

Perencanaan Jaringan 4g Lte 700 Mhz dan 900 Mhz Menggunakan *Microwave Backhaul* Di Kecamatan Sumba Tengah Daerah 3t

4g Lte Network Planning 700 Mhz and 900 Mhz Using Microwave Backhaul In Central Sumba District 3t Area

1stAvenuto Detantra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

avenuto@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Uke Kurniawan Usman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3rd M Irfan Maulana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Menurut Badan Pusat Statistik Sumba Tengah merupakan daerah penduduk termiskin di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Dikarenakann letak daerah yang berada jauh dari ibu kota provinsi menjadikan pertumbuhan ekonomi menjadi terhambat sehingga pembangunan infrastruktur yang belum merata. Sumba Tengah termasuk dalam daerah 3T, Daerah 3T merupakan daerah tingkat desa atau kelurahan terluar yang wilayah serta masyarakatnya kurang berkembang dibandingkan dengan daerah lain dalam skala nasional.

Pada perencanaan ini telah dilakukan perbandingan perancangan LTE frekuensi 700 MHz dan 900 MHz dengan menggunakan *microwave link backhaul*. Parameter yang akan dianalisis yaitu nilai *RSRP*, *SINR*, *throughput* disimulasikan menggunakan *software* Atoll. Selanjutnya dilakukan perencanaan *microwave link backhaul* dengan frekuensi kerja berdasarkan jarak *link backhaul*. Parameter pada perencanaan ini adalah *availability* dan level daya terima yang disimulasikan menggunakan *software* Pathloss 5.0.

Berdasarkan hasil simulasi perencanaan LTE dengan frekuensi 700 MHz diperoleh hasil rata-rata untuk parameter *RSRP* sebesar -60,44 dBm, *SINR* sebesar 5,82 dB, dan *throughput* sebesar 13,38 Mbps. Sedangkan dengan frekuensi 900 MHz diperoleh hasil rata-rata untuk parameter *RSRP* sebesar -62,84 dBm, *SINR* sebesar 6,64 dB, dan *throughput* sebesar 15,48 Mbps. Berdasarkan simulasi *microwave link backhaul* terpenuhi pencapaian LoS dengan nilai rata-rata *fade margin* sebesar 41,87 dBm dan *availability* sebesar 100 %.

Kata kunci: LTE, *microwave backhaul*, *RSRP*, *SINR*, *throughput*

Abstract

According to the Central Statistics Agency, Central Sumba is the poorest populated area in East Nusa Tenggara Province.

Due to the location of the area far from the provincial capital, economic growth has been hampered so that infrastructure development is uneven. Central Sumba included in the 3T area. 3T area is a village level area or outermost village whose territory and community are less developed compared to other areas on a national scale.

In this Final Project, a comparison of LTE designing of frequencies of 700 MHz and 900 MHz has been carried out using microwave link backhaul. The parameters to be analysed, namely RSRP values, SINR, throughput simulated using Atoll software. Furthermore, microwave link backhaul planning is carried out with working frequency based on the backhaul link distance. The parameters in this plan are availability and Receiver power levels simulated using Pathloss 5.0 software. Based on the results of LTE planning simulations with a frequency of 700 MHz, the average results for RSRP parameters were obtained at -60.44 dBm, SINR at 5.82 dB, and throughput at 13.38 Mbps. While with a frequency of 900 MHz, the average results for RSRP parameters were obtained at -62.84 dBm, SINR at 6.64 dB, and Throughput at 15.48 Mbps. Based on the microwave link backhaul simulation, los achievements are met with an average fade margin value of 41.87 dBm and availability of 100%.

