

ANALISIS PENGARUH *SLOPE TERRAIN* TERHADAP *PATHLOSS* PADA DAERAH *SUBURBAN* UNTUK MODE *POINT TO POINT* PADA SISTEM GSM 900

Fadilah Rahma, Maksun Pinem

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail : fadilahr65@gmail.com

Abstrak

Faktor *slope terrain* sangat mempengaruhi besaran *pathloss* yang terjadi pada daerah yang berbukit. Karena pengaruh faktor *slope terrain* dapat menyebabkan terjadinya *drop call*. Untuk memprediksi besaran *pathloss* pada daerah yang memiliki faktor *slope terrain* dapat menggunakan model Okumura dan model Lee. Kedua model ini memiliki faktor *slope terrain* yang berbeda yaitu faktor *slope terrain* K_{sp} berdasarkan sudut *slope terrain* dan faktor tinggi efektif antena *base station* yang dipengaruhi oleh tinggi kontur tanah. Tulisan ini membahas tentang pengaruh *slope terrain* terhadap *pathloss* pada daerah *suburban*. Adapun metode yang digunakan adalah menghitung *pathloss* dengan model Lee, serta membandingkan *pathloss* kedua model propagasi dengan *pathloss* data pengukuran. Untuk mendapatkan model propagasi yang sesuai pada daerah yang diteliti, maka dilakukan juga metode prediksi yaitu model regresi parabola kuadratik dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error). Berdasarkan hasil metode prediksi, maka diperoleh model yang sesuai digunakan pada daerah Sidikalang untuk sistem GSM 900 adalah model Lee. Hal ini dikarenakan dari hasil grafik regresi data pengukuran mendekati grafik dari model Lee dengan nilai MAPE (Mean Absolute Percentage Error) sebesar 4.25 %.

Kata Kunci : *Slope Terrain, pathloss, MAPE (Mean Absolute Percentage Error)*

1. Pendahuluan

Pada saat berada di daerah *suburban* yang berbukit, kerap kali terjadi pelemahan sinyal yang disebabkan dua keadaan, antara lain: *Up-slope terrain*, posisi *base station* lebih rendah dari *mobile station*. *Down-slope terrain*, posisi *base station* lebih tinggi dari *mobile station*. Sehingga dibutuhkan suatu model propagasi yang cocok untuk karakteristik daerah dengan kontur tanah yang demikian, agar diperoleh kualitas sinyal yang bagus untuk jaringan GSM 900. Dalam tulisan ini, daerah yang dipilih adalah daerah Sidikalang dengan rentang frekuensi 935 MHz.

Agar memperoleh kualitas sinyal yang bagus, maka pada model propagasi daerah *suburban* dengan adanya faktor *slope terrain* dibutuhkan adanya faktor koreksi terhadap ketinggian antena *base station* karena penambahan ketinggian kontur tanah.

Model propagasi yang menambahkan faktor koreksi terhadap *pathloss* seperti model Okumura dan model Lee. Kedua model ini memasukkan faktor koreksi terhadap kemiringan tanah, maka dapat ditentukan model propagasi yang lebih tepat digunakan untuk daerah *suburban* yang memiliki karakteristik kemiringan tanah (*slope terrain*). Dari hasil analisis perhitungan *pathloss* pada model Okumura dan model Lee diharapkan diperoleh model yang sesuai pada daerah *suburban* dengan karakteristik *slope terrain* dan mengetahui pengaruh faktor *slope terrain* terhadap *pathloss* pada model Okumura dan model Lee.

2. Studi Pustaka

Penetapan model propagasi harus berdasarkan range frekuensi kerja yang digunakan model propagasi dan karakteristik

daerahnya. Adapun model propagasi yang memiliki faktor *slope terrain* pada karakteristik daerahnya, seperti model Okumura dan model Lee.

2.1 Model Okumura

Model Okumura adalah salah satu model yang banyak digunakan untuk memprediksi sinyal pada daerah *urban*. Rentang frekuensi yang digunakan pada model Okumura berkisar 150 MHz sampai 1920 MHz pada jarak *base station* dengan *mobile unit* berkisar 1 km sampai 100 km dengan *range* ketinggian antenna *base station* 30 m sampai 1000 m[1]. Untuk menentukan redaman lintasan propagasi dengan menggunakan model Okumura dapat diperoleh dengan menggunakan distribusi nilai tengah kuat medan pada sisi penerima yang diekspresikan kedalam Persamaan 1[2].

$$\hat{E}(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}) = E_{fs} - A_{mu}(f, d) + H_{tu}(h_{te}, d) + H_{ru}(h_{re}, d) \quad (1)$$

dimana,

- \hat{E} : Nilai tengah kuat medan yang diterima.
- E_{fs} : Kuat medan yang diterima dibawah kondisi propagasi *free space*.
- A_{mu} : Nilai tengah attenuasi relatif untuk *free space* di daerah *urban* dengan *quasi smooth terrain*, mengasumsikan ketinggian efektif antenna *base station* $h_{te} = 200$ m dan ketinggian antenna *mobile station* $h_{re} = 3$ m.
- H_{tu} : Faktor ketinggian gain *base station* dengan nilai referensi untuk $h_{te} = 200$ m dan nilai ketinggian gain *base station* sampai 0 dB.
- H_{ru} : Faktor ketinggian antenna gain *mobile station* dengan nilai referensi untuk $h_{re} = 20$ m dan nilai ketinggian gain *mobile station* sampai 0 dB.

