

ANALISA FRESNEL ZONE 3 SEKTOR PADA WIMAX 3,3 GHz

Hurrul Ain

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

E-mail : hurrul.ain.wahyudi@gmail.com

Abstrak

Fresnel zone adalah suatu daerah pada suatu lintasan transmisi gelombang mikro yang digambarkan berbentuk elips yang menunjukkan interferensi gelombang RF. Dalam tugas akhir ini yang akan di analisa adalah Fresnel zone pada sistem WiMAX yang merupakan teknologi broadband yang memiliki kecepatan akses yang tinggi dan jangkauan yang luas. Perangkat WiMAX terdiri dari Base Station dan CPE (Customer Premises Equipment) dan diantara kedua titik inilah area Fresnel zone akan dihitung dengan menggunakan persamaan yang telah ditetapkan. Perhitungan dan analisa akan meliputi 1 Base Station dan 3 CPE (Customer Premises Equipment) dengan ketinggian yang berbeda-beda sehingga akan menghasilkan variasi nilai First Fresnel zone. Hasil perhitungan First Fresnel zone tersebut adalah sebagai syarat Base Station harus bekerja pada kondisi Line of Signal atau Non Line of Signal.

Kata kunci : Fresnel zone, Fresnel zone clearance, WiMAX, propagasi indoor dan outdoor.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu teknologi akses nirkabel bidang lebar (*wireless broadband*) yang diperkirakan banyak digunakan dimasa depan adalah WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*). WiMAX memiliki jangkauan yang lebih jauh dan dapat digunakan dalam kondisi NLOS (*Non Line of Sight*) sehingga sangat sesuai untuk transmisi pada daerah rural. WiMAX dapat digunakan untuk solusi implementasi *wireline* dan implementasi berbasis WLAN. Solusi WiMAX sangat cocok di implementasikan di Indonesia untuk mengatasi *divide gap* dan mempercepat penetrasi internet.

Sampai saat ini perkembangan WiMAX telah dapat memberikan fasilitas akses internet pada jangkauan hingga 50 km dalam kondisi LOS (*Line of Sight*) dan radius *cell* sampai 5 miles/8km dengan kondisi NLOS (*Non Line of Sight*).

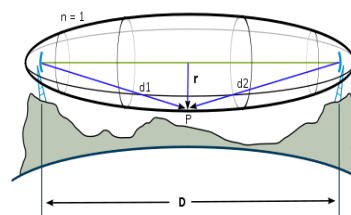
Daerah bebas halangan *fresnel* tergantung pada frekuensi operasi yang digunakan, lokasi jarak antara pengirim dan penerima. Saluran NLOS, sebelum sinyal diterima oleh antenna penerima terlebih dahulu mengalami pemantulan, pembiasan dan hamburan oleh penghalang, akibatnya *signal* mempunyai perbedaan waktu tunda, terjadi atenuasi, polarisasi, dan relatif stabil untuk perambatan langsung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zona Fresnel

Pada bidang-bidang menyangkut radiasi gelombang, termasuk elektrodinamik, akustik dan radiasi gravitasional, khususnya dalam optika dan komunikasi radio. Zona *Fresnel*, yang diberi nama menurut penemunya, seorang ahli Fisika Augustin Jean Fresnel, adalah salah satu bentuk elipsoida konsentrik (secara teoritis mempunyai besaran tak terhingga) dari pola radiasi yang terpancar keluar (biasanya) dari *circular aperture*. Zona *Fresnel* adalah hasil pola difraksi dari *circular aperture*.

Penampang melintang zona *Fresnel* berupa lingkaran, zona *Fresnel* subsekuen sesudahnya berupa lingkaran yang konsentrik dengan lingkaran utama. Secara keseluruhan, penampang melintang zona *Fresnel* berbentuk sama dengan cincin Newton.



Gambar 1. Zona *Fresnel*

2.2 Perhitungan Zona Fresnel

Untuk membuat sebuah zona *Fresnel*, pertama kali haruslah ditentukan *RF Line of Sight (RF LoS)*, yaitu suatu garis lurus antara antena pemancar dan penerima. Zona di sekitar *RF LoS* tersebut akan menjadi zona *Fresnel*. $d_1 d_2$

Persamaan zona *Fresnel* pada titik P sepanjang garis lurus *RF LoS* adalah:

$$F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (2.1)$$

Dimana :

- F_n adalah radius zona *Fresnel* urutan ke n (meter)
- d_1 adalah jarak dari titik P ke salah satu antena (meter)
- d_2 adalah jarak dari titik P ke antena 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:

$$r = 8,657 \sqrt{\frac{d}{f}} \quad (2.2)$$

Dimana :

- r adalah radius (*feet*)
- d adalah jarak antara antena pemancar dan penerima (*mile*)
- f adalah frekuensi gelombang yang dipancarkan (*gigahertz*).