Keywords: LTE, *microwave backhaul*, *RSRP*, *SINR*, *throughput*

I. Pendahuluan

Pada tahun 2020 Presiden Republik Indonesia menetapkan Perpres No 63 Tahun 2020 mengenai penetapan daerah tertinggal Tahun 2020 – 2024[1]. Menurut [1] ditetapkan 63 daerah tingkat kabupaten kedalam kategori 3T. Menurut Badan Pusat Statistik Sumba Tengah merupakan daerah penduduk termiskin di Provinsi Nusa Tenggara Timur [2]. Dikarenakann letak daerah yang berada jauh dari ibu kota provinsi menjadikan pertumbuhan ekonomi menjadi terhambat sehingga

pembangunan infrastruktur yang belum merata. Sumba Tengah termasuk dalam daerah 3T. Daerah 3T adalah daerah tertinggal, terdepan, dan terluar di Indonesia. Daerah 3T merupakan daerah tingkat desa atau kelurahan terluar yang wilayah serta masyarakatnya kurang berkembang dibandingkan dengan daerah lain dalam skala nasional[3].

Letak daerah yang berada jauh dari ibu kota provinsi menjadikan pertumbuhan ekonomi menjadi terhambat dikarenakan pembangunan infrastruktur yang belum merata. Seperti daerah-daerah perkotaan di Indonesia, daerah 3T juga membutuhkan layanan data berkecepatan tinggi. Pada daerah 3T biasanya memiliki masalah pada layanan data. Diantaranya tidak tersedianya layanan data, kurang baiknya sinyal terima karena jauh dari daerah perkotaan atau layanan yang diterima tidak memenuhi kebutuhan pengguna.

Pada perencanaan jaringan ini frekuensi yang digunakan tidak hanya menggunakan frekuensi yang disediakan oleh provider tapi juga memanfaatkan sebagian frekuensi dari televisi analog yang bermigrasi ke digital di frekuensi 700 MHz. Manfaat menggunakan frekuensi pada televisi digital salah satunya adalah menghindari traffic yang padat. Perencanaan jaringan ini menggunakan parameter planning: capacity dan coverage menggunakan software ATOLL dan Pathloss 5 untuk menghitung *microwave backhaul*. Perencanaan ini juga ditujukan untuk mendukung salah satu program pemerintah yang mencanangkan layanan 4G agar dapat menjangkau seluruh daerah tingkat desa atau kelurahan di tahun 2022.

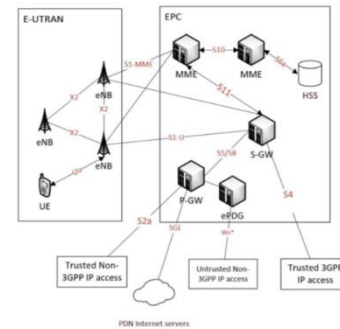
II. KAJIAN TEORI

A. LTE

Generation Partnership Project (3GPP) mengusulkan nama LTE pada sebuah proyeknya yang bertujuan untuk memperbaiki standar generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA. LTE ini hasil pengembangan dari teknologi *High Speed Packet Access* (HSPA) yang juga dikenal sebagai 3.5G sehingga LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G)[4]. Arsitektur jaringan LTE terdiri dari dua bagian yaitu, *core network* dan *Radio Access Network* (RAN). Pada LTE, *core network* dikenal dengan istilah *Evolved Packet Core* (EPC) dan LTE RAN dikenal juga dengan *Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN). Gabungan antara E-UTRAN dan EPC adalah *Evolved Packet System* (EPS). E-UTRAN menangani seluruh fungsi yang berhubungan dengan radio seperti *scheduling*, *radio-resource handling*, *retransmission protocol*, *coding*, dan skema *multi-antenna*. Sedangkan EPC menangani *authentication*, *charging*, dan *setup connection*. [4]

