Perencanaan Wireless Metropolitan Area Network Kota Tarakan

Hatim Husyaini¹, Rudy²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan
Jl. Amal Lama No.1 Tarakan, Indonesia

²rudy@borneo.ac.id

Abstract— This research uses a star network topology on the network backhaul. At this backhaul network using 5.8 GHz WiMAX technology this is due to deliver bandwidth at high speed so that it can provide a good internet connection and fast. Then the 5.8 GHz WiMAX network is converted to 2.4 GHz network which is then channeled to the areas with the method of point to multipoint.

The result of this research, cells in the WiFi communication hannel optimized results is to utilize six existing towers and of all the results of link budget calculations on each network then optimal results that meet the applicable standards and regulations in Indonesia so that the user can be connected properly.

Intisari—Penelitian ini menggunakan metode topologi jaringan bintang pada jaringan backhaul. Pada jaringan backhaul ini menggunakan teknologi WiMAX 5,8 GHz hal ini dikarenakan agar dapat menghantarkan bandwidth dengan kecepatan tinggi sehingga dapat menyediakan koneksi internet yang baik dan cepat. Kemudian jaringan WiMAX 5,8 GHz ini dikonversi ke jaringan 2,4 GHz yang kemudian disalurkan ke daerah-daerah dengan metode point to multipoint.

Dari hasil penelitian, sel-sel kanal komunikasi WiFi didapatlah hasil yang optimal yaitu dengan memanfaatkan 6 menara yang sudah ada dan dari semua hasil perhitungan link budget pada setiap jaringan maka didapatlah hasil yang optimal yang telah memenuhi standar dan peraturan yang berlaku di Indonesia sehingga para pengguna dapat terkoneksi dengan baik.

Kata Kunci— WiMAX, WiFi, backhaul, MAN, Tarakan

I. PENDAHULUAN

Sesuai dengan perkembangan zaman, internet sudah menjadi salah satu kebutuhan utama manusia. Semakin hari akan semakin banyak teknologi pendukung yang mengarah pada cara-cara koneksi internet. Awalnya koneksi internet dimulai dari kabel yaitu *dial-up* dan ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) kemudian menggunakan teknologi nirkabel (*wireless*) dan dikembangkan lagi dengan menggunakan teknologi WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*).

WLAN (*Wireless Local Area Network*) 2,4 GHz menjadi teknologi alternatif dan relatif lebih mudah diimplementasikan di lingkungan kerja serta lebih murah dibandingkan dengan menggunakan kabel. Teknologi nirkabel ini juga merupakan salah satu bentuk pemanfaatan teknologi pada lokasi-lokasi publik seperti taman, restoran, kafe, kampus, sekolah, bandara, perkantoran bahkan sampai ke rumah-rumah. Koneksi internet

biasanya menggunakan *Notebook/Laptop/PDA/HP/I-Pad*. Pada umumnya, nirkabel memiliki standar, yang ditetapkan oleh badan internasional yang bernama *Institut of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)*, yang secara umum adalah IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g dan IEEE 802.11n. Teknologi nirkabel ini mampu memberikan kecepatan akses yang tinggi antara 11 Mbps sampai dengan 54 Mbps. WiMAX merupakan Standar BWA (*Broadband Wireless Access*) dengan kemampuan menyediakan layanan data berkecepatan tinggi. Teknologi WiMAX merupakan pengembangan dari teknologi *Wi-Fi (Wireless Fidelity)* yang didesain untuk kondisi N-LOS (*Non-Line of Sight*). Untuk teknologi WiMAX ini memiliki kecepatan hingga 70 Mbps dan jarak jangkauannya hingga 50 km.

Menyikapi kenyataan diatas, maka untuk kedepannya jaringan nirkabel ini lambat laun akan semakin banyak digunakan oleh manusia seperti *chat, email, tv streaming, video call, video email, game online*, jejaring sosial dan lain sebagainya, sehingga dibutuhkan lebar pita (*bandwidth*) yang besar, maka pada penelitian ini akan dicoba merencanakan jaringan internet di kota Tarakan yang berupa WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*) dengan menggunakan teknologi WiMAX 5,8 GHz sebagai jaringan utama (*backhaul*) dan kemudian di salurkan ke daerah-daerah dengan memanfaatkan antena yang sudah ada dengan menggunakan frekuensi 2,4 GHz, agar dapat digunakan untuk kantor-kantor pemerintahan maupun swasta, sekolah, kampus dan fasilitas umum lainnya, sehingga dapat membantu program pemerintah dalam mewujudkan kota Tarakan menjadi kota pendidikan, Tarakan *little Singapore* dan Tarakan sebagai *Cyber City*.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

Bagaimana merencanakan sel-sel kanal komunikasi WiFi yang optimal pada wilayah kota Tarakan dengan memanfaatkan menara yang sudah ada.

Bagaimana memperhitungkan link budget pada jaringan backhaul.

Bagaimana menentukan luasan pada setiap sel.

Bagaimana mendesain perencanaan yang telah diperhitungkan

Tujuan dari perencanaan WMAN ini yaitu untuk merencanakan sebuah jaringan yang memiliki lebar pita yang besar serta untuk membuat penataan sel-sel kanal komunikasi WMAN yang optimal pada daerah kota Tarakan, sehingga dapat menjangkau seluruh daerah-daerah yang merupakan daerah pemukiman, perkantoran, kampus dan fasilitas umum lainnya dengan memanfaatkan menara yang sudah.

Adapun batasan masalah dalam pengerjaan penelitian ini yaitu tidak memperhitungkan pengalokasian lebar pita serta pengguna (user) dan dalam pengukuran menggunakan aplikasi Google Earth dan Radio Mobile.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Cara paling mudah untuk memenuhi persyaratan format penulisan adalah dengan menggunakan dokumen ini sebagai template. Kemudian ketikkan teks Anda ke dalamnya

Wireless Local Area Network (WLAN)

Wireless Local Area Network (WLAN) merupakan teknologi *wireless* yang sekarang mulai banyak digunakan di Indonesia, teknologi ini selain murah dapat juga digunakan sebagai pengganti media kabel. WLAN merupakan teknologi akses dalam komunikasi data yang menggunakan gelombang mikro sebagai media transmisinya dan modulasi *spread spectrum* untuk menambah kapasitas lebar pita dari sinyal informasi yang dikirim. Teknologi WLAN memiliki 3 frekuensi kerja yaitu : 915 MHz, 2,4 GHz dan 5,8 GHz. Untuk WLAN 2,4 GHz, alokasi spektrumnya berbeda antar negara di dunia.

Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)

Teknologi WiMAX adalah teknologi yang sedang hangat dibicarakan dan diklaim sebagai teknologi 4G masa depan. WiMAX merupakan standar *Broadband Wireless Access* dengan kemampuan menyediakan layanan data berkecepatan tinggi. Teknologi WiMAX merupakan pengembangan dari teknologi Wi-Fi yang didesain untuk kondisi N-LOS (*Non-Line of Sight*).

WiMAX menggunakan standar IEEE 802.16 yang ditetapkan oleh IEEE. WiMAX termasuk dalam kategori WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*) yang memiliki laju data mencapai 70 Mbps dan dapat menjangkau sampai 50 km. WMAN dapat mencakup sebuah kota yang besar.

Line of Sight (LOS),

Line of Sight (LOS), sangat mudah untuk dimengerti jika berbicara tentang cahaya tampak. untuk melihat titik B dari titik A tidak ada penghalang antara A dan B, maka kita mempunyai LOS.

Konsep *Line of Sight* menjadi lebih kompleks jika kita menggunakan gelombang mikro, karena sebagian besar karakteristik perambatan dari gelombang elektromagnetik tergantung pada panjang gelombangnya. Hal ini mirip dengan pelebaran gelombang pada saat gelombang tersebut berjalan. Panjang gelombang cahaya sekitar 0,5 mikrometer, sementara gelombang mikro yang kita gunakan dalam jaringan *wireless* mempunyai panjang gelombang beberapa centimeter. Konsekuensinya, pancaran gelombang mikro akan lebih lebar atau secara sederhana gelombang mikro membutuhkan ruang / jalan yang lebih lebar. Perlu dicatat bahwa pancaran cahaya tampak juga akan melebar seperti yang terjadi pada gelombang mikro. Jadi LOS yang dibutuhkan agar dapat terjadi sambungan *wireless* yang optimal antara A dan B yang

menyamai lintasan elips. Lintasan tersebut dikenal sebagai konsep *fresnel zone*.

Fresnel zone adalah suatu daerah pada suatu lintasan transmisi gelombang mikro yang digambarkan berbentuk elips. Teori *fresnel zone* melihat garis lurus antara A dan B, dan ruang di sekitar garis lurus tersebut untuk melihat apa yang akan terjadi pada saat sinyal sampai di B. Beberapa gelombang akan merambat langsung dari A ke B, beberapa lainnya akan merambat keluar garis lurus. Akibatnya jalur yang di tempuh menjadi lebih panjang, hal ini menimbulkan perbedaan fasa antara sinyal yang langsung dengan yang tidak langsung.

Gambar 2.1 Fresnel zone

Teori difraksi menunjukkan bahwa jalur langsung antara pemancar dan penerima, jarak ruang (*clearance*) di atas tanah minimal 60% dari radius *zona Fresnel* pertama untuk mencapai kondisi ruang bebas hambatan.

Fresnel zone dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = 17,32 \sqrt{\frac{(d_1 \times d_2)}{f \times d}} \quad (2.1)$$

dimana :

F = Fresnel zone (km)

d_1 dan d_2 = jarak dari penghalang di kedua ujung menara (km)

f = frekuensi (GHz)

d = jarak (km)

Jenis Perancangan Jaringan

Dalam perancangan jaringan nirkabel ada tiga macam konfigurasi logis yaitu *point to point*, *point to multipoint* dan *multipoint to multipoint*.

• Point to Point

Konfigurasi *point to point* biasanya menyediakan sebuah koneksi internet dimana akses lain tidak tersedia. Satu sisi dari sambungan *point to point* memiliki koneksi internet, sementara yang lain menggunakan sambungan tersebut untuk mencapai internet. Dengan antenna yang tepat dan kondisi LOS, maka sambungan *point to point* untuk jarak 30 km bisa terjadi.

• Point to Multipoint

Tata letak jaringan yang sering dihadapi adalah *point to multipoint*. Apabila beberapa simpul terkoneksi ke pusat akses, ini merupakan aplikasi *point to multipoint*.

• Multipoint to Multipoint

Multipoint to multipoint disebut juga sebagai *ad-hoc* atau jaringan *mesh*. Dalam jaringan *multipoint to multipoint*, tidak ada kewenangan pusat. Setiap simpul pada jaringan dapat membawa lalu lintas data dari setiap simpul lainnya yang

memerlukan dan semua simpul berkomunikasi satu sama lain secara langsung.

Perhitungan Link Budget

Perhitungan *link budget* adalah perhitungan kasar seluruh elemen dari transmisi sinyal untuk memperkirakan kuat sinyal yang dapat diterima di sisi penerima nantinya. Dalam perhitungan *link budget* hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

Daya pancar (P_T)

Dinyatakan dalam milliwatts atau dBm. Daya pemancar berkisar 30 mW sampai 200 mW atau lebih. Di Indonesia, ada peraturan yang membatasi untuk menggunakan maksimum P_T yaitu sebesar 100 mW (20 dBm). (Pasal 6 ayat b, KM. 2 Tahun 2005)

Penguatan Antena (Gain)

Antena diperlukan jika kita memasang infrastruktur jaringan tanpa kabel untuk outdoor. Antena akan mengubah dari sinyal listrik ke sinyal elektromagnetik. Jumlah energi yang dapat dikuatkan oleh antena pada sisi penerima atau pengirim disebut dengan antena gain. Untuk antena parabola mempunyai penguatan antara 19~24 dBi, untuk antena omnidirectional mempunyai penguatan antara 5~12 dBi dan antena sektoral yang memiliki penguatan antena antara 12~15 dBi.

RSL (Receive Signal Level)

RSL (*Receive Signal Level*) atau sensitifitas dari penerima. Minimum RSL selalu dinyatakan sebagai dBm negatif (-) dBm. Minimum RSL biasanya dalam kisaran antara -75 sampai -95 dBm. Seperti P_T , spesifikasi RSL harus disediakan oleh pabrik pembuat peralatan. RSL dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$RSL = P_T + G_T - L_T - L_{Path} + G_R - L_R$$

dimana :

RSL = Sensitifitas penerima (dB)

P_T = Daya pancar (dBm)

G_T = Penguatan antena pemancar (dBi)

L_T = Rugi-rugi saluran pemancar (dB)

G_R = Penguatan antena penerima (dBi)

L_R = Rugi-rugi saluran penerima (dB)

L_{Path} = Jumlah redaman (FSL + Redaman Hujan)(dB)

SOM (System Operating Margin)

SOM *System Operating Margin* atau biasa disebut juga sebagai Fade Margin. Suatu margin sistem operasi yang digunakan agar aman dari gangguan radio seperti fading dan multipath.

Catatan:

- Excellent: Link harus bekerja dengan kehandalan yang tinggi, ideal untuk aplikasi yang menuntut kualitas link tinggi. Fade Margin tingkat lebih dari 22 dB.
- Good: Link harus memberikan browser yang baik. Tingkat Margin Fade adalah 14 ~ 22 dB.
- Normal: Link tidak akan stabil sepanjang waktu, tetapi harus bekerja dengan baik. Tingkat Margin Fade adalah 14 dB atau lebih rendah.

Agar sistem dapat bekerja dengan baik maka sebaiknya nilai SOM minimal sebesar 15 dB.

Persamaan untuk SOM adalah sebagai berikut :

$$SOM = RSL - Rx \text{ Sensitivity}$$

Redaman pada Kabel (L)

Beberapa energi sinyal akan hilang di kabel, di konektor atau pada perangkat lain, pada saat sinyal merambat dari radio ke antena. Hilangnya tergantung pada jenis kabel dan panjangnya. Kerugian sinyal untuk coaxial kabel pendek termasuk konektornya biasanya cukup rendah, yang berkisar antara 2-3 dB. Akan lebih baik untuk memiliki kabel sependek mungkin.

Redaman pada Kabel (L)

Beberapa energi sinyal akan hilang di kabel, di konektor atau pada perangkat lain, pada saat sinyal merambat dari radio ke antena. Hilangnya tergantung pada jenis kabel dan panjangnya. Kerugian sinyal untuk coaxial kabel pendek termasuk konektornya biasanya cukup rendah, yang berkisar antara 2-3 dB. Akan lebih baik untuk memiliki kabel sependek mungkin.

III. METODE PENELITIAN

Dalam perencanaan jaringan WMAN di kota Tarakan, metode penelitian meliputi tahapan perencanaan seperti pada gambar 3.1.

Gambar 3.1 Flowchart Metode Perencanaan

Pengambilan Data

Untuk keperluan penelitian ini maka memerlukan data-data sebagai berikut :

- Letak geografis pada masing-masing menara
- Tinggi menara
- Luas daerah
- Ketinggian daerah

Menentukan Daerah untuk Pemasangan Jaringan

Dalam perencanaan ini, tidak semua daerah kota Tarakan dapat dipasang jaringan wireless, hal ini dikarenakan masih

banyak daerah yang merupakan hutan lindung dan tidak berpenduduk. Sehingga dalam perencanaan ini penulis hanya akan memasang jaringan wireless di daerah perkotaan, pemukiman penduduk, perkantoran pemerintah maupun swasta, pabrik, sekolah-sekolah, kampus, pelabuhan dan daerah yang direncanakan oleh pemerintah dalam pengembangan kota Tarakan.

Pengalokasian Frekuensi dan Kanal

Pengalokasian frekuensi dan kanal sangat perlu dilakukan agar sistem yang dibangun tidak saling menginterferensi satu sama yang lainnya.

Pengalokasian frekuensi 5,8 GHz

Untuk menghindari adanya interferensi pada jaringan backhaul, maka akan digunakan kanal 1, 10 dan 20, hal ini dikarenakan kanal tersebut memiliki jarak yang cukup jauh sehingga tidak terjadi interferensi pada setiap jaringan backhaul.

Pengalokasian frekuensi 2,4 GHz

Untuk menghindari adanya interfensi dalam perencanaan WLAN 2,4 GHz dan juga untuk mempermudah pembagian letak kanal-kanal, maka akan menggunakan kanal 1, kanal 6 dan kanal 11, hal ini dikarenakan kanal tersebut tidak saling overlap, sehingga tidak terjadi interfensi antar menara.

Menentukan Tinggi Antena

Dalam menentukan tinggi antena minimal agar antara sel A dan sel B tetap dalam kondisi LOS (*Line Of Sight*) dan berada pada daerah Fresnel, maka akan menggunakan Persamaan 2.1, 2.2, 2.3 dan 2.4 seperti yang terdapat pada BAB 2.

Perhitungan Link Budget dan Luasan Sel

Pemilihan Jenis Antena

Sebelum melakukan perhitungan dalam perencanaan ini, penulis akan menentukan jenis antena yang akan digunakan dalam perencanaan jaringan ini agar dapat mengetahui nilai penguatan antena (*gain*) sehingga dapat mempermudah dalam perhitungan link budget pada setiap sel.

Untuk jaringan WiMAX

Pada jaringan WiMAX ini jenis antena yang digunakan adalah jenis antena parabola karena antena parabola ini sangat cocok untuk jaringan backhaul, pada sisi pengirim dalam perencanaan ini akan menggunakan antena "29 dBi ISM / UNII Band Solid Parabolic Dish Antenna". Spesifikasi alat :

Frekuensi : 5725 – 5850 MHz
Gain : 29 dBi
Daya Max. : 100 Watt

Pada sisi penerima, antena yang akan digunakan adalah antena Grid "TDJ-5800SPL9". Spesifikasi alat :

Frekuensi : 5725 – 5850 MHz
Gain : 30 dBi
Daya Max. : 100 Watt

Untuk jaringan Wireless

Pada jaringan wireless ini, ada dua jenis antena yang akan digunakan dalam perencanaan ini yaitu antena *omnidirectional*, antena sektoral 120° dan antena Grid. Dimana antena *omnidirectional* dengan spesifikasi alat :

Frekuensi : 2400 - 2500 MHz
Gain : 15 dBi
Daya Max. : 100 Watt

Antena sektoral dengan spesifikasi alat :

Frekuensi : 2400 - 2500 MHz
Gain : 14 dBi
Daya Max. : 100 Watt

Frekuensi : 2400 - 2835 MHz
Gain : 24 dBi
Daya Max. : 100 Watt

Dan antena grid dengan spesifikasi alat :

Frekuensi : 2400 - 2835 MHz
Gain : 24 dBi
Daya Max. : 100 Watt

Antena-antena ini digunakan sebagai antena yang langsung digunakan ke konsumen (*user*).

Perhitungan untuk Jaringan WiMAX

Dalam perencanaan ini, terdapat hal-hal yang perlu diperhitungkan agar sebuah jaringan bisa terkoneksi dengan baik, yaitu dengan memperhitungkan hal-hal sebagai berikut :

a. Perhitungan Redaman

- Redaman hujan (A_{reff})

Dalam perhitungan redaman hujan, hanya frekuensi yang diatas 4 GHz saja yang akan mengalami redaman. Sehingga untuk perhitungan jaringan backhaul 5,8 GHz.

- Redaman ruang bebas (FSL)

Dalam perhitungan Redaman ruang bebas pada jaringan backhaul 5,8 GHz.

- Redaman pada kabel

Redaman kabel ditentukan oleh jenis kabelnya, dalam perencanaan ini menggunakan tipe LMR400 dengan nilai redaman kabel sebesar 0,35 dB/m dan redaman pada konektor sebesar 0,5 dB.

b. Perhitungan Link Budget

- Menghitung RSL (*Receive Signal Level*)

Untuk menghitung nilai RSL pada jaringan backhaul 5,8 GHz, maka menggunakan persamaan 2.5 yang terdapat pada bab sebelumnya.

- Menghitung EIRP rancang

Untuk menghitung nilai EIRP rancang pada jaringan backhaul 5,8 GHz, maka menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$EIRP = FSL + L_{\text{hujan}} + RSL - G_R + L_R$$

Perhitungan untuk Jaringan WiFi

- Redaman Kabel

Redaman kabel ditentukan oleh jenis kabelnya, dalam perencanaan ini menggunakan tipe LMR400 dengan nilai redaman pada kabel sebesar 0,22 dB/m dan redaman pada konektor sebesar 0,5 dB..

- Menghitung RSL (*Receive Signal Level*)

Untuk menghitung nilai RSL pada jaringan WiFi 2,4 GHz, maka akan menggunakan persamaan berikut :

$$SOM - RSL - R_x \text{ Sensitif}$$

$$RSL = SOM - R_x \text{ Sensitif}$$

- Menghitung redaman ruang bebas (FSL)

Untuk menghitung nilai FSL pada jaringan WiFi 2,4 GHz, maka akan menggunakan persamaan

$$FSL = F_T + G_T - L_T + G_R - L_R - RSL - SOM$$

- Jarak

Untuk menghitung jarak jangkauan pada jaringan wireless 2,4 GHz, maka akan menggunakan pada FSL yaitu :

$$FSL (dB) = 32,45 + 20 \log f (MHz) + 20 \log d (km)$$

$$\log d (km) = \frac{FSL (dB) - 20 \log f (MHz) - 32,45}{20}$$

$$d = 10^{\frac{FSL (dB) - 20 \log f (MHz) - 32,45}{20}}$$

- Luasan sel

Untuk menghitung luas sel, maka menggunakan persamaan

$$Luas \text{ sel} = \pi d^2$$

$$Luas \text{ sel} = 2,598 \times d^2$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Peta Tarakan

Daerah Tarakan yang letak geografisnya 3°14'23" – 3°26'37" LU dan 117°30'50" – 117°40'12" BT dan memiliki luas daratan **250,80 km²** serta luas lautannya **406,53 km²**. Pada perhitungan dalam perencanaan ini maka akan dibagi dalam perkecamatan dengan memanfaatkan menara yang sudah ada di setiap kecamatan dengan menentukan daerah-daerah mana saja yang akan dipasang jaringan nirkabel.

Kecamatan Tarakan Tengah

Di daerah kecamatan Tarakan Tengah memiliki Luas daerah 55,54 km². Daerah di kecamatan Tarakan Tengah banyak terdapat pemukiman penduduk, sekolah-sekolah, perkantoran pemerintah maupun swasta. Dalam perencanaan ini, tidak semua daerah kecamatan Tarakan Tengah yang akan dipasang jaringan wireless, karena sebagian daerah kecamatan Tarakan Tengah masih merupakan hutan lindung dan tidak berpenduduk, sehingga yang dipasang hanya di daerah pemukiman penduduk, sekolah-sekolah, kampus, rumah sakit, perkantoran pemerintah maupun swasta dan fasilitas umum seperti taman oval. Menara yang akan digunakan dalam perencanaan WMAN adalah menara TVRI yang terletak di daerah gunung belah yang letak geografisnya 3°18'41'91" LU dan 117°36'7.95" BT, dengan menara setinggi 88 m dan berada pada ketinggian 46,2 mdpl. Menara TVRI ini dimanfaatkan sebagai jaringan *backhaul* dan dimanfaatkan juga untuk jaringan nirkabelnya, hal ini dikarenakan menara ini berada di tempat yang sangat strategis yang dapat mencapai seluruh daerah kota Tarakan dan menara ini juga merupakan menara tertinggi yang ada di kota Tarakan.

Kecamatan Tarakan Barat

Di daerah kecamatan Tarakan Barat memiliki luas daerah 27,89 km². Daerah di kecamatan Tarakan Barat ini merupakan daerah pusat kota pada saat ini dimana banyak terdapat pemukiman penduduk, sekolah-sekolah, perkantoran pemerintah maupun swasta, bandara, mall dan lain-lain. Menara yang akan digunakan di daerah ini adalah menara yang berada di daerah SMKN 2 Tarakan, yang letak geografisnya 3°20'20.68" LU dan 117°34'22.00" BT, dengan menara setinggi 30 m dan terletak pada ketinggian 22,2 mdpl.

Kecamatan Tarakan Timur

Di daerah kecamatan Tarakan Timur ini memiliki luas daerah 58,01 km². Daerah di kecamatan Tarakan Timur banyak terdapat pemukiman penduduk, sekolah-sekolah, kampus, pelabuhan, perkantoran pemerintah maupun swasta dan pabrik. Dalam perencanaan ini di daerah kecamatan Tarakan Timur ini menggunakan dua buah menara yaitu menara di kantor Kecamatan Tarakan Timur dan BTS Pantai Amal yang berada di depan kampus Universitas Borneo Tarakan. Menara di kantor kecamatan Tarakan Timur yang memiliki letak geografisnya 3°17'55.26" LU dan 117°37'26.47" BT, dengan menara setinggi 60 m dan terletak pada ketinggian 12,4 mdpl. Menara ini digunakan sebagai repeater dengan frekuensi 2,4 GHz yang mengambil sinyal dari sel TVRI dengan menggunakan antena grid, kemudian di pancarkan lagi dengan menggunakan dua buah antena sektoral 120°. Hal ini dilakukan karena jarak yang cukup dekat yaitu sepanjang 3,28 km, sehingga memungkinkan untuk menggunakan frekuensi 2,4 GHz. Kemudian untuk BTS Pantai amal yang letak geografisnya 3°18'9.11" LU dan 117°38'59.46" BT, dengan menara setinggi 78 m dan berada pada ketinggian 22,5 mdpl. Menara ini digunakan karena berada di daerah kampus dan wisata.

Kecamatan Tarakan Utara

Di daerah kecamatan Tarakan Utara ini memiliki luas daerah 109,36 km². Daerah di kecamatan Tarakan Utara banyak terdapat pemukiman penduduk, sekolah-sekolah, pelabuhan, perkantoran pemerintah maupun swasta dan pabrik. Di daerah kecamatan Tarakan Utara ini merupakan daerah yang akan dikembangkan oleh Pemerintah Kota Tarakan dimana pada saat ini masih dalam tahap perencanaan pengembangan, sehingga dalam perencanaan WMAN ini kecamatan Tarakan Utara akan dipasang jaringan Wireless. Pada perencanaan ini, daerah kecamatan Tarakan Utara akan menggunakan dua buah menara yaitu di kantor Kecamatan Tarakan Utara dan di kantor Kelurahan Juata Permai. Menara di kantor Kecamatan Tarakan Utara yang memiliki letak geografis 3°25'3.67" LU dan 117°32'48.22" BT, dengan menara setinggi 75 m dan terletak pada ketinggian 15,8 mdpl. Kemudian menara di kantor Kelurahan Juata Permai memiliki letak geografisnya 117°32'48.22" BT dan 117°32'45.76" BT, dengan menara setinggi 54 m dan terletak pada ketinggian 30,4 mdpl. Kedua menara ini digunakan karena letaknya yang berada di daerah pengembangan kota Tarakan kedepannya,

sehingga jaringan wireless ini sungguh sangat bermanfaat bagi daerah kecamatan Tarakan Utara untuk kedepannya

Menentukan Tinggi Antena

Dalam perencanaan ini semua link akan dikondisikan pada kondisi *Line Of Sight*. Maka akan digunakan perhitungan agar gelombang akan tetap merambat pada *fresnel zone* sehingga kondisi *Line Of Sight* dapat tercapai. Untuk menentukan tinggi antena maka menggunakan persamaan 2.1, 2.2, 2.3 dan 2.4, dari hasil perhitungan tersebut, maka didapat tabel 4.1 sebagai berikut :

TABEL 4.1 TINGGI ANTENA MINIMAL UNTUK JARINGAN BACKHAUL

No.	Menara	Tinggi Menara (m)	Letak Ketinggian Menara (mdpal)	Tinggi Antena Minimal (m)	Jarak (Km)
1	TVRI		46.2	37.90	13.65
	Kec. Tarakan Utara	75	15.8	68.30	
2	TVRI	88	46.2	25.50	6.08
	BTS Pantai Amal	78	22.5	49.20	
3	TVRI	88	46.2	-12.25	4.55
	SMKN 2	30	22.1	11.85	
4	TVRI	88	46.2	-6.88	9.86
	Kel. Juata Permai	54	30.4	8.92	
5	TVRI	88	46.2	-3.41	3.29
	Kec. Tarakan Timur	60	12.5	30.39	

Dari hasil tabel 4.1 diatas, dapat dijelaskan bahwa pada menara TVRI sebagai menara utama yang digunakan sebagai jaringan backhaul ke sel-sel lainnya yaitu sel kecamatan Tarakan Utara, sel BTS Pantai amal, sel SMKN 2, dan sel Juata Permai.

Untuk setiap tinggi antena yang hasil perhitungannya dibawah 20 m, maka letak menara akan ditetapkan setinggi 20 m, hal ini dikarenakan agar setiap frekuensi yang dipancarkan tidak terhalang oleh pohon-pohon dan gedung yang ada disekitarnya, sehingga kondisi jaringan tetap dalam kondisi *line of sight* (LOS).

Untuk sel kecamatan Tarakan Timur, diperoleh tinggi antena minimal 30,39 meter, sel ini merupakan sel yang menggunakan frekuensi 2,4 GHz. Hal ini dilakukan karena di daerah sekitar sel kecamatan Tarakan Timur ini, merupakan daerah yang memiliki daerah yang kepadatannya penduduknya masih kurang, sehingga tidak membutuhkan lebar pita yang besar.

Perhitungan Link Budget untuk jaringan Backhaul Wimax

Dalam perhitungan link budget pada jaringan backhaul ini, ada beberapa hal penting yang harus diperhitungkan agar setiap sel dapat terkoneksi dengan baik. Hal-hal tersebut adalah sebagai berikut :

Perhitungan Redaman

Ada beberapa nilai redaman yang perlu diperhitungkan dalam perencanaan yaitu redaman hujan, redaman ruang bebas dan redaman pada kabel.

Redaman Hujan (Precipitation)

Indonesia terletak di daerah hujan P, sehingga CCIR (*Consultative Committee for International Radio*) menetapkan curah hujan R adalah 145 mm/hr. untuk frekuensi kerja 5,8 GHz, maka koefisien polarisasi vertikal adalah :

$$f = 4 \text{ GHz} \quad a_v = 0,00059 \quad b_v = 1,075$$

$$f = 6 \text{ GHz} \quad a_v = 0,00155 \quad b_v = 1,265$$

dengan interpolasi a_v dan b_v , pada frekuensi 5,8 GHz dapat ditentukan :

$$\frac{a_v - 0,00059}{0,00155 - 0,00059} = \frac{5,8 - 4}{6 - 4}$$

$$a_v = 1,454 \times 10^{-3}$$

$$\frac{b_v - 1,075}{1,265 - 1,075} = \frac{5,8 - 4}{6 - 4}$$

$$b_v = 1,246$$

Jadi untuk frekuensi 5,8 GHz didapat $a_v = 1,454 \times 10^{-3}$ dan $b_v = 1,246$, dari nilai tersebut maka dapat dimasukkan kedalam persamaan sebagai berikut:

$$A = a_v \times R^{b_v} \text{ (dB/Km)}$$

$$A = 1,454 \times 10^{-3} \times 145^{1,246}$$

$$A = 0,71 \text{ dB/Km}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat hasil perhitungan pada setiap jaringan backhaul tersebut tercantum pada tabel 4.2 dibawah ini.

TABEL 4.2 REDAMAN HUJAN

No.	Menara	Jarak (Km)	r	L hujan (dB)
1	TVRI	13.65	0.62	6.00
	Kec. Tarakan Utara			
2	TVRI	6.08	0.79	3.39
	BTS Pantai Amal			
3	TVRI	4.55	0.83	2.68
	SMKN 2			
4	TVRI	9.86	0.69	4.85
	Kel. Juata Permai			

Dari hasil perhitungan yang tercantum pada tabel 4.2 diatas, maka dapat disimpulkan bahwa, semakin jauh jarak antar sel, maka semakin besar pula nilai redaman yang terdapat pada setiap jaringan.

Redaman Ruang Bebas (Free Space Loss)

Untuk perhitungan redaman ruang bebas (FSL), maka menggunakan persamaan 2.8, dimana hasil dari perhitungan dari setiap jaringan backhaul tersebut tercantum pada tabel 4.3.

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.3 diatas, maka semakin jauh jarak antar antenna maka, semakin besar pula nilai redaman ruang bebasnya.

TABEL 4.3 REDAMAN RUANG BEBAS (FSL)

No.	Menara	Jarak (Km)	FSL (dB)
1	TVRI	13.65	130.31
	Kec. Tarakan Utara		
2	TVRI	6.08	123.35
	BTS Pantai Amal		
3	TVRI	4.55	120.91
	SMKN 2		
4	TVRI	9.86	127.55
	Kel. Juata Permai		

Redaman pada kabel

Untuk perhitungan redaman kabel pada perencanaan ini menggunakan tipe LMR400 dengan nilai redaman kabel sebesar 0,35 dB/m dan redaman pada konektornya sebesar 0,5 dB. Kemudian nilai redaman pada setiap kabel dan konektor dapat dimasukkan kedalam persamaan 2.7, sehingga hasil dari semua redaman kabel pada setiap jaringan backhaul tercantum pada tabel 4.4 dibawah ini.

TABEL 4.4 REDAMAN KABEL PADA JARINGAN BACKHAUL

No.	Menara	Tinggi Antena (m)	Redaman Kabel (dB)
1	TVRI	37.90	13.76
	Kec. Tarakan Utara	68.30	24.40
2	TVRI	25.49	9.42
	BTS Pantai Amal	49.19	17.72
3	TVRI	20.00	7.50
	SMKN 2	20.00	7.50
4	TVRI	20.00	7.50
	Kel. Juata Permai	20.00	7.50

Perhitungan Nilai RSL dan EIRP

Pada perhitungan link budget ini nilai path loss merupakan nilai seluruh redaman yang ada pada jaringan backhaul yaitu redaman hujan dan redaman ruang bebas, dimana pada hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

TABEL 4.5 HASIL PERHITUNGAN LINK BUDGET PADA JARINGAN BACKHAUL

No.	Menara	P T (dBm)	G T (dBi)	G R (dBi)	L T (dB)	L R (dB)	L path (dB)	RSL (dB)	EIRP (dBm)
1	TVRI	20	29	30	13.76	24.40	136.31	-95.48	29.23
	Kec. Tarakan Utara								
2	TVRI	20	28	30	9.43	17.72	126.74	-75.89	35.18
	BTS Pantai Amal								
3	TVRI	20	26	30	7.50	7.50	123.59	-62.59	35.82
	SMKN 2								
4	TVRI	20	28	30	7.50	7.50	132.40	-69.40	35.65
	Kel. Juata Permai								

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.5 diatas, dapat disimpulkan bahwa, setiap jaringan backhaul bisa terkoneksi dengan baik dan telah memenuhi standar yang dan aturan yang berlaku di Indonesia.

Perhitungan Link Budget untuk Wi-Fi

Dalam perencanaan ini jaringan WiFi digunakan sebagai jaringan yang langsung bisa terkoneksi dengan pengguna, jaringan yang diperoleh dari jaringan backhaul 5,8 GHz dan di konversi menjadi 2,4 GHz. Pada perhitungan link budget pada jaringan WiFi, maka parameter yang digunakan yaitu menggunakan asumsi tinggi antenna pengirim, $h_b = 20$ m Tinggi antenna penerima (CPE), $h_{cpe} = 5$ m, sehingga didapat redaman pada kabel sebesar c dan $L_r = 1,6$ dB. Kemudian untuk nilai penguatan antenna penerima yang akan digunakan adalah $G_R = 15$ dBi. Berikut adalah hasil perhitungan luasan sel yang tercantum pada tabel 4.6, dengan menggunakan antenna *omnidirectional* dengan nilai penguatan sebesar $G = 15$ dBi dan antenna sektoral 120° dengan nilai penguatan sebesar $G_T = 14$ dBi.

TABEL 4.6 PERHITUNGAN LINK BUDGET DAN LUASAN SEL

Sel	Frekuensi (MHz)	EIRP (dBm)	RSL (dB)	FSL (dB)	Jarak (km)	Luasan Sel (km ²)	
						Ling karan	Hexa gonal
TVRI	2412	30.10	-65	108.50	2.63	21.74	17.98
SMKN 2	2437	30.10	-65	108.50	2.60	21.29	17.62
Kec. Tarakan Timur 1	2437	29.10	-65	107.50	2.32	-	13.99
Kec. Tarakan Timur 2	2462	29.10	-65	107.50	2.30	-	13.71
BTS Pantai Amal 1	2437	25.10	-65	103.50	1.46	-	5.57
BTS Pantai Amal 2	2462	25.10	-65	103.50	1.45	-	5.46
Kec. Tarakan Utara	2412	30.10	-65	108.50	2.63	21.74	17.98
Kel. Juata Permai	2462	30.10	-65	108.50	2.58	20.86	17.26

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.6 diatas, maka dapat diketahui seberapa luas jaringan pada setiap sel, sehingga dapat diketahui daerah mana saja yang terjangkau oleh jaringan WiFi.

Desain Jaringan Wireless Metropolitan Area Network di Kota Tarakan

Dari seluruh hasil perhitungan link budget diatas, maka dapat didesain sebuah jaringan Wireless Metropolitan Area Network di Kota Tarakan seperti pada gambar 4.11 dan gambar 4.10 untuk desain jaringan backhaulnya.

Gambar 4.10 Desain Jaringan Backhaul di Kota Tarakan

Gambar 4.11 Desain Jaringan WMAN di Kota Tarakan

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam perencanaan sel-sel kanal komunikasi WiFi didapatkan hasil yang optimal yaitu dengan memanfaatkan 6 menara yang sudah ada di kota Tarakan.
2. Dalam perhitungan link budget maka didapatkan hasil yang telah memenuhi standar dan peraturan yang berlaku di Indonesia dan dapat terkoneksi dengan baik, sehingga para konsumen dapat menggunakan jaringan internet.
3. Dalam menentukan luasan sel, dapat diketahui daerah-daerah mana saja yang akan mendapatkan jaringan internet.
4. Dalam mendesain jaringan menggunakan metode topologi bintang pada jaringan backhaul dan pada jaringan WiFi menggunakan metode hexagonal dan lingkaran untuk mengetahui radius pancaran sinyal WiFi tersebut..

REFERENSI

- Buku Saku Statistik Kota Tarakan, 2006, (www.tarakankota.go.id)
- Gunadi Dwi H, 2009, "WiFi (Wireless LAN) Jaringan Komputer Tanpa Kabel", Penerbit Informatika, Bandung.
- International Telecommunication Union Radiocommunication (ITU-R), Recommendation P.530-9, "Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems".
- Joyoboyo, 2005, "Perencanaan Sistem Wireless Metropolitan Area Network dengan Menggunakan Teknologi Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) Pada Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta", Tugas akhir STT TELKOM, Bandung.
- Peraturan Menteri Perhubungan, 2005, "Tentang Penggunaan Pita Frekuensi 2,4 GHz", Jakarta.
- Purbo W. Onno, dkk, 2007, "Jaringan Wireless di Dunia Berkembang", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Purwanto Budi, 2002, "Link Budget Calculation & Transponder Management", PT. Satelindo © ASSI SATCOM Course.
- Wardhana dkk, 2010, "Teknologi Wireless Communication dan Wireless Broadband", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- (www.aksepoint.com, diakses 1 November 2011)
- (www.tp-link.com, diakses 1 November 2011)