

Evaluasi Jaringan LTE pada Kawasan *Blank Spot* Menggunakan Model Propagasi COST-231 (Studi Kasus: Kecamatan Leupung, Aceh Besar)

Bayu Devanda Putra¹, Rizal Munadi², Hubbul Walidainy³, Ernita Dewi Meutia⁴, Muhammad Irhamsyah⁵, Syahril⁶

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Aceh.

Informasi Artikel

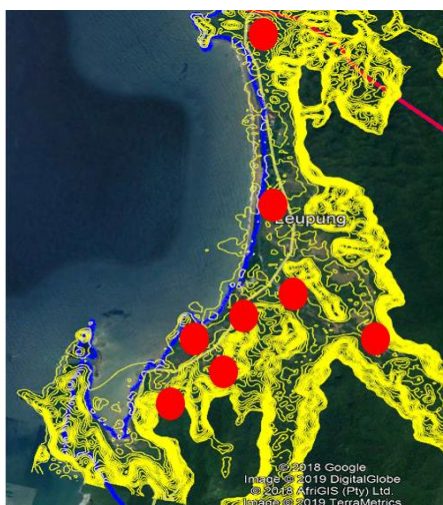
Naskah Diterima : 7 Februari 2020

Direvisi : 5 Juni 2020

Disetujui : 15 Juni 2020

*Korespondensi Penulis :
rizal.munadi@unsyiah.ac.id

Graphical abstract



Abstract

Communication is an important part of human interaction in daily life, and the mobile communication system offers ease of use and efficiency. Mobile communication technology has now entered the 4G technology phase with the implementation of LTE technology on the network. The challenges of services faced, available networks do not provide optimal services to users. One of the problems is the existence of a blank spot area. This study used the Cost-231 propagation model for the development of LTE networks in blank spot areas in Leupung sub-district, Aceh Besar District, Aceh Province. To get accurate data, the acceptance test is carried out with drive tests and field surveys. The process of identifying and evaluating the topographic map of the LTE service area, the use of Open Signal and the GNET Track software are part of the stages in this study. The data obtained was then simulated using the COST 231 propagation model, to be analyzed and continued with planning the development of the LTE network. Evaluation is done by calculating path loss analysis and receiving power level. Evaluation and analysis results, eNodeB, which serves the Leupung sub-district area, is not able to provide optimal services due to the hills that hinder the service area. Based on calculations, to overcome the blank spot area, an additional four new eNodeBs are needed. With the addition of these eNodeBs to Leupung sub-district, the problem of blank spots can be overcome, and communication services become better.

Keywords: LTE, Blank Spot, COST-231, Path Loss, Propagation

Abstrak

Komunikasi merupakan bagian penting dalam interaksi manusia sehari-hari dan sistem komunikasi seluler menawarkan kemudahan dan efisiensi. Saat ini, teknologi komunikasi seluler telah memasuki fase teknologi 4G dengan implementasi teknologi LTE pada jaringan. Tantangan layanan yang dihadapi, jaringan yang tersedia tidak memberikan layanan yang optimal kepada pengguna. Salah satu masalahnya adalah adanya daerah blank spot. Penelitian ini menggunakan model propagasi COST-231 untuk pengembangan jaringan LTE pada daerah *blank spot* di Kecamatan Leupung, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Untuk mendapatkan data yang akurat, maka dilakukan uji penerimaan dengan drive test dan survei lapangan. Proses identifikasi dan evaluasi peta topografi kawasan layanan LTE, penggunaan perangkat lunak *Open Signal* dan *GNET Track* merupakan bagian tahapan dalam penelitian ini. Data yang diperoleh kemudian disimulasikan dengan menggunakan model propagasi COST-231, untuk dianalisis dan diteruskan dengan perencanaan pengembangan jaringan LTE. Evaluasi dilakukan dengan melakukan perhitungan analisis *path loss* dan daya level terima. Hasil evaluasi dan analisis, eNodeB yang melayani kawasan Kecamatan Leupung tidak mampu memberikan layanan optimal disebabkan adanya perbukitan yang menghalangi kawasan layanan. Berdasarkan kalkulasi, untuk mengatasi daerah blank spot, diperlukan tambahan 4 eNodeB baru. Dengan penambahan eNodeB ini untuk kecamatan Leupung maka masalah blank spot dapat teratasi dan layanan komunikasi menjadi lebih baik.