Seperti yang terlihat pada Gambar 1[5], EPC terdiri dari beberapa entitas seperti *Mobile Management Entity* (MME) yang berfungsi menangani bearer dan bearer adalah sebuah saluran yang menghubungkan *User Equipment* (UE) dengan transisi idle atau aktif, jaringan paket data, dan kunci keamanan. *Policy and Charging Rules Function* (PCRF) bertugas menangani *Quality of Service* (QoS) dan pembiayaan. *Home Subscriber Server* (HSS) untuk menyimpan informasi pelanggan. *Serving-Gateway* (S-GW) berfungsi menangani *user-plane node* yang menghubungkan E-UTRAN dengan EPC. *Packet*

data network gateway (P-GW) berfungsi menghubungkan EPC ke internet. Sedangkan untuk arsitektur E-UTRAN hanya terdiri dari satu node yaitu eNodeB yang menangani fungsi radio satu atau beberapa *cell* [4]



Gambar 1 Arsitektur Jaringan LTE[5]

B. Transmisi Microwave

Microwave merupakan bentuk asal pancaran radio yang ditransmisikan melalui udara serta diterima dengan menggunakan peralatan semacam antenna yang berbentuk bundar yang dipasang dikedung yang tinggi atau tower. Sinyal *microwave* tidak bisa diblok oleh gedung atau lembah[6] 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*)[6].

Untuk membawa sinyal jarak jauh, rangkaian pemancar diperlukan untuk menerima dan mentransmisi 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)

C. 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 LoS/attenuation, tinggi antenna, frekuensi planning, redaman hujan, dan *link budget*[6].

a. Line of Sight

Perhitungan antenna *microwave* sebagai *backhaul* dibutuhkan untuk mendapatkan posisi ideal antenna agar pengirim dan penerima memenuhi LoS. Suatu hubungan komunikasi disebut LoS jika pengirim dan penerima dapat saling terlihat tanpa adanya penghalang. Beberapa parameter propagasi LoS diantaranya seperti panjang lintasan, faktor K, *Fresnel zone*, *Ground Clearance*, faktor kelengkungan bumi dan tinggi permukaan tanah [6].

b. Faktor kelengkungan bumi

Khusus komunikasi jarak jauh, kelengkungan bumi harus diperhitungkan dalam menentukan tinggi antenna.

Persamaan kelengkungan bumi dapat dihitung dengan persamaan berikut[6]:

$$H_c = \frac{0.079 \times d_1 \times d_2}{1.333} \quad (1)$$

Dimana:

- d1 = jarak pengirim ke penghalang (km)
- d2 = jarak penerima ke penghalang (km)
- Hc = faktor kelengkungan bumi

c. Ketinggian Antena

Setelah ketinggian letak *site* didapatkan, maka ketinggian antena di atas permukaan tanah dapat dihitung dengan persamaan berikut[6]:

$$H_{tot} = \frac{((h_1+h_x)d_1)+((h_2+h_x)d_2)}{d} \quad (2)$$

Dimana:

- Htot = Ketinggian *total obstacle* diatas permukaan laut
- h1 = Ketinggian tanah pengirim diatas permukaan laut
- h2 = Ketinggian tanah penerima diatas permukaan laut
- d = d1 + d2
- d1 = Jarak pengirim ke penghalang
- d2 = Jarak penerima ke penghalang
- hx = Ketinggian antena pada *site* pengirim ke *site* penerima

d. 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[6]:

$$\gamma_R = k \times R^\alpha \quad (3)$$

$$R = \frac{90}{90 + (4d)} \quad (4)$$

$$A = \gamma_R D r \quad (5)$$

Dimana:

- γ_R = Redaman karena hujan (dB/km)
- R = Besarnya curah hujan (mm/jam)
- D = Jarak antar pengirim ke penerima
- A = Redaman hujan sepanjang lintasan (dB)

e. 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[6]:

$$L_{fsl} = 92,45 + 20 \log f + 20 \log d \quad (6)$$

Dimana:

- Lfsl = *Total free space Loss* (dB)
- f = Frekuensi (GHz)
- d = jarak (km)

