

ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN AKSES DAN BACKHAUL LTE UNTUK CAKUPAN BUMI PERKEMAHAN KIARA PAYUNG

ANALYSIS OF LTE ACCESS AND BACKHAUL NETWORK PLANNING FOR COVERAGE OF KIARA PAYUNG CAMPGROUND

Yaumil Chairiani¹, Dr.Ir Rina Pudji Astuti, M.T², Ir.Uke Kurniawan Usman, M.T³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹yaumilchairiani@gmail.com, ²rinapudjiastuti@telkomuniversity.co.id, ³usman.uke@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan perkembangan di bidang teknologi, maka kebutuhan akan layanan data berkecepatan tinggi semakin bertambah. Jaringan LTE (Long Term Evolution) yang memiliki kemampuan *data rate* 100 Mbps untuk arah *downlink* dan 50 Mbps untuk arah *uplink* merupakan salah satu layanan data yang dirasa mampu memenuhi kebutuhan layanan data berkecepatan tinggi. Tidak hanya untuk daerah perkotaan, daerah wisata alam juga perlu layanan data berkecepatan tinggi. Salah satu daerahnya adalah wisata alam Bumi Perkemahan Kiara Payung Jatinangor. Pada daerah wisata alam biasanya memiliki masalah pada layanan data. Masalah tersebut bisa disebabkan oleh tidak tersedianya layanan data. Pada penelitian ini menggunakan *backhaul Microwave* di daerah perencanaan Bumi Perkemahan Kiara Payung, Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Perencanaan jaringan ini menggunakan parameter *planning: capacity* dan *coverage* pada frekuensi 1800 MHz menggunakan *software Pathloss* dan *software ATOLL*. Dari hasil simulasi menggunakan *software Atoll* yang telah dilakukan pada bagian perencanaan sel LTE didapatkan nilai RSRP sebesar -102,75 dBm dan nilai SINR sebesar 21,29 dB. Sedangkan pada perencanaan *link backhaul* yang dilakukan, didapatkan hasil pada skenario I nilai daya terima (*received signal*) sebesar -42,48 dBm dan *availability* sebesar 99,99998%. Sedangkan pada skenario II didapatkan nilai daya terima (*received signal*) sebesar -50,29 dBm dan *availability* sebesar 99,99999%.

Kata kunci : LTE, Rural, Backhaul, Microwave.

Abstract

Along with developments in technology, the need for high-speed data services is increasing. The LTE (Long Term Evolution) network that has the capability of 100 Mbps data for the downlink direction and 50 Mbps for the uplink direction is one of the data services that are considered capable of meeting the needs of high-speed data services. Not only for urban areas, natural tourism areas also need high-speed data services. One of the areas is the nature tourism of Kiara Payung Jatinangor Campground. In natural tourist areas usually have problems with data services. This problem can be caused by the unavailability of data services. In this study using Microwave backhaul in the planning area of Kiara Payung Campground, Jatinangor, Sumedang Regency. This network planning uses planning parameters: capacity and coverage at 1800 MHz frequency using Pathloss software and ATOLL software. From the simulation results using Atoll software that has been done in the LTE cell planning section, the RSRP value is -102.75 dBm and the SINR value is 21.29 dB. Whereas in the backhaul link planning, the results obtained in scenario I are received signal value of -42.48 dBm and availability of 99.99998%. While in scenario II the received signal value is -50.29 dBm and availability of 99.99999%.

Keywords: LTE, Rural, Backhaul, Microwave.

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan di bidang teknologi, maka kebutuhan akan layanan data berkecepatan tinggi semakin bertambah. Jaringan LTE (Long Term Evolution) merupakan salah satu layanan data yang dirasa mampu memenuhi kebutuhan layanan data berkecepatan tinggi. LTE memiliki *data rate* 100 Mbps untuk arah *downlink* dan 50 Mbps untuk arah *uplink*[1]. Pembangunan jaringan LTE yang sebagian besar masih terkonsentrasi di daerah perkotaan dan tidak menutup kemungkinan beberapa waktu di masa depan, daerah pedesaan juga dapat menikmati layanan data berkecepatan tinggi tersebut[2]. Salah satu tempat wisata alam yang perlu dilakukan perencanaan jaringan adalah Bumi Perkemahan Kiara Payung Jatinangor. Perencanaan jaringan ini dimaksudkan untuk menarik minat wisatawan agar semakin banyak pengunjung. Kecenderungan pengunjung untuk mengabadikan dan berbagi informasi seperti foto, video dan lain-lain saat ditempat wisata turut menyumbang trafik yang besar terhadap layanan data daerah *rural*. [2]. Pada penelitian kali ini, dilakukan perencanaan jaringan akses LTE di daerah wisata alam Bumi

Perkemahan Kiara Payung dengan parameter *planning* : *coverage* dan *capacity* pada frekuensi 1800 MHz dengan menggunakan *software ATOLL*. Selain itu, dilakukan juga perencanaan *link backhaul microwave* untuk jaringan radio akses dengan menggunakan *software Pathloss 5.0*.

