

ANALISA BACKHAUL DAN PERENCANAAN SEL LTE DI TEMPAT WISATA KAWAH PUTIH

BACKHAUL ANALYSIS AND LTE CELL PLANNING IN KAWAH PUTIH TOURIST AREA

Muhammad Perdana Bagus Hirzinda¹, Uke Kurniawan Usman², Nilla Rachmaningrum³

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

³Prodi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Surabaya

¹perdanab@gmail.com, ²ukeusman@telkomuniversity.ac.id, ³nilla29@gmail.com

ABSTRAK

Banyak wisatawan yang datang khususnya tempat wisata kawah putih. Wisatawan tidak hanya datang ke tempat wisata tersebut tetapi wisatawan biasanya suka membuka media sosial nya untuk mengabadikan momen di media sosial dan melakukan hubungan komunikasi. Tetapi di Tempat Wisata Kawah Putih memiliki kualitas jaringan yang kurang baik karena banyaknya redaman yang disebabkan karena daerah tersebut termasuk daerah pegunungan dan memiliki hutan di sekitar tempat wisata kawah putih. Diperlukan suatu perencanaan sel LTE di Tempat Wisata Kawah Putih agar pengguna layanan jaringan LTE tetap memiliki kualitas layanan yang baik di Tempat Wisata Kawah Putih.

Pada paper ini, dibahas tentang perancangan jaringan LTE di tempat wisata kawah Putih yang mencakupi perancangan microwave backhaul, capacity planning, dan coverage planning. Pada hasil perencanaan microwave backhaul didapatkan availability >99,99% dan SES < 1 detik pada tiap link yang memiliki daya terima minimum sebesar -84 dBm. Pada perencanaan sel LTE didapatkan pada skenario 1 memiliki nilai RSSI sebesar -67,36 dBm dengan luas wilayah yang dicover seluas 0,0025 km² dan nilai BLER sebesar 0% dengan luas wilayah yang dicover seluas 0,005 km². Untuk skenario 2 memiliki nilai RSSI sebesar -61,60 dBm dengan luas wilayah yang dicover seluas 0,0025 km² dan nilai BLER sebesar 2% dengan luas wilayah yang dicover seluas 0,005 Km².

Kata Kunci : Microwave Backhaul, capacity planning, coverage planning, LTE, Availability.

ABSTRACT

Many tourists who come especially Kawah Putih Tourist Area. Tourists not only come to the sights but tourists usually like to open their social media to capture the moment in social media and make communication links. But in White Crater Places have poor network quality because of the amount of attenuation caused by the area including the mountains and has forest around the crater white tourist. Needed an LTE cell planning in place of Kawah Putih Tour so that users of LTE network service still have good service quality at White Crater Tour.

In this paper, discussed about the design of LTE network in the White Crater tourist area that includes microwave backhaul design, capacity planning, and coverage planning. In the microwave backhaul planning results obtained the availability > 99.99% and SES < 1 sec on each link that has a minimum acceptance of -84 dBm. In LTE cell planning obtained in scenario 1 has a RSSI value equal -67.36 dBm with a covered area equal 0.0025 km² and a BLER equal 0% with a covered area of 0.005 km². For scenario 2 has RSSI value equal -61.60 dBm with a covered area equal 0.0025 km² and a BLER value equal 2% with a covered area equal 0.005 Km².

Keywords : Microwave Backhaul, capacity planning, coverage planning, LTE, availability