D. Link Budget Microwave

Untuk mendapatkan nilai daya terima dibutuhkan beberapa parameter seperti *gain* antena *Loss cable* dari *radio base station*, *fading margin*, *free space Loss*. Daya terima dapat dihitung dengan persamaan berikut[6]:

$$Prx = Ptx - Ltx + Gtx - Lrx + Grx - FSL - A \quad (7)$$

Dimana

- Prx = Daya yang dikirim di antena penerima
- Ptx = Daya yang dikirim di antena pengirim
- Gtx = Penguatan antenna di antena pengirim
- Grx = Penguatan antenna di antena penerima
- Ltx = *Loss* akibat kabel dari radio base station ke antena pengirim
- Lrx = *Loss* akibat kabel dari radio base station ke antena penerima
- FSL = *Free Space Loss*

E. Parameter LTE

a. Reference Signal Received Power (RSRP) \

RSRP merupakan kekuatan sinyal yang diterima oleh pengguna seluler. RSRP digunakan sebagai parameter yang menentukan titik *handover* pada pengguna. Tabel 1 menunjukkan rentang nilai RSRP dari yang baik ke yang buruk[7]

Tabel 1 Kategori kekuatan parameter RSRP[7]

Signal level (dBm)	Kategori
>-71	Sangat baik
-71 sampai -81	Baik
-81 sampai -91	Cukup
-91 sampai -101	Buruk
< -101	Sangat buruk

b. Signal to Inteference Noise Ratio (SINR)

SINR adalah perbandingan rasio antara sinyal utama yang dipancarkan oleh *Tx power* dengan interferensi dan *noise* yang tercampur dengan sinyal utama. Tabel 2 menunjukkan rentang nilai parameter SINR[7].

Tabel 2 Kategori parameter SINR[7]

Signal level	Kategori
16 dB sampai 30 dB	Sangat baik
1 sampai 15	Baik

-10 sampai 0	buruk	
--------------	-------	--

c. Throughput

Throughput merupakan 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[7]

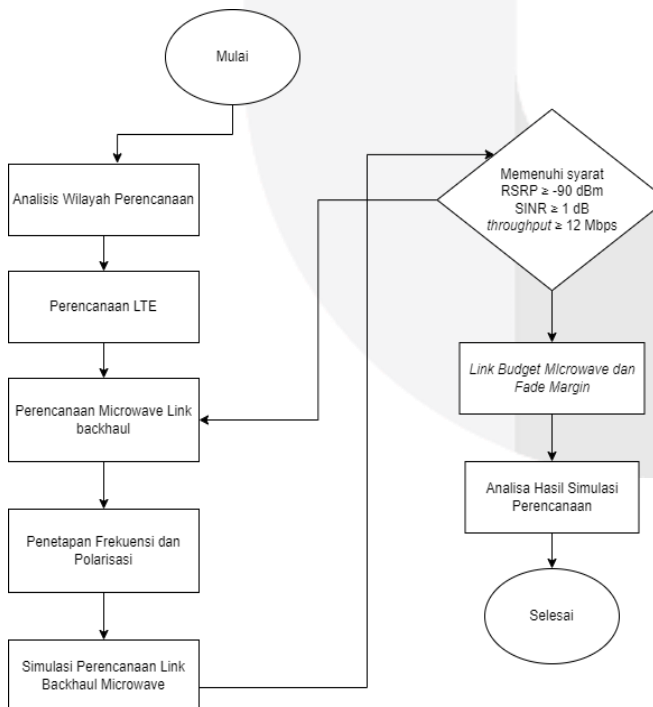
$$Throughput = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (8)$$

III. METODE

A. Diagram Alir

Tahap pertama adalah penentuan dan pengumpulan data wilayah dan karakteristik jaringan LTE. Data yang didapatkan berupa data *site* yang telah diketahui jumlah, letak, tinggi tower, dan kapasitasnya. Sedangkan data yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian ini berupa data sekunder yang bersumber dari badan pusat statistik, buku referensi, jurnal penelitian, *website*, mengenai karakteristik jaringan LTE dan *backhaul*.

