

Perencanaan Jaringan LTE TDD (*Time Division Duplex*) 2300 MHz di Kota Pekanbaru

Rozy Syaputra*, Linna Oktaviana Sari **

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: ozzy.rizhuan@gmail.com

Abstract

Technological developments, especially in the field of information and telecommunications are grew rapidly. Thus the consumer needs high mobility and able to support services such as VoIP, video conference, upload/download, etc. Therefore, it needs mobile communication services to support the needs of consumers with optimal performance. LTE is an enhanced technology which is developed by 3GPP to support the needs of consumers that has improved the previous technologies. This research proposes the network planning LTE TDD duplexing technique using a frequency of 2300 MHz in the city of Pekanbaru, Riau, with the bandwidth of 10 MHz and 15 MHz, respectively. The network design and simulation was done by radio planning software Atoll v3.1.2. In the design simulation such parameters are measured i.e. coverage dimensioning simulation with signal level prediction. The results shows the signal level coverage including 512 sites with bandwidth of 10 MHz and 351 sites with bandwidth of 15 MHz, respectively.

Keywords : LTE, TDD, Bandwidth, Coverage planning, Atoll

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini perkembangan teknologi terutama dibidang informasi dan telekomunikasi semakin pesat. Dengan demikian kebutuhan konsumen juga semakin besar dengan mobilitas yang tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan layanan komunikasi bergerak yang dapat menunjang kebutuhan konsumen dengan kinerja yang optimal.

LTE (*Long Term Evolution*) merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3.5G), sedangkan LTE sendiri termasuk ke dalam generasi ke-4 (empat) atau 4G. LTE merupakan teknologi *release 8* yang dikembangkan oleh 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP). LTE mampu memberikan kecepatan *downlink* mencapai 300 Mbps dan *uplink* 75 Mbps. Teknologi LTE ini menurut teknik *division duplex*-nya terdiri dari 2

macam, yaitu FDD (*Frequency Division Duplex*) dan TDD (*Time Division Duplex*).

Di Indonesia pada umumnya frekuensi yang digunakan untuk LTE FDD yaitu 900 MHz dan 1800 MHz, sedangkan untuk LTE TDD menggunakan frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz. LTE TDD mempunyai karakteristik kecepatan *downlink* sangat kuat dan kecepatan *uplink* cenderung lemah. Ini menguntungkan baik bagi operator dan pengguna, karena umumnya penggunaan *downlink* lebih besar dari pada *uplink*. Sementara LTE FDD mempunyai karakteristik akses *downlink* dan *uplink* yang seimbang.

Penelitian mengenai jaringan LTE ini sudah banyak dilakukan sebelumnya. Penelitian pada skripsi Yusuf Septiawan tahun 2016 mengenai perencanaan jaringan LTE di kota Semarang untuk tahun 2015 – 2020 dengan menggunakan frekuensi 2300 MHz pada sistem TDD. Perencanaan jaringan LTE

di kota Pekanbaru dengan frekuensi 1800 MHz menggunakan sistem FDD oleh Andes Firmawan pada penelitian skripsinya tahun 2016. Perencanaan jaringan LTE untuk kota Khartoum menggunakan *software* atoll oleh Marwa Elbagir Mohammed pada penelitiannya tahun 2014. Penelitian yang dilakukan oleh Nafiz Imtiaz Bin Hamid, dkk mengenai perencanaan jaringan LTE untuk kota Dhaka, Bangladesh dengan menggunakan analisa cakupan dan kapasitas. Perencanaan jaringan LTE menggunakan metode propagasi *Hata-Okumura* dan *Cost-231 Hata* yang dilakukan oleh N.S Nkordeh, dkk pada tahun 2014. Penelitian mengenai konfigurasi *uplink* dan *downlink* secara dinamis dan manajemen interferensi pada jaringan LTE-TDD yang dilakukan oleh Zukang Zhen, dkk pada tahun 2012. Masih banyak lagi penelitian – penelitian mengenai teknologi jaringan LTE ini baik mengenai perencanaan perancangan jaringan baru maupun analisa performansi dari jaringan LTE yang sudah ada (*existing*).

