



Perancangan LTE Menggunakan Metode *Coverage Dimensioning* di Kabupaten Kuantan Singingi

Linna Oktaviana Sari^a, Arif Fauzar^b, Ery Safrianti^c, Rahmat Rizal Andhi^d

^{a,b,c,d} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Riau, linnaoasari@lecturer.unri.ac.id

Abstract

The need for LTE network is not only required by urban communities, but also rural communities. Kuantan Singingi is one of the districts in Riau province, has a lot of potential that can be developed, especially tourism. To develop the potential, Kuantan Singingi needs internet network with better signal quality. To meet the needs of high quality internet in Kuantan Singingi then in this research has been done design of LTE internet network in Kuantan Singingi area by using Coverage Dimensioning method with FDD as duplex at 5 MHz bandwidth. The design is done for planning until 2020. The design results have been obtained that Kuantan Singingi requires 54 eNodeBs with cell radius about 6690 meters. In addition, the average RSRP -80dBm obtained with the widest coverage area reaches 99.5%. Then the uplink service area reaches 100% for using 16QAM 3/5 modulation, while downlink service area reaches 71% for QPSK 3/5 modulation.

Keywords: LTE, Coverage Dimensioning, FDD, RSRP.

Abstrak

Kebutuhan jaringan internet LTE tidak hanya dibutuhkan oleh masyarakat perkotaan, tetapi juga masyarakat pedesaan. Kuantan Singingi adalah salah satu kabupaten yang terdapat di provinsi Riau, dimana daerah ini memiliki banyak potensi yang dapat dikembangkan, terutama pariwisata. Untuk mengembangkan potensi tersebut, Kuantan Singingi membutuhkan jaringan internet dengan kualitas sinyal yang lebih baik. Untuk memenuhi kebutuhan jaringan internet dengan level sinyal yang lebih baik di Kuantan Singingi, maka pada penelitian ini telah dilakukan perancangan jaringan internet LTE di daerah Kuantan Singingi dengan menggunakan metode *Coverage Dimensioning* dengan jenis duplex FDD pada bandwidth 5 MHz. Perancangan dilakukan untuk perencanaan hingga 2020. Dari hasil perancangan yang telah dilakukan diperoleh bahwa Kuantan Singingi membutuhkan 54 eNodeB dengan jari-jari sel sebesar 6690 Meter. Selain itu diperoleh RSRP rata-rata -80dBm dengan cakupan area terluas mencapai 99,5%. Kemudian *service area uplink* mencapai 100% untuk modulasi 16QAM 3/5, sedangkan *service area downlink* mencapai 71% untuk modulasi QPSK 3/5.

Kata kunci: LTE, Coverage Dimensioning, FDD, RSRP.

© 2018 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Komunikasi menggunakan teknologi internet hampir menjadi kebutuhan primer setiap orang. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat menyebabkan perubahan pola sistem jaringan menjadi semakin efisien. Perkembangan teknologi sekarang ini khususnya teknologi informasi memungkinkan setiap manusia selalu menginginkan kemudahan, kecepatan dan sistem informasi yang relevan untuk memudahkan aktifitas [1]. Beberapa hal yang mempengaruhi perkembangannya yaitu ketersediaan infrastruktur. Teknologi informasi tidak hanya digunakan untuk mengakses informasi saja, tetapi untuk menciptakan sebuah sistem yang terintegrasi [2].

Gartner, firma riset global memprediksi pada 2020 akan ada 26 miliar perangkat teknologi yang akan terhubung melalui jaringan Internet. Internetworldstats.com merilis sebuah data pada 31 Maret 2017 yang menunjukkan gambaran pengguna internet di dunia. Indonesia termasuk dalam 5 besar negara dengan jumlah pengguna internet terbesar. Negara-negara lainnya yang memiliki pengguna internet lebih banyak dari Indonesia adalah China, India, AS, dan Brazil. Menurut laporan Tetra Pak Index 2017, tercatat ada sekitar 132 juta pengguna internet di Indonesia pada tahun 2017. Sebanyak 40% dari seluruh pengguna internet tersebut merupakan penikmat media sosial. Setiap bulannya, ada lebih dari 106 juta orang yang menggunakan media sosialnya dan 85% di antara

pengguna medsos tersebut menggunakan perangkat seluler smartphone.

Dengan makin banyaknya masyarakat yang mengakses internet, maka dibutuhkan jaringan internet yang menyediakan cakupan layanan yang luas dan kecepatan akses data yang tinggi. Hal ini dapat dipenuhi dengan teknologi *Long Term Evolution* (LTE). LTE merupakan pengembangan dari teknologi UMTS (3G) dan HSDPA (3.5), LTE disebut juga sebagai generasi ke-4 (4G). Kecepatan transfer data dengan menggunakan teknologi LTE dapat mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink*. Dengan tingginya kecepatan data, LTE mampu mendukung semua aplikasi baik *voice*, data, *video*, maupun IP TV.

Kebutuhan jaringan internet LTE tidak hanya dibutuhkan masyarakat perkotaan, tetapi juga masyarakat pedesaan. Kabupaten Kuantan Singingi adalah salah satu kabupaten yang terdapat di provinsi Riau, memiliki banyak potensi yang dapat dikembangkan, terutama pariwisata. Setiap tahunnya, daerah ini mengadakan acara pacu jalur yang sangat terkenal. Selain itu menurut laporan riauterkini.com dengan adanya internet desa pintar ini akan dapat memperpendek kerja birokrasi yang menyangkut dengan kebutuhan masyarakat dan dilakukan secara online seperti pembuatan Kartu Keluarga (KK), KTP, SKCK, Akte Lahir dan lainnya.

Untuk memenuhi kebutuhan jaringan internet dengan kualitas sinyal yang lebih baik di Kuantan Singingi maka pada penelitian ini telah dilakukan perancangan jaringan internet LTE di daerah Kuantan Singingi dengan menggunakan metode *Coverage Dimensioning* dengan jenis *duplex* FDD. Perancangan dilakukan untuk perencanaan hingga 2020.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait perencanaan jaringan LTE telah banyak dilakukan. Penelitian yang telah dilakukan oleh [3] merencanakan sel untuk jaringan 4G-LTE di Pekanbaru dilakukan menggunakan software Atoll. Pada penelitian ini menampilkan nilai RSRP (Reference Signal Receive Power) dan SINR, serta jumlah user yang dapat dilayani oleh BTS. Hasil simulasi menunjukkan bahwa eNodeB existing menghasilkan RSRP -70,17 dBm dan kualitas sinyal dengan range -7 dB s/d 21 dB dengan jumlah user yang terlayani 11.279 atau 54,3%. Sedangkan penambahan New Site menghasilkan RSRP -65,65 dBm dan kualitas sinyal dengan range -7 dB s/d 20 dB dengan jumlah user yang terlayani 17.173 atau 69,8%.