Tahap kedua adalah perencanaan *microwave link backhaul*. Di tahap ini dilakukan perencanaan *backhaul microwave* dengan menentukan lokasi *site* dan topologi jaringan. Kemudian dilakukan simulasi untuk menghubungkan antar *site* dan dipastikan dapat terhubung secara *Line of Sight (LoS)* tanpa terganggu oleh obstacle antar *site*. Pada tahap ini juga dilakukan perhitungan *link budget* pada *link backhaul* yang digunakan untuk mendapatkan nilai *quality* dan *availability*. Simulasi dilakukan menggunakan Pathloss 5 untuk mengetahui hasil visualisasi dari perencanaan tersebut.

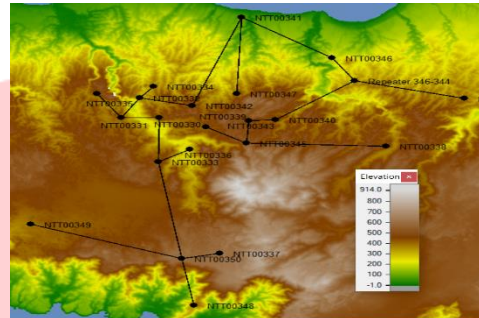


Gambar 2 Diagram Alir Perencanaan

B. Perencanaan *Link Backhaul Microwave*

a. Perencanaan *site* dan pembagian *link*

Untuk melakukan perencanaan *link backhaul*, terlebih dahulu dilakukan perencanaan *site* dan mengetahui *existing site* operator dan *new site* yang ingin direncanakan. Pada perencanaan tersebut terdiri dari 22 *site* dan sebagai inisial rencana transmisi *microwave link* membutuhkan 21 *link* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3



Gambar 3 Perencanaan *microwave backhaul*

Masing-masing *site* dibangun berdasarkan kebutuhan yang ada dengan titik koordinat tiap *site microwave* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Koordinat tiap *site* dari KOMINFO BAKTI 2021

Site	Latitude	Longitude	Elevation (m)	Jenis
NTT0030	09 31 12.00 S	119 37 44.40 E	452,6	New
NTT0031	09 31 12.00 S	119 35 52.80 E	454,8	New
NTT0032	09 29 42.00 S	119 36 46.80 E	377,8	New
NTT0033	09 34 33.60 S	119 37 40.80 E	505,1	New
NTT0034	09 28 51.60 S	119 37 26.40 E	394,7	New
NTT0035	09 29 24.94 S	119 34 40.80 E	474,7	New
NTT0036	09 33 36.00 S	119 39 14.40 E	292,6	New
NTT0037	09 41 27.60 S	119 40 40.80 E	600,3	New

NTT0038	09 33 21.60 S	119 48 50.40 E	481,8	New
NTT0039	09 31 55.20 S	119 40 01.20 E	428,3	New
NTT0040	09 31 22.80 S	119 43 26.40 E	448,6	New
NTT0041	09 23 38.40 S	119 41 45.60 E	80,2	New
NTT0042	09 30 18.00 S	119 39 21.60 E	510,4	New
NTT0043	09 31 26.40 S	119 42 07.20 E	506,6	New
NTT0044	09 29 45.60 S	119 52 40.80 E	400,6	New
NTT0045	09 33 07.20 S	119 42 00.00 E	550,6	New
NTT0046	09 26 42.00 S	119 46 12.00 E	207,7	New
NTT0047	09 29 24.00 S	119 41 31.20 E	411,8	New
NTT0048	09 45 21.60 S	119 39 25.20 E	379,7	New
NTT0049	09 39 14.40 S	119 31 26.40 E	383,6	New
NTT0050	09 41 49.20 S	119 38 49.20 E	639,9	New
repeater 344 - 346	09 28 25.60 S	119 47 18.92 E	373,4	New

C. Perhitungan Link Budget Microwave

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 yang telah disebutkan di atas dengan perhitungan seperti pada persamaan (6) dan (7) sebagai berikut:

