

Perencanaan Access Point Radio Microwave Pada Daerah Blank Spot Wilayah 3T

Almurozy Mursidan¹⁾, Masbah R.T Siregar²⁾, Taswanda Taryo³⁾

¹Sansaine Exindo ICT Industries USO KOMINFO-BAKTI
Setiabudi, Jakarta Selatan, Indonesia

²Pasca Sarjana Institut Sains dan Teknologi Nasional,
Srengseng, Jakarta Selatan, Indonesia

³Pasca Sarjana Universitas Pamulang, Jalan Surya Kencana,
Tangerang Selatan, Propinsi Banten, Indonesia

E-mail : ¹almurozy_mursidan@outlook.com; ²mrtsiregar2012@istn.ac.id ; ³otantaryo@gmail.com

Abstrak : Desa Mangge salah satu daerah 3T dikecamatan Lambu-Bima yaitu diujung timur Provinsi NTB yang sampai sekarang masih terjadi *blank spot* jaringan. Sehingga menjadi masalah utama dalam kebutuhan jaringan masyarakat setempat, dalam hal ini untuk menunjang program pemerataan jaringan didaerah 3T (terdepan, terluar dan terjauh) dilakukan analisa pemenuhan jaringan di desa Mangge dengan langkah awal dilakukan perencanaan berupa rancangan *link budget radio microwave* untuk *link point-to-point* dengan menganalisa *site* akses dari tiga *site* terdekat yang memiliki dataran yang lebih tinggi diatas permukaan laut sebagai *link access* ke Mangge yaitu di *site* Doro Na'e, Repiter Wawo dan Doro Saboke. Setelah dilakukan perencanaan rancangan *link access* maka *site* Doro Saboke memiliki lintasan yang *line of sight* (LOS) untuk *access point-to-point* ke Mangge dibandingkan dengan *site* Doro Na'e dan Repiter Wawo yang lintasannya *non line of sight* (NLOS) karena terdapat penghalang gunung yang tinggi dan kekasaran permukaan kontur bumi yang lebih tinggi. *Site* Doro Saboke ke Mangge memiliki jarak pancar 19,45 km dengan *pathloss* lintasan 0 dB dengan *fading margin* 38 dB dan menghasilkan nilai peformansi *throughput* sebesar 193,5 Mbps dengan frekuensi kerja 6 Ghz dan ketinggian antena 30-70 m. Doro saboke mampu memberikan performan *access point* yang lebih optimal dan lebih baik dari pada *access point* dari Doro Na'e dan Repiter Wawo ke Mangge sebagai *site* perencanaan. Sehingga *site* Doro Saboke secara *simulink* mampu memberikan *link access* secara *point-to-point* untuk *site* perencana yaitu di desa Mangge.

Kata Kunci : *Link budget, Line of sight, Microwave simulink*

Abstract : Mangge Village, one of the 3T areas in the Lambu-Bima sub-district, which is at the eastern end of the NTB Province, which until now still has network blank spots. So that it becomes a major problem in the network needs of the local community, in this case to support the network distribution program in the 3T area (front, outermost and farthest) an analysis of network fulfillment in Mangge village is carried out with the initial step of planning in the form of a microwave radio link budget design for point-to-point links. -point by analyzing the access sites from the three closest sites that have higher ground above sea level as the access link to Mangge, namely the Doro Na'e, Repiter Wawo and Doro Saboke sites. After planning the link access design, the Doro Saboke site has a line of sight (LOS) path for point-to-point access to Mangge compared to the Doro Na'e and Repiter Wawo

sites which have a non line of sight (NLOS) path because there are obstacles. high mountains and the surface roughness of the earth's contours is higher. The Doro Saboke to Mangge site has a transmission distance of 19.45 km with a pathloss of 0 dB with a fading margin of 38 dB and produces a throughput value of 193.5 Mbps with a working frequency of 6 GHz and an antenna height of 30-70 m. Doro Saboke is able to provide a more optimal and better access point performance than the access point from Doro Na'e and Repiter Wawo to Mangge as a planning site. So that the Doro Saboke site is simulinked able to provide point-to-point access links for the planning site, namely in the village of Mangge.

Keywords: Link budget, Line of sight, Microwave simulink

PENDAHULUAN

Daerah *blank spot* masih banyak terjadi di daerah-daerah yang berdasarkan ketetapan pemerintah Indonesia yaitu di wilayah 3T (Teterdepan, terluar, dan terjauh) termasuk Bima Nusa Tenggara Barat. Untuk wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) terdapat 44 area atau desa yang masih berstatus *blank spot* dan 65 desa yang mengalami sinyal lemah atau belum terjangkau fasilitas 4G dari 1140 total desa di NTB [2].

