

**PERENCANAAN JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DENGAN MENGGUNAKAN
MICROWAVE BACKHAUL DI PULAU G(GOLF) REKLAMASI JAKARTA**

***LONG TERM EVOLUTION (LTE) NETWORK PLANNING USING MICROWAVE BACKHAUL IN G
ISLAND RECLAMATION JAKARTA***

Panggih Ristian¹, Nur Andini², Uke Kurniawan Usman³

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

¹panggihristian@student.telkomuniversity.ac.id, ²nurandini@telkomuniveristy.ac.id,

³ukeusman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Wilayah Pulau G(Golf) Reklamasi kebutuhan layanan data berkecepatan tinggi masih belum terpenuhi untuk dinikmati. Perancangan *Long Term Evolution* LTE dengan menggunakan *microwave link backhaul* ini dilakukan agar mendukung layanan akses data LTE dilokasi Pulau G(Golf) Reklamasi. Pada awal perencanaan adalah melakukan perhitungan *coverage* dan *capacity* untuk jaringan LTE dengan target parameter *Received Signal Receiver Power* (RSRP) ≥ -90 dBm, *Signal to Noise Ratio* (SINR) ≥ 7 dB dan *throughput* ≥ 12 Mbps. Selanjutnya perencanaan

microwave link backhaul dengan frekuensi kerja berdasarkan jarak *link backhaul*, dan pemilihan perangkat berdasarkan kebutuhan *throughput* di Pulau G(Golf) Reklamasi. Pada perencanaan ini memiliki target yang diinginkan dengan pencapaian *Line of Sight* (LoS), *availability* $> 99,9\%$, dan nilai level daya terima > -79 dBm. Berdasarkan perhitungan LTE, kapasitas dan *coverage* yang dibutuhkan mencakup Pulau G(Golf) Reklamasi sebanyak satu sel. Dengan ini diperoleh hasil rata-rata untuk parameter SINR sebesar 13,79 dB, RSRP sebesar -68,92 dBm dan *throughput* sebesar 33,33 Mbps. Untuk perencanaan *link backhaul* Pulau G(Golf) Reklamasi kebutuhan *throughput* sebesar 33,33 Mbps maka perangkat yang digunakan adalah radio *microwave* model Ericsson ML 23E ST 17E1 dengan besar kapasitas minimum radio sebesar 34,54 Mbps, besar *gain* antenna 44,3 dBi dengan diameter antenna 1.2 m, dimana jarak *link backhaul* sejauh 2,48 Km menggunakan frekuensi kerja 23 GHz. Berdasarkan simulasi *microwave link backhaul* didapatkan nilai level daya terima sebesar -28,84 dBm dan terpenuhi pencapaian LoS dengan nilai *fading margin* sebesar 50,16 dBm maka *availability* sebesar 99,99%.

Kata kunci : *Microwave Backhaul, LTE, Coverage Capacity, Capacity Planning, RSRP, SINR, Throughput.*

Abstract

The area of G Island (Golf) Reclamation, the need for high-speed data services is still not fulfilled to be enjoyed. The design of Long Term Evolution LTE using microwave link backhaul is carried out to support LTE data access services at the location of Pulau G (Golf) Reclamation. At the beginning of the planning is to calculate coverage and capacity for LTE networks with the target parameters Received Signal Receiver Power (RSRP) ≥ -90 dBm, Signal to Noise Ratio (SINR) ≥ 7 dB and throughput ≥ 12 Mbps. Furthermore, microwave link backhaul planning with working frequency based on backhaul link distance, and equipment selection based on throughput needs in Pulau G (Golf) Reclamation. This plan has the desired target with the achievement of Line of Sight (LoS), availability $> 99.9\%$, and the receiving power level value > -79 dBm. Based on LTE calculations, the required capacity and coverage includes one cell of G Island (Golf) Reclamation. With this, the average result for SINR parameter is 13.79 dB, RSRP is -68.92 dBm and throughput is 33.33 Mbps. For planning the backhaul link of Pulau G (Golf) for reclamation, the throughput required is 33.33 Mbps, so the device used is the Ericsson ML 23E ST 17E1 microwave radio model with a minimum radio capacity of 34.54 Mbps, the antenna gain is 44.3 dBi with a diameter. 1.2 m antenna, where the backhaul link distance of 2.48 km uses a working frequency of 23 GHz. Based on the microwave link backhaul simulation, the acceptance level value is -28.84 dBm and the LoS achievement is met with a fading margin value of 50.16 dBm, so the availability is 99.99%.

Keywords : *Microwave Backhaul, LTE, Coverage Capacity, Capacity Planning, RSRP, SINR, Throughput.*

1. Pendahuluan

Pulau G(Golf) Reklamasi ini kualitas daya pancar yang dihasilkan jaringan seluler sangat lemah untuk layanan data, dikarenakan lokasi Pulau G(Golf) Reklamasi yang jauh dari jangkauan *Base Tranceiver Station* (BTS), sehingga perlu adanya perencanaan jaringan *Long Term Evolution* (LTE) yang tepat agar layanan *internet* di daerah Pulau G(Golf) Reklamasi dapat dinikmati.