- *Link site NTT00337 – NTT00350*
- *Antenna gain (Gtx/Grx)* = 42,9 dBi
- *Daya transmit (Ptx)* = 16 dBm
- *Frekuensi (f)* = 15000 MHz
- *Free Space Loss (FSL)* = 126,78 dB

$$FSL = 92,45 + 20 \log(15) + 20 \log(3,47)$$

$$FSL = 126,78 \text{ dB}$$
- *Rx Threshold* = -67 dBm
- *Ltx dan Lrx* = 0 dB
- *Attenuation* = 2,29 dB

$$Prx = 20 + 44,3 + 44,3 - (130,36) - (2,29)$$

$$Prx = -39,27 \text{ dBm}$$

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

$$FM = -31,27 - (-67)$$

$$FM = 39,27 \text{ dB}$$

IV. HASIL PEMBAHASAN

A. Hasil Perencanaan LTE

Pada analisis perencanaan LTE parameter analisisnya adalah *RSRP*, *SINR*, dan *throughput* yang didapatkan menggunakan *software* simulasi.

a. Perbandingan Parameter LTE

Pada analisis parameter LTE didapatkan perbandingan penyebaran sinyal LTE seperti pada tabel 4

Tabel 4 Perbandingan Hasil Perencanaan LTE

Parameter	700 MHz	900 MHz
<i>RSRP</i>	-60,44 dB	-62,84 dB
<i>SINR</i>	5,82 dB	6,64 dB
<i>Throughput</i>	13,38 Mbps	15,48 Mbps

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa untuk nilai penyebaran sinyal *RSRP* menggunakan frekuensi 700 dan 900 MHz termasuk dalam kategori sangat baik berdasarkan pada Tabel 1[7] oleh karena itu perencanaan LTE dapat dilakukan. Untuk nilai penyebaran *SINR* menggunakan frekuensi 700 dan 900 MHz termasuk dalam kategori baik berdasarkan Tabel 2[7]. Dan juga untuk simulasi *Throughput* menggunakan frekuensi 700 dan 900 MHz layak karena memiliki kecepatan di atas 12 Mbps.

B. Analisis Perencanaan Microwave Backhaul

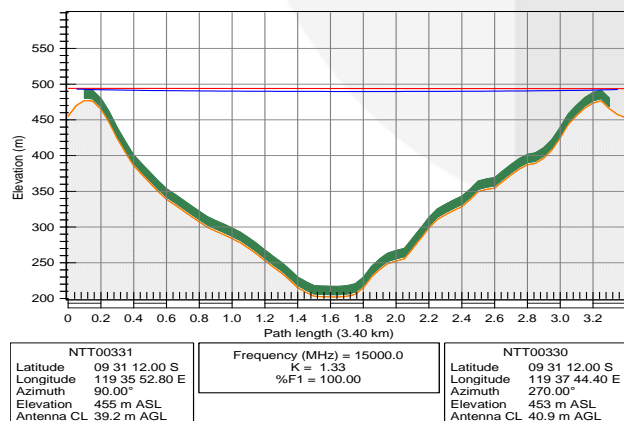
Perencanaan *link backhaul microwave* ini dilakukan di kecamatan Sumba Tengah. Dataran di Sumba Tengah didominasi dengan daerah perbukitan yang memiliki ketinggian *site* yang bervariasi, antara 80,2 sampai dengan 639,9 meter di atas permukaan laut. Oleh karena didominasi oleh kontur daratan, maka akan diberikan asumsi penghalang berupa pepohonan setinggi 15 meter pada setiap *link*.