Kata kunci: LTE, Blank Spot, COST-231, Path Loss, Propagasi

© 2020 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Komunikasi merupakan bagian yang sangat penting dalam semua aspek kehidupan, sosial, ekonomi dan lainnya. Sistem telekomunikasi sejak awal menjadi bagian yang memberikan layanan kepada pengguna dalam berinteraksi. Hal ini diiringi dengan pesatnya kemajuan teknologi seluler dan saat ini telah memasuki generasi keempat dimana teknologi LTE menjadi pilihan operator telekomunikasi dalam melayani konsumen. Namun belum semua masyarakat pada daerah tertentu dapat menikmati teknologi komunikasi terbaru tersebut. Ada beberapa daerah yang masih belum terjangkau infrastruktur telekomunikasi atau di sebut daerah *blank spot*. Terdapat dua faktor utama yang menyebabkan terjadinya *blank spot* yaitu alami (daerah perbukitan) dan buatan (pembangunan infrastruktur dan lainnya). Solusi terbaik dalam mengatasi permasalahan *blank spot* adalah dengan dibangunnya eNodeB baru untuk melayani kawasan *blank spot* tersebut.

Sebelum melakukan perencanaan eNodeB perlu dilakukannya evaluasi jaringan terlebih dahulu. Dalam melakukan evaluasi, tersedia model propagasi yang dapat dipilih diantaranya model COST-231 Walfishch-Ikegami [1], ITU-R P.1411-3 [2] yang digunakan untuk kondisi *Line of Sight* (LOS), Okumura-Hatta [3], COST-231 Hatta [4], dan Egli [5] yang digunakan untuk kondisi *Non Line of Sight* (NLOS). Dalam penelitian ini, model propagasi COST-231 dipilih sebagai model evaluasi daerah *blank spot* pada jaringan LTE, karena propagasi COST-231 ini merupakan penyempurnaan dari model propagasi Hatta. Dengan pemilihan model propagasi COST-231 ini dapat diketahui pengaruh dari *path loss* dengan parameter frekuensi kerja, jarak antara pemancar dan penerima.

Di Aceh Besar, layanan komunikasi seluler pada operator Tri telah tersedia dengan baik untuk teknologi 2G dan 3G. namun untuk teknologi 4G masih terdapat beberapa daerah yang belum terjangkau layanannya. Daerah ini atau *blank spot* dapat disebabkan layanan yang tersedia belum bekerja dengan maksimal atau kurangnya infrastruktur eNodeB.

2. STUDI PUSTAKA DAN METODE PENELITIAN

2.1 Teknologi Long Term Evolution

Teknologi komunikasi seluler mengalami perkembangan yang sangat cepat setelah generasi kedua yang menawarkan teknologi GSM dan kemudian diikuti generasi ketiga dengan berbagai varian teknologi dan kini teknologi seluler telah memasuki generasi keempat. Operator telekomunikasi di Indonesia, telah melakukan uji teknologi dan menawarkan jasa layanan LTE kepada konsumen.

2.1.1 Long Term Evolution

Long Term Evolution (LTE) merupakan teknologi komunikasi akses data nirkabel berlandaskan jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Teknologi LTE ini dikembangkan oleh the *Third Generation Partnership Project* (3GPP), menawarkan layanan data berkecepatan tinggi dengan kecepatan 100Mbps untuk *downlink* dan 75 Mbps untuk *uplink* [6]. Namun demikian, teknologi LTE masih belum sepenuhnya sempurna, hal ini karena teknologi LTE yang ditetapkan 3GPP pada release 8 dan 9 belum memenuhi standar ITU-R. Teknologi *Long Term Evolution* dan layanannya menggunakan: teknologi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya lintasan jamak (*multi path*) dan teknologi *all-IP* dengan tujuan menyederhanakan rancangan dan implementasi antar muka LTE, jaringan radio dan jaringan inti sehingga mampu beroperasi layaknya *fixed-line network*.