Pada penelitian [4], dirancang jaringan indoor femtocell LTE pada gedung Java Heritage Hotel

Purwokerto, dimana didapat RSRP sebesar 32,67dBm. Pada [5], perencanaan jaringan 4G LTE pada Gedung A Fakultas Teknik Universitas Jember yang kemudian disimulasikan oleh perangkat lunak Radiowave Propagation Simulator (RPS) 5.4. dengan variasi pengambilan data berupa jenis antena dan letak ketinggian Femtocell Access Point (FAP). Penelitian yang telah dilakukan oleh [6] yang melakukan perencanaan jaringan LTE FDD 1800 MHz di kota Pekanbaru. Penelitian dilakukan berdasarkan analisa cakupan dengan menggunakan *bandwidth* 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz dan 20 MHz. Hasil simulasi dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kota Pekanbaru membutuhkan 99 *site* agar tercakupi RS (*ratio signal*) dan CINR (*Carrier to Interference Noise Ratio*) minimal 97%. Pada simulasi *throughput*, pelanggan yang berhasil terhubung ke jaringan pada *bandwidth* 5 MHz sebesar 82,7%, *bandwidth* 10 MHz sebesar 86,4%, *bandwidth* 15 MHz sebesar 86% dan *bandwidth* 20 MHz sebesar 66%.

Berikutnya penelitian yang dilakukan oleh [7] yang menganalisa jaringan LTE di frekuensi 900 MHz Pada Perairan Selat Sunda. Hasil dari penelitian menunjukkan nilai RSRP $92,96\% \geq -110$ dBm, *downlink throughput* ≥ 1 Mbps sebesar 100 % dan *uplink throughput* ≥ 1 Mbps 92,96%. pada daerah perencanaan berdasarkan pada standar KPI *vendor*.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh [8] yang membandingkan analisa antara frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz untuk daerah rural. Dengan skenario yang telah dilakukan untuk *bandwidth* 5 MHz dan 20 MHz. didapatkan bahwa yang paling bagus untuk menggelar jaringan LTE adalah dengan menggunakan 900 MHz pada *bandwidth* 5 MHz. pada daerah tersebut hanya menggunakan 6 sel untuk perancangan.

Penelitian dilakukan oleh [9], melakukan perencanaan jaringan LTE FDD 1800 MHz di kota Semarang dengan menggunakan *software atoll*. mendapatkan hasil dari penelitian tersebut adalah jumlah eNodeB yang diperlukan pada perencanaan cakupan yaitu 152 *site* dan 453 sel agar *area* Kota Semarang tercakupi oleh RS dan SINR minimal sekurang-kurangnya 95%, untuk pelanggan yang berhasil terhubung ke jaringan pada *bandwidth* 5 MHz sebesar 98,7%, *bandwidth* 10 MHz sebesar 97, %, *bandwidth* 15 MHz sebesar 95,9% dan *bandwidth* 20 MHz sebesar 94,8 %.

Penelitian yang telah dilakukan oleh [10] melakukan perencanaan jaringan LTE TDD pada frekuensi 2300 MHz di kota Semarang. Mendapatkan hasil bahwa jumlah eNodeB yang diperlukan pada perencanaan cakupan yaitu 159 *site* dan pada perencanaan kapasitas yaitu 46 *site*, untuk pelanggan yang berhasil terhubung pada perencanaan cakupan yaitu sebesar 62,2% sedangkan pada perencanaan kapasitas sebesar 59,2%. Perencanaan cakupan pada jaringan LTE di kota Khartoum juga telah dilakukan [11]. Pada [12] telah

dilakukan analisa kapasitas dan cakupan pada jaringan LTE di kota Dhaka.

Penelitian mengenai LTE juga dilakukan oleh [13] pada tahun 2016. yang melakukan analisa perencanaan jaringan LTE di pita frekuensi 3500 MHz dengan Mode TDD dan FDD. pada penelitian ini dilakukan pemodelan di pulau Batam yang mewakili geografis yang beragam di Indonesia, dengan pengukuran SINR dan RSRP sehingga diperoleh analisa untuk penerapan frekuensi 3500 MHz sebagai alternatif frekuensi LTE di Indonesia. Penelitian yang dilakukan oleh [14] pada tahun 2015 yang menjelaskan tentang penggunaan sel dengan ukuran kecil untuk menjadi solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas layanan dan tingkat data di kedua *uplink* dan *downlink* dari pengguna rumah, sel kecil (*femtocell*, *Picocell*, *Microcell*), untuk mengurangi efek gangguan, meningkatkan QoS pengguna, dan memaksimalkan kapasitas keseluruhan di jaringan LTE di kerahkan sel kecil secara acak.

2.2 Teknologi LTE

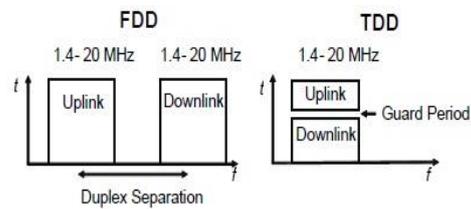
Berdasarkan [15] menjelaskan tentang spesifikasi LTE berdasarkan dari *standard* yang dirilis oleh 3GPP, berikut adalah spesifikasi yang merupakan persyaratan dari 3GPP untuk LTE:

- LTE menggunakan 2 jenis transmisi berbeda untuk *downlink* dan *uplink*, untuk *downlink* menggunakan OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) dan SC-FDMA (*Single Carrier-Frequency Division Multiple Access*). Hal ini dimaksudkan untuk lebih efisien dalam penggunaan energi.
- Mampu mengirim data sampai kecepatan ± 300 Mbps untuk *downlink* dan ± 75 Mbps untuk *uplink*.
- Mendukung *bandwidth* 1,4 Mhz hingga 20 Mhz dan menggunakan jenis *duplexing* FDD dan TDD.
- LTE memberikan *coverage* dan *capacity* yang lebih besar mengurangi biaya operasional, mendukung penggunaan *multiple antenna*, fleksibel penggunaan *bandwidth* dan bisa terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.
- Mendukung semua aplikasi yang ada baik *voice*, *data*, *video*, maupun IPTV.