2. Dasar Teori

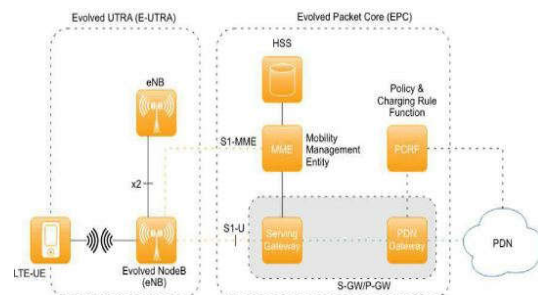
2.1 Long Term Evolution (LTE)

Long term Evolution atau LTE merupakan sebuah nama yang diberikan oleh 3GPP sebuah badan standardisasi telekomunikasi[3]. Diciptakan untuk membangun sebuah sistem yang mampu memenuhi tuntutan kecepatan data yang tinggi serta *latency* yang rendah. LTE dapat memberikan *coverage* dan *capacity* dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya oprasioanal, mendukung penggunaan *multiple-antenna*, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth* operasi dan dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.

2.1.1 Spesifikasi dan Arsitektur LTE.

Tabel 2.1 Spesifikasi LTE [5] dan **Gambar 2.1** Arsitektur LTE

System Performance	LTE	
Peak data rate	Downlink	300 Mbps @20 MHz
	Uplink	75 Mbps @20 MHz
Operating band	700; 800; 900; 1800; 2100; 2300; 2600 MHz	
Modulation	QPSK, 16QAM dan 64QAM	
Channel bandwidth	1,4; 3; 5; 10; 15; 20 MHz	
Multiple access	OFDMA(DL) ; SC-FDMA(UL)	
Duplex Mode	FDD dan TDD	
Control-plane delay	Idle to connect	<100ms
	Dormant to active	<50ms
User-plane delay	<20ms	
Mobility	≤350 Km/h	



2.1.2 Arsitektur LTE

Pada arsitektur LTE terdapat beberapa perubahan komponen dari arsitektur teknologi sebelumnya, yaitu terdapat EPS (*Evolved Packet System*) yang terdiri dari UE (*User Equipment*), E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*) dan EPC (*Evolved Packet Core*).

Secara garis besar elemen dari arsitektur LTE terdapat 3 bagian yaitu:

a. *User Equipment* (UE)

Perangkat UE merupakan *handset* yang dimiliki oleh *end-user* yang terdiri dari USIM dan TE.

b. *Evolved UTRAN* (E-UTRAN)

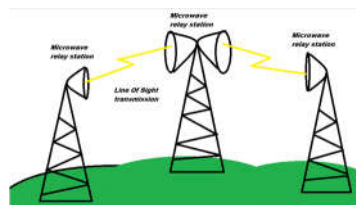
E-UTRAN adalah pembaruan dari arsitektur jaringan UMTS dimana terdapat perangkat *eNodeB* yang berasal dari teknologi sebelumnya yaitu *NodeB*. Fungsi dari *eNodeB* disini sebagai *transceiver* yang dapat mengontrol *handover* dan bertanggung jawab mengontrol semua yang berhubungan dengan *radio resource* untuk satu atau beberapa sel.

c. *Evolved Packet Core* (EPC)

EPC terdiri dari beberapa komponen yaitu: *Mobility Management Entity* (MME), *Serving Gateway* (S-GW), *Packet Data Network Gateway* (P-GW), *Policy Control and Charging Rules Function* (PCRF), *Home Subscriber Server*(HSS).

2.2 Microwave

Microwave adalah pancaran radio yang ditransmisikan melalui udara dan diterima dengan menggunakan peralatan semacam *antenna* yang berbentuk bundar yang dipasang digedung yang tinggi atau tower. Untuk melakukan transmisi harus dihindari adanya penghalang atau kemiringan bumi. Sehingga jika posisi antar gedung terhalang, maka diperlukan menara untuk menempatkan antenna lebih tinggi lagi agar tetap dalam posisi aling melihat (*Line of sight*)[9].



