kabupaten Kampar

Sebelah Selatan : Kabupaten Kampar dan Kabupaten Pelalawan

Sebelah Timur : Kabupaten Siak dan Kabupaten Pelalawan

Sebelah Barat : Kabupaten Kampar

b. Kependudukan

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pekanbaru tahun 2018, jumlah penduduk Kota Pekanbaru dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penyebaran Jumlah Penduduk Kota Pekanbaru Tahun 2017

Kecamatan	Jumlah Total (jiwa)	Luas Wilayah (Km ²)
Tampan	285.932	59,81
Payung Sekaki	90.902	43,24
Bukit Raya	103.722	22,05
Marpoyan Damai	131.362	29,74
Tenayan Raya	162.530	171,27
Lima puluh	42.469	4,04
Sail	22.015	3,26
Pekanbaru Kota	25.719	2,26
Sukajadi	48.544	3,76
Senapelan	37.459	6,65
Rumbai	67.570	128,85
Rumbai Pesisir	72.864	157,33
Jumlah Total	1.091.08	632,26

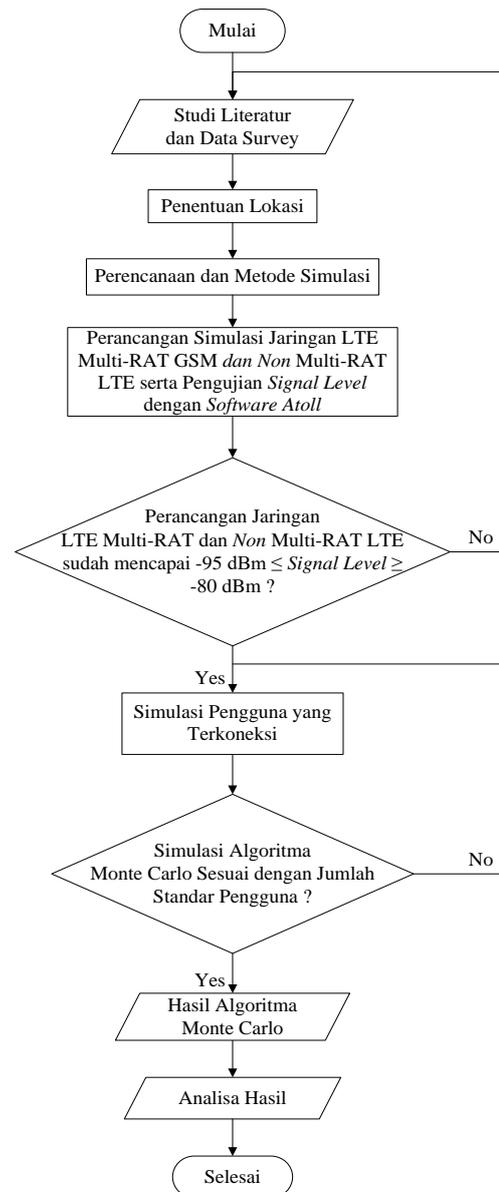
3.2. Perancangan Simulasi Algoritma

Monte Carlo pada Software Atoll

a. Diaram alir peneltian

Dalam penelitian yang akan dilakukan ada tahapan proses yang harus dilalui demi tercapainya hasil yang diharapkan. Pada Gambar 2 merupakan diagram alir dari penelitian *Algoritma Monte Carlo untuk Perancangan Jaringan LTE Multi-RAT GSM di Kota*

Pekanbaru. Tahapan keempat adalah memulai perancangan simulasi jaringan LTE Multi-RAT GSM dan *non* Multi-RAT LTE menggunakan *Software Atoll*. Kemudian pada tahapan kelima, dilakukan analisa *signal level* untuk tiap skenario yang telah ditetapkan dan membandingkan antar skenario. Tahap selanjutnya adalah membandingkan antara analisa dan hasil simulasi yang diperoleh, jika tidak sesuai maka dilakukan kembali perencanaan ulang, sedangkan jika hasil simulasi dan analisa sesuai, dilanjutkan dengan mensimulasikan pengguna yang terkoneksi menggunakan Algoritma *Monte Carlo*. Hasil dari Algoritma *Monte Carlo* ini ialah dapat diketahui jumlah *user* yang berhasil terkoneksi ke jaringan. Jika jumlah *user* yang berhasil terhubung sudah memenuhi standar perancangan jaringan yang baik, maka bisa dilanjutkan untuk penyusunan laporan akhir penelitian.