Lebih kurang mampu mendukung 200 pengguna aktif dalam setiap sel 5 MHz, mempunyai kecepatan *mobilitas* 350 km/jam, cakupan optimal sel 5 km, 30 km, untuk kinerja bagus dan 100 km untuk kinerja yang dapat diterima

Pada LTE Teknik *interface radio* yang digunakan berbeda antara *downlink* dan *uplink*, Pada *downlink* menggunakan teknik *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA). Dan sedangkan pada *uplink* menggunakan *Single-Carrier Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA).

Pada LTE disediakan 2 jenis metode radio akses, yaitu *Frequency Division Duplex* (FDD) dan *Time division duplex* (TDD). Dan perbandingan antara kedua metode akses radio dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Perbandingan Sistem TDD dan FDD [10].

Pada LTE telah memiliki beberapa teknologi yang menunjang untuk mendapatkan kecepatan data yang maksimal. Dan berikut diantara teknologi dari LTE.

a. Channel Quality Indicator (CQI)

CQI merupakan suatu *index* yang menunjukkan *downlink transmission data rate* yang cocok dengan kondisi kanal dan nilai *Modulation and Coding Scheme* (MSC). CQI terdiri dari 4 *bit integer* dan nilai diambil berdasarkan dari nilai DL SINR pada UE. Kemudian dari nilai CQI digunakan untuk memilih nilai MSC yang digunakan [16].

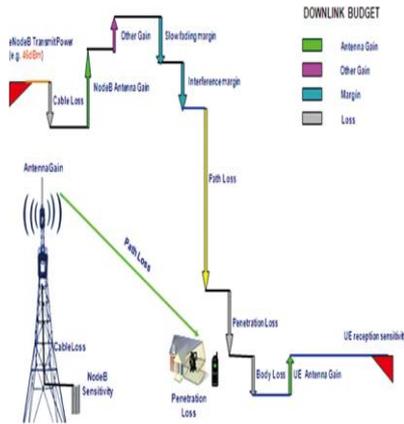
b. Adaptive Modulation and Coding (AMC)

Adaptive Modulation and Coding (AMC) adalah teknologi terbaru dari LTE yang digunakan untuk menentukan *scema coding* dan jenis modulasi yang digunakan. *Scema coding* dan modulasi yang digunakan tergantung kondisi SINR. Dengan meninjau nilai SINR dalam kondisi yang baik, maka menggunakan jenis *coding rate* dan orde modulasi yang tinggi, dan sebaliknya apabila kondisi SINR buruk, maka menggunakan *coding rate* yang rendah. Nilai SINR yang diterima *user* [17].

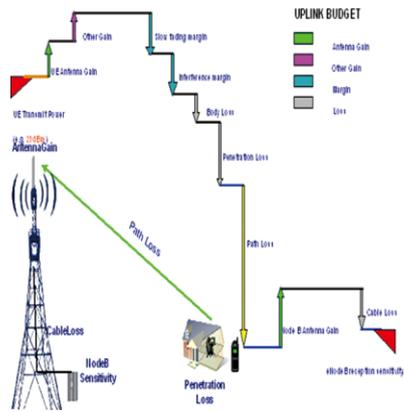
2.3 Radio Link Budget

Perhitungan *radio link budget* bertujuan untuk mendapatkan nilai *cell radius*. Penentuan nilai *cell radius* di dapatkan dengan menghitung nilai *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL). MAPL itu sendiri adalah nilai *path loss* maksimum yang diterima oleh *transmitter* dan *receiver*. Setelah nilai MAPL di dapatkan, maka dilakukan perhitungan menggunakan model *propagation* yang digunakan.

Berikut gambaran proses *link budget downlink* dan *uplink* pada jaringan LTE. *Link budget* bisa di gambarkan seperti gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Link Budget Model-Downlink [18]



Gambar 3 Link Budget Model-Uplink [18].

Pada perhitungan *link budget*, ada beberapa pembagian parameter. Penentuan parameter-parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap nilai *cell radius* yang didapatkan. Parameter-parameter pada *link budget* sebagai berikut :

a. General Parameter

General parameter pada *link budget* LTE menjelaskan tentang parameter umum. Pada *general parameter* digunakan untuk menentukan kemungkinan *operation band*, *bandwidth*, kecepatan data, jumlah RB yang yang digunakan.

b. Transmitter Parameter

Bagian kedua dari parameter adalah *transmitter parameter*. Pada bagian ini menjelaskan tentang *link budget* pada bagian *transmitter*. Tujuan utama perhitungan pada bagian ini adalah untuk menentukan nilai *Equivalent Isotropically Radio Power (EIRP)*. EIRP itu sendiri adalah keluaran daya *antenna isotropis* untuk menghasilkan daya maksimum dapat dilihat di *gain antenna*. Perhitungan bisa di buat dengan menghitung daya keluaran *transmitter* ditambah *gain antenna* dan dikurangi rugi kabel, untuk perumusan EIRP di rumuskan seperti persamaan 1 berikut.

$$EIRP (dBm) = Daya Tx(dBm) + Gain Tx(dB) - Cable Loss(dB) \quad (1)$$

c. Receiver Parameter

Receiver parameter adalah perhitungan nilai parameter pada bagian *receiver*. yang berhubungan dengan pengiriman sampai pada penerima (UE).

Pada perhitungan nilai MAPL nantinya diperlukan dalam perhitungan *cell radius*. MAPL di dapatkan dengan pengurangan dari nilai EIRP dengan nilai *isotropic power required*. Sehingga untuk mendapat nilai MAPL dibutuhkan nilai *isotropic power required*. Untuk mendapatkan nilai tersebut digunakan persamaan 2 dibawah ini [17].

$$MAPL_{per\ clutter}(dB) = MAPL(dB) - BPL(dB) - shadowing\ Margin\ (dB) \quad (2)$$

2.4 Reference Signal Received Power (RSRP)

Pengukuran radio *frequency* pada LTE ditentukan oleh *Reference Signal Received Power (RSRP)* ini sesuai berdasarkan standard 3GPP. Sedangkan RSRP itu sendiri merupakan daya rata-rata pada RE yang membawa *Reference Signal (RS)* dalam *subcarrier*. Berikut tabel 1 yang menampilkan nilai RSRP[19].

Tabel 1. RSRP Measurement [19].