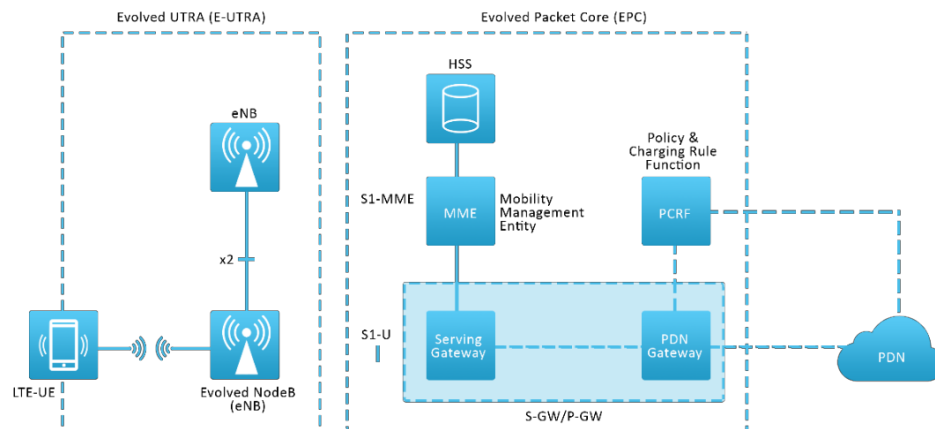
Dalam hal ini sangat diperlukan perencanaan jaringan *microwave backhaul* dengan menangkap sinyal dari

Base Tranceiver Station (BTS) terdekat kemudian dikuatkan kembali dengan menggunakan *repeater* yang dilengkapi dengan antenna sektoral untuk meningkatkan kualitas jaringan *Long Term Evolution* (LTE). Untuk perencanaan *microwave backhaul* dengan menggunakan *software* simulasi *Pathlodd 5.0* dengan parameter pencapaian LOS, *Availability* dan memperhitungkan besar level daya terima. Untuk perencanaan jaringan LTE dengan menggunakan *software* simulasi ATOLL dari segi *coverage* dan *capacity* di Pulau G(Golf) Reklamasi dengan parameter yang dibutuhkan adalah *Received Signal Received Power* (RSRP), *Signal to Interference & Noise Ratio* (SINR), dan *throughput*.

2. Dasar Teori

2.1 Long Term Evolution (LTE)

LTE adalah perkembangan teknologi dari standarisasi komunikasi bergerak generasi ketiga (3G). Proyek ini diberi nama *Third Generation Partnership* (3GPP). Jaringan *Global System for Mobile Communications* (GSM) dan *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS) memiliki ketidakcocokan untuk jaringan antarmuka yang menyebabkan jaringan harus dioperasikan dengan spektrum nirkabel yang terpisah. Teknologi LTE mampu mengunduh data dengan kecepatan 300 mbps dan dapat mengunggah data dengan kecepatan 75 mbps. Selain memiliki kecepatan akses data LTE juga mampu mendukung berbagai layanan lainnya seperti voice, video, IPTV, dan juga memberikan cakupan area yang cukup luas. Serta mendukung penggunaan multiple antenna, fleksibel dalam penggunaan kapasitas bandwidth dan dapat terhubung dengan teknologi sebelumnya [2]



Gambar 1 Arsitektur LTE[3]

2.2 Transmisi Microwave

Microwave adalah bentuk dari 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 saling melihat (*Line of sight*) [3].

Untuk membawa sinyal jarak jauh, rangkaian pemancar diperlukan untuk menerima dan mentransmisikan ulang. Pemanfaatan radio *microwave* sebagai medium transmisi jarak jauh juga perlu mempertimbangkan kelengkungan permukaan bumi. Berdasarkan bentuk diameter bumi, maka jarak antar stasiun *microwave* adalah sekitar 25 – 30 mil (sekitar 50 km). Oleh sebab itu, untuk penggunaannya sebagai sarana transmisi jarak jauh diperlukan beberapa stasiun penghubung (*relay*) [3].

2.3 Perencanaan Microwave Link Backhaul

Pada jaringan nirkabel *backhaul* sebagai bagian dari jaringan yang membawa informasi dari sel menuju ke *controller*. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk merancang *link backhaul*, diantaranya adalah perhitungan jari-jari *Fresnel zone*, factor kelengkungan bumi, ketinggian antenna, frekuensi *planning*, redaman hujan dan *link budget link backhaul*[3].

2.3.1 Jari-jari Fresnel zone.

Fresnel zone radius atau jari-jari Fresnel zone merupakan suatu daerah pancaran antena yang harus bebas dari penghalang. Setidaknya 60% dari jari-jari Fresnel zone harus bebas dari penghalang. Jari-jari Fresnel zone dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut[1]:

$$r = 17,3 \times \frac{\sqrt{d_1 \times d_2}}{2} \tag{1}$$

Dimana :

r = Jari-jari Fresnel (m)

d_1 = Jarak pengirim ke penghalang (km)

d_2 = Jarak dari obstacle ke penerima (km)

f = Frekuensi (Ghz)

$d = d_1 + d_2$ = jarak antara Tx ke Rx

2.3.2 Faktor kelengkungan bumi

Khusus komunikasi jarak jauh, kelengkungan bumi harus diperhitungkan dalam menentukan tinggi antena. Persamaan kelengkungan bumi dapat dihitung dengan persamaan berikut[1]:

$$K = \frac{0,079 \times d^2}{1,333 \times d_1 \times d_2} \tag{2}$$

Di mana:

d_1 = jarak pengirim ke penghalang (km)

d_2 = jarak penerima ke penghalang (km)