Berdasarkan latar belakang dan dari penelitian – penelitian yang sudah ada, maka akan dilakukan penelitian mengenai perencanaan jaringan LTE dengan sistem TDD (*Time Division Duplex*) dengan mengambil *study* kasus di kota Pekanbaru, yang mana kota Pekanbaru masih memerlukan penerapan jaringan 4G yang optimal dan memadai. Oleh karena itu pada permasalahan ini akan dilakukan penelitian mengenai perancangan suatu simulasi jaringan LTE TDD dengan frekuensi 2300 MHz di Kota Pekanbaru untuk tahun 2016 sampai tahun 2020 dengan menggunakan *software Radio Planning Atoll* yang biasa digunakan untuk mendesain sebuah jaringan telekomunikasi.

II. LANDASAN TEORI

2.1 LTE (*Long Term Evolution*)

LTE dikembangkan untuk memperbaiki standar *mobile phone* generasi ke-3 (tiga). Pada UMTS kecepatan transfer data maksimum adalah 2 Mbps, pada HSPA mencapai 14 Mbps pada *downlink*, dan 5,6 Mbps pada *uplink*.

Selain itu LTE mendukung berbagai macam layanan yang ada seperti *voice*, data, video, maupun IPTV.

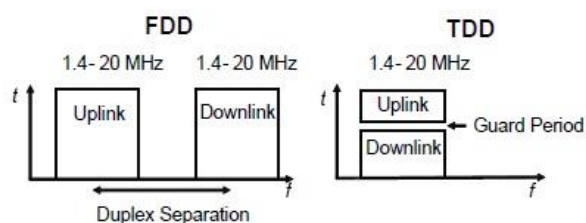
Tabel 2.1 Perbandingan antara LTE dengan teknologi sebelumnya^[4]

	WCDMA (UMTS)	HSPA HSDPA/HSUPA	HSPA +	LTE
<i>Max DL speed bps</i>	384 K	14 M	28 M	100 M
<i>Max UL speed bps</i>	128 K	5,7 M	11 M	50 M
<i>Latency round trip time approx.</i>	150 ms	100 ms	50 ms (max)	10 ms
<i>3GPP Approx. years of intial roll out</i>	Rel 99/4	Rel 5/6	Rel 7	Rel 8
<i>Access technology</i>	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA/SC-FDMA

2.2 Mode Akses Radio LTE

Pada teknologi LTE terdapat 2 mode akses, yaitu *Frequency Division Duplex* (FDD) dan *Time Division Duplex* (TDD). FDD merupakan teknik *duplex* yang menggunakan dua frekuensi yang berbeda untuk melakukan komunikasi dalam dua arah. Pada FDD pengiriman dan penerimaan sinyal secara simultan dengan menggunakan frekuensi yang berbeda-beda untuk masing-masing *uplink* dan *downlink*. Dengan teknik ini dibutuhkan *guard frequency* untuk memisahkan frekuensi pengiriman dan penerimaan secara simultan.

Sedangkan TDD menggunakan kanal frekuensi tunggal dan kanal tersebut digunakan untuk melakukan pengiriman (*uplink*) dan penerimaan data (*downlink*). Setiap kanal tersebut di-*multiplexing* dengan menggunakan basis waktu sehingga setiap kanal memiliki *time slot* yang berbeda. Ada jeda diantara *uplink* dan *downlink* yang dinamakan *guard period*, fungsinya agar tidak terjadi *overlapping* atau tumpang tindih antara waktu *downlink* dan *uplink*.