Kategori	RSRP (dBm)
Very Good	-70
Good	-80
Normal	-90
Bad	-110
Very Bad	-120

Untuk mendapatkam nilai RSRP dilakukan perhitungan dengan persamaan 3 dibawah ini.

$$RSRP (dBm) = EIRP DL - Min MAPL - Shadowing \quad (3)$$

3. Metodologi Penelitian

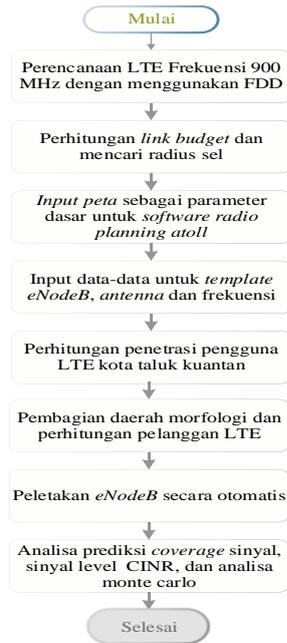
3.1 Prancangan Jaringan LTE

Pada perancangan LTE, metode yang digunakan adalah *coverage dimensioning*, dimana perhitungan *link budget* berdasarkan cakupan yang digunakan. Dalam perancangan jaringan ini hasil akhir yang di harapkan adalah ukuran sel dan estimasi penyebaran jumlah *eNodeB* di wilayah Kuantan Singingi, sesuai dengan perencanaan dengan mengikuti *flowchart* seperti gambar 4.

Untuk menjalan simulasi pada *software atoll*. Ada beberapa parameter yang di perlukan, maka perlu dilakukan penentuan step-step di bawah ini :

1. Penentuan Frekuensi

Frekuensi yang digunakan adalah 900 MHz. Untuk *bandwidth* yang digunakan adalah 5 MHz



Gambar 4. Flowchart Langkah-Langkah Perancangan

2. Menghitung MAPL

Untuk menghitung MAPL dilakukan sesuai dengan persamaan 2. pada persamaan itu di butuhkan nilai lain, sehingga dilakukan step-step dan parameter yang harus terpenuhi. cara seperti berikut:

a) General Parameter

General parameter pada *link budget* LTE menjelaskan tentang pemilihan parameter, diantaranya *operation band*.

cell edge rate, Nilai *cell edge rate* 3496 kbps digunakan untuk *downlink* ini didapatkan dengan menghubungkan nilai IRBS adalah 8 dan nilai NRB adalah 25, sedangkan untuk *uplink* digunakan nilai dari *link budget nokia siemens* dengan nilai 1024 kbps.

Allocated RB, Nilai *allocated RB* untuk sisi *downlink* dan *uplink* digunakan 25 RB. Pemilihan nilai RB berdasarkan pada *bandwidth* yang digunakan.

Allocated subcarriers, Nilai *allocated subcarrier* didapatkan dengan mengalihkan *allocated RB* dengan 12. Nilai 12 di dapatkan dari teori 1 RB terdiri dari 12 *subcarrier*. Sehingga didapatkan nilai 300 *allocated subcarriers* untuk *downlink* dan *uplink*.

Setelah mendapatkan semua parameter maka dapat di kumpulkan dalam sebuah tabel. Seperti tabel 2.

Tabel 2. General Parameter

Link Budget	Formula	Downlink	Uplink
Operating Band (MHz)	A	900	
Cell Edge Rate (kbps)	B	3496	1024
Allocated RB	C	25	25
Allocated Subcarriers	D = C* 12	300	300

b) Transmitter Parameter

Bagian kedua dari parameter adalah *transmitter parameter* menjelaskan tentang *link budget* pada bagian *transmitter*. Pada bagian ini akan ditentukan nilai EIRP, untuk nilai EIRP didapatkan dengan memasukkan persamaan thermal noise. Dimana beberapa parameter diantaranya diperlukan untuk menghitung thermal noise, yaitu:

Transmitter RF power, Nilai *transmitter RF power* yang digunakan 43 dBm untuk *downlink* sedangkan untuk *uplink* bernilai 23 dBm. Nilai ini adalah *standard maximum 3GPP*.

Transmitter antenna gain, Nilai *transmitter antenna gain* dengan nilai *downlink* sebesar 15 dBi dan 0 dBi untuk *uplink*. Nilai 0 dBi ini hasil perhitungan sangat *uplink* tidak terjadi rugi-rugi pada *transmitter antenna gain*, ini terjadi karena hanya terjadi pada *downlink*.

Feeder loss, Nilai *feeder loss* diasumsikan menggunakan perangkat 7/8" pada frekuensi 900 MHz. dimana. didapatkan nilai *feeder loss* 3.861 dB untuk *downlink* dan 0 untuk nilai *uplink*.

Setelah mendapatkan semua parameter, bisa di buatkan dalam bentuk sebuah tabel. Nilainya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. TransmitterParameter

Link Budget	Formula	Downlink	Uplink
Transmitter RF Power (dBm)	E	43	23
Transmitter Antenna Gain (dBi)	F	15	0
Feeder Loss per m (dB/m)	G	0.03861	0.03861
Feeder Length (m)	H	100	100
Feeder Loss/Line Loss (dB)	i= g*h	3.86	3.86
EIRP (dBm)	j=e+f-i	54.14	19.14

c) Receiver Parameter

Perhitungan *Receiver parameter* yang berhubungan dengan pengiriman sampai pada penerima (UE) dapat dilihat pada tabel 4. Sehingga MAPL dapat diperoleh.

Tabel 4. Receiver Parameter

Link Budget	Formula	Downlink	Uplink
Konstanta Boltzman (dbm/Hz)	kB	-174	-174
Thermal Noise perSubcarrier (dBm)	l=k+10log(15000*d)	-107.48	-107.48
Noise Figure (dB)	M	7	2.3
SINR (dB)	N	2.479	1.263
Fast Fade Margin (dB)	O	0	0
Receiver Sensitivity (dBm)	p = l+ m + n + o	-98.001	-103.917
Receiver Antenna Gain (dBi)	Q	0	15
Cell Load (%)	T	75%	75%
Interference Margin (dB)	U	3	3
Body Loss (dB)	V	3	3
Penetration Loss	W	7	7

Standard Deviation (dB)	Y	8	8
Link Budget	Formula	Downlink	Uplink
Shadowing Margin (dB)	$z = y \times 0,67$	5.36	5.36
Isotropic Required (dB)	Power	$aa = p - q + u + v + w + z$	-79.641 -100.557
Maximum Allow Path Loss (MAPL) (dB)	$ab = j - aa$	134	120

3. Perhitungan cell range

Nilai MAPL yang sudah diperoleh digunakan untuk nilai acuan, sehingga *pathloss* tidak melebihi nilai MAPL yang merupakan nilai pokok dasar untuk mendapatkan nilai *cell range*. Dan akhirnya mendapatkan *cell area* dan jumlah *site* yang dibutuhkan.

Berdasarkan *standard* yang telah ditetapkan oleh 3GPP, nilai MAPL dari perhitungan *link budget* harus lebih rendah dari perhitungan hasil propagasi. Sehingga dipakai nilai 138 dB. Pada penelitian ini memakai model propagasi *okumura hata*, untuk daerah rural. Persamaan ini digunakan untuk mendapatkan nilai jari-jari sel.

