

ANALISIS *LINK BUDGET* UNTUK KONEKSI RADIO WIRELESS LOCAL AREA NETWORK (WLAN) 802.11B DENGAN MENGUNAKAN SIMULASI *RADIO MOBILE* (STUDI KASUS PADA JALAN KARTINI SIANTAR – AMBARISAN)

Fenni A Manurung, Naemah Mubarakah
Konsentrasi Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: fennialfionita_manurung@yahoo.com

Abstrak

Sistem komunikasi semakin meningkat dan berkembang dengan cepat. Perkembangan tersebut memacu untuk menghadirkan teknologi sampai ke semua wilayah termasuk daerah terpencil di pedesaan dengan menggunakan teknologi WLAN meskipun mengalami kendala yang cukup berat untuk mencapai ke sana. Untuk mendapatkan sebuah koneksi jaringan WLAN perlu adanya perencanaan agar jaringan dapat terhubung dengan baik dan mendapatkan performa yang memuaskan dengan menghitung *link budget*. Analisis *link budget* ini diharapkan dapat menjadi referensi sebagai langkah awal dalam perencanaan pembangunan perangkat radio WLAN antara *Soft Net* sebagai penyedia layanan dengan Desa Ambarisan yang terletak di kabupaten Simalungun. Pada jurnal ini, akan dibandingkan hasil perhitungan *link budget* koneksi radio WLAN a/b/g antara metode perhitungan menggunakan *software Radio Mobile version 11.4.3* dengan teoritis. Analisis *link budget* pada WLAN 802.11 b yang diperoleh secara teori ditunjukkan oleh *System Operating Margin* (SOM) yang bernilai 29,4 dBm dan secara simulasi bernilai 28,6 dBm, pada WLAN 802.11g secara teori bernilai 7,418 dBm dan secara simulasi bernilai 6,6 dBm sementara pada WLAN 802.11a, secara teori bernilai - 3,25 dBm dan secara simulasi bernilai -5,7 dBm dimana WLAN 802.11a/g tidak memenuhi batas minimal nilai SOM yang baik.

Kata Kunci: WLAN, *Link budget*, SOM

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan sistem untuk komunikasi jarak jauh semakin meningkat sejalan dengan era globalisasi dimana perpindahan dan pergerakan manusia semakin berkembang dengan cepat dan meluas. Perkembangan tersebut memacu untuk menghadirkan teknologi sampai ke semua wilayah termasuk daerah terpencil di pedesaan yaitu dengan menggunakan teknologi WLAN[1].

Untuk mendapatkan sebuah koneksi jaringan WLAN perlu adanya perencanaan agar jaringan dapat terhubung dengan baik dan mendapatkan performa yang memuaskan dengan menghitung *link budget*. *Link Budget* merupakan perhitungan *loss* dan *gain* dari antena pemancar menuju penerima. *Link Budget* didapat dengan memasukkan parameter – parameter tertentu pada sistem gelombang radio WLAN 802.11b/a/g guna mencapai SNR

(*Signal to Noise Ratio*). SNR ialah perbandingan (*ratio*) antara kekuatan sinyal (*signal strength*) dengan kekuatan derau (*noise level*)[1].

Salah satu solusi dalam perancangan jaringan tersebut adalah dengan menggunakan simulator. *Radio Mobile* merupakan salah satu aplikasi simulasi propagasi yang memiliki kemampuan mempermudah pengguna dalam menentukan arsitektur jaringan serta kemudahan dalam membaca hasil simulasi. Hasil analisis jurnal ini diharapkan dapat menjadi referensi sebagai langkah awal dalam perencanaan pembangunan perangkat radio WLAN antara *Soft Net* sebagai penyedia layanan dengan Desa Ambarisan yang terletak di kabupaten Simalungun dimana desa ini adalah daerah terpencil yang belum memiliki koneksi WLAN.

2. Wireless Local Area Network (WLAN)

WLAN adalah jaringan komputer yang menggunakan frekuensi radio sebagai media transmisi data. WLAN sering disebut sebagai jaringan nirkabel atau jaringan *wireless*. *Wi-Fi* atau *Wireless Fidelity* adalah salah satu standar *Wireless Networking* tanpa kabel. IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineering*) merupakan suatu organisasi yang mengeluarkan standarisasi untuk mengatur komunikasi data melalui *wireless*. Teknologi WLAN 2,4 GHz merupakan pengembangan dari standar IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, yang mempunyai kelebihan dalam segi ekonomis. Adapun perbedaan standar IEEE 802.11a/b/g dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan standar IEEE 802.11a/b/g

Standart	802.11 b	802.11 a	802.11 g
Modulation	DSSS	OFDM	OFDM DSSS
Date Rate	Up to 11 Mbps	Up to 54 Mbps	Up to 54 Mbps
Frequency	2,4 Ghz,	5 Ghz	2,4 Ghz,

2.1 Topologi Jaringan WLAN

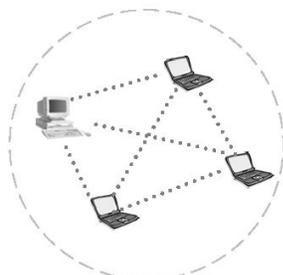
Adapun Topologi jaringan WLAN adalah seperti dibawah ini[3]:

1. BSS (*Basic Service Set*)

BSS dapat dikatakan sebagai area komunikasi yang memungkinkan anggota untuk bertukar informasi.

a. Jaringan *Point-to-Point* (Jaringan *Ad-hoc*)

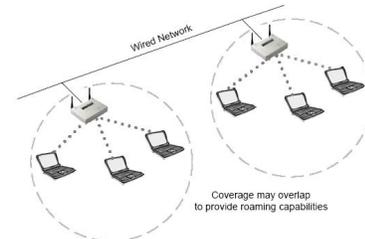
Sebuah *grup* dengan dua atau lebih *station* nirkabel yang saling berkomunikasi tanpa harus menggunakan *access point*. Gambar 1 adalah contoh konfigurasi jaringan ini[3].



Gambar 1. Jaringan *Point-to-Point* (Jaringan *Ad Hoc*)

b. Jaringan Infrastruktur

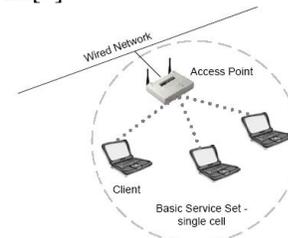
Tipe kedua struktur jaringan yang didukung WLAN IEEE 802.11 adalah setiap *station* membutuhkan *access point* untuk saling berkomunikasi. Gambar 2 mengilustrasikan contoh IBSS[3].



Gambar 2. *Infrastructure Basic Service Set*

2. ESS (*Extended Service Set*)

Dikarenakan sifat sinyal yang menyebar melalui udara, infrastruktur BSS mempunyai jarak cakupan yang terbatas. Untuk menambah area cakupan membutuhkan instalasi satu atau lebih tambahan *access point*. *Access point* yang lain membentuk satu infrastruktur BSS yang baru. Gambar 3 adalah contoh konfigurasi jaringan ini[3].



Gambar 3. *Extended Service Set (ESS)*

Access point berkomunikasi satu dengan yang lain melalui DS yang biasanya adalah *wired LAN*. Seperti pada Gambar 3, tiap BSS memiliki daerah cakupannya sendiri. BSS dapat secara sebagian atau keseluruhannya *overlap* dengan BSS lainnya tanpa terjadi masalah.

2.2 Parameter WLAN

Ada beberapa parameter yang memerlukan perhitungan untuk meyakinkan bahwa sistem itu akan bekerja dengan baik, diantaranya adalah sebagai berikut[4]:

1. *Transmitter Power Level* (TX Power = *Daya Pancar*)

Semua radio akan mempunyai daya pancar tertentu. Daya pemancar diukur dalam dua satuan, dengan menggunakan Watt (atau milliwatt) atau menggunakan satuan dBm.

Daya dalam dBm dihitung dengan $\text{dBm} = 10^{10} \log P$ (daya dalam milliwatt), sehingga pemancar dari 100mW (0.1Watt) adalah setara dengan 20 dBm[4].

2. Penguatan Antena (*Gain*)

Penguatan antena (*gain*) adalah besarnya penguatan antena yang dapat dilakukan oleh antena pada saat memancarkan dan menerima sinyal dengan antena ditetapkan sebagai keluaran daya pada arah tertentu dibandingkan keluaran yang dihasilkan pada arah sembarang oleh antena *omnidirectional* sempurna (*antenna isotropic*)[4].

3. Sensitivitas penerima (*Minimal Received Signal Level*)

Sensitivitas perangkat (*receiver sensitivity*) merupakan kepekaan suatu perangkat pada sisi penerima yang dijadikan ukuran *threshold*. *Receiver Sensitivity* menunjukkan besarnya sensitivitas penerima sebagai tolak ukur penerimaan sinyal yang ditransmisikan[5].

4. Receive Level Signal (Rx Level)

Receive Level Signal adalah tingkat sinyal yang diterima di perangkat penerima dan nilainya harus lebih besar dari sensitivitas perangkat panerima (*Receive Sensitivity*). Jika *receive level signal* lebih kecil nilainya dari sensitivitas penerima berarti sinyal yang dipancarkan tidak dapat diterima dengan baik oleh perangkat penerima. Secara matematis dinyatakan seperti pada persamaan berikut [6]:

$$\text{Rx level} = \text{EIRP} - \text{FSL} + G_{\text{Rx}} - L_{\text{Rx}} \quad (1)$$

Dimana : G_{Rx} = *Gain* antena penerima

L_{Rx} = *loss* kabel antena penerima

5. Effective Isotropically Radiated Power (EIRP)

EIRP adalah total energi yang di keluarkan oleh sebuah *access point* dan antena. Saat sebuah *Access Point* mengirim energinya ke antena untuk di pancarkan, pengurangan besar energi akan terjadi di dalam kabel. Secara matematis dinyatakan seperti pada persamaan berikut [6]:

$$\text{EIRP} = P_{\text{Tx}} - L_{\text{Tx}} + G_{\text{Tx}} \quad (2)$$

Dimana : P_{Tx} = Daya pancar antena pemancar

L_{Tx} = *Loss* kabel di antena pemancar

6. Redaman (Loss)

Adapun beberapa redaman yang perlu diperhatikan antara lain : redaman propagasi,

rugi-rugi konektor dan saluran transmisi. 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 kabel *coaxial* pendek (tidak lebih dari satu meter) termasuk konektornya biasanya cukup rendah, yang berkisar antara 0.25- 0.5dB[6].

a. Propagasi *Non Line Of Sight* (NLOS)

Pada kondisi NLOS, sinyal akan sampai pada penerima setelah melalui pemantulan (*reflection*), pemencaran (*scattering*) dan pembiasan (*diffraction*). Kondisi *multipath* ini akan memberikan perbedaan polarisasi, redaman, *delay* pancar dan ketidakstabilan dibandingkan dengan sinyal yang diterima secara langsung melalui *direct path*.

Perhitungan *loss* propagasinya dapat dilihat pada persamaan 3 [7]:

$$L_{\text{propagasi}} = L_{d0} + 10 n \log 10 (d/d0) + \Delta L_f + \Delta L_h + s \quad (\text{dB}) \quad (3)$$

Dimana :

L_{d0} = *free path loss* di $d0$

$d0$ = 100 m (jarak referensi)

n = *path loss exponent*

d = jarak *base station* dan *subscriber station* (m)

ΔL_f = faktor koreksi frekuensi

ΔL_h = faktor koreksi tinggi antena penerima

s = *shadow fading* komponen

Perhitungan faktor koreksi frekuensi dapat dilihat dari persamaan 4[7]:

$$\Delta L_f = 6 \log \left(\frac{f(\text{MHz})}{2000} \right) \quad (4)$$

Perhitungan faktor koreksi tinggi antena penerima dapat dilihat dari persamaan 5[7]:

$$\Delta L_h = -10 \times 7 \log \left(\frac{h}{2} \right) \quad (5)$$

Dimana : h = tinggi antena2 penerima

Perhitungan *path loss* eksponen dapat dilihat dari persamaan 6[7]:

$$n = a - (b \times \frac{h_b}{h_b}) + \left(\frac{c}{h_b} \right) \quad (6)$$

Dimana : h_b = tinggi *base station* 10 m $\leq h_b \leq$ 80 m

b. Free Space Loss (FSL)

Redaman ruang bebas atau *free space loss* merupakan penurunan daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas. Redaman ini dipengaruhi oleh besar frekuensi dan jarak

antara titik pengirim dan penerima dimana pengaruh difraksi, refraksi, refleksi, absorpsi maupun *blocking* dianggap tidak ada. Nilai *free space loss* dihitung dengan persamaan di bawah ini[6]

$$L_{fs} = 32,45 + 20 \log d + 20 \log f \quad (7)$$

dimana : L_{fs} = redaman ruang bebas (dB)

d = jarak antara antena pemancar ke penerima (km)

f = frekuensi (MHz)

7. Line of Sight (LOS)

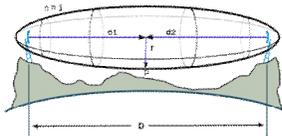
Transmisi radio membutuhkan sebuah jalur kosong yang dibutuhkan oleh dua antena untuk saling berkomunikasi, ini dinamakan radio *line of sight*. Untuk mendapatkan daerah visual yang bersih pada sebuah *line of sight*, diantara 2 buah titik tersebut usahakan tidak terdapat hambatan antara lain adalah bentuk topografi contoh pegunungan, hutan, sudut permukaan bumi, gedung tinggi, rumah, bangunan-bangunan lain dan pohon seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4[4].



Gambar 4. Visual Line of Sight

8. Fresnell Zone (Zona Fresnell)

Teori *fresnel zone* digunakan untuk menguantifikasi *Radio Line of Sight*. Bayangkan sebuah *fresnel zone* sebagai lorong berbentuk bola rugby dengan antena pemancar dan penerima di ujung-ujungnya. Beberapa orang menggunakan konsensus bahwa harus 80% dari *fresnel Zone* tidak ada yang menghalangi untuk memperoleh Radio LOS yang baik. Gambar 5 menunjukkan kondisi *fresnel zone* untuk mendapatkan kualitas link[6].



Gambar 5. Fresnell Zone

Untuk menyederhanakan kalkulasi radius dari *fresnel zone*, kita dapat menyederhanakan rumusnya menjadi[6]:

$$R = 17,3 \sqrt{d_1 \times d_2 / fd} \quad (8)$$

Dimana,

R = radius dari *fresnel zone* dalam meter

d = jarak antara dua titik dalam meter

f = frekuensi dalam MHz

ketinggian antena adalah : tinggi penghalang + FZC

9. System Operating Margin (SOM)

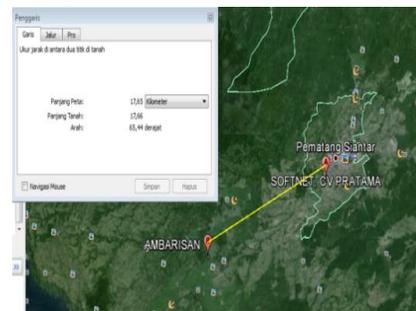
Alasan utama menghitung *Wireless Link budget* adalah merancang dan membangun sebuah koneksi yang *reliable*. Sinyal gelombang mikro pada umumnya akan berinteraksi dengan banyak hal di lingkungannya seperti *fading*. Untuk mengalahkan efek *fading* dan menghasilkan koneksi yang bagus, setiap *link* gelombang mikro membutuhkan ekstra sinyal diatas minimum *threshold receiver*. Ekstra sinyal ini disebut *fade margin* atau sering juga disebut *System operating margin* (SOM) dimana batas minimal nilai SOM untuk perancangan sinyal yang baik bernilai 15 dBm[2].

3. Metode Penelitian

Adapun langkah – langkah yang dilakukan dalam pembuatan jurnal ini adalah sebagai berikut :

3.1 Survey Lokasi

Lokasi perancangan dilaksanakan antara Kota Siantar yang terletak di Jalan Kartini dengan Desa Ambarisan yang terletak di Kabupaten Simalungun, Kecamatan Sidamanik yang ditunjukkan oleh Gambar 6

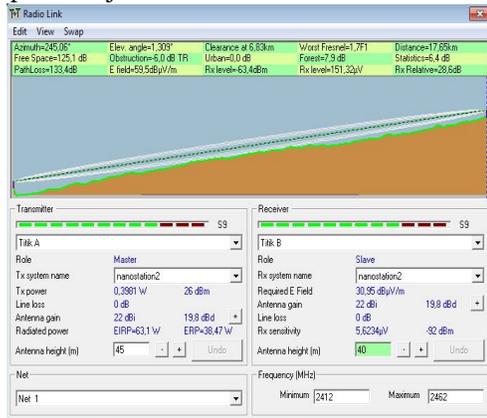


Gambar 6. Jarak Soft Net sebagai *access point* (A) dengan Ambarisan Kecamatan Sidamanik sebagai client (B)

Peta digital pada Gambar 6 menunjukkan lokasi yang akan dirancang. Jarak di antara keduanya sekitar 17,65 km dimana *access point* terletak di koordinat $02^{\circ} 56.645'N; 099^{\circ} 02.875'E$ dengan *client* terletak di koordinat $02^{\circ} 52.627'N; 098^{\circ} 54.224'E$.

3.2 Simulasi Radio Mobile

Setelah dilakukan survei lokasi, maka dilakukan simulasi dengan memasukkan parameter – parameter yang diperlukan seperti tinggi antenna, gain antenna, jenis antenna dan radio. Hasil *link budget* pada frekuensi 2,4 GHz, *data rate* 11 Mbps (WLAN 802.11b) dapat ditunjukkan oleh Gambar 7



Gambar 7. Perhitungan simulasi *Radio Mobile* pada frekuensi 2,4 GHz dengan *data rate* 11 Mbps

Hasil *link budget* pada frekuensi 5,8 GHz dengan *data rate* 54 Mbps (WLAN 80.11a) ditunjukkan oleh Gambar 8



Gambar 8. Perhitungan simulasi *Radio Mobile* pada frekuensi 5,8 GHz dengan *data rate* 54 Mbps

4. Hasil dan Analisis

Dari persamaan (3), (1), (2), (9), (7) maka didapat nilai *Path loss*, *Rx level*, EIRP, SOM dan FSL dan hasilnya dibandingkan dengan hasil simulasi seperti ditunjukkan oleh Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2. Perbandingan antara simulasi dan teoritis pada WLAN 802.11b

No.	Pengukuran	Simulasi	Teori
1	Jarak AP – Client	17,65 km	17,65 km
2	<i>Path Loss</i>	133,4 dB	131,582 dB
3	<i>Rx - level</i>	-63,4 dBm	-62,582 dBm
4	EIRP	48 dBm	47,5 dBm
5	Tinggi Antena	Tx=45 m, Rx=40	36,71 m
6	SOM	28,6 dBm	29,418 dBm
7	FSL	125,1 dBm	124,97 dBm

Tabel 3. Perbandingan antara simulasi dan teoritis pada WLAN 802.11a

No.	Pengukuran	Simulasi	Teori
1	Jarak AP - Client	17,6 km	17,65 km
2	<i>Path Loss</i>	142,7 dB	139,25 dB
3	<i>Rx – Level</i>	-79,7 dBm	-77,25 dBm
4	EIRP	41,0 dBm	40,5 dBm
5	Tinggi Antena	Tx=45 m, Rx=40	36,74 m
6	SOM	-5,7 dB	-3,25 dB
7	FSL	132,4	132,64

Tabel 4. Perbandingan antara simulasi dan teoritis pada WLAN 802.11g

No.	Pengukuran	Simulasi	Teori
1	Jarak AP – Client	17,6 km	17,65 km
2	<i>Path Loss</i>	133,4 dBm	131,575 dBm
3	<i>Rx – Level</i>	-67,4 dBm	-66,582 dBm
4	EIRP	44 dBm	43,5 dBm
5	Tinggi Antena	Tx=45 m, Rx=40	36,74 m
6	SOM	6,6 dBm	7,418 dBm
7	FSL	125,1 dBm	124,97 dBm

Dari hasil teori dan simulasi yang dihitung, maka didapat dianalisis bahwa :

1. Semakin besar frekuensi, maka *path loss* dan *free space loss* semakin besar artinya rugi – rugi selama transmisi semakin besar. Dalam hal ini, frekuensi 2,4 GHz lebih baik dari frekuensi 5,8 GHz untuk koneksi WLAN dengan jarak yang cukup jauh
2. Semakin besar *data rate*, maka *Rx level* (sinyal yang diterima) semakin kecil artinya sinyal yang diterima kurang baik
3. WLAN 802.11b memiliki *Rx level* lebih besar dan SOM yang melebihi batas minimal nilai SOM yang baik sehingga kualitas sinyal WLAN 802.11b lebih baik dibanding WLAN 802.11a/g
4. Adapun tinggi antena yang dipakai dalam simulasi adalah 45 m (pemancar) dan 40 m (penerima) sementara pada teori didapat tinggi antena sebesar 36,7 m. Adapun perbedaan nilai ini disebabkan karena teori tidak memperkirakan kontur tanah sementara pada simulasi memperkirakan tinggi kontur tanah.

5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan baik menggunakan simulasi maupun secara teoritis pada *link budget Wireless Lokal Area* (WLAN) antara Soft Net Pematang Siantar dengan Ambarisan kecamatan Sidamanik dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Parameter-parameter *link* yakni *path loss*, *Receive Signal Level*, *System Operating Margin*, dapat diperoleh nilainya dengan cepat menggunakan software *Radio Mobile version 11.4.3*
2. Dari hasil perhitungan EIRP, dengan menggunakan jaringan WLAN 802.11b dan g menunjukkan bahwa kualitas sinyal output yang dihasilkan adalah baik sementara 802.11 a kurang baik, hal ini dikarenakan WLAN 802.11 b dan g memiliki kualitas yang lebih baik daripada WLAN 802.11a dan lebih tahan terhadap gangguan.
3. Semakin besar frekuensi dan *data rate*, maka sinyal semakin rentan terhadap gangguan. Selain itu tinggi antena juga mempengaruhi kualitas baik buruknya pancaran sinyal. Semakin tinggi antena maka kualitas sinyal semakin baik karena halangannya semakin kecil.

4. Terdapat perbedaan hasil perhitungan menggunakan simulator dan secara teoritis disebabkan Simulator Radio Mobile juga memperhitungkan cuaca selain itu pada simulasi digunakan frekuensi 2412 GHz – 2462 GHz artinya terbatas hanya ada enam kanal sementara pada teori menggunakan frekuensi 2,4 GHz

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu terutama kepada Bapak Maksum Pinem dan Bapak Ali Hanafiah Rambe yang telah membimbing saya selama pembuatan jurnal ini.

6. Referensi

1. Wibowo, Kristianto dan M. Marchaban. 2011. Menghitung *Link Budget* untuk Koneksi Radio WLAN menggunakan *Radio Mobile*. Yogyakarta: AMIKOM
2. Gunawan, Arif Hamdani dan Andi Putra. 2004. *Komunikasi Data Via IEEE 802.11*. Bandung: Dinastindo.
3. Mulyanta, Edi S. 2005. *Pengenalan Protokol Jaringan Wirelless*. Jakarta: Andi.
4. Salim, Robi.2010. *Pengembangan Jaringan WLAN dengan Menggunakan Server FreeBSD pada PT. KMK Global Sport*. Jakarta: Universitas Indonusa Esa Unggul.
5. Speedy, Telkom. 1998. *Menghitung Link Budget*. Diakses tanggal 22 Mei 2013.
6. Wikipedia, 2010. Frekuensi Radio Diakses tanggal 22 Agustus 2013
7. Mayhoneys. 2008. Perhitungan *Link Budget*. Ensiklopedia