Gambar 2.1 Mode operasi FDD dan TDD [2]

Tabel 2.2 RSRP Measurement [3]

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

2.3 Perencanaan Cakupan / Coverage Dimensioning

Perencanaan cakupan dilakukan untuk menghitung estimasi jumlah eNodeB yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan LTE disuatu wilayah. Menentukan jenis modulasi dan MCS (*Modulation and Coding Scheme*) yang dikirimkan oleh *user equipment* pada sisi *uplink*. Untuk mendapatkan hasil sesuai yang direncanakan, terlebih dahulu dapat menentukan jenis modulasi yang digunakan, seperti QPSK, 16 QAM, dan 64 QAM, dengan nilai SINR berdasarkan pemilihan jenis MCS yang digunakan.

2.4 RSRP (*Reference Signal Received Power*)

Berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh 3GPP, pengukuran *radio frequency* pada LTE ditentukan oleh RSRP (*Reference Signal Received Power*). RSRP merupakan daya rata-rata pada RE yang membawa RS (*Reference Signal*) dalam *subcarrier*. Semakin besar nilai RSRP, maka semakin bagus kualitas sinyal yang dipancarkan oleh *transmitter*, sebaliknya semakin kecil nilai RSRP, maka kualitas sinyalnya semakin buruk. Berikut tabel nilai RSRP yang dikutip dari buku 4G Handbook jilid 2.

2.5 Klasifikasi daerah Dense Urban, Urban, Suburban dan Rural

Karakteristik suatu daerah dapat dipengaruhi oleh keadaan alami maupun struktur yang dibuat oleh manusia (*human made structure*), seperti bangunan maupun gedung-gedung bertingkat. Berikut karakteristik daerah *dense urban*, *urban*, *suburban* dan *rural* [6]

1. Dense urban

Merupakan daerah perkotaan yang maju dan padat. Memiliki bangunan-bangunan tinggi dan rapat dengan rata-rata ketinggian bangunan lebih dari 30 m, dan jarak antar bangunan adalah 10 m sampai 20 m.

2. Urban

Merupakan daerah perkotaan menengah yang memiliki bangunan-bangunan yang cukup tinggi. Rata-rata ketinggian bangunan adalah 20 m, dan rata-rata jarak antar bangunan adalah sama dengan ketinggian bangunannya yaitu sekitar 20 m.

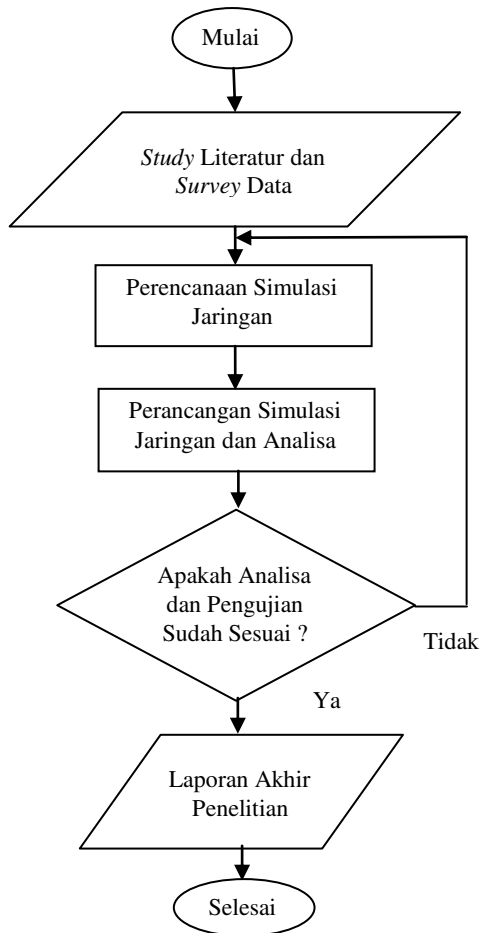
3. Suburban

Merupakan daerah berkembang yang memiliki bangunan-bangunan yang letaknya tidak padat dengan ketinggian bangunan rata-rata 10 m. Jarak antar bangunan adalah 30 m sampai 50 m. Jalanan cukup luas dan masih memiliki area yang terbuka.