Selanjutnya untuk perencanaan LTE ini, di gunakan sel berbentuk *heksagonal* yang berbentuk *clover*. Sehingga dapat dirumuskan radius sel itu sama dengan diameter *heksagonal*. Yang di gunakan untuk radius sel pada perancangan sel jaringan dengan *software atoll radio planning*. Menggunakan cara yang sama maka didapatkan hasil untuk morfologi lain. seperti tabel 5.

Tabel 5. Nilai Sel Radius Berdasarkan Daerah Layanan

Parameter	Rural
Radius Utama	6690 Meter
Radius Heksagonal	3340 Meter

Setelah melakukan simulasi terlihat dengan hasil perhitungan *cell radius* terlalu luas, sehingga nilai *signal coverage* area turun berada di atas -95, namun masih bisa di terima RSRP.

4. Perhitungan Nilai RSRP

Nilai RSRP digunakan untuk menghitung batas minimum sinyal. Nilai akan menjadi patokan dalam penentuan kualitas *coverage area*. Perhitungan RSRP dapat di lihat pada tabel 6.

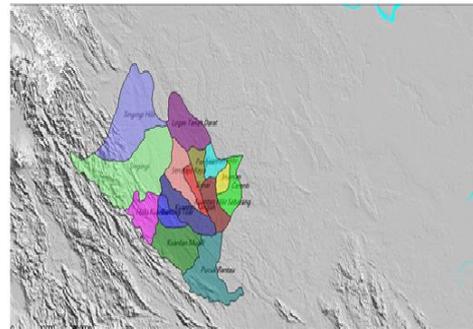
Tabel 6. Hasil Perhitungan RSRP

Parameter	Formula	Rural
EIRP DL	i	54.14
EIRP DL / subcarrier	$j = i - 10 \log$	29
Min MAPL	k	134
Shadowing	$l = x * 0,67$	5.36
RSRP	$m = j + k - l$	-110

5. Konfigurasi Peta Digital

a. Peta Kontur Bumi

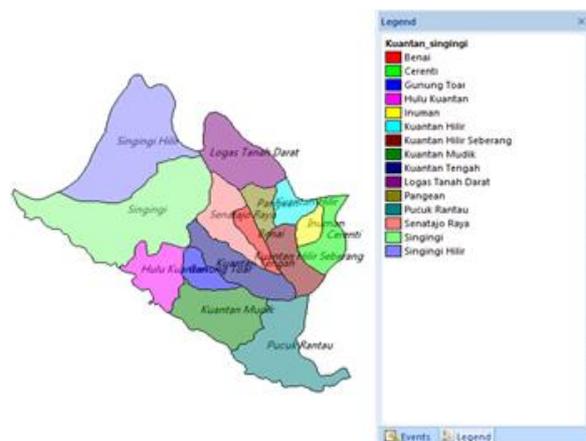
Peta Kontur Bumi adalah peta digital yang menunjukkan ketinggian. Tinggi rendahnya kontur bumi atau lebih dikenal dengan peta elevasi. Peta kontur untuk kuantan singingi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Peta DTM

b. Peta Administrasi

Jenis kedua yang dibutuhkan untuk perancangan LTE adalah peta administrasi. Peta administrasi ini berformat SHP. Yang menggambarkan batas wilayah daerah yang akan dirancanang untuk perancangan LTE. Dengan bentuk peta administrasi dapat di lihat pada gambar 6.



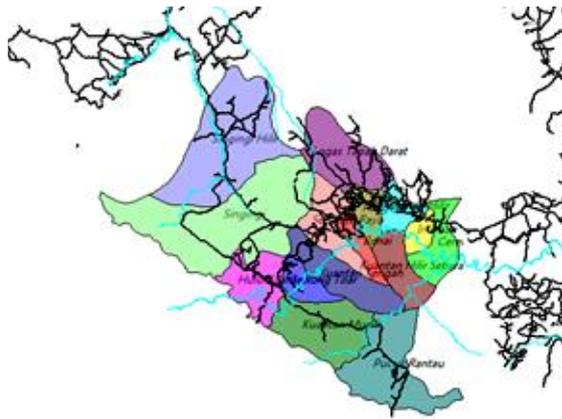
Gambar 6. Peta Administrasi Kuantan Singingi

c. Peta Vektor Jalan dan Sungai

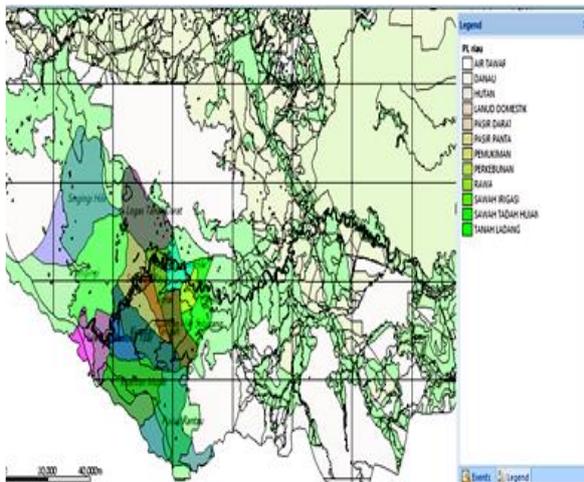
Peta selanjutnya adalah *vector* jalan. Peta ini berguna digunakan untuk mengetahui dimana letak perumahan penduduk, Karena biasanya penduduk membangun rumah atau gedung mengikuti arah jalan raya. Gambar peta *vector* jalan dan sungai dapat dilihat pada gambar 7.

d. Peta cluster penggunaan lahan

Peta selanjutnya adalah *cluster* penggunaan lahan. Peta ini menggambarkan peggunaan lahan yang berada didearah kuantan singingi. Peta ini berformat SHP. Peta ini di butuhkan untuk menggambarkan morfologi wilayah di kuantan singingi. Gambar 8 menggambar *cluster* penggunaan lahan di daerah kuantan singingi.

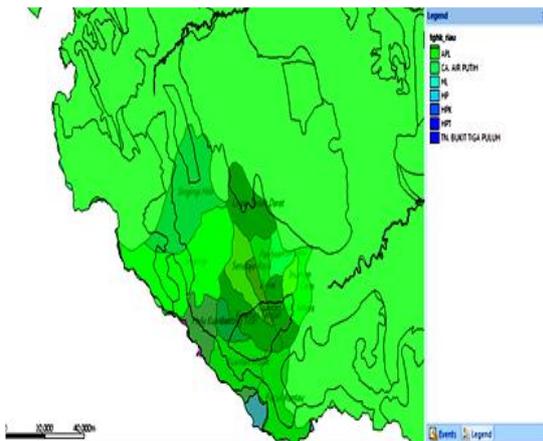


Gambar 7. Gambar Peta Vector Jalan Dan Sungai.



