

PERANCANGAN JARINGAN DI KOTA PEKANBARU DENGAN METODE ALGORITMA MONTE CARLO (STUDI KASUS: LTE MULTI-RAT UMTS)

Siti Maryam¹⁾, 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: siti.maryam@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Pekanbaru still has poor and unstable network technology obtained from survey results using G-NetTrack Lite Software in 12 Districts, so the needs of network service users are not yet fully covered. Therefore, a motode is needed to solve the problems occurred. By using telecommunications that has high speed and it can serve the needs of service users. Technology that is capable fulfill to these needs and has high speed is Long Term Evolution (LTE). LTE has data transfer speed up to 50 Mbps for uplinks and 100 Mbps for downlinks. In this research network design using Multi-RAT technology is performed, Multi-RAT is a technology that can access more than one network. A in one the Multi-RAT technology can improve signal quality and optimize the network while working simultaneously. Furthermore, to validate the success of users who can connect to the LTE network designed, a Monte Carlo algorithm simulation is needed. Monte Carlo algorithm simulation is a probabilistic simulation solution of a problem given based on a randomization process. In the simulation test, as a result 96.5% of users are connected to the network with 3.082.47 Mbps Throughput value obtained from the Monte Carlo algorithm simulation that was carried out in Pekanbaru. It can be concluded that the design of UMTS Multi-RAT LTE network can be done because the average value of users and throughput connected with a high percentage is obtained.

Keywords: LTE, Multi-RAT, UMTS, Monte Carlo Algorithm Simulation

1. PENDAHULUAN

Di era digital sekarang ini perkembangan teknologi komunikasi sangat berkembang pesat pada bidang telekomunikasi. Telekomunikasi saat ini telah menjadi kebutuhan oleh seluruh pengguna khususnya pada layanan bergerak dan jumlah pelanggan setiap tahunnya bertambah. Kebutuhan pelanggan untuk layanan bergerak dengan kecepatan akses yang tinggi akan terus meningkat, banyaknya pengguna yang menggunakan internet aktif dalam penggunaan berbagai macam bentuk sosial media yang ada di *smartphone* yang terus berkembang. Oleh karena itu, dibutuhkan layanan yang mampu menunjang kebutuhan pelanggan, dan membutuhkan banyak trafik data dengan peningkatan terhadap pelayanan. Kebutuhan terhadap komunikasi tidak hanya untuk layanan suara tetapi juga harus dapat melayani

berupa layanan data, gambar, video, dan *streaming*.

Saat ini *Long Term Evolution* (LTE) masih menjadi teknologi jaringan pertama dan merupakan standar komunikasi *wireless* berkecepatan tinggi untuk ponsel dan terminal data. LTE pada umumnya di kenal sebagai teknologi 4G yang merupakan *project release 8* berstandarkan 3GPP (*The Third Generation Partnership Project*). LTE merupakan pengembangan dari sebelumnya yaitu *Universal Mobile Telephone Standard* (UMTS) yang kecepatan transfer datanya dapat mencapai 50 Mbps untuk *uplink* dan 100 Mbps untuk *downlink*. HSPA merupakan pengembangan dari UMTS, HSPA memiliki dua arah pengembangan yaitu yang dibuat pada *uplink* UMTS yang dikenal dengan *High Speed Uplink Packet Acces* (HSUPA) dan *downlink* UMTS yang juga dikenal dengan

High Speed Downlink Packet Acces (HSDPA). Dalam HSDPA mampu menyediakan kecepatan transmisi data hingga 14,4 Mbps pada *downlink* dan 5,6 Mbps pada *uplink* tiap *user* (zulfadhli, 2013). Pada alokasi frekuensi teknologi LTE di Indonesia pada umumnya menggunakan frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz untuk *duplex* FDD dan untuk *duplex* TDD dengan frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz. Untuk lebar pita yang digunakan adalah 5, 10, 15 dan 20 MHz.