K = Faktor kelengkungan bumi

2.3.3 Ketinggian antena

Setelah ketinggian letak site didapatkan, maka ketinggian antena di atas permukaan tanah dapat dihitung dengan persamaan berikut[5]:

$$h_a = \frac{((h_1 + h_x) \times d_1) + ((h_2 + h_x) \times d_2)}{d} \tag{3}$$

Di mana :

H_{tot} = Ketinggian total obstacle diatas permukaan laut

h_1 = Ketinggian tanah pengirim diatas permukaan laut

h_2 = Ketinggian tanah penerima diatas permukaan laut

d = $d_1 + d_2$

d_1 = Jarak pengirim ke penghalang

d_2 = Jarak penerima ke penghalang

h_x = Ketinggian antena pada site pengirim ke site penerima

2.3.4 Redaman hujan

Butiran Hujan dapat mempengaruhi redaman dari sebuah gelombang elektromagnetik. Semakin lebat hujan maka redaman yang dialami oleh kekuatan sinyal semakin besar. Besarnya redaman karena curah hujan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut[3] :

$$\gamma_R = R \times D^\alpha \tag{4}$$

$$R = \frac{90}{90 + (4A)} \tag{5}$$

$$A = \gamma_R D \tag{6}$$

Di mana :

γ = Redaman karena hujan (dB/km)

R = Besarnya curah hujan (mm/jam)

D = Jarak antar pengirim ke penerima

A = Redaman hujan sepanjang lintasan (dB)

2.3.5 *Free Space Loss*

Free space Loss digunakan untuk memprediksi suatu nilai redaman gelombang elektromagnetik yang disebabkan karena gelombang tersebut melalui lintasan LoS tanpa penghalang. Namun tidak untuk redaman, ketika sebuah sinyal RF dipancarkan melalui antena, kekuatan sinyal yang dihasilkan akan semakin berkurang seiring dengan jarak tempuh. Parameter ini bisa digunakan untuk memprediksi kekuatan sinyal yang akan diterima berdasarkan

frekuensi dan jarak lintasan dengan persamaan sebagai berikut[5]:

$$L_{fsl} = 92,45 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \tag{7}$$

Di mana :

- L_{fsl} = Total free space LoSs (dB)
- f = Frekuensi (Ghz)
- d = Distance/jarak (km)

2.3.6 Perhitungan link budget microwave link backhaul

Untuk mendapatkan nilai daya terima dibutuhkan beberapa parameter seperti gain antenna Loss cable dari radio base station, fading margin, free space Loss. Daya terima dapat dihitung dengan persamaan berikut[1]:

$$P_{rx} = P_{tx} - L_{tx} - L_{rx} - L_{fsl} - L_{fm} - L_{cable} - L_{margin} \tag{8}$$

Di mana :

- P_{rx} = Daya yang dikirim di antenna penerima
- P_{tx} = Daya yang dikirim di antenna pengirim
- G_{tx} = Penguatan antenna di antenna pengirim
- G_{rx} = Penguatan antenna di antenna penerima
- L_{tx} = Loss akibat kabel dari radio base station ke antenna pengirim
- L_{rx} = Loss akibat kabel dari radio base station ke antenna penerima
- FSL = Free Space Loss

2.4 Perencanaan LTE

2.4.1 RSRP

RSRP merupakan kekuatan sinyal yang diterima oleh pengguna seluler. RSRP digunakan sebagai parameter yang menentukan titik handover pada pengguna[4].

Tabel 1 Kategori kekuatan sinyal pada RSRP[4]

Signal level (dBm)	Kategori
> 80	Sangat baik
-90 sampai -80	Baik
-100 sampai -90	Cukup
-110 sampai -100	Tidak baik
<-110	Sangat tidak baik

2.4.2 SINR

SINR merupakan perbandingan rasio antara sinyal utama yang dipancarkan oleh Tx power dengan interferensi dan noise yang tercampur dengan sinyal utama.[4]:

Tabel 2 Kategori SINR[4]

Signal level (dBm)	Kategori
> 20	Sangat baik
13 sampai 20	Baik
0 Sampai 12	Cukup
< 0	Buruk

2.4.3 Throughput

Throughput adalah jumlah total paket yang berhasil datang selama interval waktu saat dikirim. Biasa ditentukan dalam satuan bps. Kecepatan data dapat dikatakan layak apabila memiliki kecepatan diatas 12 Mbps. Throughput dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut[2]:

3. Perencanaan Sistem

3.1 Kondisi *existing*

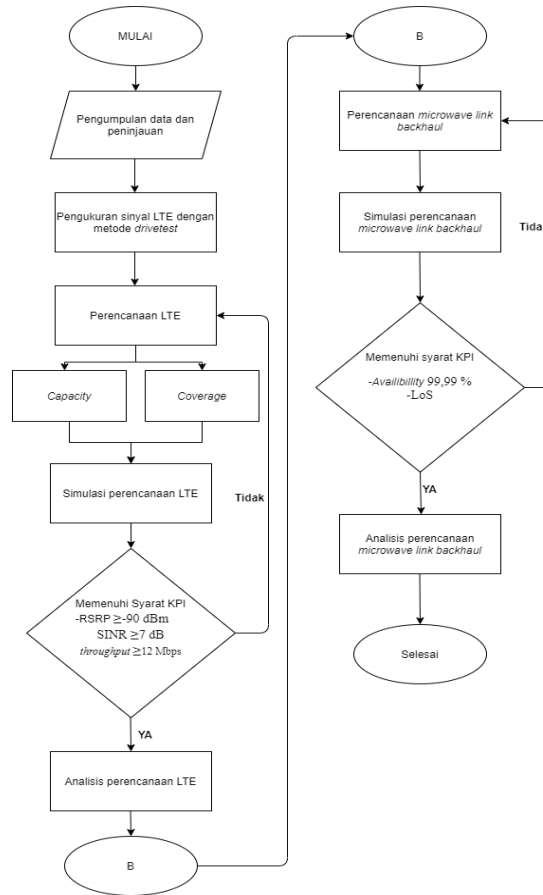
Kekuatan sinyal LTE pada Gambar 2 yang didapat rata-rata -110 sampai dengan -100. Di mana nilai RSRP pada pengukuran di Pulau G(Golf) Reklamasi dikategorikan sangat buruk. Kategori untuk RSRP dapat dilihat pada Tabel 1 kekuatan sinyal di titik tersebut dikatakan sangat buruk.