Gambar 8. Cluster Penggunaan Lahan

e. Peta *cluster* penggunaan lahan perkebunan
 Peta selanjutnya adalah peta *cluster* penggunaan lahan perkebunan, peta ini menggambarkan penggunaan lahan perkebunan, peta lahan ini digunakan untuk melihat penggunaan lahan di daerah kuantan singingi. dari *cluster* ini kita dapat merancang dan menentukan morfologi dari daerah kuantan singingi. untuk gambarnya dapat dilihat pada gambar 9.



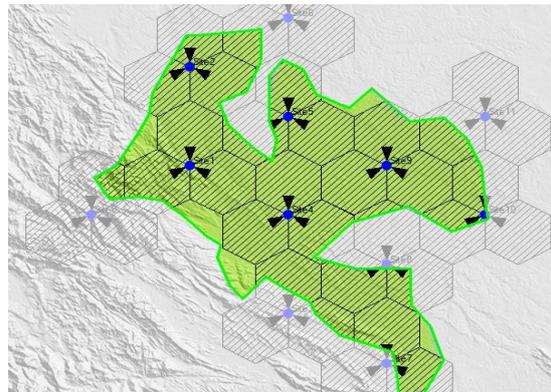
Gambar 9 Cluster Penggunaan Lahan Perkebunan

6. Peletakkan eNodeB
 Untuk memulai peletakan *eNodeB*. Dilakukan secara otomatis untuk mempermudah peletakan, dilakukan pelebelan seperti terlihat pada gambar 10.



Gambar 10 Pengelompokan Kuantan Singingi Per-Kecamatan

Peletakan *eNodeB* dilakukan berdasarkan jenis morfologi suatu wilayah, ini dilakukan agar mendapatkan hasil yang akurat pada saat simulasi perancangan. Selanjutnya melakukan peletakan *eNodeB* pada simulasi sesuai dengan daerah morfologi tersebut. Desain *hexagonal* yang digunakan adalah 3 sektor dengan sel berbentuk persegi enam.



Gambar 11. Peletakan Site Berdasarkan Morfologi Untuk Frekuensi 900 MHz Bandwidth 5 MHz

Pada gambar 11 diatas merupakan hasil peletakan *site* secara otomatis. Gambar diatas merupakan hasil peletakan *site* untuk *bandwidth* 5 MHz.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Perhitungan Jari-Jari Sel dan Peletakan eNodeB

Berikut pada tabel 7 adalah hasil perhitungan jari-jari sel dan Jumlah eNodeB. Jari-jari sel dihitung berdasarkan pada perhitungan *link budget*, kemudian nilai *link budget* dimasukkan persamaan pada perumusan *model propagation okumura hata* dan *Cost-123*, Jari-jari sel yang diperoleh untuk bandwith 5 MHz sebesar 6690 Meter. Sedangkan untuk peletakan

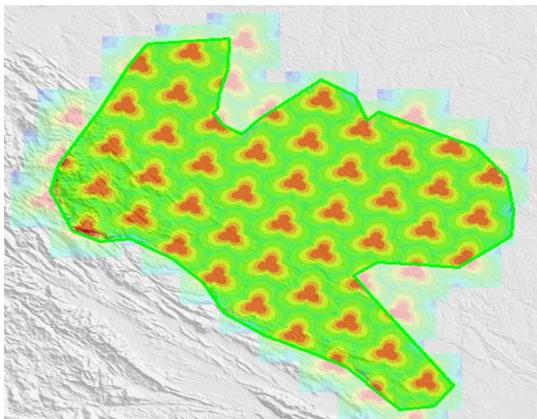
eNodeB disebabkan karena asumsi awal di daerah kuantan singingi belum memiliki jaringan LTE, Sehingga untuk peletakkan *eNodeB* di lakukan secara otomatis dan diperoleh jumlah eNodeB sebanyak 54 untuk bandwidth 5 MHz.

Tabel 7. Jari-Jari Sel dan Jumlah eNodeB

Parameter	Bandwidth 5 MHz
Jari-Jari sel	6690 Meter
Jumlah eNodeB	54

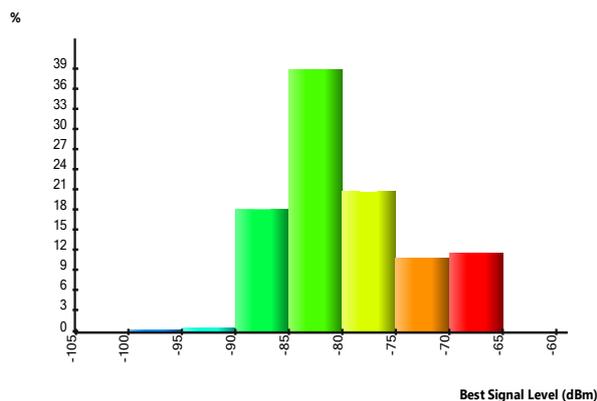
4.2 Hasil Coverage Signal Level

Pada bagian ini diperoleh hasil simulasi *coverage signal level* dengan menggunakan *software atoll*. Hasil *coverage signal level* untuk bandwidth 5 MHz dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Simulasi Level Sinyal

Dari peta hasil simulasi dapat dilihat bahwa adanya perbedaan warna, perbedaan ini menunjukkan pada kualitas sinyal daerah tersebut. Sehingga jika dikelompok berdasarkan warna, dapat dibentuk dalam bentuk histogram. Berikut ini adalah histogram hasil simulasi pada gambar 13.



Gambar 13. Histogram Sinyal Level

Untuk mempermudah pembacaan histogram, sehingga disusun dalam bentuk tabel. Berikut adalah tabel 8 yang menampilkan hubungan kuat sinyal dengan *coverage* wilayah.