2.1.2 Modulasi Long Term Evolution

Long Term Evolution menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplex* (OFDM) dalam membentuk format sinyal dasar. Penggunaan OFDM sangat ideal dalam mentransmisi data kecepatan tinggi dan memiliki ketahanan terhadap *band fading* sempit yang disebabkan oleh pemantulan. Dalam format sinyal LTE OFDM menggunakan modulasi *Phase Shift Keying* (PSK) dan *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM). Salah satu parameter utama yang terkait dengan penggunaan OFDM dalam LTE adalah pemilihan *bandwidth* saluran yang bervariasi: 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, dan 20 MHz [7].

Pada sisi *uplink* digunakan beberapa tipe modulasi yaitu QPSK, 16QAM dan 64QAM namun tidak semua perangkat UE mendukung modulasi 64QAM. Sedangkan pada sisi *downlink*, eNodeB

telah mendukung keseluruhan tipe modulasi baik itu QPSK, 16QAM maupun 64QAM. Pada teknologi LTE terdapat fitur *Adaptive Modulation and Coding* (AMC) yang berfungsi sebagai pengaturan error rate tetap dibawah limit yang dapat diterima dengan menyesuaikan tipe modulasi dan coding rate secara dinamis.

2.1.3 Propagasi

Propagasi gelombang radio merupakan perambatan gelombang yang dikirimkan dari sisi pemancar ke penerima. Ada beberapa jenis propagasi gelombang seperti gelombang bumi (*Ground Wave*), gelombang angkasa (*Sky Wave*), gelombang ruang (*Space Wave*). Terdapat beberapa model propagasi yang tergolong dalam tipe propagasi gelombang bumi, salah satunya model propagasi COST-231 yang digunakan dalam penelitian ini.

Model propagasi COST-231, *The European Co-operative for Scientific and Technical Research* (EURO_COST) merupakan pengembangan dari model Hata dengan tujuan untuk menyempurnakan atau memperluas formula Okumura Hata agar dapat digunakan pada frekuensi 1500-2000 MHz untuk kota-kota menengah dan kecil [8]. Persamaan COST-231 [9] :

$$PL(\text{COST-231}) \text{ (dB)} = 46,3 + 33,9\log(fc) - 13,82\log(hb) - a(hm) + (44,9 - 6,55\log(hb))\log(d) + C \quad (1)$$

keterangan :

- fc : Frekuensi dalam MHz
- h_{te} : Tinggi antenna *transmitter* dalam meter
- h_{re} : Tinggi antenna *receiver* dalam meter
- d : Jarak antara eNodeB dengan UE dalam kilometer
- $a(hm)$:Faktor koreksi untuk tinggi antenna UE yang merupakan fungsi dari ukuran area cakupan
- C :Sebuah parameter yang berdasarkan perbedaan lingkungan

Faktor koreksi $a(hm)$:

$$(8,29(\log_{10}(1,54 \times hre))^2) - 1,1 \text{ Freq} \leq 300 \text{ MHz} \quad (2)$$

$$(3,2(\log_{10}(11,75 \times hre))^2) - 4,97 \text{ Freq} > 300 \text{ MHz} \quad (3)$$

Untuk daerah *suburban* :

$$((1,1\log_{10}(fc) - 0,7)h_{re}) - (1,56\log_{10}(fc) - 0,8) \quad (4)$$

$C = 0$ untuk area *small/medium city, suburban dan rural*

$C = 3$ untuk *large urban area*

Parameter :