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Gambaran Umum Sistem

Elemen perangkat WiMAX terdiri dari *Base Station*, CPE dan antena. Dalam sistem ini yang akan dibahas adalah perhitungan area *Fresnel zone* yaitu antara titik A ke titik B, sehingga perangkat yang digunakan adalah *Base Station* dan CPE, dengan tidak membahas secara detail tentang antena yang digunakan. Dalam sistem ini akan di analisa *Fresnel zone* pada 3 sektor dengan tinggi CPE yang bervariasi. Sehingga dari ketiga sektor tersebut dapat disimpulkan mana yang lebih baik dalam menghantarkan sinyal trafik data.

3.1.1 Penentuan Tinggi BS WiMAX

Penelitian ini menggunakan ketentuan dari *Stanford University Intern (SUI)* model yaitu model propagasi yang direkomendasikan untuk standar IEEE 802.16a, model ini juga cocok diterapkan di Indonesia yang mempunyai tipe demografi *urban* dan *sub urban*.

Model ini dikenalkan oleh AT&T *wireless service*. Model path loss ini diperoleh dari data hasil percobaan di Amerika Serikat dengan mengambil sampling pada 95 makrosel dan menggunakan frekuensi kerja 1,9 GHz. Model *path loss* ini digunakan untuk daerah *urban* dan *suburban*, dengan tinggi *base station* antara 10 - 80 m.

3.1.2 Penentuan Tinggi CPE

Pada CPE (*Customers Premises Equipment*) terdapat dua tipe yaitu : CPE area tetap dalam ruangan dan CPE area tetap luar ruangan. Dalam hal ini saya menganalisa CPE area tetap luar ruangan yang merupakan perangkat yang terdiri dari 2 unit yaitu unit luar ruangan yang terdiri dari radio dan antena serta unit dalam ruangan yang merupakan antarmuka ke terminal pelanggan. Dalam analisa ini tinggi CPE diasumsikan antara 15 – 75 m (75 m *on roof top*/diatas gedung).

3.1.3 Penentuan Jarak BS ke CPE

Mengacu pada standar IEEE 802.16 dimana WiMAX memiliki jangkauan jauh yang mampu mencapai 50 km (tergantung frekuensi yang digunakan) dapat untuk kondisi *Non Line of Sight* sehingga sangat sesuai untuk transmisi pada daerah rural. Sesuai dengan judulnya, daerah *Fresnel zone* ini akan dianalisa pada frekuensi 3,3 Ghz maka sesuai dengan standar IEEE 802.16 (2004) jarak antara BTS ke CPE adalah maksimal 8 km dengan kecepatan 5 Mbps (3,5 Mhz *bandwidth*) yang aplikasinya adalah *Fixed Wireless Broadband*.

3.2 Perhitungan Fresnel Zone pada 3 sektor

1. *Fresnel zone* pada sektor 1

Pelayanan data yang sempurna pada sektor 1 ini harus memperhitungkan besarnya *Fresnel zone*. Diketahui frekuensi tetap yang dipakai adalah 3325 MHz, dan ketinggian tetap *Base Station* adalah 75 meter . Untuk dapat mengetahui besaran *Fresnel zone* maka dapat dirumuskan sebagai berikut :Tinggi *Base Station* = 75 meter

Tinggi CPE = 45 meter
 Jarak Base Station terhadap CPE = 4 Km
 Frekuensi = 3325 MHz
 Tinggi gedung = 40 meter
 Dari data diatas maka dapat di ketahui *Fresnel zone* dengan rumus :