Gambar 2.2 Microwave

Rangkaian pemancar diperlukan untuk menerima dan mentransmisi ulang dalam pembawaan sinyal jarak jauh. Selain itu, kelengkungan permukaan bumi juga perlu di pertimbangkan dalam penggunaan radio microwave sebagai medium transmisi jarak jauh. Pada sistem komunikasi *microwave* frekuensi yang digunakan adalah dalam rentang 2 – 60 GHz tergantung dari kebutuhan. Untuk sistem dengan kapasitas kecil biasanya menggunakan frekuensi kurang dari 3 GHz, sedangkan pada kapasitas *medium* dan *large* (besar) menggunakan frekuensi antara 3 – 15 GHz. [10]

2.3 Perencanaan Jaringan LTE

Terdapat 2 metode yang dapat digunakan dalam perencanaan jaringan LTE yaitu:

1. Berdasarkan *Capacity*.
2. Berdasarkan *Coverage*.

2.3.1 Perencanaan Jaringan LTE berdasarkan Capacity[2]

Perencanaan ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah sel yang dibutuhkan dengan menggunakan perhitungan terhadap estimasi jumlah pengguna layanan dan penggunaan *service model* sehingga dapat menentukan berapa site yang dibutuhkan untuk memenuhi kapasitas trafik suatu wilayah tertentu

2.3.1.1 Faktor Jumlah Pengunjung

Jaringan yang dirancang harus mampu memenuhi peningkatan kebutuhan trafik dari pengunjung tempat wisata untuk beberapa tahun kedepan dengan menggunakan persamaan (2.1) dan (2.2):

$$P_n = P_0 (1 + GF)^n \quad (1)$$

Dimana: P_n = Jumlah Penduduk Tahun ke-n, GF = faktor pertumbuhan jumlah pengunjung, P_0 =Jumlah pengunjung tahun ke-0 (tahun perancangan) Persamaan total *target user*:

$$Total\ Target\ User = P_n \times A \times B \times C \quad (2)$$

Dimana: P_n = Jumlah pengunjung tahun ke-n, A =Jumlah pengunjung usia produktif/penetrasi pengguna seluler, B = *market share operator X*, C = Penetrasi *user LTE operator X*

2.3.1.2 Throughput Layanan

VoIP, video phone, web browsing dan lain-lain memiliki nilai throughput yang berbeda-beda sesuai dengan layanan yang digunakan. Persamaan Throughput layanan (2.3):

$$Throughput = ST \times SDR \times Bearer\ rate \times \left[\frac{1}{(1 - BLER)} \right] \quad (3)$$

Dimana: Throughput= Throughput minimal yang harus disediakan jaringan agar kualitas layanan terjaga (Kbit), St (*Session Time*) = Durasi dari setiap sesi layanan (s), SDR = *Session Duty Ratio*, Rasio data transmisi setiap sesi, $BLER$ = *Block Error Rate* yang diperbolehkan dalam satu sesi, $Bearer\ Rate$ = Nilai *data rate* yang harus dimiliki dari layanan aplikasi layer (IP)

2.3.1.3 Single User Throughput

Single User Throughput merupakan hasil penjumlahan semua *throughput* tipe layanan yang digunakan satu user pada kondisi jam sibuk. Persamaannya (2.4):

$$SUT = \frac{(\sum Throughput \times BHSA \times Penetration\ rate \times (1 + PAR))}{3600} \quad (4)$$

Dimana: SUT = Single user Throughput (Kbps), $BHSA$ = Inisiasi penggunaan layanan selama jam sibuk, $Penetration\ Rate$ = Penetrasi penggunaan layanan di daerah yang ditinjau, PAR (*Peak to Average Ratio*) = Persentase lonjakan trafik pada jam sibuk, 3600= 1 jam (3600 detik)

2.3.1.4 Persamaan Network Throughput

Network Throughput merupakan kebutuhan *trafik* keseluruhan *user* pada area yang ditinjau. *Network Throughput* didapat dari persamaan:

$$Network\ Throughput = Total\ target\ user \times SUT \quad (5)$$

2.3.1.5 Kapasitas Sel / Throughput per sel.

Kapasitas sel (*Cell Capacity*) merupakan kapasitas maksimal yang mampu ditangani oleh suatu sel. *Throughput* ini didapat dari persamaan (2.6) dan (2.7) :

$$DLCellThr + CRC = (168 - 36 - 12) \times (CB) \times (CR) \times (Nrb) \times C \times 1000 \quad (6)$$

$$ULCellThr + CRC = (168 - 24) \times (CB) \times (CR) \times (Nrb) \times C \times 1000 \quad (7)$$

Dimana: CRC = 24, 168= Jumlah *resource elemen* (RE) dalam 1 ms, 36= Jumlah *resource channel* RE dalam 1 ms, 12=Jumlah *resource signal*/RE dalam 1 ms, C_b =*Code bit*, efisiensi modulasi, N_{rb} =Jumlah *resource Block* yang digunakan, C_d = *Coding rate* kanal, C = Model antena MIMO

2.3.1.6 Cell Dimensioning

Menentukan jumlah sel yang dibutuhkan untuk mengakomodasi trafik berdasarkan perhitungan *capacity planning* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.8):