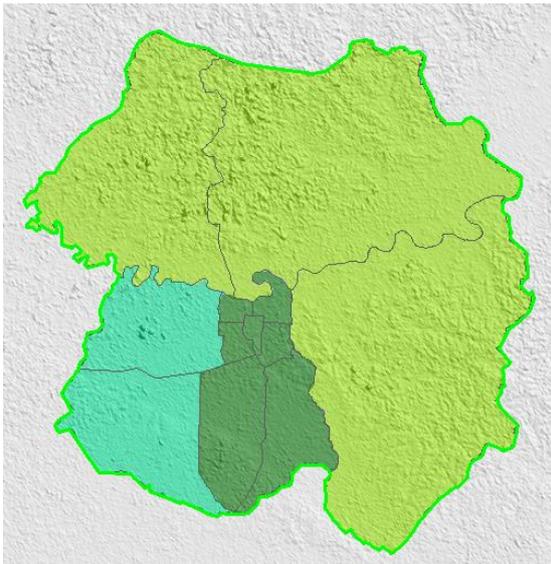
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Simulasi Software Atoll

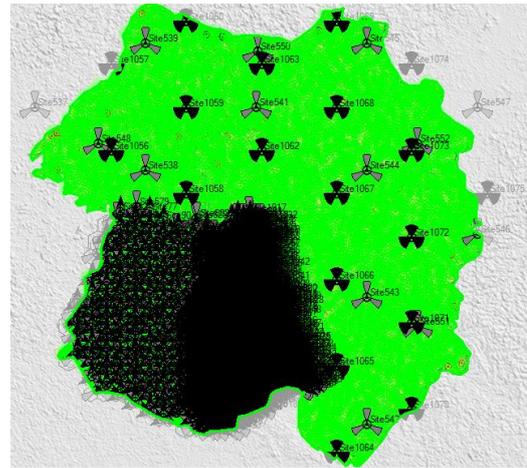
Simulasi *Software Atoll* digunakan untuk mengimplementasikan perhitungan hasil perencanaan *by capacity* dan *by coverage*. Sebelum dilakukan perancangan untuk masing-masing skenario, terlebih dahulu harus ditentukan wilayah di Kota Pekanbaru untuk kategori *urban*, *suburban* dan *rural* di *map software atoll* yang telah dikelompokkan dan dibedakan dengan pembagian warna seperti pada Gambar 3. Untuk warna hijau muda merupakan daerah *rural*, warna hijau tua merupakan

daerah *urban*, sedangkan warna hijau toska merupakan daerah *suburban*.

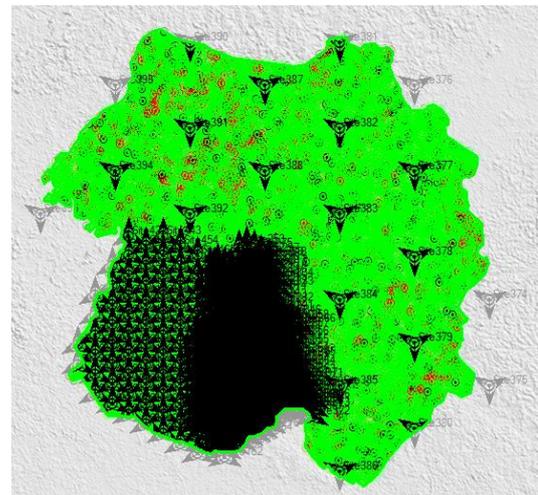


Gambar 3. Pengelompokan Daerah *Urban*, *Suburban* dan *Rural* pada *Atoll*

Setelah dilakukan pembagian daerah, selanjutnya peletakan *site* untuk masing-masing perancangan *Multi-RAT* dan *non Multi-RAT* secara otomatis. Setelah dilakukan peletakan *site*, barulah dapat dilakukan simulasi Algoritma *Monte Carlo* untuk mengetahui persentase dan jumlah pengguna yang terkoneksi ke jaringan. Untuk *site* pada perancangan *Multi-RAT* menggunakan dua jenis *site* yaitu *site* jaringan *LTE* ditunjukkan dengan *transmitter* berwarna hitam, sedangkan *site* *GSM* ditunjukkan dengan *transmitter* berwarna abu-abu. Sementara perancangan *non Multi-RAT* untuk *LTE* tunggal ditunjukkan dengan satu jenis *site* saja, berwarna hitam. Pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut merupakan hasil dari simulasi Algoritma *Monte Carlo* untuk hasil pada *map* Kota Pekanbaru. Titik-titik hijau pada *map* menandakan *user* yang berhasil terkoneksi ke jaringan, sedangkan titik merah menandakan *user* yang gagal terkoneksi ke jaringan.