Semakin berkembangnya teknologi, semakin banyak teknologi yang datang untuk menjadikan telekomunikasi menjadi lebih baik dan mudah digunakan. Seperti teknologi Multi-RAT (*Multi Radio Access Technology*) yang merupakan teknologi yang dapat mengakses jaringan lebih dari satu dengan secara bersama. Dimana teknologi Multi-RAT dapat dirancang lebih dari 2 jaringan yang mampu diakses secara bersama sesuai standar yang telah ditetapkan. Teknologi Multi-RAT dapat meningkatkan kualitas sinyal dan dapat mengoptimalkan jaringan meski berkerja secara bersamaan.

Perencanaan jaringan LTE Multi-RAT UMTS di Kota Pekanbaru diusulkan karena belum adanya perencanaan ini dilakukan di Kota Pekanbaru. Untuk frekuensi yang diusulkan yaitu frekuensi 2100 MHz, untuk LTE dan untuk UMTS menggunakan frekuensi 2100 MHz yang sudah ada, karena untuk jaringan UMTS sampai saat ini masih tetap menempati pada frekuensi 2100 MHz. Untuk *bandwidth* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *bandwidth* 15 MHz. Simulasi perancangan jaringan LTE Multi-RAT UMTS menggunakan *software Radio Planning Atoll*. *Atoll* merupakan *software* yang dapat digunakan untuk mendesain sebuah jaringan telekomunikasi.

Dalam perancangan jaringan ini juga menggunakan metode simulasi algoritma *Monte Carlo* agar perancangan jaringan dapat merata diseluruh area cakupan pada perencanaan, maka digunakanlah metode simulasi algoritma *Monte Carlo* untuk menentukan jumlah *eNodeB* yang dibutuhkan untuk perancangan jaringan agar pengguna dapat mengakses jaringan secara keseluruhan di Kota Pekanbaru serta untuk melihat seberapa banyak pengguna yang terkoneksi pada jaringan internet. Cara kerja pada simulasi *Monte Carlo* adalah untuk

membangkitkan bilangan acak pada sampel pada suatu variable yang telah distribusinya. Sehingga *monte carlo* didapatkan keluran nilai untuk perkiraan kondisi Kota Pekanbaru agar jaringan LTE Multi-RAT UMTS dapat diakses oleh seluruh pengguna berdasarkan jumlah dan letak pada *site*. Dengan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka diangkatlah menjadi sebuah judul penelitian tentang “Algoritma *Monte Carlo* untuk Perencanaan Jaringan LTE Multi-RAT UMTS di Kota Pekanbaru”.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Algoritma

Algoritma adalah suatu langkah-langkah yang penyusunannya dilakukan dalam bentuk tertulis dan sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah tertentu. Algoritma terdapat juga rangkaian yang terbatas dari beberapa intruksi berguna untuk menghitung suatu fungsi yang jika akan dieksekusi dan diproses akan menghasilkan output, lalu berhenti jika pada kondisi akhir yang sudah ditentukan (Ayuhana, 2014).

2.1.1. Simulasi Algoritma *Monte Carlo*

1. Pengertian Simulasi

Simulasi adalah sebuah metode yang penting karena memiliki keunggulan dalam memperbaiki kinerja suatu sistem tanpa mengganggu kelancaran kerja dalam sistem nyata (*real system*). Sebuah model simulasi dikembangkan untuk mempelajari kerja sistem yang berkembang dari waktu ke waktu (Sharma, 2015).

2. Simulasi Algoritma *Monte Carlo*

Metode *Monte Carlo* adalah simulasi tipe probabilitas yang mendekati solusi untuk sebuah masalah dengan melakukan sampling dari proses acak. *Monte Carlo* melibatkan penetapan distribusi probabilitas dari sebuah *variable* yang dipelajari dan kemudian dilakukan pengambilan sampel acak dari distribusi untuk menghasilkan data yang diperlukan. Ketika sistem terdapat elemen-elemen yang memperlihatkan perilaku yang cenderung tidak pasti atau probabilistik maka metode simulai *Monte Carlo* dapat diterapkan (Shofa, 2017).