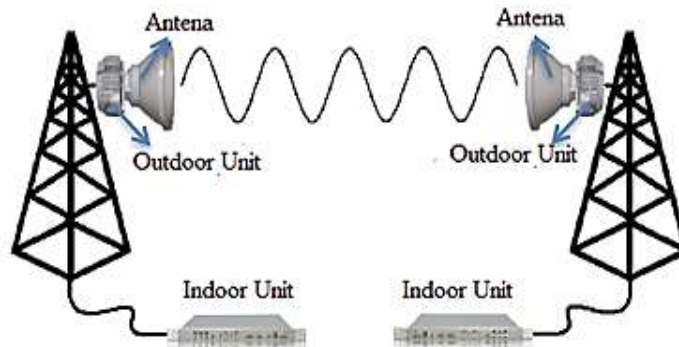
Masyarakat di wilayah 3T sangat kesulitan dalam mendapatkan pelayanan jaringan yang era saat ini sudah menjadi kebutuhan pokok dalam berbagai sektor untuk bersistem digital. *Blank spot* seringkali menjadi penyebab utama karena kondisi geografis sebagai faktor utama terhadap minimnya sinyal yang ada di suatu tempat. Bahkan tidak jarang semakin sulit medan dan kondisi geografisnya, sinyal komunikasi hilang sama sekali. Seperti halnya desa Mangge salah satu desa terdalam di kecamatan Lambu yang merupakan kecamatan ujung timur di Provinsi Nusa Tenggara Barat sampai sekarang masih terjadi *blank spot* dan masyarakat setempat masih belum bisa menikmati pelayanan jaringan seluler. Dalam perencanaan kebutuhan jaringan pada desa Mangge- Lambu kabupaten Bima-NTB ini diperlukan simulasi awal akses *point* suatu propagasi *microwave* dengan menentukan titik koordinat, perencanaan, penentuan ketinggian tower, baik *line of sight* (LOS) maupun *fresnel zone* dari arah *access point* (site A) ke *station* (site B) untuk kebutuhan jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan dan menganalisa estimasi *link budget* serta sistem *line of sight* untuk kebutuhan radio *microwave* untuk daerah *blank spot* di desa Mangge-Lambu kabupaten Bima-NTB. Kontribusi dalam pemanfaatan penelitian ini selain untuk mengetahui rancangan radio *link microwave* dan juga untuk regulator dalam membuat regulasi teknis berkaitan dengan perencanaan *link microwave* guna masyarakat Mangge bisa menikmati kebutuhan jaringan yang pada era ini menjadi kebutuhan pokok dalam segala kemudahan untuk kebutuhan masyarakat.

STUDI LITERATUR DAN DASAR TEORI

Penelitian ini akan mengacu terhadap kajian pustaka sebelumnya dimana telah banyak dilakukan penelitian terkait dengan propagasi *microwave* dalam rancangan maupun analisis yaitu Kristiadi I.D, dkk (2019). Melakukan penelitian yang membahas tentang analisis perancangan transmisi *microwave link* antara Semarang-Magelang untuk radio *access long term evaluation* (LTE) (Jurnal: Buletin Pos dan Telekomunikasi Vol 17 No 2, Universitas Telkom). Hasyim Ahmad, (2016). Melakukan penelitian yang membahas tentang Perencanaan dan analisis kehandalan sistem komunikasi radio *microwave* tanpak pandang pada frekuensi 12750-13250 Mhz (Jurnal: Buletin Pos dan Telekomunikasi Vol 14 No 2, Pusat Penelitian dan Pengembangan Aptika & IKP). Hermawan, A & Suhata (2016). Melakukan penelitian yang membahas tentang komunikasi radio *point to point* stasiun bumi rancabungur dan stasiun bumi rumpin dalam mendukung kegiatan operasi satelit Lapan (Jurnal : Seminar Nasional IPTEK dan Antariksa XX-16, Peneliti Pusat Teknologi Satelit-LAPAN)

Propagasi Radio *Microwave*

Gelombang radio *microwave* terdiri atas dua bagian pokok, yaitu pemancar (Tx) dan penerima (Rx). Pemancar terdiri atas modulator dan antena pemancar, sedangkan penerima terdiri atas demodulator dan antena penerima [9].



Gambar 1. Sistem komunikasi dari *microwave link* [11].