Gambar 4. Simulasi *Monte Carlo Multi-RAT*



Gambar 5. Simulasi *Monte Carlo Non Multi-RAT*

4.2. Perbandingan Hasil Simulasi

Berikut adalah perbandingan hasil simulasi *Multi-RAT* dan *non Multi-RAT*. Dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Perbandingan Hasil *Monte Carlo* Berdasarkan *Connected User*

Daerah	Persentase <i>Connected User</i> (%)	
	<i>Multi-RAT</i>	<i>Non Multi-RAT</i>
<i>Urban</i>	100%	100%
<i>Suburban</i>	100%	99,3%
<i>Rural</i>	99,8%	94,2%
<i>Average</i>	99,93%	97,83%

Tabel 3. Perbandingan Hasil *Monte Carlo* Berdasarkan Nilai *Throughput*

Daerah	Throughput		Jumlah User	
	Multi-RAT	Non Multi-RAT	Multi-RAT	Non Multi-RAT
Urban	4.289,4	4.034,6	4.481	4.429
Suburban	2.637,7	2.637,7	3.608	3.406
Rural	1.979,4	1.109,9	3.015	2.570
Total	8.906,15	7.782,2	11.104	10.405

Dilihat dari hasil pada Multi-RAT lebih unggul dari rata-rata persentase *connected user* dan nilai *throughputnya* dibandingkan dengan *non* Multi-RAT. Berdasarkan hasil simulasi, teknologi Multi-RAT dapat dijadikan alternatif bagi operator untuk menjalankan layanan LTE di frekuensi 700 MHz.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil Simulasi Algoritma *Monte Carlo*, dalam perancangan Multi-RAT mendapatkan rata-rata persentase *user* yang terkoneksi sebesar 99,93 % (11.104 *user*) dengan nilai *throughput* 2.968,72 Mbps. Sedangkan dalam perancangan *Non* Multi-RAT mendapatkan rata-rata persentase *user* yang terkoneksi sebesar 97,83 % (10.405 *user*) dengan nilai *throughput* sebesar 2.198,1 Mbps.
2. Simulasi Algoritma *Monte Carlo* berperan penting dalam memvalidasi keberhasilan pengguna yang terkoneksi ke jaringan pada *Software Atoll*.
3. Berdasarkan hasil Simulasi Algoritma *Monte Carlo*, perancangan dengan Multi-RAT lebih menguntungkan dari sisi pengguna karena peluang pengguna yang terkoneksi lebih besar dibandingkan perancangan *Non* Multi-RAT.

Daftar Pustaka

- Aryanta, D. (2012). *Analisis Pengalokasian Frekuensi Teknologi Long Term Evolution (LTE) Di Indonesia*, Jurnal Informatika. Institut Teknologi Nasional Bandung. Vol.3, No.3, pp. 48 – 58.
- Dharmawan, K. (2017). *Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Asia Dengan Metode Monte Carlo – Control Variate*. Jurnal Matematika. Vol.2, No.3, pp. 1 – 8.
- Hutahaean, H. D. (2018). *Analisa Simulasi Monte Carlo untuk Memprediksi Tingkat Kehadiran Mahasiswa dalam Perkuliahan*. Journal Of Informatic Pelita Nusantara, STMIK Pelita Nusantara. Vol.3, No.1, pp. 41-45
- Irfani, H. (2017). *Estimasi Pengunjung Menggunakan Simulasi Monte Carlo pada Warung Internet XYZ*. Vol.2, No.3, pp. 48 – 586.
- Pramaditya, K. D., Muayyadi, A. A. and Usman, U. K. (2016). *Analisis Perencanaan Multi-RAT Dan Non Multi-RAT Pada Jaringan LTE dan UMTS Studi Kasus Kota Jakarta Pusat*. Universitas Telkom. Vol.3, No.3, pp. 30– 32.
- Tawakkal, I., Wijayanti, H. and Hafidudin. (2016). *Analisis Perencanaan Jaringan LTE Multi-RAT UMTS Existing Study Kasus Di Kota Bandung*. Universitas Telkom. Vol.3, No.3, pp. 1838 – 1845.
- Tibebu, M. (2016). *Dimensioning and Planning of Multi RAT Radio Network for Future Deployment in Bahir Dar City*. Tesis. Bahir Dar Institute Of Technology (Bit). Bahir Dar University: Ethiopia, pp. 1577-1578
- Xing, P. et al. (2013). *Multi-RAT Network Architecture*. Wireless World Research Forum, pp. 11-12.