Dalam perencanaan komunikasi *microwave*, hal yang harus diperhatikan adalah terjadinya kondisi LoS agar *link* yang dirancang layak digunakan. Dengan adanya penghalang diantara *link* tersebut berupa pepohonan, maka untuk mencapai kondisi LoS harus memperhatikan ketinggian, diameter, dan gain antenna. Untuk mendukung perencanaan *backhaul*, diperlukan sebuah perangkat yang sesuai dengan kebutuhan frekuensi kerja yang digunakan. Ditinjau dari kebutuhan frekuensi kerja sebesar 7 GHz dan 15 GHz, dengan kebutuhan kapasitas maksimum *link* sebesar 600 Mbps maka dipilih perangkat radio *microwave* seperti pada Tabel 5:

Tabel 5 Spesifikasi perangkat radio

ERICSSON ML_7HC_STM1		ERICSSON ML_15HC_STM1		
<i>Manufacturer</i>	Ericsson	<i>Manufacturer</i>	Ericsson	
<i>Model</i>	ML_7HC_STM1	<i>Model</i>	ML_15HC_STM1	
<i>Frequency Range</i>	7100 MHz	<i>Frequency Range</i>	14250 MHz	15350 MHz
<i>Signal</i>	128 QAM – 1STM1	<i>Signal</i>	128 QAM – 1STM1	
<i>Tx Power</i>	24 dBm	<i>Tx Power</i>	16 dBm	
<i>Rx Threshold</i>	-67 dBm	<i>Rx Threshold</i>	-68 dBm	

Salah satu Jarak *link backhaul* antara NTT00331 dengan NTT00330, dimana untuk NTT00331 berada di ketinggian 455 mdpl dan NTT00330 berada di ketinggian 453 mdpl. Setelah melakukan simulasi menggunakan *software* simulasi *microwave link backhaul* didapatkan tinggi antenna NTT00331 39,22 m, dan ketinggian antenna NTT00330 40,94 m seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 *Link NTT0031 – NTT00330*

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 nilai daya terima minimum (*Rx Threshold*) yang dibutuhkan adalah sebesar -67 dBm untuk frekuensi 7 GHz, -68 dBm untuk frekuensi 15 GHz., serta pencapaian LoS. Sehingga dapat disimpulkan hasil dari nilai parameter yang dilakukan pada *software* simulasi adalah pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai Daya Terima, Fade Margin, Availability

<i>Link Site</i>	Jarak (Km)	Prx (dBm)	<i>Fade Margin</i> (dB)	<i>Availability</i>	Kesimpulan
NTT00348 – NTT00350	6,7	-26,43	41,57	100 %	Berhasil
NTT00337 – NTT00350	3,42	-25,06	41,94	100 %	Berhasil
NTT00349 – NTT00350	14,31	-23,8	44,2	100 %	Berhasil
NTT00350 – NTT00333	13,62	-25,31	42,69	100 %	Berhasil
NTT00336 – NTT00333	3,36	-24,8	42,2	100 %	Berhasil
NTT00333 – NTT00330	6,19	-25,65	42,35	100 %	Berhasil
NTT00330 – NTT00331	3,4	-24,9	42,1	100 %	Berhasil
NTT00335 – NTT00331	3,96	-26,22	40,78	100 %	Berhasil
NTT00331 – NTT00332	3,22	-25,62	41,38	100 %	Berhasil

NTT00334 – NTT00332	1,96	-24,09	42,91	100 %	Berhasil
NTT00332 – NTT00342	4,24	-25,42	41,58	100 %	Berhasil
NTT00339 – NTT00345	12,52	-26,85	40,15	100 %	Berhasil
NTT00338 – NTT00345	3,11	-26,62	41,38	100 %	Berhasil
NTT00345 – NTT00343	2,42	-24,1	42,9	100 %	Berhasil
NTT00343 – NTT00340	8,94	-25,91	41,09	100 %	Berhasil
NTT00340 – Repeater 346-344	10,12	-27,66	40,34	100 %	Berhasil
NTT00344 – Repeater 346-344	3,78	-25,95	42,05	100 %	Berhasil
Repeater 346-344 – NTT00346	9,89	-25,84	41,16	100 %	Berhasil
NTT00346 – NTT00341	10,62	-27,35	40,65	100 %	Berhasil
NTT00347 – NTT00341	13,04	-25,18	42,82	100 %	Berhasil
NTT00342 – NTT00341	4,24	-24,98	43,02	100 %	Berhasil
NTT00334 – NTT00332	1,96	-24,09	42,91	100 %	Berhasil