4. Rural

Merupakan daerah yang tidak padat yang tidak memiliki bangunan tinggi. Ketinggian bangunan rata-rata 5 m dan masih banyak terdapat lahan kosong maupun pepohonan.

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 3.1 diatas menunjukkan proses perencanaan jaringan LTE di kota Pekanbaru. Proses penelitian dimulai dengan *study literature* dan konfigurasi parameter jaringan. *Study literature* berupa pengumpulan bahan atau materi mengenai jaringan LTE dan *software atoll*. Konfigurasi parameter jaringan berupa parameter-parameter *link budget* yang diperlukan untuk perencanaan jaringan LTE dengan teknik TDD pada frekuensi 2300 MHz berdasarkan perhitungan rumus maupun asumsi yang sesuai dengan standar ketetapan yang diterapkan oleh 3GPP maupun operator-operator telekomunikasi.

Selanjutnya adalah memulai simulasi perancangan jaringan LTE pada *software atoll* dengan memasukkan parameter *link budget*

yang telah dicari serta melakukan *input* peta kota Pekanbaru. Setelah itu hasil dari simulasi perancangan akan dianalisa apakah hasilnya sudah sesuai dengan yang diinginkan.

3.1 Coverage Dimensioning

Coverage dimensioning merupakan langkah awal dalam perencanaan cakupan. Tujuan dari *coverage dimensioning* adalah untuk menentukan sel radius dan mengestimasi jumlah *eNodeB* yang diperlukan dalam perencanaan jaringan LTE pada suatu wilayah. Untuk mendapatkan sel radius maka sebelumnya dilakukan perhitungan *radio link budget* yang bertujuan untuk mendapatkan nilai MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) antara *user equipment* dan *eNodeB*. Sel radius yang telah didapatkan nantinya akan menjadi dasar perhitungan dari berapa banyak jumlah *eNodeB* yang diperlukan untuk kota Pekanbaru agar mencakupi seluruh wilayah dikota Pekanbaru.

Perencanaan awal dalam perencanaan jaringan LTE ini adalah menentukan skenario *bandwidth* yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan dua skenario *bandwidth*, yaitu *bandwidth* 10 MHz dan 15 MHz. Pemilihan *bandwidth* pada frekuensi tersebut berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Andes Firmawan, 2016, bahwa pada *bandwidth* tersebut menghasilkan *coverage* yang lebih baik. Pada penelitian ini frekuensi yang digunakan dalam perencanaan jaringan LTE ini adalah frekuensi 2300 MHz.

3.2 Konfigurasi Link Budget

Pada perencanaan jaringan LTE dibutuhkan perhitungan *link budget*. Pada perhitungan *radio link budget* ini akan ditentukan *general parameter, transmitter ends, receiver ends* yang bertujuan untuk mendapatkan nilai MAPL (*Maximum Allow Path Loss*).

Tabel 3.1 *Link Budget* Skenario 1

<i>Link Budget</i>	<i>Formula</i>	TDD 10 MHz	
		UL	DL
<i>General Parameter</i>			
<i>Operating Band (MHz)</i>	a	2300	
<i>Allocated RB</i>	c	50	50
<i>Allocated Subcarriers</i>	as = c * 12	600	600
<i>Transmitter (eNodeB)</i>			
<i>Transmitter RF Power (dBm)</i>	e	23	46
<i>Transmitter Antenna Gain (dBi)</i>	f	0	18
<i>Feeder Loss per m (dB/m)</i>	g	0	0,06
<i>Feeder Length (m)</i>	h	0	15
<i>Feeder Loss/Line Loss (dB)</i>	i = g * h	0	0,9
<i>EIRP (dBm)</i>	j = e + f - i	23	63,1
<i>Path loss</i>			
<i>Isotropic Power Required (dB)</i>	y = p - q + s + t + u + x	-91	-67
<i>Maximum Allow Path Loss (MAPL) Urban (dB)</i>	z = j - y	114	130