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Network Throughput}}{\text{Cell Throughput (kapasitas sel)}} \quad (8)$$

$$\text{Site Capacity} = \text{Cell Throughput} \times \text{Jumlah sel} \quad (9)$$

$$\text{Number of site} = \frac{\text{Network Throughput}}{\text{Site Capacity}} \quad (10)$$

$$\text{Number of user per site} = \frac{\text{Total target user}}{\text{Number of site}} \quad (11)$$

$$\text{Cell Coverage} = \frac{\text{Are Wide}}{\text{Number of side}} \quad (12)$$

$$\text{Cell Radius} = \sqrt{\frac{\text{Cell Coverage}}{2,6 \times 1,95}} \quad (13)$$

$$\text{Cell Radius (Atoll)} = \sqrt{\frac{\text{Cell Coverage}}{2,6 \times 3}} \quad (14)$$

2.3.2 Perencanaan Jaringan LTE berdasarkan Coverage[2]

Analisis perencanaan berdasarkan Coverage merupakan langkah yang penting dalam perencanaan jaringan. Bertujuan untuk menjamin ketersediaan suatu jaringan serta layanan wilayah tertentu.

2.3.2.1 Link Budget

Perhitungan link budget bertujuan untuk menentukan beberapa faktor seperti *penetration loss*, *feeder loss*, *antenna gain*, dan *interference margin* dari lintasan untuk menghitung semua *gain* atau *loss* yang akan mempengaruhi *coverage* dari sel

2.3.2.2 Model Propagasi COST231-Hatta

Model propagasi ini merupakan pengembangan dari model propagasi Okumura-Hatta untuk rentang frekuensi kerja antara 1500 sampai 2000 MHz. Untuk permodelan propagasi digunakan persamaan (2.15)[6] :

$$PL(dB) = 46,3 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(h_{bs}) - a(hUE) + [44,9 - 6,55 \log(h_{bs})] \log(d) + C \quad (15)$$

Dengan memasukan nilai $a(hUE)$ maka *pathloss* daerah tersebut akan didapatkan. Persamaan $a(hUE)$ dirumuskan sebagai berikut :

$$a(hUE) = 3,2 (\log(11,75 h_m))^2 - 4,97 \quad (16)$$

Dimana: PL/Lp=Redaman Lintasan (dB), f_c =frekuensi (MHz), h_uE =tinggi antenna *user* (meter), h_{BS} =tinggi antenna BTS (meter), $a(h_uE)$ =faktor koreksi ketinggian antenna *user*.

2.4 Desain Link Backhaul

Perancangan *backhaul* berbasis wifi memiliki parameter yang dapat mengevaluasi performansi yang diharapkan.

2.4.1 Propagasi Line of Sight (LOS)

Pada kondisi *LOS*, sinyal di transmisikan langsung dari pengirim ke penerima tanpa adanya penghalang diantara keduanya.

2.4.1.1 Jari-Jari Fresnel Zone

Fresnel zone radius atau jari-jari fresnel zone adalah suatu daerah pancaran antenna yang harus bebas dari penghalang. Persamaannya adalah (2.17) [11]:

$$r = 17,32 \sqrt{\frac{d_1 \times d_2}{f \times D}} \quad (17)$$

Dimana : r = jari-jari fresnel (m), d = jarak dari pengirim ke penerima (km), f = frekuensi (GHz)

2.4.1.2 Kelengkungan Bumi

Kelengkungan bumi diperhitungkan dalam menentukan tinggi antenna. Persamaannya (2.18) [11]:

$$H_c = \frac{0,079 \times d_1 \times d_2}{1,333} \quad (18)$$

Dimana : H_c = faktor koneksi kelengkungan bumi, d_1 = jarak dari pengirim ke obstacle (km), d_2 = jarak dari penerima ke obstacle (km)

2.4.1.3 Ketinggian Lintasan LOS

Diukur dari permukaan laut, dengan mempertimbangkan faktor koreksi kelengkungan bumi dan jari-jari *fresnel* dengan menggunakan persamaan (2.19)[11]:

$$H_{tot} = H_c + H_o + r \quad (19)$$

Dimana: H_{tot} = ketinggian total dari atas permukaan laut (m), H_c = faktor koneksi kelengkungan bumi (m), H_o = ketinggian Obstacle (m), r = jari jari fresnel (m)

Sehingga didapat ketinggian antenna *backhaul* dengan persamaan (2.20) :

$$H_{tot} = \frac{(h_1+h_x) \times d_2 + ((h_2+h_x) \times d_1)}{d_1+d_2} \quad (20)$$