1. Pendahuluan

Banyaknya jumlah pelanggan yang menggunakan seluler dan dibutuhkan banyak trafik dengan peningkatan pelayan. Badan standarisasi 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) memperkenalkan teknologi seluler *Long Term Evolution (LTE)*. Dengan teknologi *LTE*, pelanggan dapat menikmati layanan akses data yang tinggi dan fitur-fitur lainnya. Dalam layanan akses data yang tinggi, maka pelanggan tidak dipusingkan lagi saat berbisnis menggunakan layanan akses data. *LTE*, singkatan untuk *Long-Term Evolution*, umumnya dipasarkan sebagai 4G LTE, adalah standar untuk komunikasi data nirkabel berkecepatan tinggi untuk ponsel dan terminal data. Frekuensi *LTE* yang berbeda dan band yang digunakan di berbagai negara akan berarti bahwa hanya ponsel multi-band akan dapat menggunakan *LTE* di semua negara di mana didukung. Teknologi ini akan dapat memenuhi kebutuhan para user.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan *backhaul link* dengan *microwave RF* dan akses perencanaan *LTE*. *Backhaul link* dengan *microwave RF* di buat untuk menghitung LOS, ketinggian serta frekuensi *backhaul*. Sedangkan jaringan *LTE* yang dibuat untuk menghitung jari-jari sel, luassel, frekuensi yang dibutuhkan serta menghitung jumlah pelanggan.

2. Dasar Teori

2.1 Pengertian LTE[9]

Long Term Evolution adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah proyek dari Third Generation Partnership Project (3GPP) untuk memperbaiki standar mobile phone generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA. *LTE* ini merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3.5G) yang mana *LTE* di sebut sebagai generasi ke-4 (4G). pada UMTS kecepatan Tranfer data maksimum 2 Mbps, pada HSPA kecepatan Transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi Downlink dan 5.6 Mbps pada sisi Uplink, pada *LTE* ini kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi Downlink dan 5 Mbps pada sisi Uplink. Selain itu *LTE* mampu mendukung semua aplikasi yang ada baik voice, data, video, maupun IP TV.

2.2 Spesifikasi LTE

Dalam Teknologi *LTE* terdapat dua sisi yaitu sisi uplink dan sisi downlink. untuk memenuhi persyaratan *LTE* teknologi *LTE* memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 1 Spesifikasi LTE^[6]

Parameter	LTE Uplink	LTE Downlink
Multiplexing	SC-FDMA	OFDMA
Multiplex	QPSK, 16-QAM	QPSK, 16-QAM, 64-QAM
Bandwidth	1,4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz	1, 3, 5, 10, 15, 20 MHz
Cyclic Prefix	4.7 μs (Normal) 16.7 μs (Extended)	4.7 μs (Normal) 16.7 μs (Extended)
MIMO	1-antena	2-antena
Channel coding	Turbo coding	Turbo coding
Modulasi	Mod (4) per jarringan	Mod (4) per jarringan

2.3 Arsitektur Jaringan LTE

Jaringan *LTE* di bagi menjadi dua jaringan besar yaitu E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network) dan EPC (Evolved Packet Core) yang merupakan Komponen Jaringan pada arsitekturnya. Dalam Arsitektur Jaringan *LTE* terdapat Empat level utama yaitu User Equipment (UE), Evolved UTRAN (E-UTRAN), Evolved Packet Core (EPC), dan service domain. E-UTRAN merupakan Jaringan akses yang terdiri dari eNode B (Evolved Node B) dan UE, sedangkan EPC merupakan evolusi jaringan core pada *LTE*. Yang termasuk dalam Bagian dari EPC adalah MME (Mobile management Entity), SGW (Serving SAE Gateway), PGW (PDN Gateway).

2.4 Coverage Planning [4]

2.4.1 Uplink Calculation

Untuk arah *Uplink Power Receiver* digambarkan sebagai Receiver sensitivity (RS) dari UE arah Uplink.

$$RS = \text{SINR} + TN + NF^{[4]} \quad (1)$$

Dimana :

RS : Receiver Sensitivity (dBm) NF : Noise Figure (dB)

SINR : Required Signal Interference Noise Ratio (dB) Thermal Noise: Thermal Noise per sub carrier (dBm)

2.4.2 Downlink Calculation

Untuk arah downlink persamaan EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) subcarrier adalah

$$\text{EIRP} = P + GT - LT^{[4]} \quad (2)$$

Dimana :

P : Power Transmit (dBm) GT : Gain Antenna Transmitter (dBi)

LT : Loss Cable Transmitter (dB)

2.4.3 Perhitungan Jari-jari Cell

Perencanaan dengan frekuensi 1800 MHz untuk LTE di gunakan untuk model COST 231 yang bekerja pada rentan frekuensi 1800-2100 MHz. Persamaan model COST 231 adalah sebagai berikut.