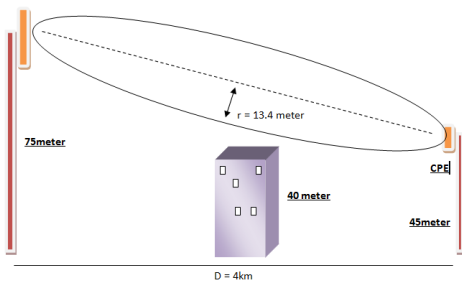
$$F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

dapat disederhanakan menjadi :

$$r = 8,657 \sqrt{\frac{d}{f}}$$

$$r = 8,657 \sqrt{\frac{4}{3,325}}$$

$$r = 13,4 \text{ meter}$$



Gambar 2. Perhitungan *Fresnel zone* pada sektor 1 Base Station

2. *Fresnel zone* pada sektor 2

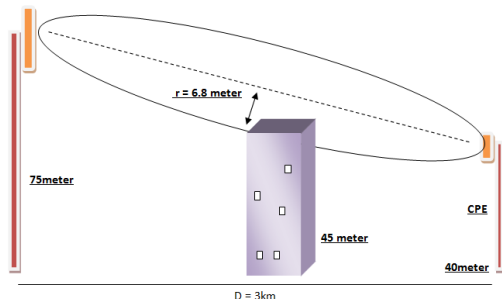
Pada sektor 2 ini, keadaan dibalik yaitu tinggi gedung melebihi tinggi CPE. Dan jarak antara CPE terhadap Base Station dikurangi, sehingga diketahui :

Tinggi Base Station = 75 meter
 Tinggi CPE = 40 meter
 Tinggi gedung = 45 meter
 Frekuensi = 3365 Mhz
 Jarak CPE terhadap Base Station = 3 km
 Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$r = 8,657 \sqrt{\frac{d}{f}}$$

$$r = 8,657 \sqrt{\frac{3}{3,365}}$$

$$r = 6,8 \text{ meter}$$



Gambar 3. Perhitungan *Fresnel zone* pada sektor 2 Base station

3. *Fresnel zone* pada sektor 3

Untuk pemasangan sektor 3 ini tinggi tower Base station sejajar dengan tinggi CPE.

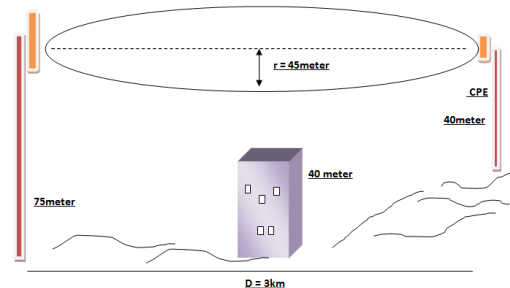
Diketahui :

Tinggi Base Station = 75 meter
 Tinggi CPE = 75 meter
 Tinggi gedung = 40 meter
 Frekuensi = 3385 Mhz
 Jarak Base Station terhadap CPE = 3 km
 Maka diperoleh *Fresnel zone* sebagai berikut :

$$r = 8,657 \sqrt{\frac{d}{f}}$$

$$r = 8,657 \sqrt{\frac{3}{3,385}}$$

$$r = 6,77 \text{ meter}$$



Gambar 4. Perhitungan *Fresnel zone* pada sektor 3 Base Station

VI. Analisis dan Pembahasan

4.1 Analisa Tinggi Antena Base Station dan CPE

Dalam pemasangan WiMAX perlu diketahui besarnya halangan dan tingginya permukaan tanah agar terhindar dari halangan gedung dan pepohonan. Untuk mengetahui berapa ketinggian minimal yang perlu disediakan agar antena dapat bekerja dengan baik, sebaiknya dihitung *Fresnel Zone Clearance* (FZC) yang diperlukan. Untuk memperoleh *Line of Sight*, minimal sekali 60% dari *Fresnel Zone* yang pertama di tambah tiga (3) meter harus bebas dari berbagai hambatan / rintangan. Sebagai gambaran, *clearance* yang dibutuhkan untuk beberapa jarak antara pemancar dan penerima dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan antara jarak dan FZC 80%

JARAK (KM)	80% FZC (M)
1	4,32
2	6,20
3	7,80
4	8,94
5	9,96
6	10,88
7	11,73

10	14,08
15	17,25
20	19,92
30	24,39

Clearance ini menentukan tinggi antena 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. Untuk jarak sekitar 4 km dibutuhkan *tower* dengan ketinggian 10 meter-an.