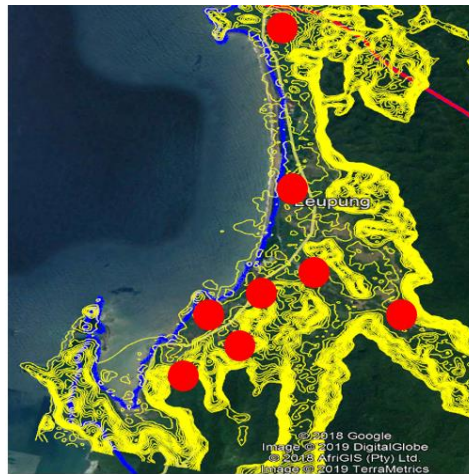
$$h_{te} = 30 - 200 \text{ meter}$$

$$h_{re} = 1 - 10 \text{ meter}$$

Pemilihan model propagasi yang tepat sangat mempengaruhi hasil posisi yang tepat untuk eNodeB bekerja secara optimal dan performansi dari jaringan dalam memprediksikan interfrekuensi. Model propagasi digunakan dalam aspek-aspek performansi sistem seperti optimasi *handoff*, pengaturan level daya dan penempatan antenna. Radius jangkauan eNodeB dapat diperoleh berdasarkan penyisihan kerugian propagasi maksimum dalam *link budget*. Model propagasi memiliki peran yang penting dalam pengukuran *link budget*.

2.1.4 Coverage Area

Pada jaringan LTE, perlu adanya perencanaan *coverage* yang tepat agar tidak terjadi *blank spot*. Untuk pemilihan model propagasi dan daerah merupakan tahapan awal dalam melakukan perencanaan pembangunan site eNodeB [10]. Kekuatan pancaran antenna dan keadaan permukaan tanah merupakan faktor penting dalam mendesain pembangunan site agar tidak terjadinya *blank spot*. Berikut merupakan peta topografi untuk kecamatan Leupung (Gambar 1.).



Gambar 1. Topografi Kecamatan Leupung

Blank Spot merupakan keadaan tidak ditemukannya sinyal pada suatu daerah yang disebabkan tidak sampainya pancaran dari eNodeB. Hal ini bisa disebabkan ketinggian ataupun kedalaman bangunan, jarak antar eNodeB dan struktur geografis. Luas pancaran dan kemiringan antena eNodeB juga dapat mempengaruhi terjadinya *blank spot*.

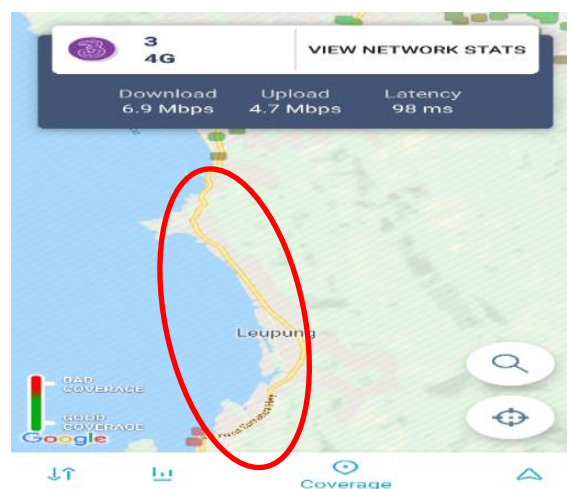
2.2 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, kajian dilakukan dengan menggunakan pendekatan survei lapangan, melakukan *drive test*, simulasi dengan perangkat lunak dan analisis dengan menggunakan model propagasi COST-231. Survei lapangan dilakukan pada kawasan yang jadi obyek penelitian dengan menggunakan jaringan milik operator Tri, di Kecamatan Leupung, Aceh Besar. Pengujian penerimaan sinyal dilakukan dengan *drive test* pada kawasan tersebut. Data yang diperoleh, kemudian digunakan untuk dianalisis dengan menggunakan model propagasi COST-231.

3. DATA PENGUKURAN DAN ANALISIS

3.1 Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil survei lapangan dan pengukuran dengan *drive test* diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut, area yang dilingkari merah merupakan contoh dari area pada kecamatan Leupung yang mengalami *blank spot*. Gambar 2. merupakan area yang memiliki *coverage* yang baik yang ditandai dengan warna hijau, sedangkan area yang ditandai dengan warna merah menandakan *coverage* yang kurang baik.