$$a(hUE) = [1,1\log(fc)-0,7] \times hUE - [1,56\log(fc)-0,8] \quad (3)$$

$$LCH = 46,3 + 33,9 \log f - 13,82 \log hb - a(hm) + (44,9 - 6,55\log hb)\log d + C \text{ (dB)}^{[5]}$$

Dimana :

F : frekuensi(MHz)

Hb : tinggi antenna *base station* (m)

Hm : tinggi antenna *mobile station* (m)

$a(hm)$: faktor koreksi tinggi antenna *mobile station*

R : *link distance* (km)

C : 3 dB untuk daerah metropolitan

C : 0 dB untuk kota ukuran kota ukuran menengah dan daerah di pinggiran kota

Selanjutnya luas cakupan sel dengan menggunakan antenna 3 sektoral dan jumlah site yang dibutuhkan menggunakan persamaan.

$$L = 1,95 \times 2,6 \times d^2 \quad (4)$$

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Luas wilayah}}{\text{Luas Cakupan sel}} \quad (5)$$

2.5 Capacity Planning

Merencanakan jaringan LTE tidak terlepas dari aspek capacity dan aspek coverage. Coverage planning menitik beratkan pada inputan berupa user traffic, jenis layanan yang diberikan oleh jaringan, jumlah pengguna layanan serta menentukan jumlah bandwidth yang dapat melayani semua jenis layanan oleh user.

2.5.1 Kapasitas Sel [7]

Kapasitas tiap sel sangat di pengaruhi oleh bandwidth yang digunakan. Kapasitas sel arah Uplink dan Downlink dapat diperoleh dengan persamaan :

$$DL.cap.+CRC = (168-36-12) \times C_b \times C_r \times N_{rb} \times C \times 100 \quad (6)$$

$$UL.cap.+CRC = (168-24-12) \times C_b \times C_r \times N_{rb} \times C \times 100 \quad (7)$$

Dimana :

CRC : 24 C_b : efisiensi modulasi C_r : Channel Coding Rate C : mode antenna MIMO

168 : Jumlah Resource Element (RE) dalam 1 ms N_{rb} : Jumlah Resource blok yang digunakan

36 : Jumlah control channel RE dalam 1 ms 12 : Jumlah reference signal RE dalam 1 ms

2.6 Microwave Backhaul

Microwave Backhaul merupakan pilihan transmisi yang paling murah. Dalam melakukan instalasi Microwave backhaul mudah di instalasi. Microwave backhaul mampu melakukan perambatan lebih cepat.

2.7 Link Budget [3]

Link Budget adalah perhitungan yang melibatkan faktor-faktor gain dan loss yang berasal dari perangkat pengirim, penerima, dan lingkungan propagasi. Perhitungan link budget dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$Prx = Ptx - Ltx + Gtx - Lrx + Grx - FSL \quad (8)$$

Dimana :

FSL : Free Space Loss (dB)

Ltx : Loss pengirim (dB)

Prx : Daya pancar pengirim (dBm)

Lrx : Loss Penerima (dB)

Ptx : Daya Pancar Penerima (dBm)

Gtx : Gain pancar penerima (dBi)

Grx : Gain pancar pengirim (dBi)

2.7 Parameter yang digunakan

Untuk mengukur kualitas jaringan LTE ada beberapa parameter yang paling utama yaitu

2.7.1 RSSI (Received Singal Strength Indicator)

Merupakan Power sinyal yang diterima user dalam rentang frekuensi tertentu termasuk node dan interferensi(disebut juga wideband power).