2.2. Universal Mobile Telecommunication System

Universal mobile telecommunication system (UMTS) merupakan standar

teknologi generasi ke tiga (3G) dari *International Mobile Telecommunication-2000* (IMT-2000) yang dirumuskan oleh ITU *International Telecommunication Union* UMTS memperkenalkan teknologi radio kecepatan tinggi *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA) dengan kecepatan akses mencapai 2 Mbps (Taufika, 2013). Alokasi spektrum frekuensi sistem 3G atau UMTS yaitu pada sistem *Time Division Duplex* (TDD), range frekuensi adalah 1900 MHz - 1920 MHz dan 2010-2025 yang digunakan kedua range tersebut untuk transmisi *uplink* dan *downlink* secara bersama sedangkan untuk sistem *frequency Division Duplex* (FDD), range frekuensi adalah 1920 MHz - 1980 MHz untuk transmisi *downlink* dan 2110 MHz - 2170 MHz untuk transmisi *uplink* (Wardhana, 2010).

2.3. Long Term Evolution

Long Term Evolution (LTE) merupakan nama yang diberikan pada sebuah *project* dari *Third Generation Partnership Project* (3GPP) *release 8* untuk memperbaiki standar *mobile phone* generasi ke tiga atau (3G) yaitu UMTS W-CDMA. LTE merupakan pengembangan dari sebelumnya yaitu UMTS atau (3G) dan HSPA (3,5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke empat atau (4G). 2 Mbps adalah maksimum kecepatan transfer pada UMTS, pada HSPA kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi *downlink* dan 5,6 Mbps kecepatan transfer data pada sisi *uplink*, dan pada LTE kemampuan kecepatan transfer data mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink* (Pratama, 2014).

2.4. Multi Radio Access Technology

Multi-RAT merupakan suatu teknik komunikasi antara teknologi satu dengan teknologi yang lainnya dengan menggunakan *gateway* masing-masing teknologi. Teknologi Multi-RAT dapat meningkatkan kualitas sinyal dan mengoptimalkan jaringan meski berkerja secara bersamaan. Didalam teknik multi-RAT terdapat 2 jenis teknik multi-RAT yaitu :

1. 3GPP Multi-RAT

3GPP Multi-RAT adalah komunikasi antar teknologi sesama dibawah badan standarisasi 3GPP. 3GPP (*The Third Generation Partnership Project*) Pada teknologi *wireless* seperti halnya komunikasi antara LTE-UMTS, LTE-GSM, UMTS-GSM.

2. 3GPP2 Multi-RAT

3GPP2 Multi-RAT adalah komunikasi antar teknologi *wireless* lainnya dengan dibawah badan standarisasi 3GPP2 seperti halnya LTE – CDMA 2000.

2.5. Perencanaan Jaringan

Bagian dari perencanaan jaringan seluler yaitu berupa *planning by coverage* dan *planning by capacity*.

▪ *Planning by Coverage*

Suatu metode perencanaan jaringan untuk spesifikasi parameter dan juga alat yang diantaranya dengan mempertimbangan *path loss*, sensitivitas alat, daya pancar, daya terima.

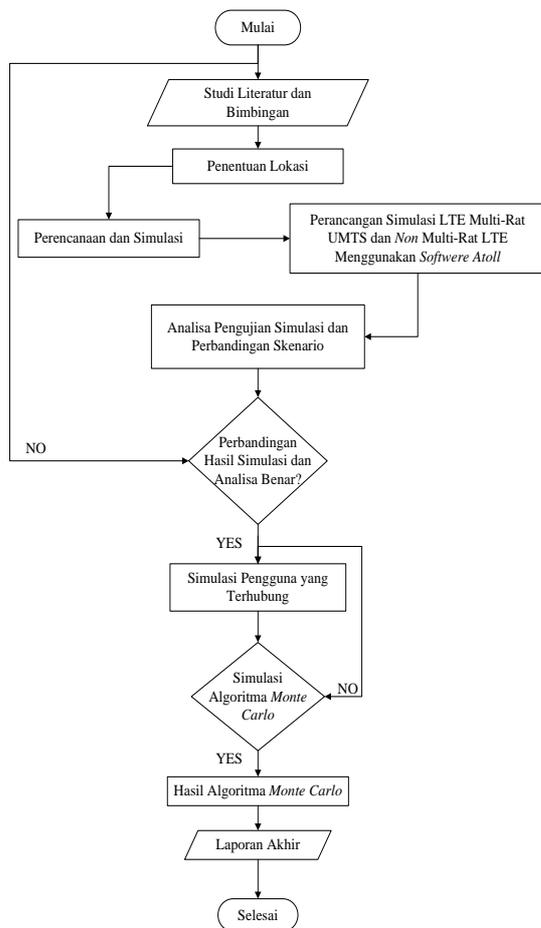
▪ *Planning by Capacity*.