Gambar 2. Area Blank Spot Kecamatan Leupung

3.2 Perencanaan eNodeB

Data parameter jaringan LTE dengan mengacu Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia No. 27 Tahun 2015 berkaitan dengan persyaratan teknis alat dan perangkat-perangkat telekomunikasi berbasis standar teknologi *Long Term Evolution* [11]. Berikut parameter eNodeB yang di-input pada perencanaan area *blank spot*.

Tabel 1. Parameter Jaringan eNodeB

	Parameter	Nilai
Antena	Brand	Kathrein
	Tx Power	43 dBm (20 W)
	Half Power Beamwidth	65°
	Gain	18 dBi
	Electrical Downtilt	4°
	Frequency	1800 MHz
Feeder	Loss Per Length	0,02 dB
	Connector Reception Loss	0,5 dB
	Connector Transmission Loss	0,5 dB
	Noise Figure	1,5 dB
	Transmission Losses	0,5 dB
Layer		Macro Layer
Cell Type		LTE
Propagation		COST-231

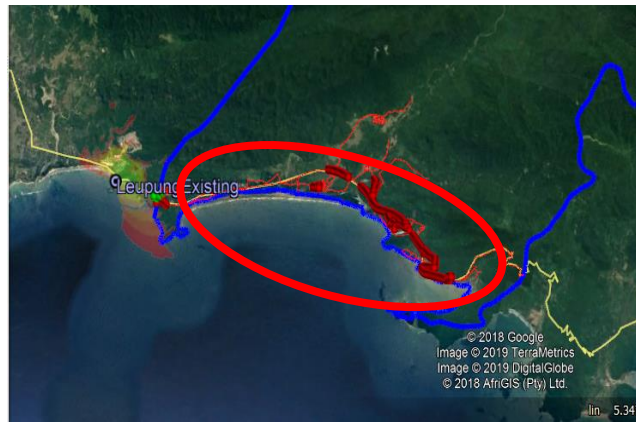
Berdasarkan pada peraturan di atas maka daya pancar maksimal yang diizinkan adalah 43 dBm (20 W) dengan *half power beamwidth* 65° dan *feeder transmission loss* 0,5 dB. Untuk pengaturan *gain* dapat berkisar diantara 17-18 dBi. Parameter diatas mengacu pada antena Kathrein tipe 742 215 [12] dengan panel antena 65°. Tinggi antena eNodeB dapat disesuaikan dengan keadaan ketinggian permukaan tanah pada tiap-tiap daerah. Data parameter di atas dijadikan acuan dalam melakukan simulasi perencanaan area *blank spot*.

3.3 Pembahasan Hasil

3.3.1 Simulasi Cakupan eNodeB Existing

Proses simulasi cakupan eNodeB bertujuan agar dapat diketahuinya area *blank spot* pada *site* tersebut. Ketinggian antena mengikuti ketentuan Qanun Kabupaten Aceh Besar No. 4 Tahun 2013 tentang rencana tata ruang wilayah kabupaten Aceh Besar tahun 2012-2032.

Kecamatan Leupung, Aceh Besar, merupakan wilayah dengan luas 76,00 km² yang tersusun dari 1 buah mukim dan 6 buah gampong. Kecamatan Leupung termasuk salah satu kecamatan yang dilintasi saat akan bepergian ke kabupaten arah barat selatan Aceh. Daerah ini memiliki obyek wisata pantai yang banyak dikunjungi wisatawan lokal maupun mancanegara. Dengan latar belakang tersebut, dari segi ekonomi sudah selayaknya daerah ini memiliki akses komunikasi yang memadai. Dari segi teknis, topografi daerah ini terdiri atas perbukitan dan pantai.



Gambar 3. Pengukuran *Blank Spot* eNodeB Existing Kecamatan Leupung

Gambar 3. merupakan hasil simulasi cakupan daya pancar eNodeB yang sudah ada (*existing*) beserta titik-titik pengukuran daya sinyal yang diambil menggunakan bantuan aplikasi G-Net Track. Titik-titik hijau pada gambar menandakan adanya servis jaringan Tri LTE untuk titik tersebut. Sedangkan titik-titik merah mewakili hanya adanya layanan akses jaringan 3G pada titik tersebut.