LTE Metrics RSSI [13]

RSSI	Signal Strength
> -70 dBm	Excellent
-70 dBm to -85 dBm	Good
-86 dBm to -100 dBm	Fair
< -100 dBm	Poor
-110 dBm	No signal

RSSI dapat dihitung dengan formula sebagai berikut

$$RSSI = P1 + P2 + P3 / RSSI = 12N \times RSRP \quad (9)$$

Dengan penjelasan Sebagai berikut

RSSI = *Received Singal Strength Indicator*, merupakan sinyal yang diterima ditambah noise dan interferensi

N = *Number Of Resource block* pada modulasi OFDMA yang digunakan

RSRP = *Reference Signal Received Power*, merupakan sinyal LTE power yang diterima user dalam rentang frekuensi tertentu

P1 = *Power Noise*, P2 = *Power Sinyal*, P3 = *Power Interferensi*

2.7.2 BLER (*Block Rate Error rate*)

Merupakan rasio perbandingan antara *total error block* dengan *total block* dari sebuah transmisi digital. BLER digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari demodulasi sinyal dengan menggunakan metode CRC.

Formula BLER dapat dihitung adalah Sebagai berikut

$$BLER = \left(\frac{\text{Total Error Block}}{\text{Total Block}} \right) \times 100\% \quad (10)$$

BLER masih dianggap baik apabila bernilai <10%. Semakin besar nilai BLER mengakibatkan kegagalan demodulasi data digital menjadi informasi.

2.7.3 Availability

Ukuran Kehandalan sistem Sering disebut availability. Secara ideal, semua sistem harus memiliki availability 100%. Availability sering disebut juga dengan reliability yang didefinisikan dengan kemampuan sistem dalam memberikan pelayanan. Kebalikan dari availability adalah unavailability atau outage time yang artinya kegagalan sistem dalam memberikan layanan.

2.7.4 Severely Error Second Ratio

Severely Error Second Ratio pada dasarnya seperti *error second* namun *severly error sccond, error block* terjadi tidak sepenuhnya namun hanya sekitar 30% dan background *error block* yaitu *errored block* yang terjadi bukan pada *periode severly error second*. Sesuai dengan ITU-T Recommendation Y.1563, ambang batas yang dimiliki *severly Error second* adalah kurang dari 1 detik.

3. Perencanaan Backhaul Dan Jaringan Sel LTE

3.1 Deskripsi Perencanaan Backhaul dan Jaringan Sel LTE

Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan Perencanaan Backhaul dengan menggunakan Microwave dan Jaringan LTE menggunakan frekuensi 1800 MHz. Perencanaan LTE ini akan dilakukan di Tempat Wisata Kawah Putih dengan operator Telkomsel sebagai rujukan tugas akhir ini. pada perencanaan backhaul akan digunakan koordinat Telkom banjaran dan Telkom tegalega untuk membuat perencanaan backhaul yang di arahkan ke berbagai skenario penempatan Jaringan LTE di Tempat Wisata Kawah Putih untuk mencapai *Line Of Sight*.

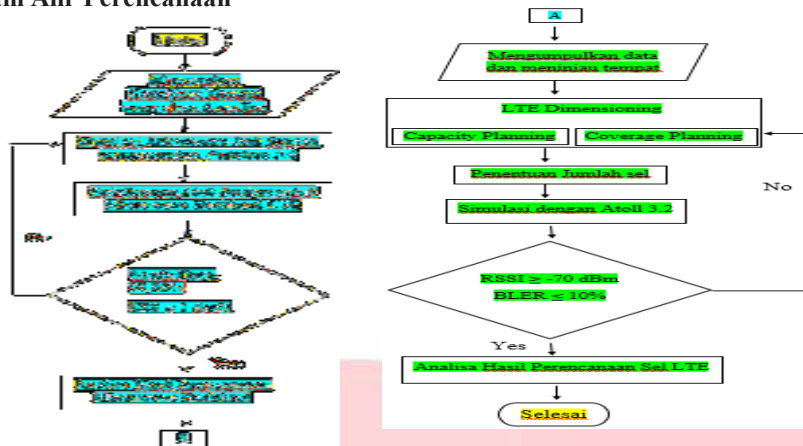
Perencanaan jaringan LTE tentu nya membutuhkan perhitungan untuk beberapa parameter seperti jumlah pengguna seluler, service model, link budget yang nantinya perhitungan tersebut akan digunakan menentukan jumlah sel yang digunakan. Umumnya dalam perencanaan jaringan LTE ada 2 Metode yang digunakan yaitu berdasarkan capacity dan berdasarkan coverage. Kedua metode perencanaan tersebut bertujuan untuk menghasilkan jumlah sel yang dibutuhkan. Pada perencanaan microwave backhaul membutuhkan Fresnel

Zone, Kelengkungan Bumi, Link Budget yang digunakan untuk menentukan level daya terima yang dikirim dan fading margin pada tiap link nya.