Gambar 2 pengukuran kondisi *existing* dengan *drivetest*

3.2 Diagram alir perencanaan

Pada penelitian ini dilakukan tiga tahapan yang sistematis agar hasil penelitian sesuai harapan. Tahap pertama adalah penentuan dan pengumpulan data serta informasi tempat yang akan dianalisis. Data yang dikumpulkan mengenai kondisi *existing* Pulau G(Golf) Reklamasi Jakarta Utara serta bagaimana keadaan trafik jaringan LTE di sana. Tahap ini bertujuan untuk menentukan estimasi jumlah *user*, perhitungan jumlah *user*, penentuan jumlah *site*, serta menentukan frekuensi berdasarkan jarak untuk membangun jaringan *backhaul* di lokasi



Gambar 3 Diagram alir perencanaan

3.3 Perhitungan capacity

Dalam perencanaan dengan pendekatan kapasitas yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi jumlah user dalam satu sel dan menentukan jumlah eNodeB yang akan didapatkan. Langkah awal dalam capacity planning ialah menentukan forecasting jumlah user di Pulau G Reklamasi, menghitung Single User Throughput, menghitung network throughput, lalu menghitung site capacity, dan terakhir menghitung jumlah site yang akan digunakan. Hasil perhitungan capacity planning terdapat pada tabel 3.

Tabel 3 capacity planning

Network Throughput		Cell Average Throughput		Jumlah Sel		Estimasi Jumlah Sel	
UL (Mbps)	DL (Mbps)	UL (Mbps)	DL (Mbps)	UL(sel)	DL(sel)	UL(sel)	DL(sel)
7,5	28,85	30,73	25,6	0,22	1,13	1	1

3.4 Perhitungan coverage

Perencanaan dengan pendekatan coverage planning bertujuan untuk mendapatkan nilai radius dari sel sehingga dapat menentukan jumlah site yang dapat mencakup area yang akan dirancang. Hal pertama yang dilakukan dalam coverage planning adalah menghitung nilai MAPL untuk arah downlink, kemudian menghitung radius sel, luas sel dan terakhir menentukan jumlah sel. Hasil perhitungan coverage planning terdapat pada tabel 4.

Tabel 4 coverage planning

MAPL DL (Db)	Radius Sel (km)	Luas Area(km ²)	Luas Sel (km ²)	Jumlah Site	Estimasi Jumlah Site
141,45	1,18	3,12	3,63	0,85	1

3.5 Perhitungan *microwave link backhaul*

Analisis Perhitungan *link budget*, diperlukan untuk menghitung level daya terima pada sisi penerima. Parameter yang digunakan meliputi *gain*, *Loss* yang terjadi pada lintasan *link backhaul*, serta spesifikasi perangkat yang digunakan. Parameter perhitungan *link budget* menggunakan spesifikasi perangkat Ericsson ML 23E ST 17E1 dengan perhitungan seperti pada persamaan 8:

- Antena *gain* (G_{tx}/G_{rx}) = 44,30dBi
- Daya pancar (P_{tx}) = 20 dBm
- Frekuensi (f) = 23000 MHz
- *Free Space Loss* (FSL) = 127,56 dB

$$P_{rx} = P_{tx} - G_{tx} + G_{rx} - FSL - L_{tx} - L_{rx} - A$$

$$P_{rx} = 20 - 2 + 44,3 - 2 + 44,3 - 127,56 - 1,88$$

$$P_{rx} = -28,84$$

- Rx *Threshold* = -79 dBm
- L_{tx} dan L_{rx} = 2 dB
- Redaman hujan (A) = 1,88 dB

$$P_{rx} = P_{tx} - G_{tx} + G_{rx} - FSL - L_{tx} - L_{rx} - A$$

$$P_{rx} = 20 - 2 + 44,3 - 2 + 44,3 - 127,56 - 1,88$$

$$P_{rx} = -28,84$$

Setelah itu mencari *fading margin* dengan mengurangi level daya terima dengan *Rx Threshold* seperti pada persamaan berikut:

$$FM = P_{rx} - P_{rh}$$

$$FM = -28,84 - (-79)$$

$$FM = 50,16$$

4. Analisis Perencanaan

4.1 Analisis perencanaan LTE

Setelah dilakukan perhitungan kapasitas dan *coverage*, didapatkan sel untuk Pulau G(Golf) Reklamasi masing-masing sebanyak satu sel. Maka pada *software* simulasi untuk memenuhi kebutuhan LTE sebanyak satu sel, Tabel 5 adalah parameter yang digunakan untuk konfigurasi eNodeB di Pulau G(Golf) Reklamasi :