Planning by capacity merupakan teknik dalam perencanaan jaringan yang menghitung jumlah *site* dengan memperhatikan seluruh kebutuhan trafik pelanggan di suatu daerah. Langkah-langkah *Planning by capacity* adalah estimasi untuk beberapa tahun kedepan, menghitung throughput per layanan, menghitung *single user* dengan rata-rata satu user, menghitung *network throughput* serta menghitung kapasitas *cell*, dan menentukan jumlah sel yang dibutuhkan (Wardhana, 2014).

3. Metode Penelitian

3.1. Flowchart Penelitian

Gambar 1 adalah *flowchart* penelitian secara gambaran umum.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Penelitian *Algoritma Monte Carlo* untuk *Perencanaan jaringan LTE Multi-RAT UMTS di Kota Pekanbaru* dilakukan melalui proses tahapan agar dapat memperoleh hasil yang diinginkan. Berikut tahapan pada penentuan daerah simulasi sesuai lokasi penelitian yang akan kita lakukan. Daerah yang ingin di lakukan perancangan jaringan LTE adalah Kota Pekanbaru. Berikut merupakan penjelasan tentang Kota Pekanbaru.

1. Profil Kota Pekanbaru

Pekanbaru merupakan ibu kota dan kota terbesar di provinsi Riau. Kota Pekanbaru merupakan sentra ekonomi terbesar di Pulau Sumatera serta termasuk sebagai kota dengan tingkat pertumbuhan migrasi dan urbanisasi yang tinggi. Kota yang berawal dari sebuah pasar (pekan) yang didirikan oleh para pedagang Minangkabau ditepi Sungai Siak pada abad ke-18.

2. Batas Wilayah

Secara astronomis, Kota Pekanbaru terletak antara $101^{\circ} 14'$ - $101^{\circ} 34'$ Bujur Timur dan Lintang Utara. Dan berdasarkan posisi geografisnya, kota Pekanbaru $0^{\circ} 25'$ - $0^{\circ} 45'$ berbatasan dengan :

- Utara : Kabupaten Siak dan Kabupaten Kampar
- Selatan : Kabupaten Kampar dan Kabupaten Pelalawan
- Timur : Kabupaten Siak dan Kabupaten Pelalawan
- Barat : Kabupaten Kampar

3. Kependudukan

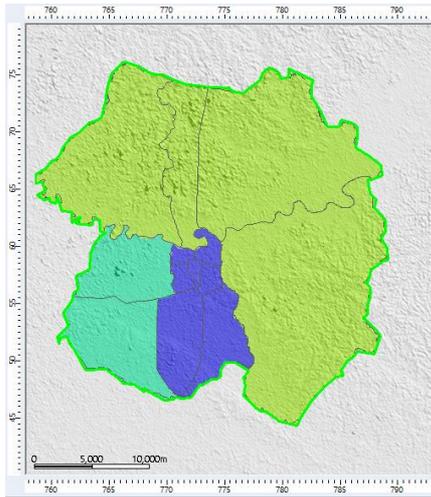
Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) kota Pekanbaru tahun 2018, jumlah penduduk Kota Pekanbaru dapat dilihat pada Tabel 1 seperti berikut: Tabel 1. Jumlah Penduduk Kota Pekanbaru

Kecamatan	Jumlah Penduduk	Luas Wilayah
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	1.091.088	632,26