Tabel 8. Prediksi Cakupan Frekuensi

Name	Surface (km ²)	% of Covered Area	% Focus Zone
Coverage by Signal Level (DL) 0	3,782.52	100	100
Best Signal Level (dBm) >=-70	435.243	11.507	11.5
Best Signal Level (dBm) >=-75	839.853	22.204	22.2
Best Signal Level (dBm) >=-80	1,617.48	42.762	42.8
Best Signal Level (dBm) >=-85	3,081.42	81.465	81.5
Best Signal Level (dBm) >=-90	3,763.40	99.494	99.5
Best Signal Level (dBm) >=-95	3,781.62	99.976	100
Best Signal Level (dBm) >=-100	3,782.52	100	100
Best Signal Level (dBm) >=-105	3,782.52	100	100

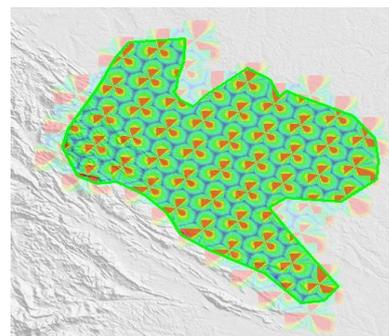
Dari hasil simulasi *signal level*, ada beberapa hal yang dapat dianalisa. Hasil simulasi *coverage signal area* yang telah dilakukan pada daerah kuantan singingi, telah memenuhi *standard* nilai minimum RSRP yang telah di ditetapkan, nilai RSRP nya adalah - 110 dBm. Nilai yang didapatkan di simulasi adalah ≤ -95 dBm, dengan rata-rata berada pada -80 dBm. Nilai ini telah melewati nilai RSRP yang di lakukan oleh [7] nilai yang didapatkan adalah -110 dBm. *Persentase area* cakupan keseluruhan diambil berdasarkan level sinyal, luas area cakupan per-*km*² dan persentase luas area cakupan. Dapat dilihat luas daerah yang dilingkupi seluas 3,782.52 *km*² dengan 99,5% area tercakup. Nilai tersebut setengah dari luas sebenarnya dari daerah kuantan singingi 7,656.03 *km*².

4.3 Hasil Simulasi Service Area

Hasil simulasi *service area* akan memperlihatkan penggunaan jenis modulasi digunakan. Untuk hasil simulasi *service area analysis* akan di ditunjukkan untuk *downlink* dan *uplink* seperti berikut.

1. Hasil Simulasi Service Area Analysis Downlink

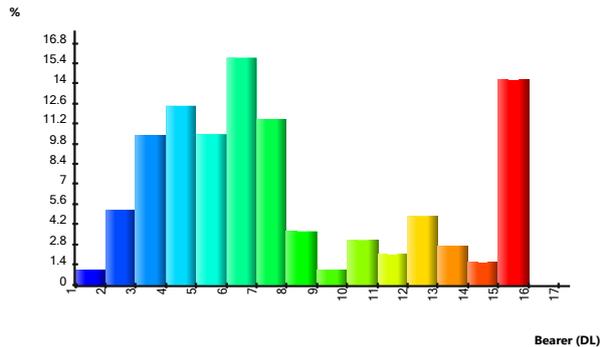
Berikut adalah hasil simulasi *service area analysis downlink*. Hasil simulasi untuk bandwidth 5 MHz dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Hasil simulasi Service Area Analysis Downlink

Dari peta hasil simulasi dapat dilihat bahwa adanya perbedaan warna, perbedaan ini menunjukkan pada *service area analysis downlink* daerah tersebut. Sehingga jika dikelompok berdasarkan warna, dapat

dibentuk dalam bentuk histogram. Berikut ini adalah histogram hasil simulasi pada gambar 15.



Gambar 15. Histogram Service Area Analysis Downlink.

Untuk mempermudah pembacaan histogram, sehingga disusun dalam bentuk tabel. Berikut adalah tabel 9 yang menampilkan *service area analysis downlink*.

Tabel 9. Service Area Analysis Downlink

Name	Surface (km ²)	% of Covered Area	% Focus Zone
Service Area Analysis (DL) 0	3,776.91	100	99.8
Bearer (DL) >= 15 (64QAM 11/12)	538.245	14.251	14.2
Bearer (DL) >= 14 (64QAM 5/6)	598.453	15.845	15.8
Bearer (DL) >= 13 (64QAM 3/4)	699.178	18.512	18.5
Bearer (DL) >= 12 (64QAM 3/5)	878.638	23.263	23.2
Bearer (DL) >= 11 (64QAM 1/2)	958.31	25.373	25.3
Bearer (DL) >= 10 (64QAM 1/2)	1,075.05	28.464	28.4
Bearer (DL) >= 9 (16QAM 3/5)	1,113.76	29.488	29.4
Bearer (DL) >= 9 (16QAM 3/5)	1,254.28	33.209	33.2
Bearer (DL) >= 8 (16QAM 1/2)	1,690.24	44.752	44.7
Bearer (DL) >= 7 (16QAM 1/3)	2,285.29	60.507	60.4
Bearer (DL) >= 6 (QPSK 3/5)	2,679.63	70.948	70.8
Bearer (DL) >= 5 (QPSK 1/2)	3,149.74	83.395	83.3
Bearer (DL) >= 4 (QPSK 1/3)	3,540.95	93.752	93.6
Bearer (DL) >= 3 (QPSK 1/6)	3,738.01	98.97	98.8
Bearer (DL) >= 2 (QPSK 1/9)	3,776.91	100	99.8
Bearer (DL) >= 1 (QPSK 1/12)			

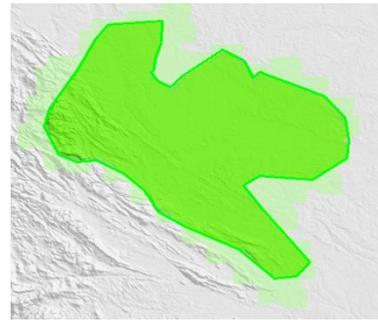
Pada LTE seperti yang telah dijelaskan, bahwa LTE telah menerapkan teknologi AMC. Sehingga jenis modulasi diatur berdasarkan kualitas *signal CINR* yang diterima. Hasil simulasi *service area analysis downlink* memperlihatkan bahwa jenis modulasi yang memiliki luasan daerah terluas adalah jenis modulasi (QPSK 3/5) dengan bearer 6, dengan memiliki luas 71% dari daerah yang dilayani. Jarak antara UE dengan *eNodeB* bukan satu-satunya parameter untuk menentukan jenis modulasi yang digunakan. Hal yang juga berpengaruh adalah arah *antenna*, sehingga ada beberapa titik buta yang tidak mendapatkan nilai *signal* yang bagus.

2. Hasil Simulasi Service Area Analysis Uplink

Berikut adalah hasil simulasi *service area analysis uplink*. hasil simulasi untuk bandwidth 5 MHz dapat dilihat pada gambar 16.