Tabel 5 Konfigurasi parameter Tx

Model antena	Height (m)	Azzimuth	Downtilt	Tx Power (dBm)
Omnidirectional 11 dBi	30	45°	3°	-28,84

Dengan parameter seperti pada Tabel 5 maka dapat dilakukan konfigurasi dengan menggunakan tipe antena *omnidirectional*, di mana antena tersebut dapat memancarkan sinyal 180°, selain itu sudah ditentukan ketinggian antena *eNodeB* setinggi 30 m, dan *mechanical downtilt* sebesar 3° serta kekuatan sinyal pengirim pada *eNodeB* sebesar -28,84 dBm.

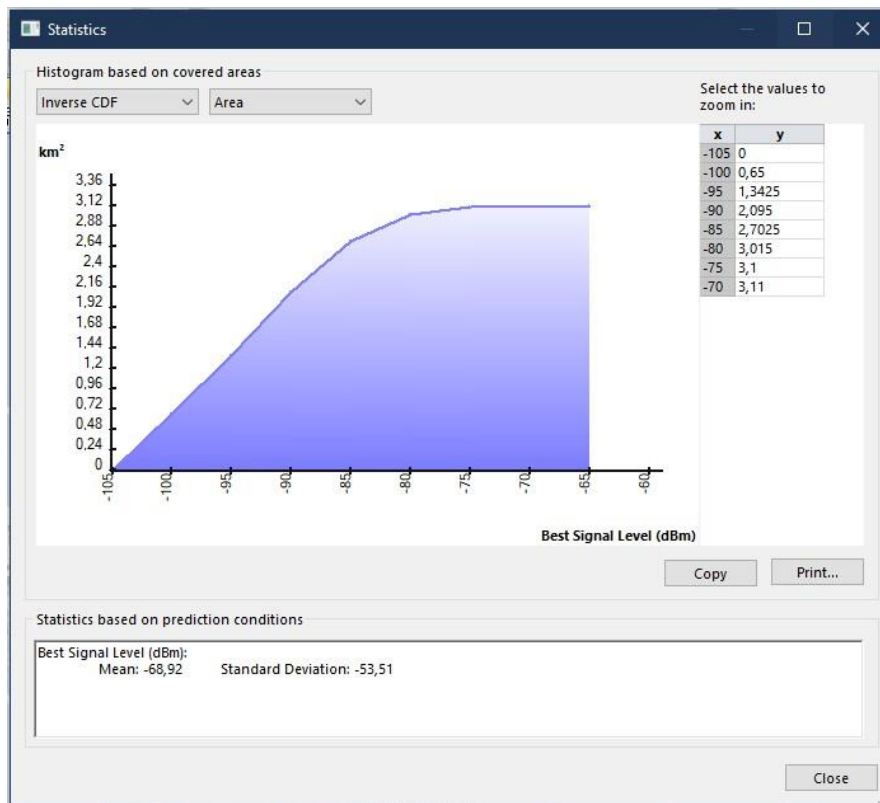
a. Parameter RSRP

Pada analisis parameter RSRP didapatkan penyebaran sinyal LTE seperti pada Gambar 4:



Gambar 4 Penyebaran sinyal RSRP.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat penyebaran kekuatan sinyal RSRP di mana rata-rata yang dihasilkan dari hasil simulasi didapatkan sebesar -68,92 dBm. Dari hasil tersebut maka nilai RSRP yang dihasilkan memenuhi syarat minimum yang ditentukan, di mana syarat minimum yang ditentukan adalah -90 dBm. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai RSRP dapat dilakukan untuk perencanaan LTE. Untuk mengetahui rata-rata yang didapat dari RSRP dapat dilihat dari diagram *Cumulative Distribution Function* (CDF) yang terdapat pada gambar 5 berikut.

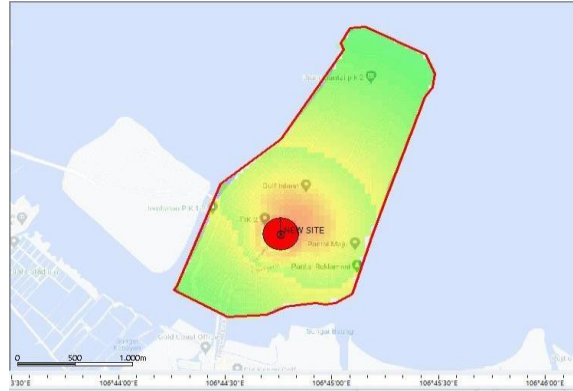


Gambar 5 Nilai CDF RSRP.

Pada Gambar 5 adalah diagram penyebaran RSRP dimana untuk wilayah paling jauh jangkauannya dengan eNodeB yaitu berjarak 3,11 Km² mendapatkan kekuatan sinyal RSRP sebesar -105 dBm dan untuk wilayah terdekat jangkauannya oleh eNodeB yaitu berjarak 0,65 Km² mendapatkan kekuatan sinyal RSRP sebesar -75 dBm.