Hasil Yang telah didapatkan akan dibandingkan untuk dipilih salah satunya sebagai acuan untuk simulasi. Pada perencanaan jaringan LTE digunakan Software *ATOLL* untuk mendapatkan nilai Parameter RF. Sedangkan untuk perencanaan jaringan Backhaul digunakan software *Pathloss 5.0* untuk mendapatkan nilai parameter *microwave Backhaul*.

Adapun Keluaran yang diharapkan pada dari tugas akhir ini yaitu pada perencanaan jaringan LTE didapatkan nilai parameter RF berupa RSRP dan SINR yang mendekati nilai standar KPI Huawei. Untuk perencanaan *Microwave Backhaul* didapatkan nilai parameter berupa SES dan Availability.

3.2 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan

3.3 Informasi Jumlah Pengunjung Tempat Wisata Kawah Putih

Tabel 2 Jumlah pengunjung kawah putih [10]

Tahun	Jumlah Pengunjung
2012	261172
2013	247047
2014	293258
2015	364142
2016	283934
2017	374931

3.3. Capacity Planning

Perhitungan Capacity planning dilakukan untuk mendapatkan jumlah site yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan dari estimasi kapasitas yang telah dihitung. Pada dasarnya memiliki 2 bagian perhitungan yaitu Network Throughput dan Kapasitas sel.

Tabel 3 Perolehan Jumlah sel berdasarkan Perencanaan

Item	SUMMARY	
	UL	DL
Target/Target	129,202	119,652
Network Throughput (Mbps)	129,202	119,652
Kapasitas R.F. (Mbps)	65,601	59,826
Jumlah Sel	2	3

3.4 Coverage Planning

Perhitungan Coverage bertujuan untuk mengetahui berapa banyak sel yang dibutuhkan dalam sebuah perencanaan Jaringan LTE. Perhitungan Coverage meliputi persiapan data existing wilayah yang diteliti seperti map dan luas daerah, penentuan model propagasi yang digunakan, menghitung data seperti loss/gain

perangkat,link budget untuk mendapatkan nilai MAPL,menghitung pathloss untuk mendapatkan besarnya radius cakupan sebuah antenna dan mendapatkan jumlah antenna yang dibutuhkan dalam perencanaan. Dalam perencanaan LTE ini menggunakan frekuensi 1800 MHz serta jenis propagasi COST-231 untuk mendapatkan nilai radius sel.

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Luas wilayah}}{\text{Luas Cakupan sel}} = \frac{0,95 \text{ Km}^2}{0,69 \text{ Km}^2} = 1,37 \approx 2 \text{ sel}$$

4. Hasil Analisa Simulasi

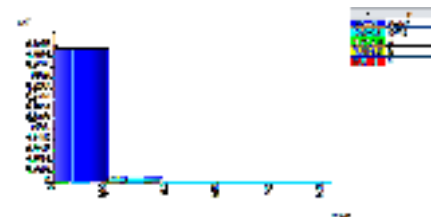
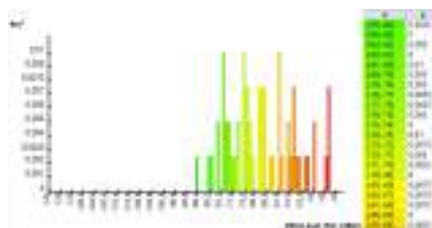
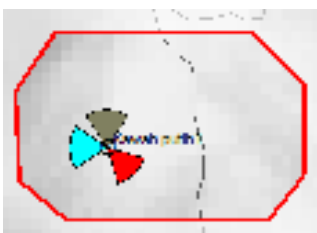
Hasil perhitungan dan simulasi ini menunjukkan hasil dari perhitungan *Microwave Backhaul,Coverage Planning,dan Capacity planning* pada jaringan LTE. Dari hasil perhitungan *capacity planning* dihasilkan kapasitas sebesar 419,652 Mbps untuk pelanggan sebanyak 374931. Kemudian dibagikan dengan kapasitas sel sebesar 132,48 Mbps sehingga didapatkan jumlah sel sebanyak 3 buah site yang melayani pelanggan di Tempat Wisata Kawah Putih kemudian berdasarkan hasil *coverage planning* menghasilkan MAPL dengan referensi Uplink sebesar 127,4 dB menghasilkan satu buah site dari sisi *coverage planning*. Kemudian untuk perhitungan *microwave Backhaul* menghasilkan fading margin dan Availability pada setiap link Budget sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil Akhir Perencanaan Microwave Backhaul