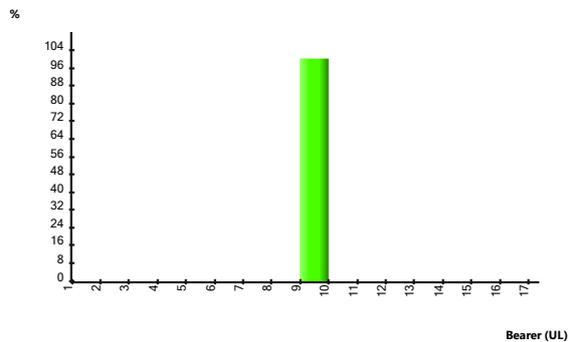
Dari peta hasil simulasi dapat dilihat bahwa adanya perbedaan warna, perbedaan ini menunjukkan pada *service area analysis uplink* daerah tersebut. Sehingga

jika dikelompok berdasarkan warna, dapat dibentuk dalam bentuk histogram.



Gambar 16. Hasil simulasi Service Area Analysis Uplink.

Berikut adalah histogram hasil simulasi pada gambar 17.



Gambar 17. Histogram Service Area Analysis Uplink

Untuk mempermudah pembacaan histogram, sehingga disusun dalam bentuk tabel. Berikut adalah tabel 10 yang menampilkan *service area analysis uplink*.

Tabel 10. Hasil Simulasi Service Area Analysis Uplink

Name	Surface (km ²)	% of Covered Area	% Focus Zone
Service Area Analysis (UL) 0	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 9 (16QAM 3/5)	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 8 (16QAM 1/2)	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 7 (16QAM 1/3)	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 6 (QPSK 3/5)	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 5 (QPSK 1/2)	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 4 (QPSK 1/3)	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 3 (QPSK 1/6)	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 2 (QPSK 1/9)	3,776.91	100	99.8
Bearer (UL) >= 1 (QPSK 1/12)	3,776.91	100	99.8

Hasil simulasi *service area analysis uplink* memperlihatkan 9 jenis modulasi yang digunakan seperti terlihat pada tabel 10. memperlihatkan bahwa jenis modulasi yang memiliki luasan daerah terluas adalah jenis modulasi 16QAM 3/5 dengan bearer 9, dengan memiliki luas hampir 100% dari daerah yang dilayani. Sehingga hampir seluruh daerah menggunakan jenis modulasi 16 QAM.

5. Kesimpulan

Dengan dilakukan perancangan LTE di Kabupaten Kuantan Singingi dengan menggunakan metode *Coverage Dimensioning* pada *bandwidth* 5 MHz, maka dibutuhkan 54 eNodeB dengan jari-jari sel sebesar 6690 Meter. Selain itu diperoleh RSRP rata-rata -80dBm dengan cakupan area terluas mencapai 99,5%. Kemudian *service area uplink* mencapai 100% untuk modulasi 16QAM 3/5, sedangkan *service area downlink* mencapai 71% untuk modulasi QPSK 3/5.

Daftar Rujukan

- [1] Sotar, Mardianto, D., 2018. *Sistem Informasi Geografis Daerah Yang Layak Menerima Daging Qurban di Wilayah Kota Padang*. Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi, Vol 2 No.1, 384-390.
- [2] Putra, MS., 2018. *Faktor-Faktor Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Pada Perguruan Tinggi Swasta Palembang*. Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi, Vol 2 No.1, 295-300.
- [3] Sakina, dkk., 2017. *Cell Planning untuk Jaringan 4G-LTE di Pekanbaru*. Jurnal Aksara Elementer, Vol 6, No.2.
- [4] Mahyu, T.A., 2017. Perancangan dan Analisis Jaringan Indoor Femtocell LTE 2300 MHz di Gedung Java Heritage Hotel Purwokerto Dengan Menggunakan Radiowave Propagation Simulator. In: CITEE . Yogyakarta, Indoensia, 27 Juli 2017.
- [5]. Oktauliah, F., 2017. Analisa Perencanaan Jaringan 4G LTE pada Gedung A Fakultas Teknik Universitas Jember Menggunakan Radiowave Propagation Simulator 5.4, Jurnal SINERGI, Vol 21, No.1, 23-30.
- [6] Firmawan, A.,2016. *Perencanaan Jaringan LTE FDD 1800 MHz di Kota Pekanbaru*. JOM FTEKNIK, Vol 3, No.2.
- [7]. Muhammad,H.,2016. Analisis Perencanaan Jaringan *Long Term Evolution* (LTE) Frekuensi 900 MHz Pada Perairan Selat Sunda. In : SENIATI, 2016.
- [8] Yogapratama, A.S., 2015. Analysis on 900 MHz And 1800 MHz LTE Network Planning in Rural Area. In : 3rd International Conference on Information and Communication Technology. Bali, Indonesia, 27-29 May 2015, IEEE.
- [9] Fauzi, M.R., 2015 “*Perencanaan Jaringan LTE FDD 1800 MHz di Kota Semarang Menggunakan Atoll*.” Jurnal Transient, Vol 4, No.3.
- [10] Septiawan,Yusuf., 2015. *Perencanaan Jaringan LTE TDD 2300 MHz di Semarang Tahun 2015-2020*. Jurnal Transient, Vol 4, No.4.
- [11] Marwa E.M, Khalid H.B.,2014, *LTE Radio Planning Using Atoll Radio Planning and Optimization Software-*, International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 3 Issue 10.
- [12] Nafiz Intiaz Bin Hamid, Mohammad T. Kawser, Md. Ashraful Hoque., 2012, *Coverage and Capacity Analysis of LTE Radio Network Planning considering Dhaka City*, International Journal of Computer Application (IJCA)-Vol.46, No.15, May 2012. pp. 49-56.
- [13] Saputro Dheni K A.,2016. *Analisis Perencanaan Jaringan LTE di Pita Frekuensi 3500 MHz dengan Mode TDD dan FDD*. Jurnal InComTech, Vol 7, No.1.
- [14] Walid, Abdellaziz., 2015. On Improving Network Capacity for Downlink and Uplink of Two-Tier LTE-FDD Networks. In International Wireless Communication and Mobile Computing Conference. Dubrovnik, Croatia, 24-28 Agustus 2015. IEEE.
- [15]Holma,harr.i, 2009.“*LTE for UMTS : Evolution to LTE - Advanced, Second Edition*”. Finland: Jhon Wiley & Sons, United Kingdom.
- [16] Motorola., 2011. *LTE RF Planning Guidelines, Version 1.2*. USA: Motorola.
- [17] Nokia Siemens Network., 2011. *LTE RPESS; LTE Link Budget*.
- [18] Nokia Siemens Network., 2011. *Air Interface Dimensioning*.
- [19] Huawei Technologies., 2014. *xMbps Anytime Anywhere White Paper*.
- [20] Lingga Wardhana., 2015, *4G Handbook edisi 2 Bahasa Indonesia*.