3.3.2 Parameter *Path Loss* dan Perhitungan MAPL

Perhitungan *path loss* dilakukan menggunakan frekuensi *planning* 1800 MHz, tinggi antenna eNodeB (h_{Tx}) yaitu 40 meter, tinggi antenna mobile (h_{Rx}) 1,5 meter dan jarak dari eNodeB ke UE disesuaikan. Parameter seperti berikut.

Tabel 2. Parameter Perhitungan *Path Loss*

Parameter	Notasi	Spesifikasi
Frekuensi	f	1800 MHz
Tinggi Antena eNodeB	h_{Tx}	40 meter
Tinggi Antena UE	h_{Rx}	1,5 meter
Jarak eNodeB ke UE	d	Disesuaikan
Propagasi	-	COST-231

Perhitungan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) dilakukan agar dapat diketahuinya batas maksimal *path loss* yang dapat diterima oleh *user*. Perhitungan MAPL berikut.

Tabel 3 Perhitungan MAPL [13]

Simbol	Transmitter Side eNode B	Katherinein
-	Cell edge user throughput (Mbps)	67,2
A	Tx power (dBm)	43
B	Tx antenna gain (dBi)	18
C	Cable loss (dB)	6
D	TMA insertion loss (dB)	0,5
E = A+B-C-D	EIRP (dBm)	54,5
	Receiver side -UE	
G	UE noise figure (dB)	11
F	Thermal noise (dBm)	-100,9
J	Receiver Sensitivity (dBm)	-92,2

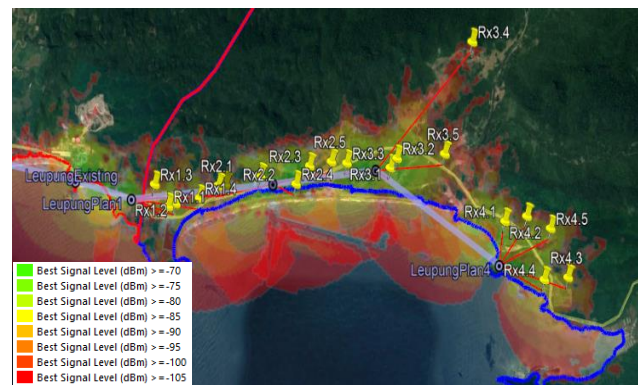
K	Rx antenna gain (dBi)	0
L	Body loss (dB)	0
Max path loss (dB) = E-J+K-L = 146,7 dB		

Parameter Tabel 3., pada sisi *transmitter* menggunakan antenna Kathrein dengan daya pancar 43 dBm, *gain* antenna 18 dBi, rugi-rugi kabel 6 dB dan rugi-rugi TMA sebesar 0,5 dB. Pada sisi *receiver* *noise figure* nilai standar maksimal yaitu 11 dB dan *body loss* 0 dB untuk data.

Pada jaringan LTE, dengan mengambil referensi dari *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) *Technical Specifications* 36.133 [14], rentang RSRP *antenna mobile* adalah -140 dBm sampai dengan -44 dBm. Pada *planning* ini menggunakan *receiver sensitivity* bernilai -92,2 dBm dengan menggunakan *smartphone* Xiaomi Mi 5. Maka *mobile phone* layak dalam perhitungan MAPL karena masih dalam rentang RSRP *antenna mobile*.

3.3.3 Sinyal Level Daya Terima dan Path Loss

Kita dapat melihat simulasi prediksi sinyal level daya dari suatu eNodeB yang kita rencanakan dan melakukan perhitungan *path loss* beserta level daya terima dari eNodeB ke UE. Perhitungan *path loss* dilakukan dengan mengambil 5 titik uji pada setiap eNodeB yang direncanakan. Maka didapatkan hasil area cakupan untuk kecamatan Leupung (Gambar 4.).