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa *link backhaul* menghasilkan nilai level daya terima yang memenuhi target di mana level daya terima minimum untuk frekuensi kerja 7 GHz sebesar -68 dBm dan frekuensi kerja 15 GHz sebesar -67 dBm. Dengan menghitung *link budget* pada parameter yang ada, dengan nilai *fade margin* seperti pada tabel di atas maka didapatkan *availability* sebesar 100 %. Sehingga dapat dikatakan perencanaan *link backhaul* yang dihasilkan layak untuk diterapkan pada Kecamatan Sumba Tengah.

V. Kesimpulan

Pada penelitian ini adalah melakukan perencanaan jaringan LTE dengan menggunakan *microwave link backhaul*, di mana *link backhaul* diambil dari *site KOMINFO BAKTI 2021* dan dengan ini dihasilkan untuk frekuensi 700 MHz nilai rata-rata pada masing-masing parameter SINR sebesar 5,82 dB, *RSRP* sebesar -60,44 dBm dan throughput sebesar 13,38 Mbps. Sedangkan untuk frekuensi 900 MHz nilai rata-rata pada masing-masing parameter SINR sebesar 6,64 dB, *RSRP* sebesar -62,84 dBm dan throughput sebesar 15,48 Mbps. Pada perencanaan ini jarak antar *site* beragam jaraknya, berkisar antara 1,96 Km – 14,41 Km. Oleh karena itu, pada perencanaan ini ditetapkan menggunakan frekuensi kerja 15 GHz untuk jarak antar *site* dibawah 5 Km dan 7 GHz untuk jarak antar *site* diatas 5 Km. Spesifikasi radio *microwave* yang digunakan Ericsson ML 7HC ST STM1 dan ML 15 HC STM1. Hasil dari perhitungan *microwave link backhaul* untuk nilai level daya terima diantara -27,66 dBm sampai -23,8 dBm, gain antena diantara 39,8 dBi sampai 42,4 dBi. Fading Margin rata-rata pada perencanaan *microwave link backhaul* sebesar 43,92 dBm maka nilai *availability* sebesar 100%.

VI. REFERENSI

- [1] B. P. Keuangan, “Penetapan Daerah Tertinggal Tahun 2020-2024,” <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/136563/perpres-no-63-tahun-2020>, Apr. 29, 2020.
- [2] B. P. Statistik, “Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota (Persen), 2019-2021,” <https://ntt.bps.go.id/indicator/23/584/1/persentas-e-penduduk-miskin-menurut-kabupaten-kota.html>, 2021.
- [3] M. T. Fimi Putera and M. L. Rhussary, “Peningkatan Mutu Pendidikan Daerah 3t (Terdepan, terpencil dan Tertinggal) di Kabupaten Mahakam Hulu,” *Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, vol. 12, no. 2, pp. 144–148, 2018.
- [4] P. W. and A. I. I. Putra, “4G LTE Advanced for Beginner and Consultant,” 2017.
- [5] S. P. and J. S. E. Dahlman, “4G LTE-Advanced Pro and The Road to 5G,” vol. III, 2016.
- [6] A. Hikmaturokhman and A. Wahyudin, *Perancangan Jaringan Gelombang Mikro Menggunakan Pathloss 5.0*. 2018.

- [7] P. A. Fadhila, "FEASIBILITY STUDY OF 4G LTE-ADVANCED IMPLEMENTATION USING 2100 MHZ FREQUENCY BAND IN URBAN & URBAN DENSE AREAS: CASE STUDY IN CENTRAL JAKARTA & NORTH JAKARTA".