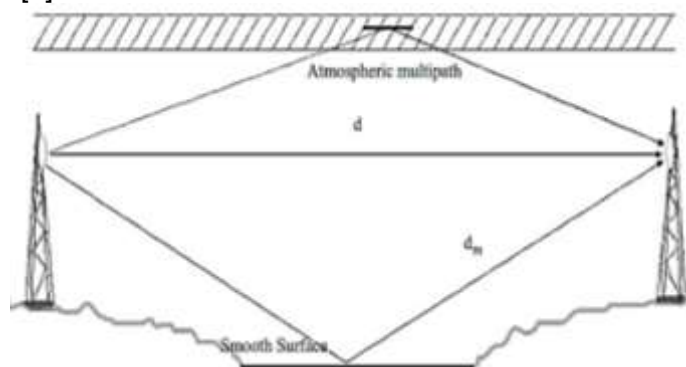
Sistem komunikasi radio gelombang mikro, yang isinya terdapat *Up converter*, *Down converter*, penguat IF (pada sisi penerima), dan penguat RF (pada sisi pemancar) dan IDU (*Indoor Unit*) kemudian akan diteruskan ke antena yang bertugas sebagai untuk menguatkan sinyal RF yang keluar dari ODU (pada sisi pemancar) dan menguatkan sinyal yang diterima untuk diumpungkan pada ODU (pada sisi penerima) [7]. Proses sinyal diudara pada perambatan gelombang radio dengan model propagasi *line of sight* untuk memperkirakan suatu keakuratan perambatan gelombang radio, dan juga untuk memprediksi bagaimana jalur antara transmitter dan receiver [10]. Faktor-faktor kualitas atau peformasi *line of sight* suatu *microwave radio link* dapat berpengaruh oleh :

a. Redaman

Pengaruh penurutan kekuatan sinyal dan perlunya rancangan yang tepat untuk mempertimbangkan terjadinya redaman ruang bebas seperti redaman hujan dan redaman gas-gas diatmosfer sepanjang jarak lintasan [8].

b. *Fading*

Perubahan level daya terima yang berdasarkan interval waktu dinyatakan dalam satuan dB, dan interval waktu itu sendiri disebut durasi fade. Beberapa faktor terjadinya *fading* adalah kontur permukaan bumi, penghalang (bangunan, gedung dan pepohonan) dan kondisi atmosfer [1].

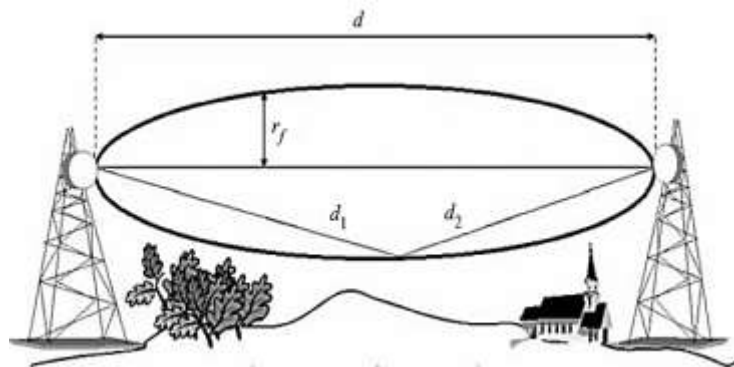


Gambar 2. *Fading Multipath* (lintasan jamak) sinyal [10].

Sinyal tidak langsung diterima yaitu terdiri dari sinyal yang dipantulkan dari permukaan bumi dan lapisan atmosfer.

c. *Fresnel zone*

Apabila pantulan mempunyai panjang setengah kali lebih panjang dari lintasan langsung akan dianggap kalau bumi merupakan pemantul yang sempurna.



Gambar 3. *Fresnel zone* pertama [10].

Dalam analisis “profil lintasan” digunakan peta permukaan bumi yang datar, maka diperlukan faktor koreksi terhadap ketinggian titik *obstacle* (halangan) yaitu dengan menggunakan formula berikut [6].

$$h_{corrected}(m) = 0,079 \cdot \frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{k} \quad (1)$$

Dimana:

- k = faktor kelengkungan bumi seperti pada
- h = perbedaan tinggi titik tersebut, jika dinyatakan kurva bumi datar dengan kurva bumi dengan jarijari efektif bumi.
- d1 = jarak ujung lintasan ke titik refleksi (km)
- d2 = jarak ujung lintasan yang lain ke titik refleksi (km)