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

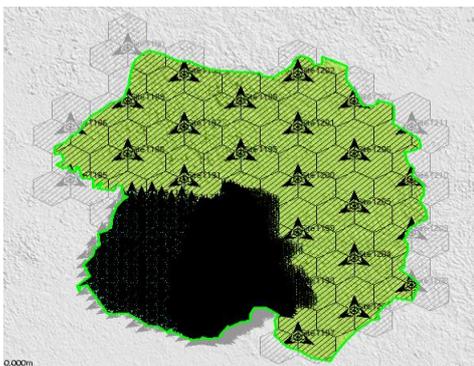
4.1. Simulasi *Software Atoll*

Dalam simulasi menggunakan perhitungan perencanaan jaringan yaitu *planning by coverage* dan *planning by capacity* yang di implementasikan pada *Software Atoll*. Dimana dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar peta dan posisi *site* Kota Pekanbaru dengan perancangan menggunakan *software Atoll*.



Gambar 2. Kota Pekanbaru Pada *Software Atoll*

Pada Gambar 3 dapat dilihat merupakan Gambar posisi *site* Kota Pekanbaru berdasarkan perhitungan radius sel yang telah ditentukan dari perhitungan *link budget*, dalam perancangan tersebut dibagi menjadi dua jenis peta yaitu peta berkontur dan tidak berkontur. Peletakan setiap *site* tersebut ditentukan dari *Hexagonal Design* pada *software Atoll*.



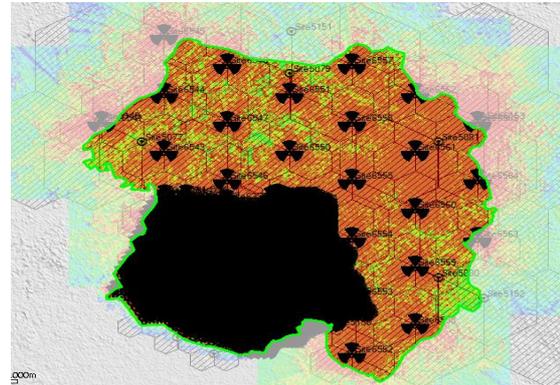
Gambar 3. Posisi *Site* Kota Pekanbaru pada *Map Software Atoll*

4.2. Simulasi *Coverage by Signal Level*

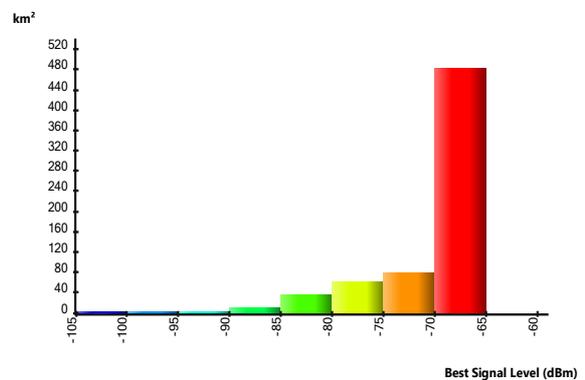
Keluaran yang dihasilkan memiliki warna yang berbeda-beda. *Coverage* dengan warna biru tua disisi terluar area perencanaan adalah *signal level* dengan nilai diatas -105 dBm. Untuk warna biru dan biru muda adalah *signal level* bernilai -105 sampai -95 dBm. *Coverage* dengan warna hijau menunjukkan nilai *signal level* -95 sampai -80 dBm. Sementara *coverage* dengan warna kuning, jingga dan merah adalah nilai *signal level* dibawah -80 dBm. Pada Simulasi *coverage* ini keluaran yang dihasilkan memiliki tingkatan warna yang

berbeda-beda satu sama lain tergantung dari nilai *signal level* yang dihasilkan.