Dimana: H_{tot} = Ketinggian total diatas permukaan laut (m), h_1 = ketinggian tanah dari pengirim di atas permukaan laut (m), h_2 = ketinggian tanah di penerima di atas permukaan laut (m), d_1 = jarak dari pengirim ke penghalang(m), d_2 = Jarak dari penerima ke penghalang(m)

2.4.3. Link Budget Backhaul

Penghitungan ini dilakukan untuk merancang suatu link agar menghasilkan daya terima (P_{rx}) yang lebih besar dengan menggunakan persamaan (2.21) [12]:

$$P_{rx} = P_{tx} - L_{tx} + G_{tx} - L_{rx} + G_{rx} - FSL - A \quad (21)$$

Dimana : P_{rx} = Level daya terima (dBm), P_{tx} = Daya pancar pengirim (dBm), G_{tx} = Gain antenna pengirim (dBi), G_{rx} = Gain antenna penerima (dBi), FSL = free space loss (dB), A = Reaman Hujan

$$FSL = 92.45 + 20 \log f(\text{GHz}) + 20 \log D (\text{km}) \tag{22}$$

Dimana: F= Frekuensi yang digunakan, D= Jarak antara link Line of Sight, Lp= Total *Free Space Loss* (dB)

2.4.4 Fade Margin

Fade margin merupakan selisih antara ambang batas daya terima untuk performa yang sudah ditentukan (*Creq*) dengan daya terima yang diperoleh dari *link budget*. Persamaan pada Fading Margin adalah sebagai berikut :

$$FM = P_{rx} - P_{th} \tag{23}$$

2.4.4.1 Fading akibat redaman hujan

Butir air hujan memberikan redaman terhadap lintasan gelombang elektromagnetik. Besar redaman hujan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\gamma R = k \times R\alpha \tag{24}$$

$$A = \gamma R \times D \tag{25}$$

Dimana: γR = Redaman karena hujan (dB/km), R= Besarnya curah hujan (mm/jam), D= jarak antar pengirim dan penerima, A= Redaman hujan sepanjang lintasan (dB).

Indonesia termasuk dalam zona P dengan curah hujan 145 mm/jam untuk unavailability 0.01%. Nilai k dan α tergantung dari frekuensi serta polarisasi yang digunakan. Nilai tersebut dapat dilihat pada bagian lapiran mengenai koefisien perhitungan redaman hujan..

2.4.4.2 Availability

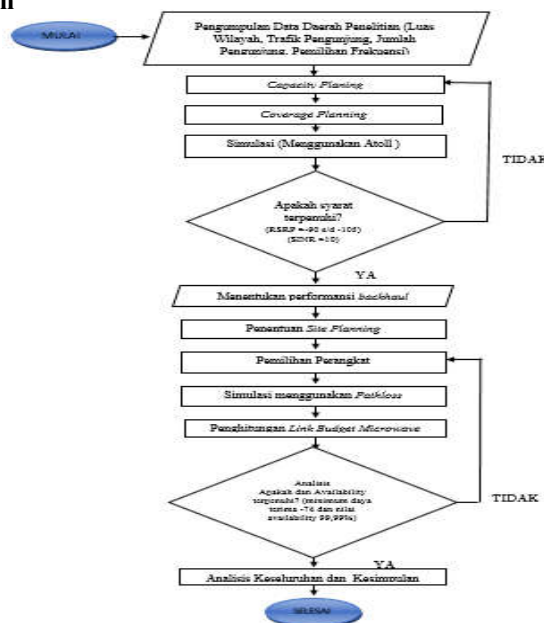
Availability adalah ukuran kehandalan system. Secara ideal, semua sistem harus memiliki *availability* 100% tidak terkecuali pada sistem perencanaan jaringan *microwave*. Tetapi hal tersebut tidak mungkin dipenuhi, karena dalam sistem pasti terdapat ketidakhandalan sistem (*unavailability*) atau *outage time* yang artinya kegagalan system dalam memberikan pelayanan.[14] Persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai *availability* adalah sebagai berikut.

$$Av_{path} = (1 - UnAv_{path}) \times 100 \% \tag{26}$$

$$UnAv_{path} = a \times b \times 2,5 \times f \times D^3 \times 10^{-6} \times 10^{-\frac{FM}{10}} \tag{27}$$

Av_{path} :Kehandalan Sistem, FM:Fading Margin (dB), D:Panjang Lintasan (km), F:Frekuensi kerja (Ghz)

3. Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir

3.1 Bumi Perkemahan Kiara Payung

Pada penelitian kali ini, daerah yang dijadikan objek penelitian adalah daerah wisata Bumi Perkemahan Kiara Payung, Sindangsari, sukasari, Kab.Sumedang. Alasan dipilihnya daerah Bumi Perkemahan Kiara Payung karena daerah tersebut memiliki potensi yang bagus di bidang wisata alam yang menjadi daya tarik wisatawan. Oleh karena itu, hal tersebut bisa menjadi peluang operator untuk meningkatkan kualitas layanan di daerah Bumi perkemahan KiaraPayung. Bumi Perkemahan Kiara Payung terletak di desa/kelurahan Sindangsari kecamatan Sukasari Kabupaten Sumedang. Bumi perkemahan ini memiliki luas wilayah 60 Ha atau 0,6 km2 dengan ketinggian 900 MDPL. Kontur wilayah lereng dan berbukit, terletak pada kordinat 107° 45' 8,5" – 107° 48' 11,0" BT. 6° 53' 43,3" – 6° 57' 41,0" LS. Dan koordinat:Latitude -6.930530625 dan Longitude 107.77622. Dimana diketahui data Jumlah pengunjung tertinggi di bulan November pada tahun 2016 adalah 19.095 orang. Pengunjung produktif dengan jumlah 40%. Laju

pertumbuhan untuk 5 tahun kedepan diasumsikan 2,5%. Market share operation 47% dan penetrasi layanan 30%

3.2 Perhitungan Capacity dan Coverage

Capacity Planning bertujuan untuk mendapatkan jumlah site yang dibutuhkan untuk memenuhi kapasitas trafik pada daerah Bumi Perkemahan Kiara Payung. Pada tahap ini, terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan yaitu menentukan estimasi jumlah user, kebutuhan trafik, hingga menentukan kapasitas sel. Dengan menggunakan persamaan pada bab 2 maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut:

- Estimasi Jumlah User (Pn)
 Pn = 21.605 orang
 Target User = 1.219 user
- Single User Throughput
 UL= 7,623 kbps
 DL= 24,755 kbps
- Network Throughput
 UL= 9,29 kbps
 DL= 30,174 kbps
- Dimentioning
- Cell Throughput LTE
 UL= 45,12 Mbps
 DL= 48 Mbps
- Perhitungan jumlah sel
 UL= 0,202 ≈ 1 Sel
 DL= 0,628 ≈ 1 Sel

Tabel 3.1 Dimentionning

Times	Uplink	Downlink
Area Wide (Km ²)	0,6	
User	1.219	
Network Throughput	9,29	30,17
Cell Average/Cell Throughput (Mbps)	33,6	48
Site Capacity (Mbps)	34	48
Number of site	0,273 ≈ 1	0,628 ≈ 1
Number of user per site	4465,2	1941,1
Cell coverage (Km ²)	2,19 Km ²	0,9 Km ²
Cell radius (Km ²)	0,65 Km ²	0,4 Km ²
Cell radius (Atoll) (Km ²)	0,52 Km ²	0,34 Km ²

Coverage Planning bertujuan untuk mendapatkan jaminan ketersediaan layanan. Didapatkan nilai MAPL dari link budget pada sisi uplink sebesar 123,4 dan pada sisi downlink sebesar 123. Maka dari hasil tersebut nilai MAPL yang terkecil yang digunakan dalam perhitungan model propagasi.

Tabel 3.2 Link Budget

MAPL (uplink)	MAPL (downlink)
123,4	123

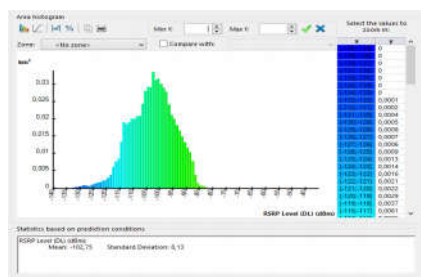
Dengan menggunakan persamaan 15 dan 16 maka didapatkan hasil d sebesar 0,422 km dan nilai perhitungan cell sebagai berikut:

Tabel 3.3 Perhitungan sel

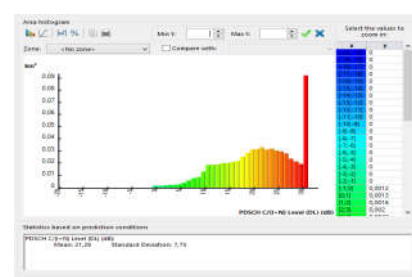
Calculation	Formula	Result
Cell coverage	$2.6 \times 1.95 \times d^2$	0,89 Km ²
Cell coverage 3 sector (Atoll)	$3 \times 2.6 \times d^2$	1,3 Km ²
Total cell (Atoll)	$\frac{\text{Area Wide}}{\text{Cell coverage (Atoll)}}$	0,46 = 1
Total cell	$\frac{\text{Area Wide}}{\text{Cell coverage}}$	0.705 = 1