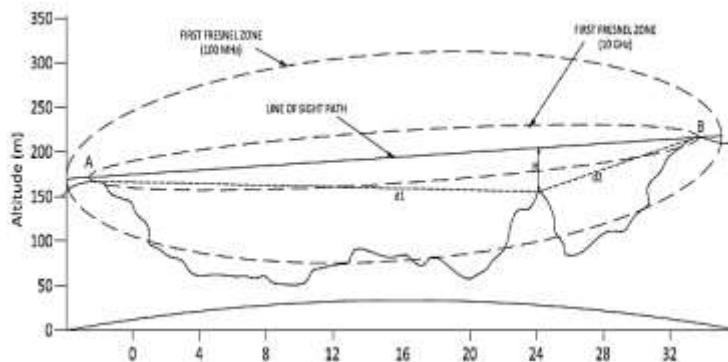
r_f yang merupakan nilai jari-jari dari fresnel zone pertama dimana secara formulasi matematisnya [7].

$$r_f(m) = 17,3 \cdot \sqrt{\frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{f(d_1(km) + d_2(km))}} \quad (2)$$

Dimana:

- r_f = radius daerah *fresnel zone* pertama (m)
- f = frekuesnsi kerja (GHz)
- d1 = jarak ujung lintasan ke titik refleksi (km)
- d2 = jarak ujung lintasan yang lain ke titik refleksi (km)

Dalam perancangan *link radio microwave*, *fresnel zone* pertama merupakan area yang paling mendapat perhatian.



Gambar 4. *Frsnel Zone microwave LOS* [9].

Namun untuk daerah *fresnel zone* selanjutnya ditentukan dengan daerah *fresnel zone* ke-n dan dapat dimodelkan secara matematis sebagai berikut [3]:

$$R_n(m) = 17,3 \cdot \sqrt{\frac{n}{f_{GHz}} \left(\frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{D} \right)} \quad (3)$$

Dimana:

- R_n = jarak lintasan tertentu terhadap lintasan LOS (m)
- n = jumlah *fresnel zone*

$$f_{GHz} = \text{frekuensi kerja (GHz)}$$

$$D = d_{1(km)} + d_{2(km)} \text{ (km)}$$

Parameter *Link Budget*

a. Gain antenna

Merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk merubah arus listrik menjadi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara (ruang bebas) atau sebaliknya dari udara ke media kabel [5].

$$G_t \text{ (dB)} = (P_t \text{ (dBm)} - P_r \text{ (dBm)}) + G_r \text{ (dB)} \quad (4)$$

Dimana:

- G_t = Gain antenna pengirim
- P_t = Level sinyal maksimum yang dikirim
- P_r = Level sinyal maksimum yang diterima
- G_r = Gain antenna terima

b. *Free space Loss*

free space loss dalam kondisi *point-to-point* dengan beberapa rintangan seperti gedung, pegunungan dan pepohonan yang dapat menurunkan daya pada sinyal dalam suatu lintasan/*link* komunikasi diruang bebas ini dapat dimodelkan ke dalam bentuk matematis sebagai berikut [4].

$$FSL = 92,45 + 20 \log D_{(km)} + 20 \log f_{(GHz)} \quad (5)$$

Dimana:

- FSL = *free space loss* (dB)
- D = Jarak TX dan RX dalam lintasan (km)
- f = Frekuensi kerja (GHz)

c. *Effective Isotropically Radiated Power* (EIRP) dan *Isotropic Received Level* (IRL)

EIRP merupakan parameter dari daya efektif yang dipancarkan oleh antenna *access point* di suatu wilayah tertentu. Adapun, EIRP dapat dimodelkan sebagai berikut [1]:

$$EIRP = P_{TX} + G_{TX} - L_{TX} \quad (6)$$

Dimana :

- $EIRP$ = *Effective Isotropically Radiated Power* (dB)
- P_{TX} = Daya pancar (dB)
- P_{RX} = Daya penerima (dB)
- L_{TX} = *Loss* pada pemancar (dB)

Adapun, permodelan IRL dapat ditulis sebagai berikut [3].

$$IRL = EIRP_{dB} - FSL_{dB} \quad (7)$$

Dimana :

- IRP = *Isotropically Radiated Power* (dB)
- $EIRP$ = *Effective Isotropically Radiated Power* (dB)
- FSL = *free space loss* (dB)

d. *Fading Margin*

Menerima dua gelombang yang berbeda yaitu gelombang langsung dan gelombang pantul yang jarak tempuh dan waktu perambatan yang berbeda sehingga menimbulkan level daya yang diterima berbeda pada ujung penerima [3].

$$P_{FM} = 6.0 \times 10^{-5} abfD^3 \times 10^{-Mf/10} \quad (8)$$

Dimana :