Untuk nilai EIRP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [4] :

$$EIRP \text{ (dBm)} = \text{Daya Tx (dBm)} + \text{Gain Tx (dB)} - \text{Cable Loss (dB)}$$

Selanjutnya menghitung nilai *isotropic power required* [5] :

$$Isotropic \text{ Power Required (dB)} = \text{Receiver Sensitivity} - \text{Rx Antenna Gain} + \text{Interference Margin} + \text{Body Loss} + \text{BPL} + \text{Shadowing Margin}$$

Selanjutnya baru menghitung nilai MAPL dengan menggunakan persamaan berikut [5] :

$$MAPL \text{ (dB)} = EIRP - \text{Isotropic Power Required}$$

Tabel 3.2 MAPL skenario 1 masing-masing daerah morfologi

Parameter	Urban	Suburban	Rural
MAPL Uplink (dB)	114	119	123
MAPL Downlink (dB)	130	135	140

Setelah didapat nilai MAPL untuk masing-masing daerah morfologi, maka selanjutnya menghitung radius sel untuk

masing-masing daerah morfologi. Berikut tabel perhitungan radius sel skenario 1 *bandwidth* 10 MHz.

Tabel 3.3 Perhitungan radius sel skenario 1

<i>Parameter</i>	Urban	Suburban	Rural
MAPL Uplink	114	119	123
Operating Band (MHz)	2300	2300	2300
eNodeB Height (m)	30	35	35
UE Height (m)	1,5	1,5	1,5
Log d	-0,73	-0,35	0,24
Cell radius/d (km)	0,184	0,623	3,178
Hexagon radius (km)	0,092	0,312	1,589

Tabel 3.5 Hasil radius sel skenario *bandwidth* 10 MHz dan 15 MHz

	10 MHz			15 MHz		
	Cell Radius (km)	Hex Radius (km)	Luas Area Cakupan (km)	Cell Radius (km)	Hex Radius (km)	Luas Area Cakupan (km)
Urban	0,184	0,092	0,172	0,224	0,112	0,256
Suburban	0,623	0,312	1,970	0,760	0,380	2,931
Rural	3,178	1,589	51,21	4,141	2,071	86,96

Setelah melakukan perhitungan radius sel, maka selanjutnya melakukan perhitungan batas minimum untuk nilai RSRP (*Reference Signal Received Power*). Berikut tabel hasil perhitungan RSRP untuk skenario 1 *bandwidth* 10 MHz.

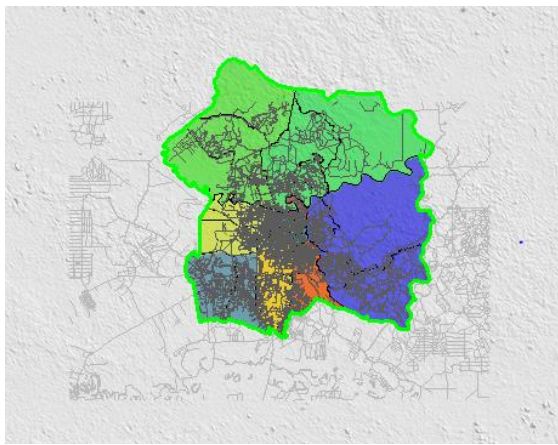
Tabel 3.4 Perhitungan RSRP

<i>Parameter</i>	<i>Formula</i>	Urban	Suburban	Rural
EIRP DL (dBm)	j	63,1	63,1	63,1
Allocated Subcarrier	as	600	600	600
EIRP DL/Subcarrier (dBm)	k = j - 10 log (as)	35,32	35,32	35,32
UL MAPL (dB)	z	114	119	123
Shadowing Margin (dB)	a1 = σ x 0,67	5,36	5,36	4,69
RSRP (dBm)	b1 = k - z - a1	-84,04	-89,04	92,37

3.3 Konfigurasi Parameter Software

3.3.1 Peta Digital

Pada perencanaan jaringan LTE yang menggunakan *software radio network planning* memerlukan peta digital sebagai bahan dari perencanaan, hal ini bertujuan agar hasil yang didapatkan dari perencanaan sesuai dengan kondisi sebenarnya dilapangan. Pada perencanaan ini peta yang diperlukan adalah peta digital kota Pekanbaru.