3.3 Hasil Simulasi.

Nilai RSRP pada simulasi Atoll



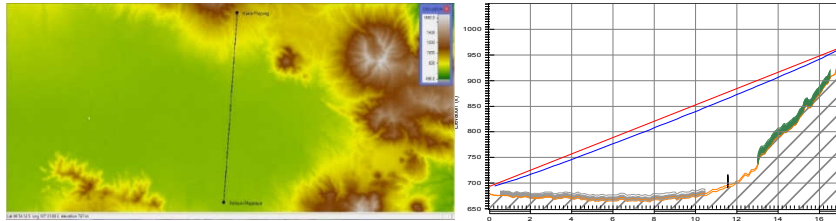
Nilai SINR pada simulasi Atoll



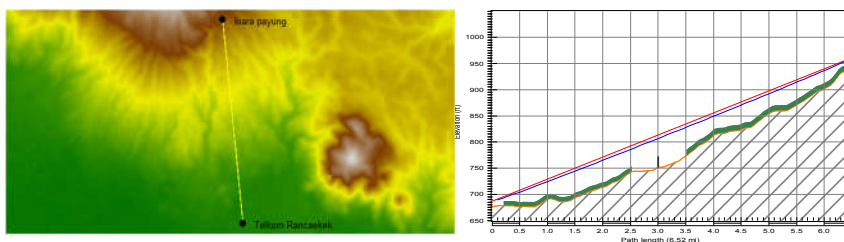
3.4 Perhitungan Link Backhaul.

Pada perencanaan ini menggunakan frekuensi 7 Ghz. Skenario yang digunakan dalam perencanaan jaringan backhaul adalah:

- Skenario I jarak antar site < 10 km frekuensi 7GHz (Site Telkom Majalaya – Kiara Payung)
Dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Telkom Majalaya : Latitude : -7,050397 Altitude : 678,53
 Longitude : 107,75241 Lintasan : 17,14 km
 Tinggi antena : 15m-30m obstacle : 20 m



- Skenario II jarak antar site > 10 km frekuensi 11 GHz (Site Telkom Rancaekek – Kiara Payung)
 - Telkom Rancaekek : Latitude : -6,964439 Altitude : 676,78
 Longitude : 107,769011 Lintasan : 6,52 km
 Tinggi antena : 10m-25m Obstacle : 20 m



Maka, didapat nilai hasil perencanaan link backhaul simulasi sebagai berikut :

Tabel 3.4 Hasil perencanaan backhaul.

Parameter	Skenario I	Skenario II
Jarak	17,14 km	6,52 km
Frekuensi	7 GHz	11 GHz
Fresnel Zone	13,551 m	6,667 m
Hc	4,35 m	0,63 m
Htot	37,901 m	27,297 m
Hant	15,401 m	9,797 m
HObstacle	20 m	20 m
A(dB)	11,05 dB	26,79 dB
FSL	134,03 dB	129,5 dB
Daya terima	-42,48 dBm	-50,29 dBm
FM	31,52 dBm	19,71 dBm
Availability	99,99998444%	99,99999997%

4. Analisis

4.1 Analisis Sel LTE

Dalam simulasi perencanaan radio akses LTE pada penelitian ini menggunakan satu titik letak penempatan eNodeB yaitu diletakkan pada tengah wilayah perencanaan. Parameter pengukuran yang dianalisa adalah *Reference Signal Received Power (RSRP)* dan *Signal To Noise Ratio (SINR)*. Batas nilai RSRP adalah ≥ 90 dBm sampai dengan -105 dBm. sedangkan ambang batas nilai SINR adalah >10 . Standar yang digunakan berdasarkan *Key Parameter Indicator (KPI)* Vendor, dan simulasi menggunakan *software Atoll 3.2*.

Hasil dari simulasi yang telah dilakukan, didapatkan nilai RSRP sebesar -102,75 dan nilai SINR sebesar 21,29. Maka, nilai RSRP dan SINR dapat dikatakan baik dan perencanaan sel dapat dikatakan layak.

4.2 Analisis Link Backhaul.

Dalam simulasi yang dilakukan terdapat dua skenario percobaan pada *link backhaul*. Perbedaan skenario dilakukan dengan membedakan jarak antar *link* yaitu dengan jarak >10 km dan <10 km. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software pathloss 5.0*. Dalam perencanaan ini, menggunakan spesifikasi perangkat dengan daya minimum yang dibutuhkan sebesar -74 dB pada skenario I dan -70 pada skenario II. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa link tersebut akan dikatakan layak apabila daya terima yang dimiliki lebih besar dari pada nilai daya terima minimum standar dan nilai availability 99,99%.

Hasil dari simulasi yang telah dilakukan pada masing masing skenario, didapatkan hasil:

- Skenario I
 - Diperoleh nilai daya terima (*received signal*) sebesar -42,84 dBm. Dan nilai *fading margin* yang didapat sebesar 31,52 dBm. Sehingga nilai *availability* dari *link* tersebut sebesar 99,99998%.
 - Dari hasil tersebut, maka lintasan Telkom Majalaya layak dijadikan *link backhaul*.