- P_{FM} = Daya *fading margin* (dB)
- FM = *fading margin* (dB)
- D = panjang lintasan (km)
- f = frekuensi kerja (GHz)
- a = faktor kekasaran bumi

- 4 : untuk daerah halus, laut, danau, dan gurun
 - 1 : untuk daerah kekasaran rata-rata, dataran
 - $\frac{1}{4}$: untuk pegunungan dan dataran tinggi
- b = faktor iklim
- $\frac{1}{2}$: untuk daerah panas dan lembab
 - $\frac{1}{4}$: untuk daerah normal
 - b : $\frac{1}{8}$; untuk daerah pegunungan (sangat kering)

Hubungan antara availability dan *fading margin* berdasarkan *fading* Rayleigh :

Tabel 1. *Fading Margin* untuk Rayleigh *Fading* [3]

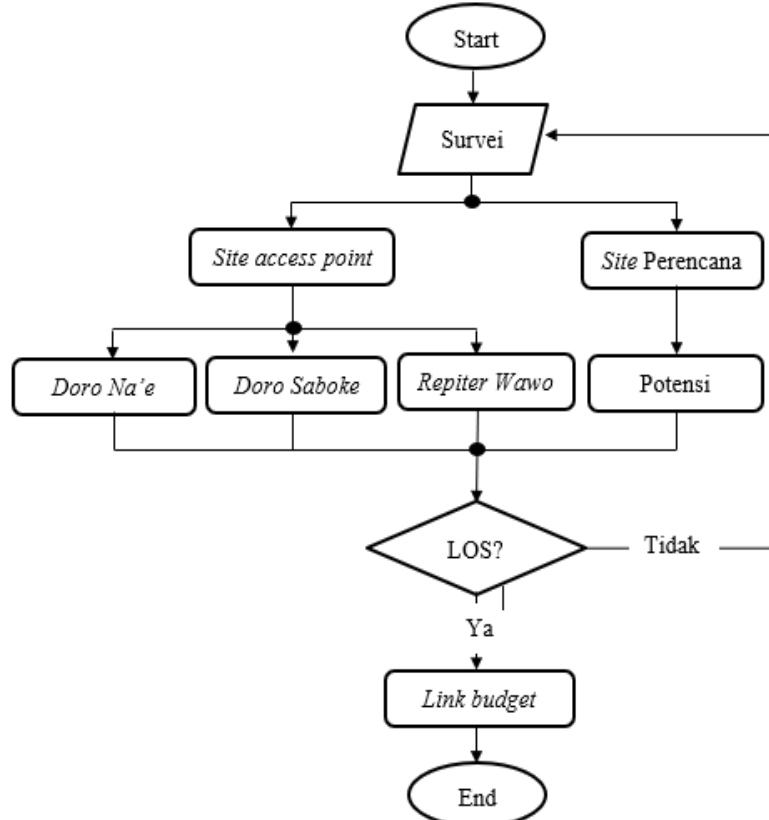
<i>Availability</i> (%)	<i>Fading margin</i> (dB)
90	8
99	18
99.9	28
99.99	38
99.999	48

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode kuantitatif untuk melakukan analisis teknis maupun keterjangkauan lokasi yang digunakan untuk perencanaan radio *link microwave* daerah 3T yaitu didesa Mangge kabupaten Bima.

Teknik Penelitian dan Pengambilan Data

Dilakukan dengan simulasi menggunakan *software LINKPlanner* sebagai *planning tool* yang dapat digunakan untuk simulasi perencanaan *link microwave point-to-point* (PTP) untuk memprediksi performan maupun optimasi. Simulasi dilakukan dengan mempertimbangkan persyaratan komunikasi radio *microwave line of sight* dengan *flowchart* pada gambar 6.



Gambar 5. Flowchart Penelitian

Gambar 5 merupakan alur rancangan penelitian yang meliputi posisi pengambilan *link acces* untuk perencanaan *link budget radio microwave* dengan beberapa spesifikasi yaitu

diambil parameter ketinggian *link access* diatas permukaan laut yang lebih tinggi dalam menghalau penghalang berupa kondisi geografis pada daerah penerima.