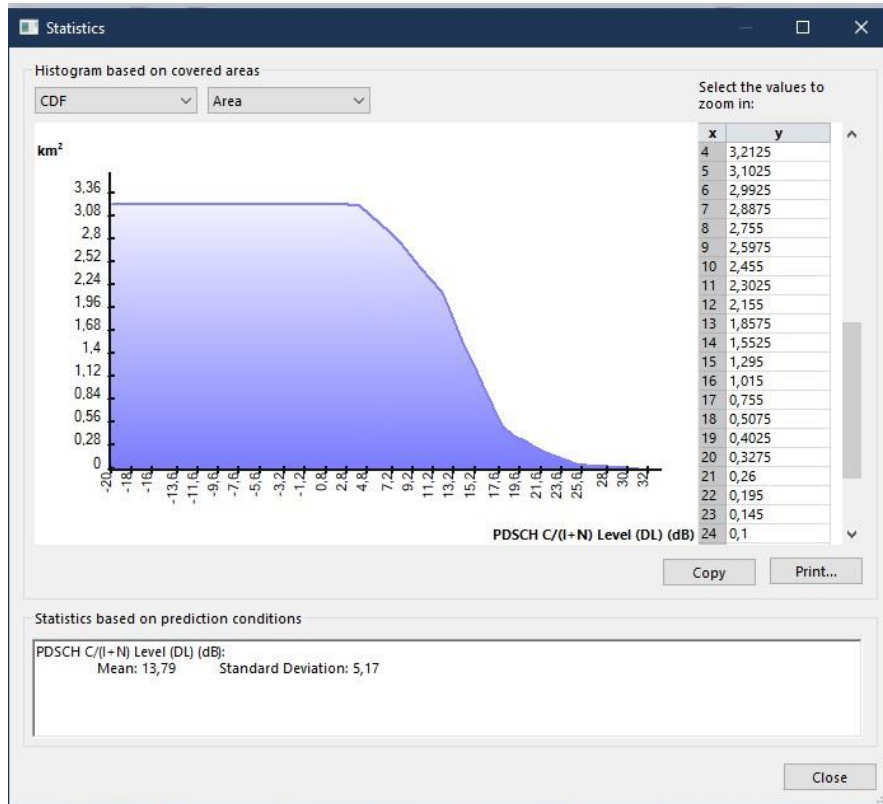
b. Parameter SINR

Untuk melihat hasil simulasi SINR dapat dilihat pada gambar 6:



Gambar 6 Kondisi SINR setelah perencanaan.

Pada gambar 6 dapat dilihat bagaimana penyebaran SINR yang diharapkan telah tercapai dengan hasil rata-rata sebesar 13,79 db. Di mana batas minimum nilai SINR yang ditentukan adalah sebesar 7 db. Maka dari itu nilai SINR dapat disimpulkan layak untuk perencanaan LTE di Pulau G(Golf) Reklamasi, di mana nilai yang dihasilkan lebih dari nilai minimum yang ditentukan. Untuk mengetahui rata-rata yang didapat dari RSRP dapat dilihat dari diagram CDF yang terdapat pada gambar 7 berikut.

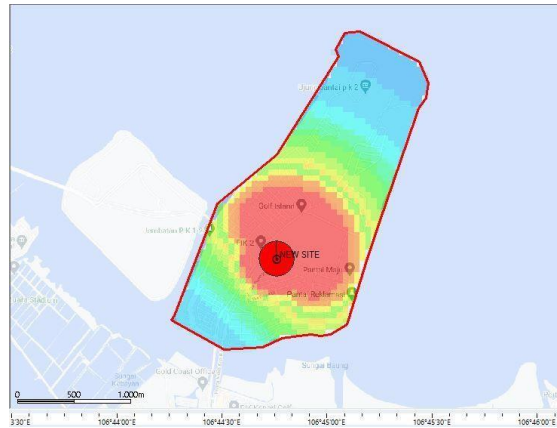


Gambar 7 Nilai CDF SINR.

Pada Gambar 7 adalah diagram penyebaran SINR dimana untuk wilayah paling jauh jangkauannya dengan eNodeB yaitu berjarak 3,21 Km² mendapatkan nilai SINR sebesar 4 dB dan untuk wilayah terdekat jangkauannya oleh eNodeB yaitu berjarak 0,1 Km² mendapatkan nilai SINR sebesar 24 dB.