1. Simulasi *coverage by signal level* pada LTE 2100 MHz Multi-RAT UMTS 2100 MHz bandwidth 15 MHz

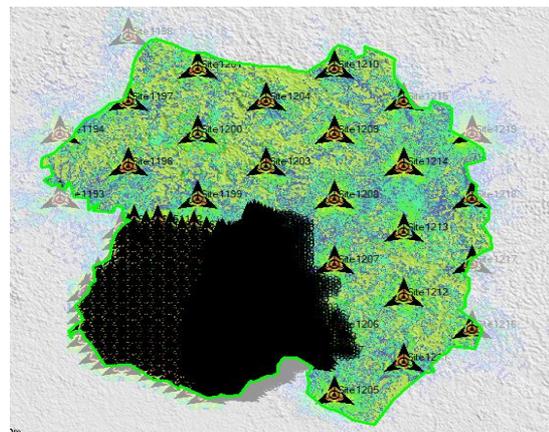


Gambar 4. *Coverage by Signal Level* Multi-RAT

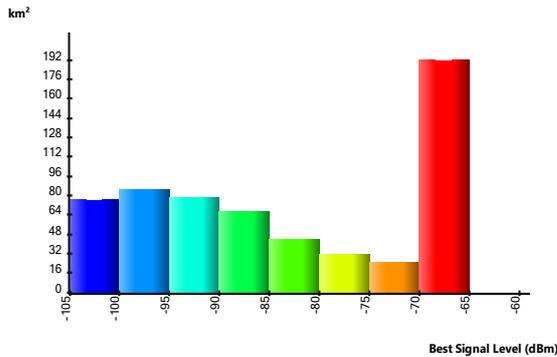


Gambar 5. Histogram *Coverage by Signal Level* Multi-RAT

2. Simulasi *coverage by signal level* pada LTE 2100 MHz Non-Multi-RAT UMTS 2100 MHz bandwidth 15 MHz



Gambar 6. *Coverage by Signal Level* Non-Multi-RAT

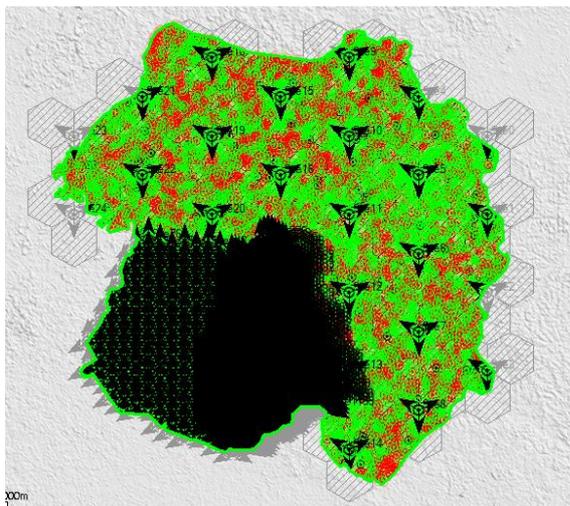


Gambar 7. Histogram Coverage by Signal Level No- Multi-RAT

4.3. Simulasi Algoritma Monte Carlo

Tahap selanjutnya melakukan perbandingan pada sisi simulasi analisa prediksi *signal level*, maka untuk mengetahui jumlah pengguna yang terkoneksi adalah dengan menjalankan simulasi *Monte Carlo*. Berdasarkan dari perancangan yang telah dilakukan dan percobaan berulang simulasi *Monte Carlo*, maka didapatkan hasil sebagai Berikut :

1. Simulasi *Monte Carlo* Frekuensi 2100 MHz *bandwidth* 15 MHz Pada Gambar 8, dapat dilihat dari Gambar banyaknya titik hijau pada Gambar tersebut.



Gambar 8. Simulasi Monte Carlo Frekuensi 2100 MHz

Selanjutnya lakukan sebanyak 3 kali perulangan simulasi dan didapatkan rata – rata dari setiap perulangan pada Tabel 2 hasil rata – rata dari simulasi *monte carlo* pada Multi-RAT.

Tabel 2 Hasil Rata–Rata Simulasi Monte Carlo

Simulasi	Jumlah User	User Connected	% Connected User	Throughput (Mbps)
1	4.554	4.508	99%	3.626,51
2	4,496	4,450	99%	3.874,64
3	4,442	4,410	99,3%	3.004,44
Rata-rata	4,497.33	4,456	99,1%	3.096,92

4.4. Perbandingan Hasil Simulasi

Setelah melakukan simulasi *Monte Carlo* Multi-RAT dan *non-Multi-RAT* dapat ditentukan perbandingan hasil dari simulasi *Monte Carlo* Multi-RAT dan *non-Multi-RAT*.