Site Pengirim	Site Penerima	Nilai Daya Terima Minimum (dBm)	Worst Month SES (Sec)	Availability	Nilai Daya Terima (dBm)	Kesimpulan
Telkom Banjaran	Kawah Putih1	-74	0,36	100%	-36,59	Layak Diterapkan
Telkom Banjaran	Kawah Putih2	-74	0,25	100%	-37,34	Layak Diterapkan
Telkom Tegalega	Kawah Putih1	-74	0,01	100%	-50,62	Layak Diterapkan
Telkom Tegalega	Kawah Putih2	-74	0,01	100%	-52,21	Layak Diterapkan

4.2 Analisa Skenario Pertama

Analisa Simulasi Kedua ini menunjukkan hasil dari perencanaan Jaringan LTE yang disimulasikan Menggunakan Software Atoll 3.2 dan Penempatan eNodeB Pada Skenario 1.



Gambar 4 Penempatan eNodeB di Skenario 1

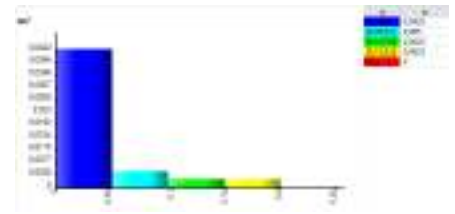
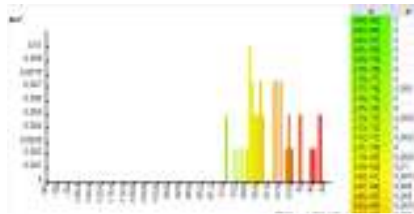
Gambar 5 Histogram RSSI di Skenario 1

Gambar 6 Histogram BLER di Skenario 1

Pada gambar 4,5,dan 6 dapat dilihat Penempatan eNodeB pada skenario 1 diletakkan dekat dengan akses jalan menuju Tempat Wisata Kawah Putih. Pada skenario 1 nilai rata-rata RSSI sebesar -67,36 dBm sehingga nilai tersebut sudah memenuhi standar KPI Vendor Huawei. Untuk nilai SINR pada skenario 1 nilai rata-rata didapatkan sebesar 0% sehingga nilai BLER yang didapat sudah memenuhi standar KPI vendor.

4.3 Analisa Skenario Kedua

Analisa Simulasi Kedua ini menunjukkan hasil dari perencanaan Jaringan LTE yang disimulasikan Menggunakan Software Atoll 3.2 dan Penempatan eNodeB Pada Skenario 2.



Gambar 7 Penempatan eNodeB di Skenario 2

Gambar 8 Histogram RSSI di skenario 2

Gambar 9 Histogram BLER di skenario 2

Pada gambar 7,8,dan 9 dapat dilihat Penempatan eNodeB pada skenario 1 diletakkan diantara kawah dengan area parkir atas di Tempat Wisata Kawah Putih Pada skenario 1 nilai rata-rata RSSI sebesar -61,60 dBm sehingga nilai tersebut sudah memenuhi standar KPI Vendor Huawei. Untuk nilai BLER pada skenario 1 nilai rata-rata didapatkan sebesar 2% sehingga nilai BLER yang didapat sudah memenuhi standar KPI vendor.