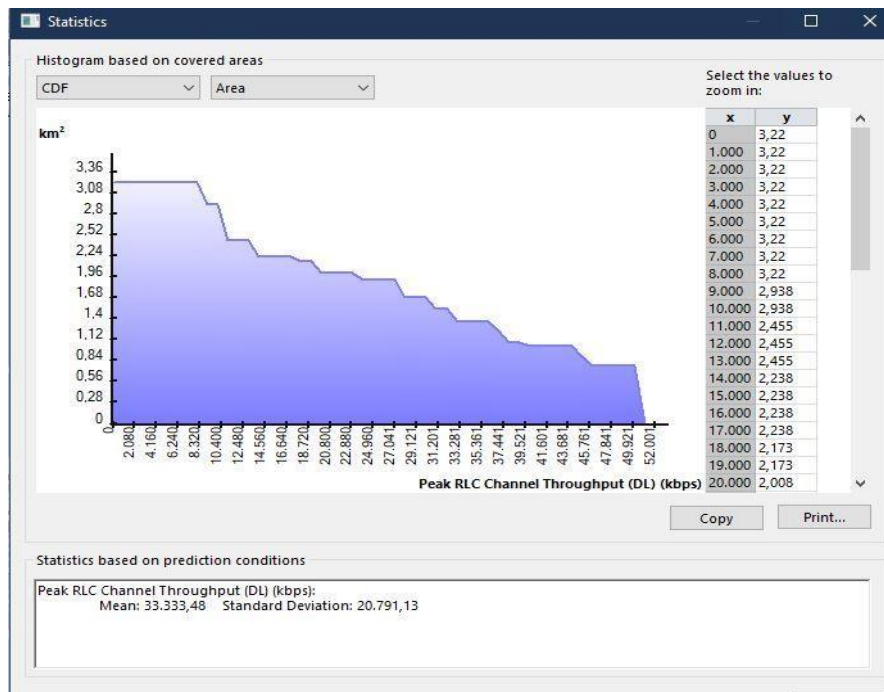
c. throughput

Berikut adalah hasil dari simulasi untuk *throughput* yang terdapat pada Gambar 8 di bawah ini :



Gambar 8 Hasil simulasi throughput.

Dari hasil simulasi yang dihasilkan, didapatkan nilai *throughput* pada sisi *downlink* sebesar 33,33 Mbps. Hasil tersebut melebihi syarat minimum yaitu sebesar 12 Mbps. Maka dari itu perencanaan untuk parameter *throughput* dikatakan layak. Untuk mengetahui nilai rata-rata *throughput* dapat dilihat pada diagram CDF yang terdapat pada Gambar 9:



Gambar 9 Hasil CDF throughput.

Pada Gambar 9 adalah nilai penyebaran *throughput* dimana untuk wilayah terjauh dari jangkauan dengan eNodeB dimana berjarak 3,08 Km² mendapatkan kecepatan *throughput* sebesar 2,08 Mbps dBm dan untuk wilayah terdekat dari jangkauan eNodeB dimana berjarak 0,84 Km² mendapatkan kecepatan *throughput* sebesar 49,9 Mbps.

Dengan nilai rata-rata *throughput* sebesar 33,33 Mbps maka nilai ini sebagai parameter pemilihan perangkat *microwave link backhaul*. Dimana perangkat yang digunakan baik antenna maupun radio *microwave* harus memiliki minimum kapasitas sebesar 33,33 Mbps atau lebih dari kebutuhan *throughput* di Pulau G(Golf) Reklamasi.

4.2 Analisis perencanaan *microwave link backhaul*

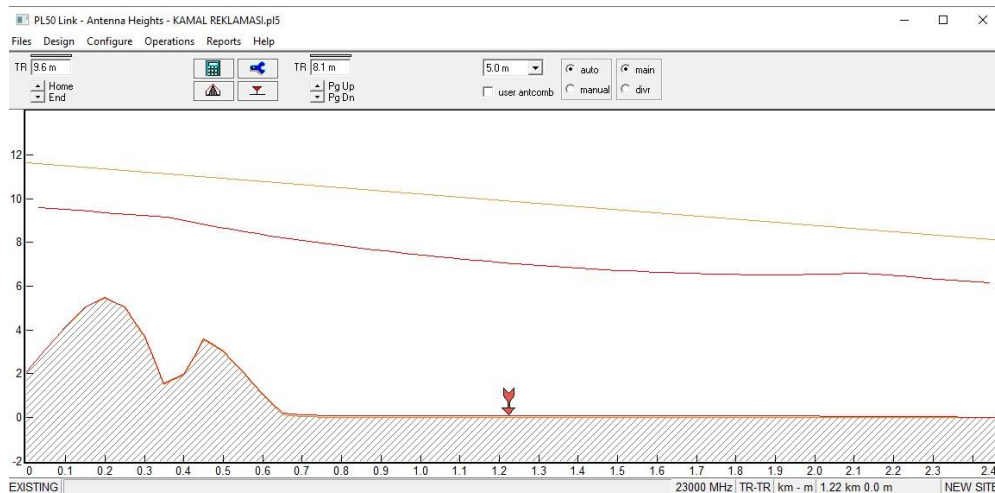
Perencanaan ini dilakukan di Pulau G(Golf) Reklamasi yang mengambil sumber dari *existing site* yang berjarak 2,48 Km, di mana didominasi oleh kontur daratan dengan ketinggian bangunan yang bervariasi serta kontur lautan maka akan diberi asumsi penghalang berupa bangunan setinggi 15 m . Ketinggian antenna *existing site* Kamal Raya setinggi 9,6 m dan ketinggian *new site* Pulau G(Golf) Reklamasi setinggi 8,1 m.

Untuk mencapai kondisi LoS harus memperhatikan ketinggian, diameter dan *gain* antenna. Selain itu pemilihan perangkat juga perlu dalam melakukan perencanaan *microwave link backhaul* dimana memperhatikan kebutuhan kapasitas trafik di Pulau G(Golf) Reklamasi. Dengan nilai rata-rata *throughput* sebesar 33,33 Mbps maka nilai ini sebagai parameter pemilihan perangkat *microwave link backhaul*. Dimana perangkat yang digunakan baik antenna maupun radio *microwave* harus memiliki minimum kapasitas sebesar 33,33 Mbps atau lebih dari kebutuhan *throughput* di Pulau G(Golf) Reklamasi. Dimana perencanaan ini akan menggunakan radio *microwave* seperti tabel 6.