Gambar 4. Titik Uji Pengembangan Jaringan LTE Leupung

Untuk mencakup seluruh kecamatan Leupung, dibutuhkan tambahan 4 eNodeB baru dan pada tiap eNodeB hanya menggunakan 2 buah antenna untuk memaksimalkan efektifitas area perencanaan yang memiliki topografi pantai dan perbukitan. Hasil perhitungan *path loss* dan daya level terima pada area Leupung terdapat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Path Loss* dan Daya Level Terima

Site Leupung	Receiver	Jarak (m)	Pathloss (dB)	Level (dBm)
Site plan1	Rx-1.1	780	130,789	-85
	Rx-1.2	910	133,094	-85
	Rx-1.3	430	121,878	-85
	Rx-1.4	1410	139,597	-85
	Rx-1.5	1980	144,655	-105
Site plan2	Rx-2.1	1290	138,255	-95
	Rx-2.2	350	118,816	-75
	Rx-2.3	750	130,204	-75
	Rx-2.4	470	123,220	-80
	Rx-2.5	1230	137,533	-80

Site plan3	Rx-3.1	300	116,511	-80
	Rx-3.2	400	120,811	-75
	Rx-3.3	700	129,172	-75
	Rx-3.4	2830	149,988	-105
	Rx-3.5	1460	140,113	-85
Site plan4	Rx-4.1	550	125,559	-80
	Rx-4.2	840	131,890	-80
	Rx-4.3	1500	140,526	-85
	Rx-4.4	1030	134,883	-80
	Rx-4.5	1160	136,673	-85

Berdasarkan Tabel 4. hasil perhitungan *path loss* terbesar terjadi pada Rx-3.4 dengan jarak eNodeB site *plan3* ke UE 2830 meter menghasilkan nilai *path loss* 149,988 dB dan level daya terima sebesar -105 dBm. Untuk hasil perhitungan *path loss* terkecil terjadi pada Rx-3.1 dengan jarak eNodeB site *plan3* ke UE 300 meter menghasilkan nilai *path loss* 116,511 dB dan level daya terima sebesar -80 dBm. Dari tabel V dapat ditarik kesimpulan nilai jarak berbanding lurus dengan nilai *path loss*, yaitu semakin jauh jarak antara eNodeB dan *receiver*, semakin besar pula nilai *pathloss* yang dihasilkan.

Berdasarkan segi level daya terima, level daya terima terkecil terjadi pada 2 buah *receiver* yaitu Rx-1.5 dan Rx-3.4 dengan nilai -105 dBm yang menandakan bahwa pada kedua *receiver* ini tidak dapat menerima sinyal dengan baik dan level daya terima terbesar terjadi pada 4 buah *receiver* yaitu Rx-2.2, Rx-2.3, Rx-3.2, dan Rx-3.3 dengan nilai -75 dBm yang dimana 4 buah *receiver* memungkinkan untuk menerima sinyal dengan sangat baik.

3.3.4 Perbandingan Area Cakupan

Berikut ditampilkan perbandingan area cakupan sebelum dan sesudah dilakukan pengembangan jaringan.



Gambar 5. Cakupan eNodeB Existing

eNodeB *existing* yang saat ini telah bekerja terletak pada kilometer 14 kampung Mon Ikeun. Kinerja dari eNodeB *existing* ini tidak dapat melayani seluruh area kecamatan Leupung Aceh Besar. Dari 33 Km² luas daerah berpenduduk, hanya sekitar 4 Km² (12,1%) luas daerah yang mampu dicakup oleh eNodeB *existing*. Hal ini dipengaruhi oleh topografi kecamatan Leupung yang didominasi pantai, perbukitan dan belum cukup tersedianya eNodeB Tri LTE yang menyebabkan terjadinya area *blank spot*. Jarak cakupan eNodeB *existing* ini berkisar dari kilometer 12 sampai dengan kilometer 16.