4.4 Hasil Rekapitulasi *Microwave Backhaul*

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan hasil akhir dari Perencanaan *Microwave Backhaul*. Dapat terlihat bahwa masing-masing link memiliki daya terima yang lebih besar daripada daya terima minimum yang dibutuhkan sebesar -74 dBm yang didapat dari spesifikasi perangkat. Dengan menghitung link budget dan parameter yang ada maka didapatkan availability pada tiap link yang dianalisa sebesar 100%. Untuk nilai SES sudah sesuai dengan batas yaitu ≤ 1 detik di setiap link sehingga nilai SES pada setiap link dapat dikatakan baik. Dengan hasil akhir yang menunjukkan performansi serta availability yang baik dapat dikatakan bahwa dalam perencanaan ini link bakhaul yang dianalisa layak untuk diterapkan.

4.5 Hasil Rekapitulasi Jaringan LTE

Tabel 5 Hasil Simulasi Perencanaan Sel LTE

Perencanaan (Skenario)	Average RSSI (dBm)	Average BLER (%)	Luas Dcover (Km ²)	Luas Tidak Dcover (Km ²)	Status
Skenario 1	-67,36	0%	0,0025	0,005	Excellent
Skenario 2	-61,60	0%	0,0025	0,005	Excellent

Diketahui parameter RSSI berdasarkan *Key Parameter Indicator* (KPI) Huawei adalah sebesar RSSI ≥ -70 dBm Sehingga berdasarkan hasil dari kedua skenario tersebut telah dilakukan sudah memenuhi untuk meng-cover wilayah tempat wisata kawah putih dengan rata-rata RSSI diatas nilai batas *Key Parameter Indicator* (KPI) Huawei pada skenario 1 memiliki nilai RSSI rata-rata sebesar -67,36 dBm Sehingga sudah memenuhi ambang batas nilai RSSI Berdasarkan *Key Parameter indicator* (KPI) Huawei. nilai RSSI ≥ -70 dBm dalam skenario 1 mampu meng-cover luas daerah sebesar 0,0025 Km². Skenario yang terakhir adalah skenario 2 yang memiliki nilai RSSI Rata-Rata -61,60 dBm. Dengan demikian skenario 2 sudah memenuhi ambang batas nilai RSSI Berdasarkan *Key Parameter indicator* (KPI). Nilai rata-rata RSSI yang paling besar dalam kedua skenario adalah skenario kedua sebesar -61,60 dBm. Luas daerah pada kedua skenario memiliki luas yang sama untuk mengcover nilai RSSI pada skenario pertama dan kedua yaitu 0,0025 Km². Pada kedua skenario ini bisa dilihat bahwa ketiga skenario ini sudah tercover dengan baik sesuai *Key Parameter Indicator* (KPI).

Untuk parameter BLER berdasarkan *Key Parameter Indicator* (KPI) vendor adalah sebesar BLER $\leq 10\%$ Sehingga berdasarkan hasil dari kedua skenario tersebut telah dilakukan sudah memenuhi untuk meng-cover wilayah tempat wisata kawah putih dengan rata-rata BLER diatas nilai batas *Key Parameter Indicator*(KPI) Huawei pada skenario 1 memiliki nilai BLER rata-rata sebesar 0%. Sehingga sudah memenuhi ambang batas nilai BLER Berdasarkan *Key Parameter indicator* (KPI) Huawei. Nilai BLER $\leq 10\%$ mampu meng-cover luas daerah sebesar 0,005 Km². Skenario yang terakhir adalah skenario 2 yang memiliki nilai BLER Rata-Rata 0%. Nilai BLER $\leq 10\%$

mampu meng-cover luas daerah sebesar 0,005 Km². Dengan demikian skenario 2 sudah memenuhi ambang batas nilai BLER Berdasarkan *Key Parameter indicator* (KPI) Huawei. Nilai rata-rata yang paling besar pada kedua skenario adalah skenario kedua sebesar 0%. Luas daerah pada kedua skenario memiliki luas yang sama untuk mengcover nilai BLER pada skenario pertama dan kedua yaitu 0,005 Km². Nilai rata-rata BLER yang paling besar dalam kedua skenario adalah skenario kedua. Pada kedua skenario ini bisa dilihat bahwa kedua skenario ini sudah tercover dengan baik sesuai *Key Parameter Indicator* (KPI).