Tabel 3 Hasil Perbandingan Simulasi Monte Carlo Multi-RAT dan non-Multi-RAT

LTE Multi-RAT UMS	Persentase Connected User	Throughput (Mbps)	Non-LTE Multi-RAT UMS	Persentase Connected User	Throughput (Mbps)
Urban	98,2%	3,548.07	Urban	99,1%	3,851.84
Suburban	96,5%	3,082.47	Suburban	99,9%	1,501.84
Rural	42,1%	4,863.95	Rural	64,7%	871.77

Dapat dilihat dari hasil perbandingan simulasi metode Multi-RAT lebih unggul di nilai *throughputnya* yaitu sebesar 3,548.07 Mbps, akan tetapi pada *non-Multi-RAT* juga memiliki nilai yang bagus. disimpulkan bahwa dalam percobaan simulasi *Monte Carlo* metode Multi-RAT dapat di andalkan pada nilai *throughput* yang tinggi dibandingkan dengan *non-Multi-RAT*, tetapi pada *non-Multi-RAT* jumlah pengguna yang terkoneksi lebih besar dibandingkan dari Multi-RAT, Berdasarkan hasil simulasi, metode Multi-RAT dapat dijadikan alternatif bagi operator untuk menjalankan layanan LTE Multi-RAT.

5. Kesimpulan

1. Dalam perancangan jaringan Multi-RAT di kota Pekanbaru mendapatkan nilai sebesar 98,02% pada *level signal* ≤ -95 dBm yang tergolong pada *level "Good"* yang berarti perancangan mendapatkan hasil yang baik pada perancangan jaringan.
2. Dari hasil simulasi algoritma *Monte Carlo* yang telah dilakukan didapatkan sebanyak 9999 *sites* sehingga mendapatkan hasil yang baik pada perancangan yang telah di buat. Pada simulasi algoritma *Monte Carlo* mendapatkan *user* sebanyak 3,913.67

dengan jumlah *user* yang terkoneksi sebanyak 3,776.67 orang. Secara keseluruhan mendapatkan persentase sebesar 96,5% dari *user* yang terkoneksi ke jaringan dengan *Throughput* sebesar 3,082.47 Mbps yang berarti perancangan jaringan sudah *tercover* di seluruh area perencanaan.

Daftar Pustaka

- Ayuhana, R. (2014). Penentuan Harga OPSI PUT Amerika Menggunakan Algoritma Monte Carlo in Seminar Nasional Ilmu Komputasi & Teknik Informatika, pp. 1-9.
- BPS, P. (2017) Kota Pekanbaru Dalam Angka 2017. Edited by B.-S. of P. Municipality. Pekanbaru: BPS Kota Pekanbaru. Available at: <http://pekanbarukota.bps.go.id>, pp. 59-68.
- Pratama, H.W. (2014). Analisis Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Metode Frekuensi Reuse 1, Fractional Frequency Reuse dan Soft Frequency Reuse Studi Kasus Kota Bandung. Fakultas Teknologi Elektro, Universitas Telkom Bandung, pp. 1-7.
- Shofa, W.N (2017). Penjadwalan Proyek Dengan Penerapan Simulasi Monte Carlo Pada Metode Program Evaluation Review And Technique (PERT). Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 10 (2), pp. 1-8.
- Wardhana, L, Markodin, N. 2010, Teknologi Wireless Communication dan Wireless Broadband. Handbook edisi 1. Yogyakarta Andi, pp. 43-44
- Wardhana, Lingga., Aginsa, B.F., Dewantoro, Anton., Harto, Isyabel., Mahardika, G., Hikmaturokhman, Alfin. (2014). 4G Handbook, pp. 103-130
- Zulfadhli, O. (2017). Analisis Link Budget Untuk Performasi Jaringan 2G Dan 3G Pada Implemetasi Pembangunan Indoor Building Coverage (IBC) Di Mal SKA Pekanbaru. Jurnal Optimasi Sistem Industri. Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, pp. 1-96.