Gambar 6. Cakupan Hasil Pengembangan Jaringan eNodeB

Berdasarkan hasil simulasi perencanaan, yang pada awalnya hanya 12,1% daerah yang tercakup setelah dilakukan pengembangan dengan menambahkan 4 eNodeB baru, pada kilometer 15 tepatnya dikampong Mon Ikeun dibangun site *plan1*, kilometer 17 tepatnya dikampong Dayah Mamplam dibangun site *plan2*, kilometer 19 tepatnya dikampong Meunasah Bak U dibangun site *plan3*, dan kilometer 23 tepatnya dikampong Layeun dibangun site *plan4*, luas daerah yang tercakup teknologi Tri LTE menjadi 31,5 Km² (95,4%) diharapkan dapat memenuhi kebutuhan komunikasi teknologi LTE seluruh area kecamatan Leupung

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Blank spot yang terjadi pada kecamatan Leupung memiliki pokok permasalahan yaitu daerah yang terhalangi oleh perbukitan sehingga menyebabkan eNodeB gagal dalam mencakup daerah tersebut. Hal lain yang mendasari pada kecamatan Leupung terjadinya *blank spot* dikarenakan masih kurangnya eNodeB yang tersedia pada kecamatan tersebut. Hasil dari perencanaan, untuk kecamatan Leupung dengan menambahkan 4 buah eNodeB baru dapat mencakup 95,4% daerah berpenduduk.

REFERENSI

- [1] COST 231, "Propagation Prediction Models", Final Report, Chapter 4, pp.17-21
- [2] ITU-R, "Propagation Data and Prediction Methods for the Planning of Short-Range Outdoor Radiocommunication System and Radio Local Area Networks in the Frequency Range 300 MHz to 100 GHz", Rec. P.1411-3, 2005, pp.1-18.
- [3] M.Hatta, "Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Service", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, VT-29, March 1980, pp. 317-325.
- [4] Cost 231, "Propagation Prediction Models", Final Report, Chapter 4, pp. 134-135.
- [5] G.Y.Delisle, J.Lefevre, M.Lecours, and J.Chouinard, "Propagation Loss Prediction : A Comparative Study With Application to Mobile Radio Channel", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, VT-48, September 1999, pp.1451-1452.
- [6] L. KBJ, "Mengulas 4G," Laboratorium Komputasi Berbasis Jaringan, 10 March 2016. [Online]. Available: <http://kbj.if.its.ac.id/mengulas-4g/>. [Accessed 30 November 2017].
- [7] Yusuf Rudyanto, "Lapisan Fisik Pada Teknologi Long Term Evolution (LTE) Di PT Telkom R&D Center Bandung", Perpustakaan Elektro Undip, Jawa Tengah, 2012.
- [8] Wawan Tristiyatno, Fitri Imansyah, F. Trias Pontia . W, "Analisis Perbandingan Pemodelan Propagasi Nilai Level Daya Terima Pada Sistem DCS 1800 Di Kota Pontianak", *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol.1, no. 1, 2017, Pontianak.
- [9] G. S. Ranjeeta Verma, "Statistical Tuning of Cost-231 Hata Model at 1.8 GHz overDense Urban Areas of Ghaziabad," *IEEE*, pp. 1220 - 1225 , 2016.
- [10] Akmal Mardhatillah, Rizal Munadi, Hubbul Walidainy, "Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Model Propagasi Cost 231 Hata Di Kota Sabang", *Karya Ilmiah Teknik Elektro*, vol.3, no.1, 2018.
- [11] "Persyaratan Teknis Alat Dan Perangkat Telekomunikasi Berbasis Jaringan Long Term Evolution" Peraturan Menteri Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia, Jakarta, No.27 Tahun 2015.

- [12] Martinez Taranetz, Josep Colom Ikuno, Markus Russ, “Sensitivity of OFDMA-Based Macrocellular LTE Networks to Femtocell Deployment Density and Isolation”,The Tenth International Symposium on Wireless Communication Systems, 2013
- [13] Abdullah A.M. Ghaleb, Adnan S.A. Kaid, Hassan W.H. Ali, Haithem A. Esmael, Mahmoud A.M. Sadeq, “LTE Network Planning and Optimization”, International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communications, vol. 5, no.4, p. 5, 2017.
- [14] European Telecommunications Standards Institute, “LTE ; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) ; Requirements For Support of Radio Resource Management” Prancis, ETSI TS 136 133 V13.3.0, May 2016.