5. Kesimpulan

Dari seluruh hasil perancangan dan simulasi jaringan LTE dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil simulasi perencanaan pada *software Pathloss 5.0* hasil *availability* dari seluruh link backhaul microwave sebesar >99,99%. Hasil tersebut diperoleh karena nilai daya terima tiap site lebih besar dibandingkan dengan level daya terima minimum perangkat yaitu sebesar -74 dBm bekerja pada frekuensi 7 GHz.
2. Backhaul yang dihasilkan oleh 1 *Microwave* dan 1 BTS menghasilkan jumlah sel pada *capacity planning* didapatkan jumlah sel pada sisi *uplink* sebanyak 2 buah sedangkan pada sisi *downlink* sebanyak 3 buah. Kemudian pada *coverage planning* didapatkan jumlah sel sebanyak 1 buah.
3. Hasil perencanaan sel LTE yang didapatkan nilai RSSI di Tempat Wisata Kawah Putih pada skenario 1 sebesar -67,36 dBm, dan skenario 2 sebesar -61,6 dBm. Kedua skenario ini memiliki kualitas yang baik karena parameter RSSI memenuhi standar KPI Vendor.
4. Hasil perencanaan Sel LTE yang didapatkan nilai BLER di Tempat Wisata Kawah Putih pada skenario 1 sebesar 0%, dan skenario 2 sebesar 2%. Kedua skenario ini memiliki kualitas yang baik karena parameter BLER memenuhi standar KPI Vendor.
5. Berdasarkan simulasi yang sudah diperhitungkan dalam *software Atoll 3.2* maka luas yang tercover oleh parameter RSSI adalah pada skenario 1 seluas 0,0025 Km² dan skenario 2 seluas 0,0025 Km² sedangkan luas yang tercover oleh parameter BLER adalah pada skenario 1 seluas 0,005 Km² dan skenario 2 seluas 0,005 Km². Luas yang tercover oleh parameter RSSI dan BLER memiliki nilai RSSI dan BLER yang memenuhi standar KPI vendor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ari Sadewa, "Analisis Perencanaan terhadap performansi backhaul berbasis WI-FI untuk mendukung jaringan LTE di daerah rural," 2015.
- [2] H. Lehpamer, *Microwave Transmission network planning, Design, and deployment*. San diego: The Mc-graw Hill companies, 2010.
- [3] Huawei Technologies co.Ltd, "LTE radio Network capacity dimensioning," 2013.
- [4] Huawei Technologies co.Ltd, "LTE radio Coverage Dimensioning," 2010.
- [5] K. Febrianto, "Analisis perbandingan penggunaan jaringan microwave dan fiber optik sebagai backhaul jaringan long term evolution di kota Bandung," 2014.
- [6] M.A.K.J. Salo, "practical introduction to LTE radio planning".
- [7] Mobilecomm Lab, "diktat mobilecomm," 2012.
- [8] Nafiz Imtiaz, Mohammad T kawser, and MD Ashrul Hoque, "Coverage and Capacity Analysis of LTE Radio Network," vol. 46, may 2012.
- [9] Uke Kurniawan Usman dkk, *Fundamental Teknologi seluler LTE*. Bandung, Indonesia: Rekayasa sains, 2012
- [10] Kementerian Lingkungan hidup dan kehutanan Republik Indonesia. Pusat Informasi Tempat wisata kawah putih. 2017.
- [11] Indonesia bond pricing agency. indosat siapkan obligasi dolar; XL incar posisi kedua operator seluler terbesar. 18 Desember 2015.
- [12] Nokia Siemens Network. 2011. LTE Radio Network Planning Guideline.
- [13] Industrial Networking Solution Tips and Tricks : Making Sense of Signal Strength/Signal Quality Readings for Cellular modern