Tabel 2. Perencanaan *site access point*

Nama Site	Latitude	Longitude	Diatas permukaan laut
Doro Na'e	-8.5441454	118.811333	827,42 meter
Doro Saboke	-8.6813889	119.118027	928,88 meter
Repiter Wawo	-8.5080807	118.886755	826,20 meter

Sumber : data olah

Kondisi wilayah antara *access point* ke wilayah penerima meliputi beberapa kondisi lingkungan yaitu :

Tabel 3. Rincian kondisi wilayah akses *point to receiver*

Nama Site	Perkebunan	Pegunungan	Persawahan
Doro Na'e	✓	✓	-
Doro Saboke	✓	✓	✓
Repiter Wawo	✓	✓	-

Sumber : data olah

Teknik Analisis

Berdasarkan data sekunder dan frekuensi kerja, dimensi dan efisiensi antena dan asumsi *linkungan* dan kondisi permukaan bumi sebagai persyaratan *line of sight* dengan menganalisa skenario optimal dan sistem komunikasi radio *microwave* yaitu :

- Perencanaan desain *link microwave* dengan akses *point* dari tiga titik dengan mencari *site* yang paling optimal
- Perencanaan *point-to-point* dengan melihat kondisi jalur *line of sight*
- Analisa *path profile* berupa ketinggian antena, *fading margin* untuk keahandalan sistem *microwave* dan perencanaan estimasi *link budget*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa *Line of sight access point*



Gambar 6. *Access point to point*

Dilakukan analisa *software* dari *site access point (transmitter)* ke *site* perencanaan (*receiver*) yang berdasarkan ketinggian antena pemancar dan penerima $30\text{ m} < x < 70\text{ m}$. Dimana gambar 6 dilakukan *point-to-point* (PTP) dari *site* perencanaan *access* yaitu *site* name Doro Na,e, Doro Saboke dan Repiter Wawo sebagai near end *link* untuk mengukur kondisi *line of sight* ke end *site* (*site* perencanaan) di Mangge. Sehingga dengan analisa simulasi *software LinkPlanner* dengan frekuensi kerja 6 Ghz terjadi kondisi Non LOS pada *site access* Doro Na'e dan Repiter Wawo sedangkan pada pada *site access* Doro Saboke kondisi LOS.



Gambar 7. PTP Site Doro Na'e ke Mangge



Gambar 8. PTP Site Doro Saboke ke Mangge



Gambar 9. PTP Site Repiter Wawo ke Mangge

Akses *point-to-point* dengan ketinggian *site access* dan *site penerima* $30\text{ m} < x < 70\text{ m}$ pada gambar 7 dan gambar 8 merupakan kondisi *link access* antara *site* Doro Na'e dan Repiter Wawo ke Mangge dengan kondisi non LOS karena terdapat penghalang dengan ketinggian gunung 600 meter dan 550 m diatas permukaan laut. Gambar 9 merupakan *link access* dari *site* Doro Saboke terdapat tinggi penghalang 400 meter tapi masih dalam kondisi LOS.

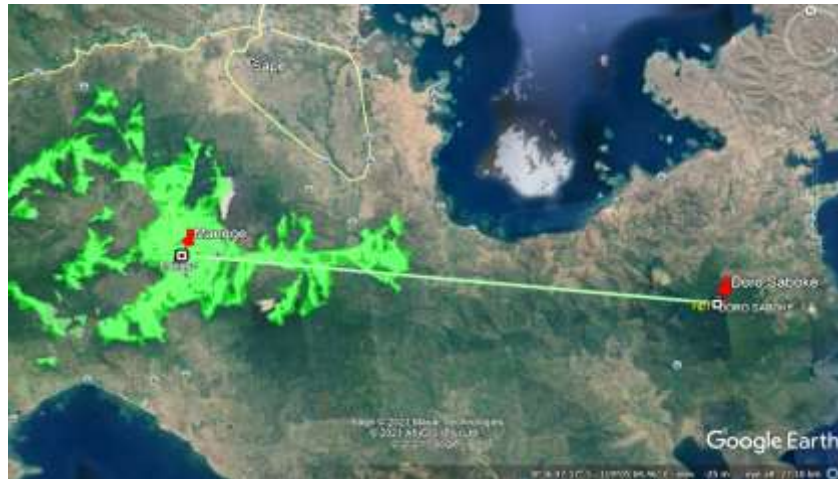
Tabel 4. PTP *site Access* ke Mangge

Poit-to-Point	Path Loss (dB)	Pemukaan Kasar (m)	Penghalang (meter)	Jarak (km)
Doro Na'e to Mangge	43,29	224,56	600	18,28
Doro Saboke to Mangge	0	190,8	400	19,48
Repiter Wawo to Mangge	32,12	224,24	550	16,2

Semakin tinggi pengalng dan kekasaran suatu permukaan lintasan dengan pengaruh jarak maka nilai *pathloss* yang dihasilkan akan semakin besar. Pada tabel 4 lintasan Doro Na'e dan Repiter Wawo ke Mangge memiliki nilai *pathloss* yang lebih besar dibandingkan nilai *pathloss* pada lintasan Doro Saboke ke Mangge karena dipengaruhi nilai penghalang dan kekasaran permukaan yang lebih tinggi.

Analisa *link budget*

Pada simulasi *site access* Doro Saboke to Mangge memiliki jalur *line of sight* mengacu pada gambar 7 dengan pengaturan ketinggian antenna simulasi $30\text{ m} < x < 70\text{ m}$.



Gambar 10. PTP jalur *link access* Doro Saboke ke Mangge

Sistim konfigurasi simulasi pada gambar 10 merupakan simulasi *access link* radio *microwave* Doro Saboke ke Mangge dengan frekuensi kerja 6 Ghz, untuk efisiensi antenna, asumsi *linkungan* dan permukaan yang terjadi sepanjang lintasan 19,48 km.

Tabel 5. Summary PTP Doro Saboke ke Mangge

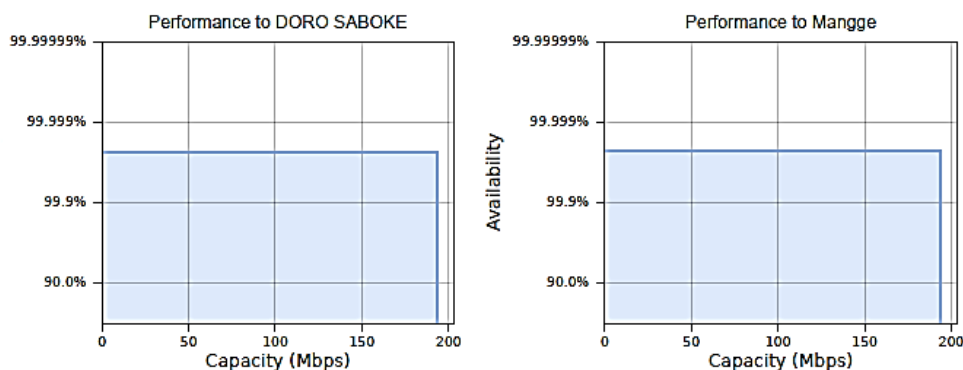
Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput in Either Direction (Mbps)	DORO SABOKE			Mangge		
			Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)
6	386.50	193.25	7.55	99.9944	99.9944	7.72	99.9950	99.9950

Dalam hubungan *availability* dan *fading margin* berdasarkan *fading rayleigh* [3] pada tabel 1 dengan nilai *availability* pada tabel 6 berada pada nilai 38 dB. Sehingga gambar 11 merupakan *performance* yang terjadi pada lintasan PTP

Tabel 6. Summary PTP Doro Saboke ke Mangge

Summary	
Link Name	DORO SABOKE to Mangge
Profile Type	Line-of-Sight
Equipment Type	PTPU6820S
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	19.480 kilometers
Free Space Path Loss	134.79 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 386.48 Mbps assuming PTP-820 Series running the Release 11.5 software
RF Frequency Band	Upper 6 GHz (6400 to 7125 MHz)

PTP Doro Saboke ke Mangge pada tabel 5 memiliki kondisi LOS dengan FSPL 134,78 dB dan nilai *pathloss* 0 dan menandakan bahwa jalur akses komunikasi bisa dikonfigurasi dan bekerja dengan lintasan frekuensi kerja 6 Ghz.



Gambar 11. Grafik performance faktor availability PTP access Doro Saboke dan Mangge

Gambar 11 merupakan peforman yang terjadi pada lintasan komunikasi radio *microwave* antara Doro Saboke ke Mangge memiliki nilai *throughput* 193.25 Mbps karena pengaruh kontur permukaan maupun cuaca lintasan sehingga menimbulkan terjadinya daya *fading margin*.

KESIMPULAN

Site Doro Saboke memiliki *link access point-to-point* yang LOS bila dibandingkan dengan *site* Doro Na'e dan Repiter Wawo ke desa Mangge dengan koordinat *site* perencanaan penerima Mangge 08.64128S 118.94568E. *Site* Doro saboke ke Mangge memiliki jarak pancar 19,45 km dengan *pathloss* lintasan yang terjadi 0 dB dengan *fading margin* 38 dB dan menghasilkan nilai peforman *throughput* sebesar 193,5 Mbps sehingga *point-to-point* Doro Saboke ke Mangge secara simulasi *LinkPlanner* bisa beroperasi dengan frekuensi kerja 6 Ghz dengan ketinggian antenna 30<x<70 m. Doro saboke mampu memberikan peforman *Acces Point* yang lebih optimal dan lebih baik dari pada *access point* dari Doro Na'e dan Repiter Wawo ke Mangge sebagai *site* perencanaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak atas penelitian ini terutama kepada Dr. Ir. Abdul Mufti, M.T selaku Dekan Pasca Sarjana dan Prof. Dr. Phil. Nat. Masbah R.T Siregar, Dipl. A.P.U selaku Ketua Program Studi Pasca Sarjana Teknik Elektro serta seluruh Bapak/Ibu Dosen dan staff Program Studi Pasca Sarjana Teknik Elektro khususnya konsentrasi Teknik Telekomunikasi dan Komputer di Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) untuk segala arahan dan bimbingan yang penuh dengan literasi yang membangun.

DAFTAR PUSTAKA

- Angueira, P., & Romo, J.A. (2012). *Mircowave line of sight link engineering. University of the Basque Country E.T.S.I* (pp. 151 227). Bilabao : Spain.
- DISKOMINFO (29 Maret 2019). *195 Desa diNTB termasuk Area Blank Spot*. (16 Februari 2021 : <https://www.republika.co.id/>).
- Freeman, R.L (2007). *Radio system design for telecommunications (3rd ed)*. IEEE *The Instutute of Electrical and Electronics Engineers* (pp. 16 57 73 76). New York : U.S
- Goktas, P (2015). *Multipath fading effect on terrestrial microwave LOS radio link*. 2015 IEEE *Departement of Electrical-Electronics Engineering*, Bikent University. Ankara : Turkey
- Guha, D. (2005). *Microstrip patch antenna with defected ground structure for cross polarization suppression*. IEEE *Antenna and wireless propagation*, Institute of Radio Physics Electronics University of Calcutta (Vol. 4, Februari 2005). Kolkata : India.
- Harras, H., Sugiarti, E., & Wahyudi, W. (2020). *Kajian Manajemen Sumber Daya Manusia Untuk Mahasiswa*.
- Hasyim, A (2016). *Perancangan dan analisis kehandalan sistem komunikasi radio microwave tanpak pandang pada pita frekuensi 12750-13250 MHz*. Jurnal Buletin

- pos dan Telekomunikasi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Aptika & IKP (Vol.14 No.2 2014). Jakarta : Indonesia
- Hudiono (2016). *Sistem komunikasi radio dan laboratorium*. POLINEMA PRESS (pp. 6 65 138). Indonesia : Malang.
- Ibrahim, A. H (2019). *Link budget desiggn for RF line-of-sight via theoretical propagation prediction*. Int. J. Communication, Network and system sciences. Electrical Engineering Department-College of Engineering Qassim University. Buraydah : Saudi Arabia
- Kristiadi, I.D (2019). *Analisis perencanaan transmisi microwave link antara Semarang-Magelang untuk radio access long term evaluation (LTE)*. Jurnal Buletin pos dan Telekomunikasi, CMRT- School of Electrical Engineering, Telkom University. (Vol.17 No.2 2019). Bandung : Indonesia.
- Mishra, A.R (Ed.). (2007). *Advanced cellular network planning and optimisation 2G/2.5G/3G...evaluatin to 4G* (pp. 40 249 261). West Sussex : U.K
- Mukrodi, M., & Wahyudi, M. (2018). PENGARUH KEPEMIMPINAN DAN BUDAYA ORGANISASI TERHADAP MOTIVASI KERJA SERTA IMPLIKASINYA PADA KOMITMEN PEGAWAI DI KANTOR-KANTOR KEMENTRIAN AGAMA SE PROPINSI BANTEN. *Jurnal Ekonomi Efektif*, 1(1).
- Nardi Sunardi Et Al (2020). Determinants of Debt Policy and Company's Performance, *International Journal of Economics and Business Administration* Volume VIII Issue 4, 204-213
- Nepomuceno, N. (2010). *Network optimization for wireless microwave bachaul*. Computer Science Universite Nice Sphia Antipolis (pp. 10). Nice : France
- Sunardi, N., & Lesmana, R. (2020). Konsep Icepower (Wiramadu) sebagai Solusi Wirausaha menuju Desa Sejahtra Mandiri (DMS) pada Masa Pandemi Covid-19. *JIMF (Jurnal Ilmiah Manajemen Forkamma)*, 4(1).
- Wahyudi, M. (2018). DETERMINAN KOMITMEN ORGANISASI DOSEN DI WILAYAH KOPERTIS IV. *Jurnal Ekonomi Efektif*, 1(1).