- Skenario II
 - Diperoleh nilai daya terima (*received signal*) sebesar -50,29 dBm. Dan nilai *fading margin* yang didapat sebesar 1971. dBm. Sehingga nilai *availability* dari *link* tersebut sebesar 99,99999%.
 - Dari hasil tersebut, maka lintasan Telkom Rancaekek layak dijadikan *link backhaul*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan teori, perhitungan, simulasi dan analisis pada perencanaan dalam tugas akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam mengimplementasikan jaringan akses LTE yang optimal di Bumi Perkemahan Kiara Payung, membutuhkan 1 sel untuk melayani kebutuhannya. Dengan kapasitas sel sebesar 108 Mbps.
2. Dari hasil simulasi radio akses LTE dengan menggunakan frekuensi 1800 MHz, *bandwidth* 20 MHz dan MIMO 2x2 didapatkan nilai RSRP rata-rata untuk seluruh cakupannya memiliki nilai sebesar -102,75 dBm dengan nilai standar deviasi sebesar 8,13 dBm. Dari nilai rata-rata tersebut, maka dapat dinyatakan nilai RSRP masuk dalam kategori baik.
3. Nilai SINR rata-rata untuk seluruh cakupannya memiliki nilai sebesar 21,29 dB dengan nilai standar deviasi sebesar 7,75 dB. Dari hasil tersebut maka kebutuhan jaringan akses di Bumi perkemahan kiara Payung dapat terlayani dengan Baik.
4. Dari hasil simulasi *pathloss* pada skenario I didapatkan nilai daya terima (*received signal*) sebesar -42,48 dBm dan *availability* sebesar 99,99998%.
5. Pada skenario II didapatkan nilai daya terima (*received signal*) sebesar -42,48 dBm dan *availability* sebesar 99,999999%.
6. Dari hasil yang didapatkan pada analisa lintasan, untuk skenario I dan II dapat atau layak dijadikan *link backhaul*.

Daftar Pustaka:

- [1] LTE : The Future of Mobile Broadband Technology.
- [2] Sadewa, Ari dkk. Analysis on 900 MHz and 1800 MHz LTE network planning in rural area. *3rd International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*. 2015
- [3] Huawei Technologies, "LTE Radio Network Capacity Dimensioning," 2013
- [4] Cox, Christopher. An Introduction of LTE. *New Jersey: Wiley*. 2012
- [5] Basit A, Syed. *Dimensioning of LTE, Description of Models and Tools, Coverage and Capacity Estimation of 3GPP Long Term Evolution radio interface*. 2009.
- [6] Haidar, Muhammad. Analisis perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Frekuensi 900 MHz Pada Perairan Selat Sunda dengan Backhaul WI-FI 802.11n. *Bandung: Universitas Telkom*. 2016.
- [7] Shabbir, Noman dkk. *Comparison Of Radio Propagation Models For Long Term Evolution (Lte) Network*. International Journal of Next-Generation Networks (IJNGN) Vol.3, No.3, September 2011.
- [8] Nokia Siemens Networks. *LTE Radio Network Planning Guideline*. 2011
- [9] S. Nathaniel, *Sistem Transmisi Microwave*.
- [10] Sutrisno, "BSEEE, MT," *Perancangan Sistem Radio (Microwave Link Design)*, p. 3, 2011.
- [11] Jubaedah, Pompom dkk. "Perancangan Sistem Komunikasi Radio Microwave Antara Onshore dan Offshore ". Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta. 2015
- [12] Usman, Uke Kurniawan dkk. Fundamental Teknologi Seluler LTE. *Jakarta: Rekayasa Sains*. 2012.
- [13] Denah Lokasi Bumi Perkemahan Kiara Payung
Raida XII Jawab Barat, "Peta Lokasi Kegiatan". 2012. Diakses pada halaman twitter <https://twitter.com/raidaxijabar/status/277213766146478080>
- [14] Hikmaturokhman, Alfin dkk. "Analisa Pengaruh Interferensi Terhadap Availability pada Jaringan Transmisi Microwave Menggunakan Software Pathloss 5.0 Studi Kasus di PT. Alita Praya Mitra". Jurnal ECOTIPE. Oktober 2014
- [15] Wicaksono, Febrian Bagus dkk. "Analisis Perencanaan Backhaul Microwave Untuk Radio Komunikasi Pada Kawasan Wisata Kepulauan Seribu". Universitas Telkom Bandung. 2016
- [16] M. K. D. INFORMATIKA, "Peraturan Menteri Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2015," 2015.