Untuk menyederhanakan kalkulasi radius dari *Fresnel Zone Clearance* (FZC) dapat menyederhanakan rumusnya menjadi,

$$R = 72,05 \sqrt{\left(\frac{d}{4f}\right)} \quad (4.1)$$

Dimana :

R = radius dari *Fresnel zone* dalam *feet*

d = jarak antara dua titik dalam *miles*

f = frekuensi dalam GHz

Atau

$$R = 72,32 \sqrt{\left(\frac{d}{4f}\right)} \quad (4.2)$$

Dimana :

R = radius dari *Fresnel zone* dalam *feet*

d = jarak antara dua titik dalam *miles*

f = frekuensi dalam GHz

Ketinggian antena adalah :

$$\text{Tinggi antena} = \text{Tinggi rintangan} + \text{FZC} \quad (4.3)$$

Jadi jika ada bukit dengan ketinggian 10 meter maka ketinggian *tower* / antena yang di perlukan adalah. 10 meter di tambah FZC yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut.

4.2 Analisa Fresnel Zone pada 3 Sektor

1. Pada sektor pertama, *Base Station* dan CPE lebih tinggi daripada gedung/tinggi rintangan. Dimana *Base Station* = 75 meter, CPE = 45 meter dan tinggi rintangan = 40 meter. Sehingga memenuhi syarat

propagasi *Line of Signal* (LOS). Analisa ini dapat di uji dengan menggunakan persamaan *Fresnel Zone Clearance* (FZC) yaitu :

$$R = 72,05 \sqrt{\left(\frac{d}{4f}\right)}$$

$$R = 72,05 \sqrt{\left(\frac{2,485485}{4 \times 3,325}\right)}$$

$$R = 72,05 \times 0,4323$$

$$R = 31,15 \text{ feet} = 9.5 \text{ meter}$$

Maka :

$$\text{Tinggi antena} = \text{tinggi rintangan} + \text{FZC}$$

$$= 40 \text{ meter} + 9.5 \text{ meter}$$

$$= 49,5 \text{ meter}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa tinggi *Base Station* dan CPE pada sektor 1 ini memenuhi syarat propagasi LOS sehingga dapat menjamin kelancaran trafik data yang dikirimkan maupun yang diterima.

2. Pada sektor kedua, tinggi antena CPE lebih rendah daripada tinggi gedung/rintangan. Dimana tinggi *Base Station* = 75 meter, CPE = 40 meter dan tinggi gedung/rintangan = 45 meter. Analisa juga dapat diuji dengan menggunakan persamaan FZC.

$$R = 72,05 \sqrt{\left(\frac{d}{4f}\right)}$$

$$R = 72,05 \sqrt{\left(\frac{1,864114}{4 \times 3,325}\right)}$$

$$R = 72,05 \times 0,37438$$

$$R = 26,97 \text{ feet} = 8,22 \text{ meter}$$

Maka :

$$\text{Tinggi antena} = \text{Tinggi rintangan} + \text{FZC}$$

$$= 45 \text{ meter} + 8,22 \text{ meter}$$

$$= 53,22 \text{ meter}$$

Dapat disimpulkan bahwa tinggi antena CPE tidak memenuhi syarat untuk propagasi LOS karena tinggi gedung/rintangan menyentuh area *Fresnel zone*. Dalam hal ini memaksa *Base Station* untuk beroperasi pada kondisi NLOS (*Non Line of Signal*). Dimana sinyal yang dikirimkan pada kondisi NLOS akan sampai pada penerima melalui pemantulan (*reflections*), pemencaran (*scattering*), dan

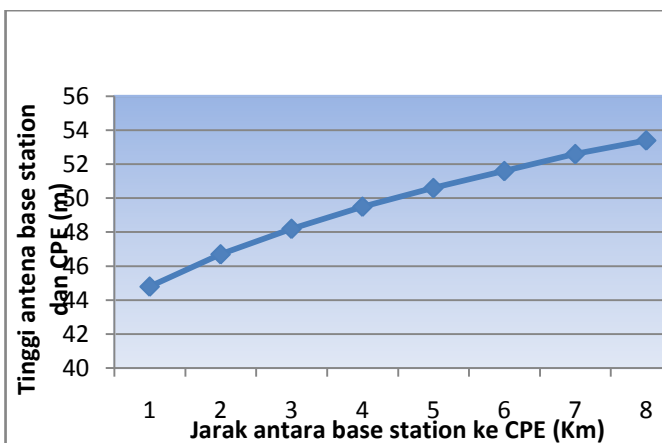
pembiasan (*diffractions*). Sinyal yang akan diterima merupakan gabungan dari *direct path*, *multiple reflected paths*, *scattered energy*, dan *diffracted propagation paths*. Kondisi *multipath* ini akan memberikan perbedaan polarisasi, redaman, *delay* pancaran, dan ketidakstabilan dibandingkan dengan sinyal yang diterima secara langsung melalui *direct path*.