Gambar 3.1 Peta digital kota Pekanbaru

3.3.2 Konfigurasi Parameter Jaringan

Konfigurasi parameter jaringan dilakukan sesuai dengan perhitungan *link budget* pada *coverage dimensioning*. Pada perencanaan jaringan LTE TDD ini menggunakan *feeder* yang berukuran 7/8" dengan nilai *loss per 100 meter* sebesar 0,06 dB/m.

Tabel 3.5 Feeder

Type	Loss per length (dB/m)	Connector reception loss (dB)	Connector transmission loss (dB)
7/8"	0,06	0,5	0,5

Selanjutnya menentukan jenis antena yang akan digunakan. Pemilihan antena mengacu pada standar yang tersedia pada *software atoll* untuk frekuensi 2300 MHz.

Tabel 3.6 Antenna

Name	Gain (dBi)	Manufacturer	Beamwidth	TDD Start Frequency (MHz)
65deg 18dBi 0Tilt 2300MHz	18	Kathrein	65	2300

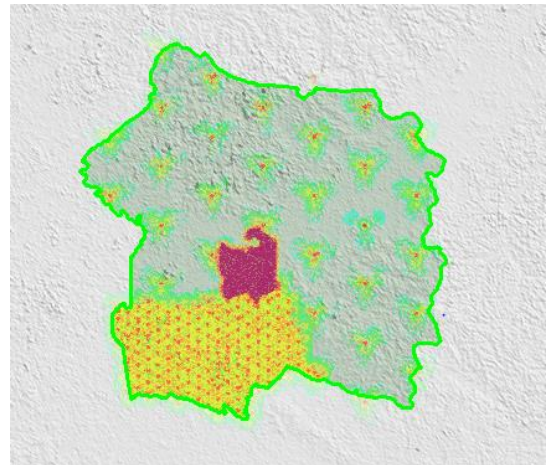
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Jumlah eNodeB seluruh skenario

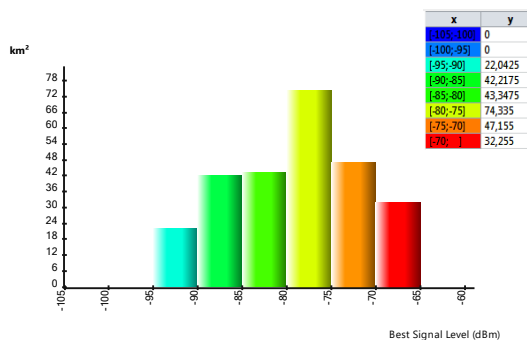
Bandwidth	Jumlah eNodeB			Total
	Urban	Suburban	Rural	
10 Mhz	317	162	33	512
15 MHz	218	112	21	351

4.1 Prediksi Cakupan Signal Level

Berikut gambar hasil simulasi prediksi *signal level* skenario 1 untuk *bandwidth* 10 MHz.



Gambar 4.1 Hasil simulasi *signal level* skenario 1



Gambar 4.2 Histogram *signal level* skenario 1

Gambar 4.2 diatas merupakan histogram dari simulasi prediksi *signal level*. Dimana persentase cakupan sinyal tertinggi berada pada *range* -80 dBm sampai -75 dBm, yaitu dengan luas cakupan sinyal mencapai 74,33 km² atau sebesar 28,4 %. Nilai level sinyal terbaik berada pada *range* -70 dBm sampai -65 dBm dengan luas cakupan sinyal yang lebih kecil, yaitu sekitar 32,25 km² atau sebesar 12,34 %.

