

DESAIN PENENTUAN TINGGI ANTENA PADA KOMUNIKASI WIRELESS LAN 802.11 FREKUENSI 2,4 GHz DAN 5 GHz

M. Nanak Zakaria

PS. Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang
nanak712000@yahoo.com, nanak712000@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan akan pemakaian media transmisi radio semakin meningkat karena sifatnya yang lebih fleksibel serta instalasi yang lebih cepat. Teknologi WLAN (Wireless LAN) menjadi sangat populer dewasa ini serta banyak aplikasinya. Setelah terjadi evolusi teknologi ini menjadikan para pemakai meyakini realiability teknologi ini dan siap untuk digunakan dalam jaringan tanpa kabel. Frekuensi yang dipakai adalah 2.4 GHz atau 5 GHz yakni frekuensi yang tergolong pada ISM (Industrial, Scientific, and Medical).

Penentuan tinggi minimal antenna untuk komunikasi point to point bergantung pada ketinggian masing-masing lokasi dari permukaan laut (ASL-Above Sea Level), jenis dan halangan disepanjang lintasan, frekuensi, serta factor clearance.

Pemakaian frekuensi kerja yang digunakan 5 GHz diperoleh tinggi minimal penempatan antena di B menjadi menurun dibandingkan 2,4 GHz, akan tetapi dengan meningkatnya frekuensi kerja maka redaman-redaman dalam perhitungan link budget semakin meningkat.

Kata kunci : WLAN, point to point, link budget

I. PENDAHULUAN

Teknologi WLAN (*Wireless LAN*) bekerja dengan menggunakan gelombang radio. Sinyal radio menjaral dari pemancar ke penerima melalui media udara bebas (*free space*) serta banyak mengalami pantulan, difraksi, fading dan redaman.

Pada awalnya teknologi ini didesain untuk aplikasi perkantoran dalam ruangan, namun sekarang WLAN dapat digunakan untuk jaringan peer to peer dalam ruangan dan jaringan point to point di luar ruangan untuk komunikasi penyedia jasa internet ke pengguna. *Wireless LAN* di desain sangat fleksibel sehingga dapat mengatasi kendala geografis serta lokasi yang sulit dijangkau dengan jaringan kabel.

Penelitian ini mempunyai tujuan:

- a. Menghitung pengaruh beberapa halangan (*obstacle*) di sepanjang lintasan antara pemancar dan penerima
- b. Mengetahui tinggi pemasangan antena yang dibutuhkan sehingga tower (menara) yang akan dibuat dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Wireless LAN (WLAN)*

Teknologi Wireless LAN menjadi sangat populer karena saat ini banyak penggunaannya sebagai media transmisi. Setelah evaluasi terhadap teknologi tersebut dilakukan, menjadikan para pengguna ingin mengembangkan teknologi ini dan siap untuk digunakan dalam skala luas dan kompleks pada jaringan tanpa kabel.

Frekuensi yang dipakai adalah 2.4 GHz atau 5 GHz yakni frekuensi yang tergolong pada ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*). Dalam teknologi WLAN ada dua standar yang digunakan yakni :

1. 802.11 standar *indoor* yang terdiri dari :
 - a. 802.11 2,4 GHz 2 Mbps
 - b. 802.11a 5 GHz 54 Mbps
 - c. 802.11a 2X 5 GHz 108 Mbps
 - d. 802.11b 2,4 GHz 11 Mbps
 - e. 802.11g 2.4 GHz 54 Mbps
 - f. 802.11n 2,4 GHz 120 Mbps
2. 802.16 standar *outdoor* salah satunya adalah WiMAX (*World Interoperability for Microwave Access*) yang dikembangkan penggunaannya di Indonesia.

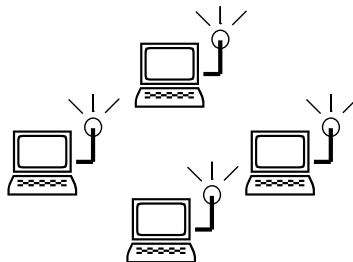
2.2 Jenis Instalasi WLAN

Didalam men-konfigurasi perangkat Wireless LAN Wireless mempunyai 2 jenis berdasarkan letak pemasangan, yaitu :

1. Jenis Instalasi WLAN Indoor
2. Jenis Instalasi WLAN Outdoor

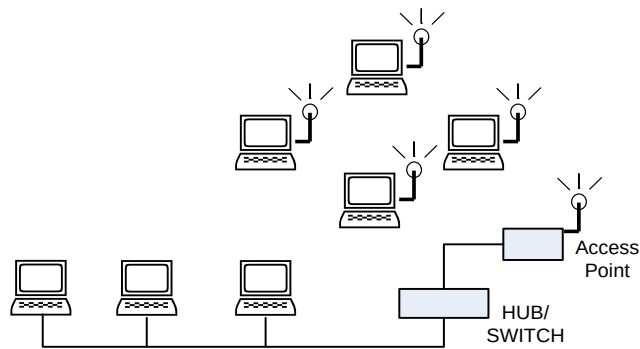
Instalasi WLAN Indoor

Jenis Instalasi WLAN ini biasanya dipasang dalam satu ruangan dalam jumlah komputer yang terbatas. Masing-masing computer dapat saling bertukar informasi melalui media wireless.



Gambar 1. Model Ad Hoc atau *Peer to peer* pada jaringan *Wireless*

Pada type infrastructure ini wireless mempunyai piranti Transmitter yang disebut AP (*Access Point*). AP ini berfungsi untuk menghubungkan jaringan *Wireless* dengan jaringan komputer kabel (*wired networking*) sehingga antara dua jaringan kabel dan *wireless* dapat saling komunikasi.



Gambar 2. Model Jaringan dengan penggabungan Jaringan Wireless dengan Jaringan Kabel

Instalasi WLAN Outdoor

Untuk type *outdoor*, wireless LAN terdiri dari mode :

1. Mode **BRIDGE / Point to Point (P2P)**

Mode ini digunakan untuk menghubungkan dua tempat yang berjauhan dalam jarak pandang LOS (*Line Of Sight*). Antena yang digunakan type *Directional* dengan polarisasi *Horizontal* dan AP (*Access Point*) diset pada mode *BRIDGE*.

2. Mode **Multi BRIDGE / Point to Multipoint (P2M)**

Menghubungkan beberapa LAN sekaligus secara transparan. Antena yang digunakan dari sisi induknya menggunakan type *Omni Directional* sedangkan dari sisi Client menggunakan antenna type *Directional* dengan polarisasi *Vertical*. Pada AP (*Access Point*) diset pada mode *Multi BRIDGE*

3. Mode **ACCESS POINT**

Mode ini banyak diterapkan pada ISP (*Internet Service Provider*) untuk hubungan antara ISP dengan Client nya di kantor-kantor atau di rumah-rumah. Jadi pada sisi ISP diset pada mode *Access Point*. Antenna yang digunakan type *Omni Directional* agar dari segala arah(360°) Client dapat mengakses *Access Point* ISP

4. Mode **ACCESS POINT CLIENT**

Mode ini diterapkan pada sisi Client yang mengakses *Access Point*. Misalnya Warnet-warnet, Sekolah-sekolah atau Instansi Pemerintah atau Swasta dapat mengakses 24 jam penuh tanpa memakai PC lewat AP yang diset pada mode *Access Point Client*. Antenna yang digunakan type *Directional* dengan polarisasi *Vertical*.

2.3 Sistem Komunikasi LOS (*Line Of Sight*)

Pemenuhan standar *Line of Sight* (LOS) yang baik antara antenna pengirim dan antenna penerima sangat penting sekali baik untuk instalasi *Point to Point* dan *Point to Multipoint*. Ada dua jenis LOS yang biasanya harus di perhatikan dalam instalasi, yaitu:

1. Optical LOS – berhubungan dengan kemampuan masing-masing untuk melihat.
2. Radio LOS – berhubungan dengan kemampuan penerima radio untuk “melihat” sinyal dari pemancar radio.

Teori Fresnel Zone digunakan untuk mengkuantifikasi Radio Line of Sight. Bidang yang dapat mewakili bidang sebuah Fresnel Zone adalah lorong berbentuk bola rugby dengan antenna pemancar & penerima di ujung-ujungnya.

Beberapa orang menggunakan consensus bahwa jika 60% dari Fresnel Zone di tambah tiga meter bebas dari halangan maka Radio LOS baik. Sebagian mengadopsi bahwa harus 80% dari *Fresnel Zone* tidak ada yang menghalangi untuk memperoleh Radio LOS yang baik.

Jika ada halangan di wilayah *Fresnel Zone* maka performance system akan terganggu. Beberapa efek yang akan terjadi adalah:

1. *Reflection* (Refleksi).

Gelombang yang menabrak merambat menjauhi bidang datar & mulus yang di tabrak. Multipath fading akan terjadi jika gelombang yang datang secara langsung menyatu di penerima dengan gelombang pantulan yang juga datang tapi dengan fasa yang berbeda.

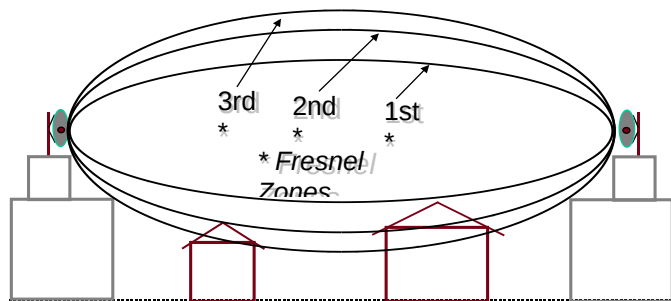
2. *Refraction* (Refraksi).

Gelombang yang menabrak merambat melalui bidang yang dapat memudarkan (scattering) pada sudut tertentu. Pada frekuensi di bawah 10GHz kita tidak terlalu banyak terganggu oleh hujan lebat, awan, kabut dsb. Redaman pada 2.4GHz pada hujan 150mm/jam adalah sekitar 0.01dB/km.

3. *Diffraction* (Difraksi).

Gelombang yang menabrak melewati halangan dan masuk ke daerah bayangan. Kondisi ini secara teori oleh Fresnel digambarkan sebagai bola rugby antara dua lokasi yang saling berhubungan, seperti tampak pada gambar 3 berikut.

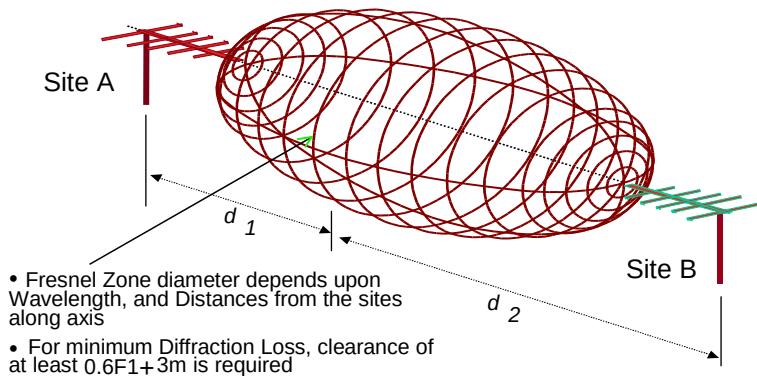
Fresnel



Gambar 3 Fresnel Zone

Untuk mengetahui berapa ketinggian minimal yang perlu di sediakan agar antenna dapat bekerja dengan baik, sebaiknya dihitung *Fresnel Zone Clearance* (FZC) yang diperlukan. Tampak pada gambar yang lain, bola rugbi Freshnel diperlihatkan beserta rumus untuk menghitung ketinggian yang diperlukan.

The First Fresnel Zone



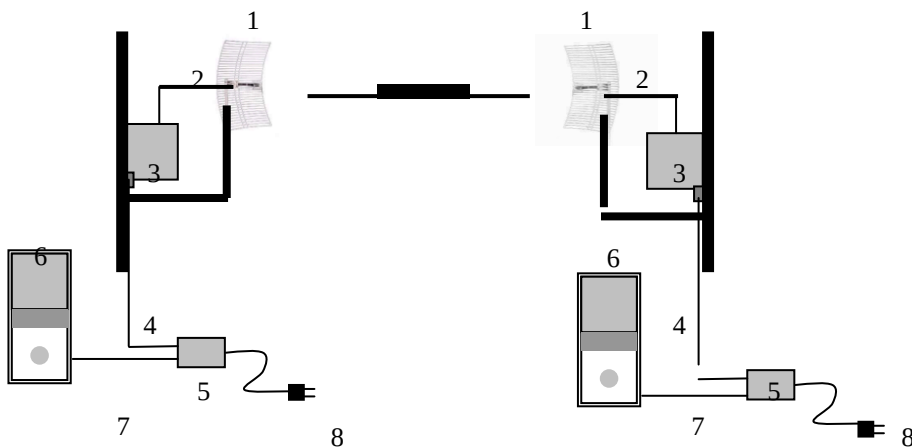
Gambar 4. First Fresnel Zone

Untuk memperoleh *Line of Sight* yang baik, minimal sekali 60% dari Fresnel Zone yang pertama di tambah tiga (3) meter harus bebas dari berbagai hambatan/rintangan. *Clearance* ini menentukan tinggi antenna minimal yang perlu di siapkan agar sinyal dapat di terima dengan baik di penerima. Untuk memperoleh sinyal yang baik, ketinggian tower biasanya lebih tinggi daripada *clearance* di atas.

Cara sederhana untuk membatasi ruang lingkup aplikasi WLAN adalah dengan membatasi daya pancar. Daya pancar sinyal di Antenna yang di ijin kan adalah 36 dBm, artinya jika anda menggunakan antenna parabola 24 dBi anda hanya boleh menggunakan peralatan WLAN dengan daya sekitar 15 dBm (sekitar 30 mW saja). Umumnya peralatan WLAN yang ada di pasaran mempunyai daya pancar antara 15-20 dBm (30-100 mW).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini yang akan dibahas hanya mode *bridge*/P2P – Point to Point dimana syarat LOS (*Line Of Sight*) sangat berpengaruh sekali terhadap kualitas sinyal.



Gambar 5. Konfigurasi Perangkat untuk P2P/Point to Point

Keterangan :

1. Antenna *Directional Semigrad Hyperlink*
2. Jumper RF (*Pigtail*)
3. *Radio Link* 2,4 GHz atau 5 GHz
4. Kabel UTP 2 pair untuk *Ethernet* (no. 1,2,3,6) & 2 pair untuk *Power DC*
5. POE (*Power Over Ethernet*)
6. PC with NIC atau *Hub/Switch*
7. Kabel UTP
8. Power AC 220 V

Disarankan adanya pemasangan Anti Petir (*Arrester*) antara *Pigtail* dengan kabel RF Antenna/konektor Antenna.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan *Path profile*

Data koordinat diperoleh dari GPS (*Global Positioning Systems*) pada kedua stasiun/terminal serta jarak masing-masing terhadap halangan/*obstacle* yang muncul sehingga dari perhitungan dihasilkan tinggi antenna penerima (R_x).

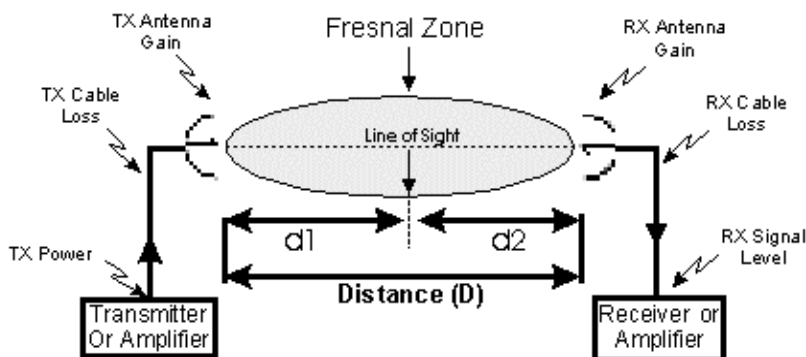
Langkah-langkah untuk perhitungan tinggi antenna penerima (R_x), sebagai berikut:

1. Menentukan tinggi stasiun pemancar dan halangan yang berpengaruh, baik tinggi obyek maupun *elevasi* (ketinggian dari permukaan laut).
2. Melakukan perhitungan nilai kelengkungan bumi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$h = 0.078 \left(\frac{d_1 \cdot d_2}{k} \right)$$

3. Melakukan perhitungan daerah *Fresnel* 1

$$F_1 = 17.3 \sqrt{\left(\frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2} \right) \left(\frac{1}{f} \right)}$$



Gambar 6 Rangkaian Pengganti Pemancar dan Penerima

4. Melakukan perhitungan Faktor *clearance* (jika diinginkan 80%)

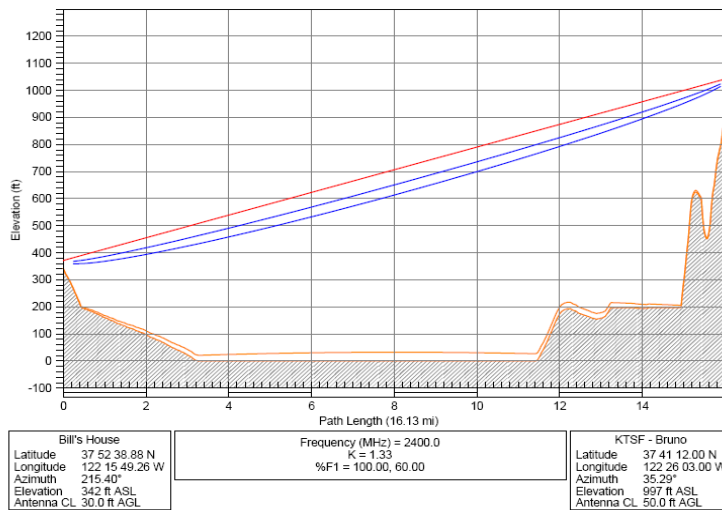
$$Clarence Factor (F_c) = 0,6 \times F_1$$

5. Melakukan perhitungan untuk memperoleh halangan total

$$h_m = h_1 + h + F_c + h_g$$

6. Menentukan tinggi antenna penerima (R_x)

Hasil dari pembuatan *path profile* ini dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Path Profile antara 2 Terminal/stasiun

4.2 Perhitungan Tinggi Antena

Desain perhitungan tinggi antenna yang dibutuhkan harus diketahui terlebih dahulu salah satu tinggi antenna diantara kedua stasiun yang ingin berkomunikasi ($h_{st.A}$). Jarak antara kedua terminal dinyatakan dalam d , sedangkan jika terdapat halangan diantara keduanya terdapat d_1 dan d_2 sedangkan tinggi halangan /obstacle (h_g).

Jika terdapat desain komunikasi *point to point* disuatu tempat yaitu Stasiun A sebagai ISP (*Internet Service Provider*) dan Stasiun B sebagai pelanggan diperoleh data :

- Nilai kelengkungan bumi (k) = $4/3 = 1,33$
- Jarak antara kedua stasiun (d) = 3,00 m
- Jarak halangan terdekat – *near far* (d_1) = 2,80 m
- Jarak halangan terjauh – *far end* (d_2) = 0,20 m
- Tinggi halangan (h_g) = 11 m
- Ketinggian halangan dari permukaan laut (h_1) = 546 m
- Tinggi antenna stasiun A (h_A) = 40 m
- Ketinggian stasiun A dari permukaan laut ($h_{st.A}$) = 470 m
- Ketinggian stasiun B dari permukaan laut ($h_{st.B}$) = 550 m

Maka nilai kelengkungan bumi adalah:

$$h = 0.078 \left(\frac{2,8 \times 0,2}{1,33} \right)$$

$$= 0,024 \text{ m}$$

Dengan menggunakan frekuensi kerja sebesar 2400 MHz, maka nilai daerah *fresnel* pertama dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$F_1 = 17.3 \sqrt{\left(\frac{d_1 \times d_2}{d_1 + d_2} \right) \left(\frac{1}{f} \right)}$$

$$= 6,12 \text{ m}$$

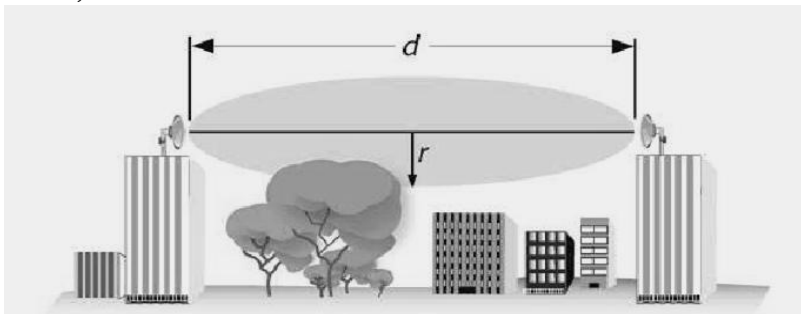
Dengan diketahuinya nilai daerah *fresnel* maka nilai *clearance* dapat ditentukan dengan persamaan

$$\begin{aligned}\text{Factor } clearance &= 0,8 \times 6,12 \\ &= 4,89 \text{ m}\end{aligned}$$

Halangan total diperoleh dari halangan yang mungkin terjadi pada lintasan, meliputi halangan tertinggi ditambah dengan faktor kelengkungan bumi dan *clearance*

$$\begin{aligned}h_m &= h_1 \text{ (m)} + h \text{ (m)} + \text{Factor. } clearance + h_g \text{ (m)} \\ &= 546 + 0,024 + 4,89 + 11 \\ &= 561,92 \text{ m}\end{aligned}$$

Sehingga tinggi pemasangan minimal antenna di stasiun B dengan *clearance factor* 80% adalah 14,66 meter.



Gambar 8 Sistem Pemancar dan Penerima beserta halangan/*obstacle*

Jika data hasil survey tetap sama tetapi frekuensi kerja yang digunakan 5 GHz, dengan cara yang sama seperti diatas diperoleh tinggi minimal penempatan antenna di B adalah 13,078 meter. Dengan frekuensi kerja ditingkatkan maka tinggi minimal antenna di B menjadi menurun sebesar 1,582 meter akan tetapi dengan meningkatnya frekuensi kerja maka redaman-redaman dalam perhitungan *link budget* semakin meningkat.

Pada pemakaian data yang sama sedangkan besarnya *clearance factor* ditingkatkan menjadi 100%, maka:

- ❖ Untuk frekuensi kerja 2,4 GHz, tinggi minimal penempatan antenna di B adalah 15,948 meter.
- ❖ Untuk frekuensi kerja 5,0 GHz, tinggi minimal penempatan antenna di B adalah 13,970 meter.

Dari hasil perhitungan data diatas terlihat jika *clearance factor* ditingkatkan maka tinggi antenna akan meningkat pula.

Untuk parameter besarnya tinggi halangan/*obstacle* diubah menjadi 15 meter dengan *clearance factor* tetap sebesar 80% maka:

- ❖ Untuk frekuensi kerja 2,4 GHz, tinggi minimal penempatan antenna di B adalah 17,818 meter.
- ❖ Untuk frekuensi kerja 5,0 GHz, tinggi minimal penempatan antenna di B adalah 16,236 meter.

Jika parameter tinggi halangan meningkat maka selalu diikuti meningkatnya perubahan tinggi antenna.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Penentuan tinggi minimal antenna untuk komunikasi *point to point* bergantung pada ketinggian masing-masing lokasi dari permukaan laut (ASL-Above Sea Level), jenis dan halangan disepanjang lintasan, frekuensi, serta *factor clearance*.
- *Clearance factor* mempengaruhi besarnya prosentase halangan yang mengenai area *Fresnel Zone*.
- Pada pemakaian frekuensi WLAN 2,4 GHz tinggi minimal pemasangan antenna relative lebih tinggi dari pada 5.0 GHz tetapi pemakaian frekuensi lebih tinggi menimbulkan redaman yang lebih besar.
- Jika parameter *clearance factor* ditingkatkan maka kebutuhan tinggi antena akan meningkat pula.
- Pada parameter tinggi halangan meningkat maka selalu diikuti meningkatnya perubahan tinggi antena.

5.2 Saran

- Halangan disepanjang lintasan dapat dikembangkan lebih dari satu halangan sehingga nanti akan dicari pengaruh terbesar halangan terhadap performansi sistem.
- Parameter perhitungan dapat dikembangkan pada perhitungan *link budget* sampai penentuan nilai RSL (*Receive Signal Level*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanudin, Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya, Pradnya Paramita, Jakarta, 1999
- Freeman, Roger L, *Telecommunication Transmission Hand Book, third edition*, John Wiley & Sons, Inc, USA, 1987
- Freeman, Roger L, *Radio System Design For Telecommunication*, John Wiley & Sons, Inc, USA, 2007
- Roddy, Dennis & Coolen, John, Komunikasi Elektronika, Erlangga, Jakarta, 1993
- Simanjuntak, Tiur LH, Dasar-Dasar Telekomunikasi, 1993, www.ilmukomputer.com