Tabel 6 Spesifikasi perangkat microwave

ERICSSON ML 23E ST 17E1	
<i>Manufacture</i>	ERICSSON
<i>Model</i>	ML 23E ST 17E1
<i>Frequency Range</i>	21000 MHz 23040 MHz
<i>Tx Power</i>	20 dBm
<i>Radio Capacity</i>	34,54 Mbps(17E1)
<i>Rx Threshold</i>	-79 dBm
<i>BER</i>	10^{-6}
<i>Fading Margin</i>	>30 dB

Jarak *link backhaul* antara *existing site* Kamal Raya dengan *new site* Pulau G(Golf) Reklamasi, dimana untuk Kamal Raya berada di ketinggian 3,2 mdpl dan Pulau G(Golf) Reklamasi berada di ketinggian 3,0 mdpl. Setelah melakukan simulasi menggunakan *software* simulasi *microwave link backhaul* didapatkan tinggi antenna KBN 9,6 m, dan ketinggian antenna Pulau G(Golf) Reklamasi 8,1 m seperti pada gambar 10.



Gambar 10 Lintasan *existing site* – *New site*

Setelah melakukan simulasi dengan *software* simulasi *microwave link backhaul* didapatkan hasil akhir pada perhitungan parameter *link backhaul* di mana *availability* yang diharapkan > 99,9%. Besar nilai level daya terima minimum sebesar -79 dBm (*Rx threshold*) pada jarak 2,48 Km dan frekuensi 23 GHz, serta pencapaian LoS. Sehingga dapat disimpulkan hasil dari nilai parameter yang dilakukan pada *software* simulasi adalah pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil rekapitulasi *path profil*

<i>Existing site</i>	<i>New site</i>	Jarak (Km)	Prx (dBm)	Fading Margin (dBm)	Availability (%)	Kesimpulan
Kamal Raya	Pulau G (Golf) Reklamasi	2,48	-28,84	50,16	99,99%	Target tercapai

Pada Tabel 7, dapat dilihat bahwa *link backhaul* menghasilkan nilai level daya terima yang memenuhi target di mana level daya terima minimum sebesar -79 dBm. Dan hasil perencanaan dihasilkan besar level daya terima sebesar -28,84 dBm untuk frekuensi kerja 23 GHz. Dengan menghitung *link budget* pada parameter yang ada, dengan nilai *fading margin* sebesar 50,16 dBm maka didapatkan *availability* sebesar 99,99%. Sehingga dapat dikatakan perencanaan *link backhaul* yang dihasilkan layak untuk diterapkan pada pulau G (Golf) Reklamasi.

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini adalah melakukan perencanaan jaringan LTE dengan menggunakan *microwave link backhaul*, di mana *link backhaul* diambil dari *site existing* Kamal Raya dan melakukan pembangunan untuk *site* baru di Pulau G(Golf) Reklamasi. Pada perhitungan kebutuhan kapasitas dan kebutuhan *coverage* didapatkan estimasi jumlah sel sebanyak 1 sel untuk mencakup wilayah Pulau G(Golf) Reklamasi. Sel tersebut digunakan untuk perencanaan menggunakan *software* simulasi, di mana parameter untuk konfigurasi yang digunakan adalah jenis antena *omnidirectional*, Tx power sebesar -28,84 dBm, *mechanical downtilt* sebesar 3°, ketinggian antena 30 m, dengan ini dihasilkan nilai rata-rata pada masing-masing parameter SINR sebesar 13,79 dB, RSRP sebesar -68,92 dBm dan *throughput* sebesar 33,33 Mbps.

Kebutuhan kapasitas yaitu besarnya *throughput* yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan trafik pada Pulau G(Golf) Reklamasi sebesar 33,33 Mbps. Dengan ini *minimum thropughput* sebagai tolak ukur untuk pemilihan perangkat radio *microwave* dimana kapasitas minimum kapasitas radio *microwave* minimal 33,33 Mbps. Jarak antar *link* sejauh 2,48 km dengan menggunakan frekuensi kerja sebesar 23 GHz, dengan spesifikasi radio *microwave* Ericsson ML 23E ST 17E1 dimana besar kapasitas minimum radio sebesar 34,54 Mbps. Hasil dari perhitungan *microwave link backhaul* untuk nilai level daya terima sebesar -28,84 dBm, *gain* antena sebesar 44,3 dBi. *Fading Margin* pada perencanaan *microwave link backhaul* sebesar 50,16 dBm dimana dengan nilai *fading margin* sebesar 50,16 dBm maka nilai *availability* sebesar 99,99 %.

Referensi

- [1] Bobby Bagus Setiawan, Analisa Perencanaan Jaringan Akses Data Menggunakan Microwave Backhaul 3G Di Wilayah Markas Kopassus Situ Lembang Bandung Jurusan Teknik Telekomunikasi – Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom.
- [2] Rivan Achmad Nugroho(2018), Perencanaan Jaringan Mikrosel 4G LTE (Skywalk Cihampelas) Jurusan Teknik Telekomunikasi – Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom.
- [3] Febryan Bagus Wicaksono, Analisis Perencanaan Backhaul Microwave Untuk Radio Komunikasi Pada Kawasan Wisata Kepulauan Seribu Jurusan Teknik Telekomunikasi – Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom.
- [4] Naufal Assidiqqi, Analisis Implementasi Mikrosel di Stasiun Manggarai, Jurusan Teknik Telekomunikasi – Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom
- [5] Akrom Khoerul Hakim, Perencanaan Backhaul Microwave Untuk Jaringan Radio Akses Long Term Evolution Di Kota Banyumas, Jurusan Teknik Telekomunikasi – Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom