

PERANCANGAN INFRASTRUKTUR JARINGAN *BACKBONE* KOMUNIKASI DATA DI KABUPATEN TAMBRAUM

Alexander Jamlean^{1a}

¹Program, Magister Teknologi dan Rekayasa, Magister Teknik Elektro, Universitas Gunadarma

^aalex123barca@gmail.com

Abstrak

Gambar rencana infrastruktur jaringan backbone menjadi salah satu bagian dalam pengembangan teknologi informasi pada kabupaten Tambrauw. Jaringan yang berbasis pada teknologi wireless sebagai pengembangan dari teknologi wired dalam implementasinya memerlukan survei lapangan yang akurat. Penelitian dilakukan dengan melalui survei sebagai tahapan awal menentukan lokasi koordinat untuk penempatan berbagai peralatan jaringan yang mendukung pengembangan teknologi wireless. Survei ini menjadi penting ketika terdapat tantangan berupa kondisi topografi wilayah kabupaten Tambrauw yang terdiri dari hamparan perbukitan dan pegunungan. Survei lapangan dilakukan di 7 distrik dengan menggunakan GPS (Global Positioning System). Survei dilakukan dengan mempertimbangkan visual line of sight dengan bantuan dari masyarakat setempat melalui metode wawancara. Permasalahan pokoknya, bagaimana melakukan pemilihan lokasi penempatan menara untuk ketersambungan antar distrik dengan survei lapangan yang bermedan berat, sehingga analisis topografi menggunakan software Global Mapper 11.02 juga Google Eart 6.0.0.1735 (beta) sangat membantu, dan akhirnya diperoleh 20 titik koordinat lokasi sebagai kandidat penempatan peralatan jaringan dengan sekali hop tanpa repeater. Radius fresnel zone merupakan hal yang diperhatikan pada ketersambungan antar distrik di kabupaten Tambrauw, melalui topologi partial mesh memberikan manfaat ketersambungan antar distrik yang stabil karena memiliki jalur backup.

Kata Kunci; komunikasi data, backbone, GPS, radius Fresnel

BACKBONE NETWORK INFRASTRUCTURE DESIGN OF DATA COMMUNICATION IN TAMBRAUW COUNTY

Abstract

The picture of backbone network infrastructure becomes one of the parts in developing information technology in Tambrauw County. Wireless technology-based network as development of wired technology requires an accurate field survey in the implementation. The study is conducted through a survey as the early step to determine the coordinate location of various network tools occupancy supporting wireless technology development. The

survey is important when there is an obstruction such as the topography of Tambrauw county which consists of hills and mountains. The survey is conducted in seven districts using GPS (Global Positioning System). The survey is conducted by considering visual line of sight with the help of local citizen through interview. The main problem is how to select the place to set the tower for the continuity of inter-districts with a heavy terrain field survey. In consequence, the topography analysis using Global Mapper 11.02 software and Google Earth 0.0.1735 (beta) will be very helpful. Therefore, it is obtained that 20 coordinate points as the network infrastructure placement with one hop without repeater. Fresnel zone radius is the thing to note on the continuity of inter-districts in Tambrauw county, through partial mesh topology, it provides the benefits of stabil continuity of inter-districts because it has backup track.

Keywords: data communication, backbone, GPS, Fresnel radius

PENDAHULUAN

Semua langkah-langkah yang dilakukan pemerintahan kabupaten Tambrauw terhadap pelayanan publik akan kebutuhan informasi dan komunikasi sampai saat ini berjalan cukup baik walaupun tidak terlalu maksimal karena tidak semua distrik di kabupaten Tambrauw terlayani akibat letak geografis daerah yang terdiri dari hamparan bukit-bukit dan gunung yang terjal. Untuk memperluas daya jangkauan pelayanan publik terhadap kebutuhan informasi dan komunikasi perlu dibangun sebuah jaringan backbone yang dapat menjadi penghubung antara distrik di kabupaten tersebut.

Jaringan backbone ini selain dapat dimanfaatkan untuk penyaluran telekomunikasi seluler juga dapat dimanfaatkan untuk pelayanan administrasi publik secara terpadu seperti pelayanan kesehatan, pendidikan dan administrasi pemerintahan, jika jaringan backbone ini dibangun maka sudah pasti akan memberikan dampak positif bagi masyarakat.

Melihat persoalan diatas maka sebelum dibangun sebuah jaringan backbone antar distrik di kabupaten Tambrauw ,perlu dikaji secara mendalam perancangan infrastruktur jaringan backbone karena tanpa perancangan yang baik akan mengakibatkan distribusi komunikasi dan informasi menjadi tidak efektif, hal ini menjadi alasan utama

dilakukan penelitian tentang ”Perancangan Infrastruktur Jaringan Backbone Komunikasi Data di Kabupaten Tambrauw”

TINJAUAN PUSTAKA

Transmitter (Tx) Power

Semua radio memiliki level Tx power tertentu yang dihasilkan pada *interface* RF. Tx power diukur sebagai jumlah energi yang disalurkan melalui satu lebar frekuensi (*bandwidth*). Satuan yang digunakan adalah dBm dan Watt. dBm adalah level power relative yang mewakili 1 milliwatt. Sedangkan W adalah level linear power yang mewakili Watts. Hubungan antara dBm dan W bisa dituliskan dengan persamaan matematis [Purbo, 2005]:

$$\text{dBm} = 10 \times \log[\text{Power in Watts} / 0.001\text{W}] \quad \dots\dots(2)$$

$$W = 0.001 \times 10^{[\text{Power in dBm} / 10 \text{ dBm}]} \quad \dots\dots(3)$$

Receiver (Rx) Sensitivity

Semua radio memiliki point of no return, yaitu keadaan dimana radio menerima sinyal kurang dari RX sensitivity yang ditentukan sehingga radio tidak bisa melihat data yang dikirim. Rx sensitivity dinyatakan dengan satuan dBm dan atau Watt [Purbo, 2005].

Pada kebanyakan radio, Rx sensitivity didefinisikan pada level tertentu dari Bit Error Rate (BER). Nilai BER yang umumnya digunakan adalah 10⁻⁵ (99,

999%). Pada peralatan Wi-Fi, Rx sensitivity harus berada pada range -79 sampai -80 dBm dengan noise -90 sampai -96 dBm [Purbo, 2005].

Radiated Power

Dalam sistem nirkabel, antenna digunakan untuk mengkonversi gelombang listrik menjadi gelombang elektromagnet. Besar energi antenna dapat memperbesar sinyal terima dan kirim, yang disebut sebagai Antenna Gain yang diukur dalam :dBi : relatif terhadap isotropic radiator dBd: relatif terhadap dipole radiator dimana 0 dBd = 2,15 dBi [Purbo, 2005].

Pengaturan yang dilakukan oleh FCC harus memenuhi ketentuan dari besarnya daya yang keluar dari antenna. Daya ini diukur berdasarkan dua cara[Purbo, 2005]:

1. **Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)** = daya di input antenna [dBm] + relatif antenna gain [dBi]
2. **Effective Radiated Power (ERP)** = daya di input antenna [dBm] + relatif antenna gain [dBd]

Line of Sight

Line of sight dapat diartikan sebagai kondisi tampak pandang antara tower pengirim dan penerima tanpa adanya obyek penghalang (obstacle). Istilah Line of Sight, dimodelkan sebagai melihat titik B dari titik A dimana tidak terdapat penghalang antara A dan B, sehingga disebut Line of Sight.

Konsep Line of Sight menjadi lebih kompleks jika menggunakan gelombang mikro, dimana sebagian besar karakteristik perambatan atau propagasi gelombang elektromagnetik tergantung pada panjang gelombangnya [Purbo, 2005].

Panjang gelombang cahaya adalah sekitar 0.5 mikrometer, sementara gelombang mikro yang biasa digunakan dalam jaringan wireless mempunyai panjang gelombang beberapa centimeter. Hal ini menjadikan pancaran gelombang mikro akan lebih lebar, dimana gelombang mikro membutuhkan ruang atau jalan yang lebih lebar. Pada ketersambungan line of sight A dan B terdapat daerah Fresnel yang

merupakan area dimana sinyal dari antenna tower terdistribusi secara efektif. Daerah Fresnel harus bersih dari segala hambatan [Purbo, 2005].

Menerapkan Line of Sight (LoS) antara antenna radio pengirim dan penerima merupakan hal paling penting, Ada dua jenis LoS yang kita harus perhatikan [Purbo, 2005]:

1. **Optikal LoS**, kemampuan untuk saling melihat antara satu tempat dengan tempat lainnya
2. **Radio LoS**, kemampuan radio penerima untuk “melihat” sinyal yang dipancarkan

LoS dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini:

1. **Panjang lintasan**, adalah panjang lintasan antara Tx dan Rx
2. **Faktor K**, Faktor pengali jari-jari bumi. Untuk indonesia k: 1,33 atau 4/3
3. **Kontur bumi**, Adalah kondisi permukaan dari bumi yang bisa berupa bukit, lembah dan lainnya.
4. **Daerah fresnel**, Adalah daerah berupa lintasan elips dalam lintasan propagasi gelombang radio dimana daerah tersebut dibatasi oleh gelombang tak langsung (indirect signal) dan mempunyai beda panjang lintasan dengan sinyal langsung sebesar kelipatan $\frac{1}{2}\lambda$ atau 2 kali $\frac{1}{2}\lambda$.
5. **Tinggi penghalang**, tinggi penghalang atau obstacle, yang bisa berupa pohon, gedung atau bangunan lainnya.

Fresnel Zone

Konsep kejernihan zona Fresnel dapat digunakan untuk menganalisa interferensi dan gangguan yang disebabkan oleh halangan yang terdapat pada jalur sorotan gelombang radio. Zona yang pertama harus diletakkan pada suatu ketinggian yang bebas hambatan untuk menghindari interferensi pada penerimaan gelombang radio [Purbo, 2005].

Walaupun demikian, sejumlah tingkat hambatan masih dapat ditoleransi, sesuai aturan tangan kanan, hambatan maksimum

yang dapat ditoleransi adalah 40%, hambatan yang disarankan adalah kurang dari 20% [Purbo, 2005].

Untuk membuat sebuah zona Fresnel, pertama kali haruslah ditentukan RF Line of Sight (RF LoS), yaitu suatu garis lurus antara antenna pemancar dan penerima. Zona di sekitar RF LoS tersebut akan menjadi zona Fresnel [Anonim1, 2013]. Persamaan zona Fresnel pada titik P sepanjang garis lurus RF LoS adalah:

$$F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \dots\dots\dots (4)$$

dimana,

F_n adalah radius zona Fresnel urutan ke n (meter)

d_1 adalah jarak dari titik P ke salah satu antenna (meter)

d_2 adalah jarak dari titik P ke antenna yang lain (meter)

λ adalah panjang gelombang dari sinyal yang dipancarkan (meter)

Radius maksimal penampang melintang dari zona Fresnel yang pertama yang terletak pada titik tengah garis lurus RF LoS dapat dihitung:

$$r = 72.05 \sqrt{\frac{D}{4f}} \dots\dots\dots (5)$$

dimana

r adalah radius (feet)

D adalah jarak antara antenna pemancar dan penerima (mil)

f adalah frekuensi gelombang yang dipancarkan (gigahertz).

atau:

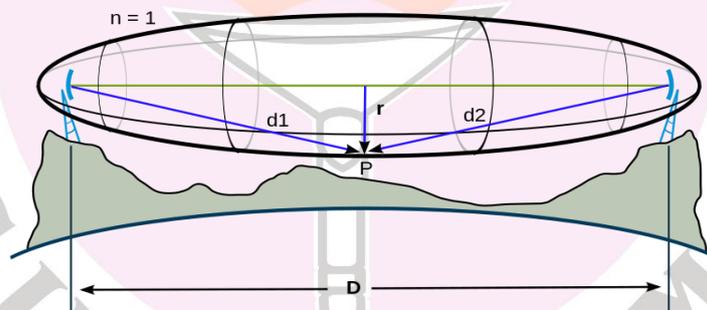
$$r = 17.32 \sqrt{\frac{D}{4f}} \dots\dots\dots (6)$$

dimana,

r adalah radius (meter)

D adalah jarak antara antenna pemancar dan penerima (kilometer)

f adalah frekuensi gelombang yang dipancarkan (gigahertz).



Gambar 1 Fresnel zone [Anonim1, 2013]

Energy Loss

Pada sistem nirkabel, ada banyak faktor yang menyebabkan kehilangan kekuatan sinyal, seperti kabel, konektor, penangkal petir dan lainnya yang akan menyebabkan turunnya unjuk kerja dari radio jika dipasang sembarangan.

Pada radio yang memiliki daya rendah seperti 802.11b, setiap dB adalah sangat berarti, dan harus diingat “3 dB Rule”, yaitu setiap kenaikan atau kehilangan 3 dB, kita akan mendapatkan dua kali lipat daya atau kehilangan setengahnya. Sumber yang menyebabkan kehilangan daya dalam sis-

tem nirkabel, antara lain : free space, kabel, konektor, jumper, hal-hal yang tidak terlihat [Purbo, 2005].

Fading (Pemudaran)

Selain LOS, kita juga mengenal Fading. Fading adalah suatu kondisi melemah atau menguatnya sinyal yang diterima karena adanya pengaruh multipath fading, ducting dan karakteristik dari lintasan gelombang.

Fading dapat menguatkan atau melemahkan sinyal yang diterima Rx. Berdasarkan penyebabnya, fading dapat dibedakan menjadi [Purbo, 2005]:

1. **Flat Fading**, Pudaran karena pengaruh indeks bias dan mengikuti bentuk permukaan bumi.
2. **Atmospheric multipath fading**, Pudaran karena pengaruh atmosfer
3. **Ground reflection multipath fading**, Pudaran karena pantulan berkas ke permukaan tanah.

Link Budget

Perhitungan Link budget sebenarnya untuk memastikan bahwa level daya penerimaan lebih besar atau sama dengan level daya threshold ($RSL \geq Rth$) agar sinyal cukup kuat untuk diterima receiver dengan baik [Theodore, 2002]

$$\text{Link budget} = (RSL \geq Rth) \dots\dots\dots (7)$$

Perhitungan diawali dengan menghitung besaran yang menyatakan kekuatan daya pancar antena berupa EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*), yang dapat dihitung dengan rumus

$$EIRP = P_{tx} + (G_{tx} - L_{tx}) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana P_{tx} adalah daya pancar (dBm), G_{tx} merupakan *gain* antena pemancar (dBi) dan L_{tx} besarnya *losses* pada pemancar (dB). Perhitungan selanjutnya adalah mencari besarnya RSL (*Receive Signal Level*) berupa level sinyal yang diterima di penerima dengan rumus [Anonim2, 2008]:

$$RSL = (EIRP - L_{propagasi}) + (G_{rx} - L_{rx}) \dots\dots\dots (9)$$

Dimana $L_{propagasi}$ merupakan *losses* gelombang saat berpropagasi (dB), G_{rx} adalah gain antena penerima (dBi) dan L_{rx} berupa *losses* saluran penerima (dB).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan Link budget sebagai berikut [Anonim2, 2008]:

- a. Kinerja dari setiap link komunikasi tergantung pada kualitas dari peralatan yang digunakan.

- b. Link budget adalah cara mengukur kinerja link.
- c. Received power 802.11 ditentukan oleh tiga faktor: transmit power, transmitting antenna gain, dan receiving antenna gain.
- d. Jika Link budget mempunyai kekuatan minus, maka free space loss dari jalur link lebih besar dari level sinyal minimum yang diterima di radio penerima, maka link tersebut memenuhi syarat.
- e. Perbedaan antara minimum received signal level dan aktual received power disebut sebagai link margin.
- f. Link margin harus positif, dan harus dimaksimalkan (harus setidaknya 10 dB atau lebih untuk link yang dapat diandalkan).

Signal Propagation /Free Space Loss

Sinyal yang meninggalkan antena, maka akan merambat dan menghilang di udara. Pemilihan antena akan menentukan bagaimana jenis rambatan yang akan terjadi. Pada 2,4 GHz sangat penting jika kita memasang kedua perangkat pada jalur yang bebas dari halangan. Jika rambatan sinyal terganggu, maka penurunan kualitas sinyal akan terjadi dan mengganggu komunikasinya. Pohon, gedung, tanki air, dan tower adalah perangkat yang sering mengganggu rambatan sinyal.

Kehilangan daya terbesar dalam sistem nirkabel adalah Free Space Propagation Loss. Free Space Loss dihitung dengan rumus [Purbo, 2005]:

$$FSL(dB) = 36.6 + 20 \text{ Log } F(\text{MHz}) + 20 \text{ Log } D(\text{km}) \dots\dots (10)$$

dimana :

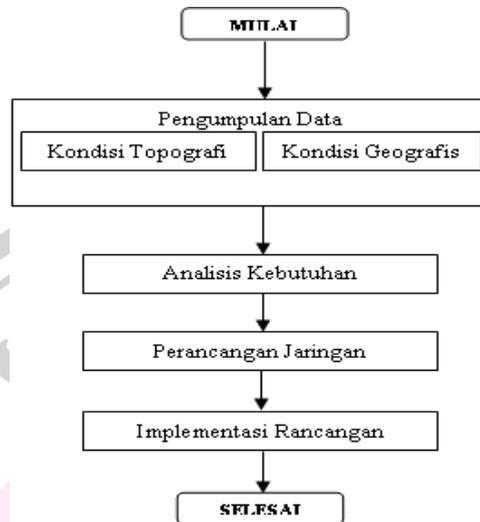
F = frekuensi yang digunakan (MHz)

D = jarak (km)

METODE PENELITIAN

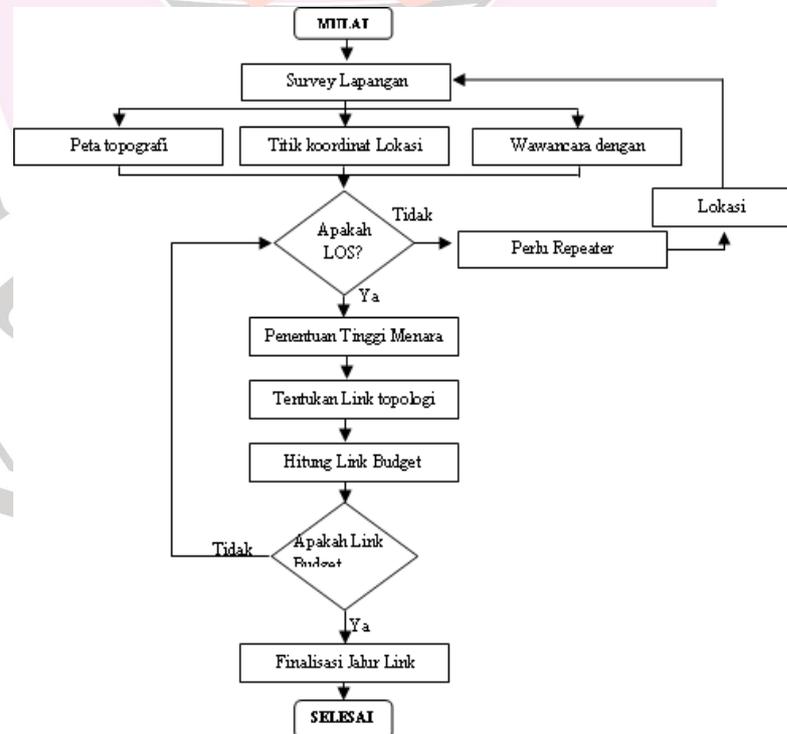
Deskripsi Kerangka Pemikiran

Deskripsi kerangka pemikiran dapat dilihat pada diagram Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Deskripsi Kerangka Pemikiran

Secara khusus kerangka pemikiran langkah-langkahnya secara khusus digambarkan mulai sampai selesai seperti bagan perancangan infrastruktur jaringan backbone disusun untuk memudahkan alur berfikir , Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Alir Perancangan Jaringan Backbone

Perancangan Infrastruktur Jaringan Backbone Komunikasi Data

Sesuai dengan bagan alir Gambar 3 maka Langkah-langkah perencanaan infrastruktur jaringan backbone dilakukan melalui tahapan berikut :

1. Melakukan wawancara dengan masyarakat setempat mengenai wilayah kabupaten Tambaruw, yang meliputi area coverage untuk mendapatkan Line Of Sight terhadap distrik-distrik yang terdapat di kabupaten Tambaruw.
2. Menentukan letak titik koordinat link lokasi sementara untuk rencana pendirian menara komunikasi.
3. Analisis Line Of Sight (LOS)
4. Menentukan tinggi menara
5. Perancangan topologi link jaringan
6. Perhitungan Link Budget antara Tx dan Rx
7. Rancangan peralatan outdoor dan indoor serta instalasinya

Survei Lapangan

Setelah mendapatkan ijin survei, maka survei lapangan dilakukan dari tanggal 10 – 30 maret 2013 lokasi penelitian dipusatkan di ibukota sementara kabupaten Tambaruw yaitu distrik Sausapor.

Survei akan mendapatkan titik lokasi yang dibutuhkan untuk membangun menara komunikasi setiap distrik di kabupaten Tambaruw, survei lapangan dilakukan di 7 Distrik dengan tahapan awal sebagai berikut:

1. Melakukan wawancara dengan warga setempat
2. Menentukan letak titik koordinat link lokasi sementara untuk rencana pendirian menara komunikasi.

Wawancara

Pertanyaan yang harus diajukan ditujukan kepada warga lokal seperti kepala distrik atau kepala desa setempat mengenai area coverage untuk mendapatkan Line Of Sight, keadaan tekstur tanah, dan keadaan iklim setiap distrik-distrik yang terdapat di kabupaten Tambaruw.

Menentukan Letak Titik Koordinat Lokasi Link

Untuk menentukan koordinat digunakan GPS langsung di lokasi titik tempat rencana mendirikan menara/tower antena ,lokasi tersebut disesuaikan dengan hasil wawancara dan analisis peta topografi.

peralatan pendukung untuk menentukan titik koordinat di lokasi link yaitu :

1. Hand-held GPS atau kompas.
2. Peta topografi.
3. Altimeter atau pengukur ketinggian. Hal ini kadang tidak dibutuhkan apabila GPS yang dimiliki telah mendukung [Purbo, 2005].

Menentukan koordinat titik lokasi yang akan dihubungkan berdasarkan pengamatan lapangan langsung dan analisis peta topografi, melalui teknologi Global Positioning System (GPS).

Titik koordinat lokasi dilakukan juga melalui *software Google Eart*. Setelah ketujuh koordinat lokasi didapat, kemudian ditentukan kelayakan titik hubung ke tujuh lokasi berdasarkan jarak pengiriman data melalui antena yang direncanakan, apakah jarak tersebut bisa dijangkau oleh antena atau tidak.

Line Of Sight (LoS)

Line of sight dari kedua antena harus bersih dari segala halangan seperti gedung, rumah, pohon, bukit dan segala sesuatu yang menghalangi jarak pandang antara kedua lokasi link, setelah LoS yang cukup memenuhi syarat selanjutnya dilakukan penentuan tinggi menara.

Menentukan Tinggi Menara

Untuk menentukan tinggi menara yang menjadi titik hubung antara jaringan dilakukan melalui beberapa cara yaitu :

1. **Melalui pengamatan langsung lewat analisis peta topografi**, analisis melalui peta topografi adalah analisis melalui pengamatan secara teliti mengenai tinggi dan rendahnya permukaan bumi di koordinat lokasi link yang akan di hubungkan.

2. Melalui perpaduan software global mapper dan data ASTER GDEM

Untuk memudahkan penentuan tinggi, jarak dan analisis Line Of Sight menara dapat digunakan software Global Mapper dengan perpaduan data dari ASTER GDEM (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model*) merupakan data ketinggian wilayah yang biasa disebut Data Elevation Model (DEM) dan merupakan data raster hasil dari perekaman satelit ASTER. Resolusi horisontalnya lumayan tajam yakni 30 meter sehingga membuatnya lebih banyak digunakan

ketimbang data SRTM yang memiliki resolusi lebih kecil yakni 90 Meter. Saat ini, data ASTER GDEM ini telah disediakan secara gratis untuk didownload dan wilayahnya mencakup seluruh muka bumi. Data terrain permukaan bumi dari ASTER GDM dapat diakses melalui alamat http://gdem.ersdac.jpacesystems.or.jp/tile_list.jsp.

Koordinat Distrik

Penggunaan GPS sangat membantu untuk penentuan lokasi akses masing-masing distrik, Tabel 1 adalah tabel untuk letak titik koordinat setiap distrik.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Link Distrik

No	Lokasi Akses (Kantor Distrik)	Koordinat	
		Latitude	Longitude
1	Sausapor	0°29'48.xx"S	132° 5'26. xx "E
2	Kwoor	0°23'5. xx "S	132°19'59. xx "E
3	Abun	0°27'47. xx S	132°57'4. xx "E
4	Yembun	0°47'4. xx "S	132°22'14. xx "E
5	Feef	0°50'12. xx "S	132°30'48. xx "E
6	Syujak	0°45'1. xx "S	132°32'23. xx "E
7	Miyah	0°52'27. xx "S	132°44'21. xx "E

Koordinat Tower

Letak titik koordinat tower sangat sulit dilakukan dengan survei lapangan karena beberapa masalah diantaranya belum ada akses jalan menuju lokasi perencanaan titik pendirian tower juga masalah biaya yang cukup tinggi untuk transportasi oleh karena

itu studi map melalui Software Global Mapper 11.02 dengan data dari ASTER GDEM menjadi pilihan untuk mengatasi masalah tersebut.

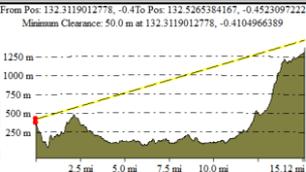
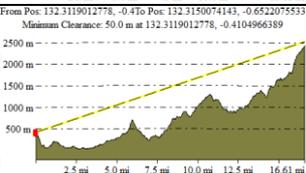
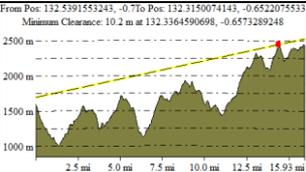
Kajian dengan bantuan software ini menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 2. Koordinat Lokasi Link Tower

No	Menara relay	Koordinat	
		Latitude	Longitude
1	Tower1	0° 24' 37.78xx" S	132° 18' 42. xx 46" E
2	Tower2	0° 27' 8.31 xx " S	132° 31' 35. xx 83" E
3	Tower3	0° 28' 42.56 xx " S	132° 40' 26. xx 11" E
4	Tower4	0° 35' 6.97 xx " S	132° 49' 59. xx 33" E
5	Tower5	0° 41' 33.92 xx " S	132° 43' 55. xx 48" E
6	Tower6	0° 42' 20.59 xx " S	132° 32' 20. xx 92" E
7	Tower7	0° 40' 48.46 xx " S	132° 25' 10. xx 59" E
8	Tower8	0° 39' 7.94 xx " S	132° 18' 54. xx 67" E
9	Tower9	0° 51' 21.50 xx " S	132° 28' 32. xx 87" E
10	Tower10	0° 51' 7.28 xx " S	132° 41' 44. xx 56" E
11	Tower11	0° 51' 13.63 xx " S	132° 43' 55. xx 72" E
12	Tower12	0° 50' 43.53 xx " S	132° 38' 45. xx 10" E

No	Menara relay	Koordinat	
		Latitude	Longitude
13	Tower13	0° 49' 9.30 xx " S	132° 43' 55. xx 67" E

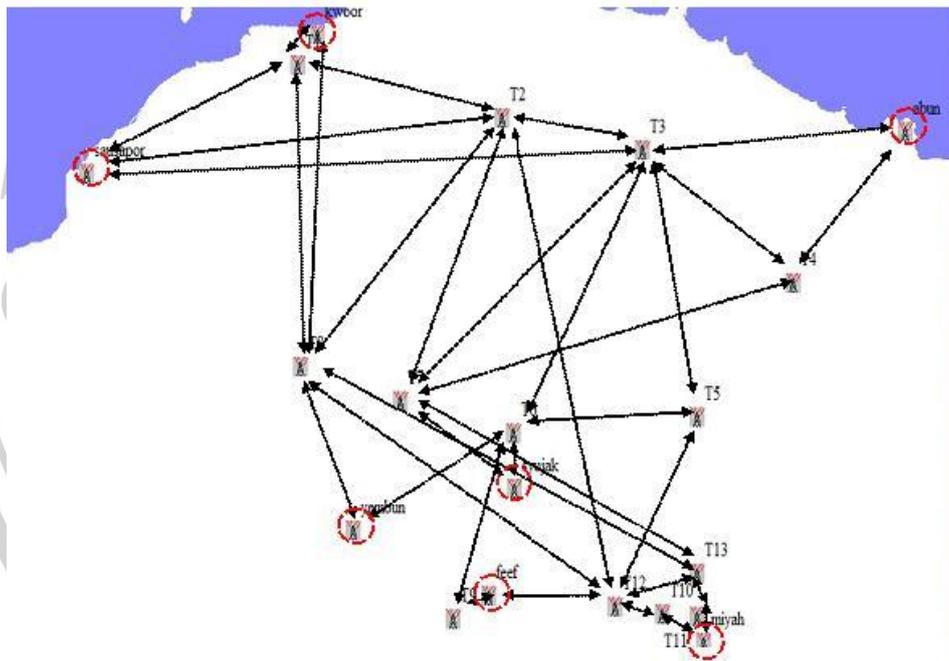
Tabel 3. Analisis LoS

Link			Gambar LoS	Keterangan					
No	Dari	Ke		Tinggi Menara di atas Permukaan Tanah (m)		Tinggi Minimu m Clearanc e (m)	Jarak Kedua Lokasi (km)	Tinggi Minimu m Clearanc e Yang Diijinka n (m)	Apakah LoS Memenuhi Syarat?
				dari	ke				
1	Tower1	Tower2		50	100	50	24.33	25.25	ya
2	Tower1	Tower8		50	100	50	26.73	27.47	ya
39	Tower13	Tower2		100	100	-156	46.5	45.74	tidak
40	Tower6	Tower8		100	100	10.2	25.63	26.45	tidak

Tabel 4. Perhitungan Sambungan Radio

No	dari	ke	Jarak (mile)	jarak (km)	Jenis Perangkat Tx dan Rx	Antena		Perhitungan Radio Link												
						Tinggi		Jenis		FSL (dB)	TX power (dBm)	Gain Tx Ant (dBi)	Gain Rx Ant (dBi)	Cable Loss (dB/m)	Conector Loss (dB)	EIRP (dBm)	RSL (dBm)	Rx Sensitivity (dBm)	SOM (dB)	LINK BUDGET (RSL > Rx sensitivity)
						dari	ke	dari	ke											
1	Tower1	Tower2	15.1	24.33	RM2-GPS 2.4 Ghz	50	100	Dish	Sekto ral	31.9	28	24	16	4	4	44	-79.9	-97.0	17.1	Ya
2	Tower1	Tower8	16.6	26.73	RM2-GPS 2.4 Ghz	50	100	Dish	Sekto ral	32.7	28	24	16	4	4	44	-80.7	-97.0	16.3	Ya
3	Tower1	Sausapor	16.4	26.4	RM2-GPS 2.4 Ghz	50	100	Sekto ral	Dish	32.6	28	16	24	4	4	36	-80.6	-97.0	16.4	Ya

No	dari	ke	Jarak (mile)	jarak (km)	Jenis Perangkat Tx dan Rx	Antena				Perhitungan Radio Link										
						Tinggi		Jenis		FSL (dB)	TX power (dBm)	Gain Tx Ant (dBi)	Gain Rx Ant (dBi)	Cable Loss (dB/m)	Conector Loss (dB)	EIRP (dBm)	RSL (dBm)	Rx Sensitivity (dBm)	SOM (dB)	LINK BUDGET (RSL > Rx sensitivity)
						dari	ke	dari	ke											
53	Tower13	Tower8	31.1	50.05	RM2-GPS 2.4 Ghz	100	100	Dish	Sektoral	38.2	28	24	16	4	4	44	-86.2	-97.0	10.8	Ya
54	Tower13	Tower11	2.37	3.81	RM2-GPS 2.4 Ghz	100	100	Sektoral	Dish	15.8	28	16	24	4	4	36	-63.8	-97.0	33.2	Ya
55	Tower13	Tower12	6.23	10.02	RM2-GPS 2.4 Ghz	100	100	Dish	Sektoral	24.2	28	24	16	4	4	44	-72.2	-97.0	24.8	Ya



Gambar 4. Peta Perancangan Link Topologi Jaringan Kab. Tambaui

Tabel 5. Penempatan Jenis Antena

No	Nama Tower	Jumlah Titik Link	Jenis Antena	
			Dish	Sektoral
1	Tower 1	4	2	2
2	Tower 2	6	2	3
3	Tower 3	7	0	3
4	Tower 4	3	2	1
5	Tower 5	3	3	0
6	Tower 6	5	1	3
7	Tower 7	5	2	3

No	Nama Tower	Jumlah Titik Link	Jenis Antena	
			Dish	Sektoral
8	Tower 8	6	0	3
9	Tower 9	2	1	1
10	Tower 10	2	1	1
11	Tower 11	2	1	1
12	Tower 12	6	2	3
13	Tower 13	4	3	1
14	Sausapor	3	3	0
15	Kwoor	2	2	0
16	Abun	2	2	0
17	Yembun	2	2	0
18	Feef	2	2	0
19	Syujak	2	2	0
20	Miyah	2	2	0
Total		70	35	25

Dapat disimpulkan bahwa terdapat 35 antena Dish parabolic serta 25 antena sektoral yang direncanakan untuk rancangan link jaringan ini. Perhitungan rancangan khusus antenna sektoral dapat dimodifikasi dengan memperhitungkan sudut elevansi pancaran antenna yaitu 120° dari depan antenna maka $360^\circ / 120^\circ = 3$ buah antena, sehingga untuk satu lokasi link yang menggunakan antenna sektoral maksimal dapat menggunakan 3 antena sektoral yang dirangkai membentuk sudut 360° .

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Ketersambungan jaringan *backbone* komunikasi data kabupaten Tandrauw dapat diperoleh 13 lokasi untuk relay tower/menara dan 7 lokasi tower/menara jaringan untuk akses data di distrik sehingga jumlah total untuk keseluruhan tower jaringan komunikasi adalah 20 tower.
2. Jarak terjauh dari ketersambungan jaringan adalah tower akses Sausapor dengan tower relay 3 dengan jarak 65.01 km dan jarak terendah berada antara tower 11 dan tower akses Miyah dengan jarak 2.39 km.
3. Penunjang ketersambungan antar distrik menggunakan topologi *partial mesh* untuk jalur *backbone*. Topologi ini merupakan bagian dari topologi *mesh* sehingga cocok untuk wilayah pegunungan dan berbukit-bukit yang memiliki masalah pada *line of sight*.
4. Masing – masing distrik dirancang untuk mempunyai minimal 2 buah titik sambungan jaringan komunikasi data, gunanya untuk menunjang stabilitas ketersambungan jalur backbone, jika sewaktu-waktu salah satu jalur mengalami gangguan maka jaringan dapat dialihkan melalui jalur lain.
5. Topologi ini menggunakan 25 buah antena sektoral 2.4 Ghz yang mempunyai sudut pancaran 120° , 35 buah antena Dish parabolic 2.4 Ghz dari ubiquiti network karena kedua antenna jenis ini daya pancar menjangkau sekitar 40 -70 km jika dihubungkan dengan access point/radio outdoor tipe Ubiquiti RM2-GPS 2.4 GHz.
6. Tipe koneksi pada setiap Tower/menara dilakukan dengan tipe koneksi point to point maupun point to multi point, tipe koneksi point to point dilakukan di tower5, dan di tower untuk seluruh distrik sedangkan tipe point to multi point dilakukan di tower3 dan tower8. Untuk tower yang lain dilakukan tipe koneksi

campuran yaitu point to point dan point to multi point.

7. Infrastruktur yang dibutuhkan untuk pembangunan jaringan backbone komunikasi data di kabupaten Tambrau terdiri dari 20 buah Tower setinggi 100 meter karena tanpa tower setinggi ini Line Of Sight dikedua lokasi yang dihubungkan sulit tercapai, serta 25 buah antena sektoral, 35 buah antena Dish Parabolic, 60 buah Access Point/Radio outdoor, 60 buah lightning aresster, dll

Saran

1. Perencanaan pengamanan terhadap sambaran petir hendaknya direncanakan dengan seksama, karena posisi menara yang cukup tinggi dan rawan dari sambaran petir.
2. Beberapa tower bisa dihilangkan dan diganti dengan media transmisi lain seperti Fiber Optic (FO) guna penghematan biaya, untuk itu perencanaan kelanjutan masih di perlukan untuk mengurangi biaya pendirian tower karena biaya yang dikeluarkan untuk 20 tower sangat mahal.

DAFTAR PUSTAKA

- [Anonim1, 2013] Anonim1, 2013, *Fresnel Zone*, http://id.wikipedia.org/wiki/Zona_Fresnel
- [Anonim2, 2008] Anonim2, 2008, *Perhitungan Link Budget*. web. <http://www.itelkom.ac.id/library/perhitungan-link-budget>
- [Purbo, 2005] Purbo, W. Onno, 2005, *Buku Pegangan Internet Wireless dan Hotspot*-ISBN: 979-20-8186-0, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.