3. Pada sektor ketiga, tinggi *Base Station* dan CPE sejajar yaitu 75 meter, sedangkan tinggi gedung yang menghalangi hanya 40 meter. Dari analisa-analisa sebelumnya bahwa antenna *Base Station* dan CPE diharuskan lebih tinggi dari rintangan/tinggi gedung penghalang untuk dapat memenuhi syarat propagasi *Line of Signal*. Sektor ketiga ini memenuhi syarat tersebut. Untuk uji analisa, hasil persamaan FZC sama dengan sektor kedua karena jaraknya sama, yaitu 3 km = 1,864114 mile. Maka :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi antenna} &= \text{tinggi rintangan} + \text{FZC} \\ &= 40 \text{ meter} + 8,22 \text{ meter} \\ &= 48,22 \text{ meter} \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam keadaan ini *Base Station* beroperasi pada kondisi LOS.

Untuk lebih jelasnya ada pada gambar 5 dibawah ini. Dimana perbandingannya antara jarak dan FZC ditambah dengan tinggi rintangan (40 meter) sehingga menghasilkan tinggi minimal antenna *Base Station* dan CPE.



Gambar 5. Grafik perhitungan tinggi antenna BS dan CPE

IV. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari tugas akhir ini yaitu :

1. Pada penelitian ini telah dilakukan perhitungan FZC (*Fresnel Zone Clearance*) pada berbagai kasus yang ada.
2. Pada sektor pertama diketahui bahwa tinggi *Base Station* 75 meter, CPE 45 meter, dan tinggi gedung penghalang 40 meter. Setelah melakukan perhitungan FZC maka tinggi minimal antenna yang diperlukan untuk jarak 4 km adalah 49,5 meter. Sehingga tinggi BS dan CPE memenuhi syarat dalam pembangunan WiMAX untuk kondisi propagasi *Line of Signal* (LOS).
3. Pada sektor kedua, tinggi CPE (40 meter) lebih rendah dibandingkan tinggi gedung penghalang (45 meter) sedangkan tinggi *Base Station* tetap yaitu 75 meter. Maka setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan FZC didapatkan hasil minimal tinggi antenna untuk jarak 3 km adalah 53,22 meter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam hal ini *Base Station* bekerja pada kondisi propagasi *Non Line of Signal* (NLOS) karena tinggi CPE tidak mencukupi syarat minimal antenna yang diharuskan.
4. Pada sektor ketiga, *Base Station* dan CPE mempunyai tinggi yang sama yaitu 75 meter dengan tinggi gedung penghalang 40 meter. Setelah melakukan perhitungan FZC maka tinggi minimal antenna yang diperlukan untuk jarak 3 km adalah 48,22 meter. Sehingga tinggi BS dan CPE pada sektor 3 ini memenuhi syarat bekerja pada kondisi propagasi *Line of Signal* (LOS).

5.2 Saran

1. Untuk mengetahui bagaimana sistem WiMAX secara keseluruhan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang lebih mendalam terhadap beberapa variabel sistem yang lain.
2. Dalam tugas akhir ini saya menganalisa *Fresnel zone* dengan parameter tinggi *Base Station* dan CPE, untuk pengembangannya dapat dihitung BER (*Bit Error Rate*) dalam pengiriman data biner secara acak dalam keadaan NLOS (*Non Line of Sight*).
3. Untuk selanjutnya. pengembangan WiMAX dapat di koneksikan dari *point to point* (PP) dengan mengganti antenna bentuk tipe grid 26dbi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Penerbit Andi, & Wahana Komputer. 2009. *Kupas Tuntas Teknologi WiMAX*. Yogyakarta

- [2] Wibisono, Gunawan, & Dwi Hantoro, Gunadi, 2006. *WiMAX teknologi Broadband Wireless Access (BWA) Kini dan Masa Depan*. Bandung : Informatika Bandung

- [3] Choto, Aan, 2010, *Kalkulasi Fresnel Zone Clearance*, www.aanchoto.com

- [4] *Speedy Broadband Access*, 2010. WNDW : *Memahami Fresnel Zone*, <http://opensource.telkomspeedy.com>.

- [5] Sunarto. 1998. *Propagasi*. www.kambing.ui.ac.id. Jakarta

- [6] Aswoyo, Budi. 2006. *Antena dan Propagasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November

- [7] J, Herman. 1986. *Teori Propagasi*. Bandung: STT Telkom.