Selanjutnya pada tabel 4.2 akan menunjukkan data persentase area cakupan untuk keseluruhan, luas area cakupan per-km², persentase luas area cakupan berdasarkan level sinyal dan persentase *focus zone*.

Tabel 4.2 Hasil prediksi signal level skenario 1 *bandwidth* 10 MHz

<i>Signal level</i> (dBm)	<i>Surface</i> (km ²)	<i>% of coverage area</i>	<i>% Focus Zone</i>
<i>Signal Level</i> (dBm) >= -70	35,25	12,34	5,1
<i>Signal Level</i> (dBm) >= -75	79,41	30,38	12,7
<i>Signal Level</i> (dBm) >= -80	153,74	58,83	24,5
<i>Signal Level</i> (dBm) >= -85	197,09	75,41	31,5
<i>Signal Level</i> (dBm) >= -90	239,31	91,56	38,2
<i>Signal Level</i> (dBm) >= -95	261,35	100	41,7
<i>Signal Level</i> (dBm) >= -100	261,35	100	41,7
<i>Signal Level</i> (dBm) >= -150	261,35	100	41,7

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Jumlah *site* yang dibutuhkan untuk perancangan LTE TDD 2300 MHz berdasarkan hasil simulasi prediksi level sinyal dengan *bandwidth* 10 MHz sebanyak 512 *site*, dan untuk *bandwidth* 15 MHz sebanyak 351 *site*. Persentase cakupan sinyal tertinggi untuk skenario 1 *bandwidth* 10 MHz berada pada *range* -80 dBm sampai -75 dBm, dengan luas cakupan sinyal 74,33 km² atau sebesar 28,4 %. Nilai level sinyal terbaik berada pada *range* -70 dBm sampai -65 dBm dengan luas cakupan sinyal yang lebih kecil, yaitu sekitar 32,25 km² atau sebesar 12,34 %.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan optimasi jaringan LTE TDD dan juga menganalisa pengaruh penggunaan antena MIMO, SIMO maupun SISO terhadap kualitas cakupan sinyal, sehingga dapat menjadi pembandingan kemampuan dan kualitas jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andes Firmawan, 2016. *Perencanaan Jaringan LTE FDD 1800 MHz di Kota Pekanbaru*. Skripsi Sarjana, Teknik Elektro, Universitas Riau, Pekanbaru.
- [2] Harri Holma, "LTE for UMTS: Evolution to LTE – Advanced, Second Edition". Finland: Jhon Wiley & Sons, Ltd, United Kingdom, 2009.
- [3] Lingga Wardhana, Brian Fernando, Alfin Hikmaturokhman, Gita Mahardika, Satriyo Dharmanto, 4G Handbook edisi Bahasa Indonesia, Jilid 2.
- [4] LTE Planning Tool, Technical Report, 2012. Faculty of Engineering, Ain Shams University, Cairo, Mesir.
- [5] LTE RPESS, LTE Link Budget. Nokia – Siemens Network.

- [6] Long Term Evolution (LTE) Radio Access Network Planning Guide. 2011. Huawei Technologies.
- [7] Marwa E. Mohammed, Khalid H. Bilal, 2014. *Coverage And QoS Analysis of LTE Radio Network Planning Considering Khartoum City*. International Journal of Science and Research (IJSR) – Vol. 3, No. 10, October 2014.
- [8] Nafiz Imtiaz 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.
- [9] N.S Nkordeh, A.A.A Atayero, F.E Idachaba, O.O Oni, 2014. *LTE Network Planning Using The Hata-Okumura And The Cost-231 Hata Pathloss Models*. Proceedings of The World Congress on Engineering (WCE) – Vol. 1, July 2014. London, U.K.
- [10] Zukang Zhen, A. Khoryaev, E. Erikson, Xueming Pan, 2012. *Dynamic Uplink-Downlink Configuration and Interference Management in TD LTE*. Journal, IEEE Communication Magazine.