Okumura membuat kurva berdasarkan nilai-nilai yang telah diukur sebagai fungsi

dari sejumlah parameter dasar propagasi tipe lingkungan, *irregular terrain* dan tinggi antenna. Kurva tersebut dibentuk dari pengukuran pada daerah yang luas dengan menggunakan antenna omni-direksional pada *base station* maupun *mobile station* dan fungsi jarak dari *base station* ke *mobile station* berkisar 1-100 km.

Persamaan 2 merupakan distribusi nilai kuat medan pada sisi penerima dengan penambahan faktor koreksi. Faktor koreksi yang digunakan pada penelitian ini adalah faktor koreksi *slopping terrain* K_{sp} , kurva K_{sp} model Okumura dapat dilihat pada Gambar 4.

$$\hat{E}(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}) = E_{fs} - A_{mu}(f, d) + H_{tu}(h_{te}, d) + H_{ru}(h_{re}, d) + \sum \text{faktor koreksi} \quad (2)$$

Model Okumura menambahkan rugi-rugi tambahan L_{excess} . Rugi-rugi tambahan L_{excess} terjadi diakibatkan oleh rugi-rugi yang dihasilkan dari lingkungan dan *terrain*. Untuk memperoleh rugi-rugi tambahan L_{excess} dapat menggunakan Persamaan 3.

$$L_{excess} = E_{fs} - \hat{E} \quad (3)$$

dimana,

- L_{excess} : Rugi-rugi tambahan yang dihasilkan dari lingkungan dan *terrain* (dB).
- E_{fs} : Kuat medan *free space* ($\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$).
- \hat{E} : Nilai tengah kuat medan pada sisi penerima ($\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$).

Besaran *pathloss* pada model Okumura menambahkan rugi-rugi ruang bebas L_{fs} dan rugi-rugi tambahan pada lingkungan dan *terrain* L_{excess} yang diekspresikan pada Persamaan 4.

$$L_{ok} = L_{fs} + L_{excess} \quad (4)$$

dimana,

- L_{ok} = Rugi-rugi model Okumura
- L_{excess} = Rugi-rugi lingkungan dan *terrain*

Model Okumura menggunakan daerah *urban* sebagai daerah referensi dan kemudian mengaplikasikan faktor koreksi untuk perubahan ke klasifikasi daerah yang lain. Untuk tipe *terrain* juga menetapkan *quasi-smooth terrain* sebagai daerah referensi *terrain* dan menggunakan faktor koreksi untuk tipe daerah *terrain* yang lain[3]. Daerah prediksi untuk model Okumura terdiri dari kategori sebagai berikut[2]:

1. *Open Area*
2. *Suburban Area*
3. *Urban Area*.

2.2 Model Lee

Model Lee digunakan pada frekuensi 900 MHz dan beroperasi di dalam dua mode, yaitu: mode *area to area* dan mode *point to point*[4].

2.2.1 Mode Area to Area

Mode *area to area* digunakan pada daerah *flat terrain* meskipun sebenarnya daerah ini tidak *flat* seperti Gambar 5[5]. Mode ini merupakan dasar perhitungan *pathloss* untuk mode *point to point*. Secara matematis, nilai *pathloss* untuk mode *area to area* dapat di peroleh dengan menggunakan Persamaan 5.

$$L_{area} (dB) = L_0 + \gamma \log d + n \log \left(\frac{f}{f_c} \right) + 10 \log F_0 \quad (5)$$

dimana,

- L_{area} : Rugi-rugi propagasi model Lee (dB)
- L_0 : Rugi-rugi transmisi pada jarak 1km (dB)
- γ : Kemiringan dari kurva *pathloss* (dB/dekade)
- d : Jarak dari *base station* (km)
- f : Frekuensi (MHz)
- f_c : Frekuensi carrier (MHz)
- F_0 : Faktor penyesuaian (dB)

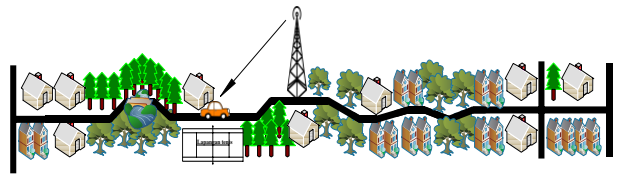
Nilai dari L_0 dan γ dapat diperoleh dengan menggunakan Tabel 1[4]. Sementara itu, faktor penyesuaian F_0 digunakan jika kondisi

sebenarnya berbeda dari parameter-parameter sebagai berikut:

- a. Frekuensi *carrier* $f_o = 900$ MHz;
- b. Tinggi antenna BS = 30.48 m (100ft);
- c. Gain antenna pemancar BS relatif ke antenna $\lambda/2$ dipole = 6 dB;
- d. Tinggi antenna MS=3 m (10ft);
- e. Gain antenna *mobile* relatif ke antenna $\lambda/2$ dipole = 0 dB .

Tabel 1. Parameter Propagasi Model Lee

Lingkungan	L_0 (dB)	γ (decade/dB)
<i>Free Space</i>	91.3	20
<i>Open (rural) space</i>	91.3	43.5
<i>Suburban</i>	104.0	38.5
<i>Urban Area</i>		
Philadelphia	112.8	36.8
Newark	106.3	43.1
Tokyo	128.0	30



Gambar 5. Daerah *Flat Terrain*

Faktor penyesuaian F_0 dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 6.

$$F_0 = F_1 F_2 F_3 F_4 F_5 \quad (6)$$

Berikut ini adalah parameter-parameter faktor koreksi yang digunakan untuk memperoleh nilai faktor penyesuaian adalah sebagai berikut :

1. Faktor koreksi tinggi antenna *base station* F_1 , yang dapat dihitung dengan Persamaan 7.

$$F_1 = \left(\frac{h_b}{38.5} \right)^2 \quad (7)$$

dimana,

- F_1 : Faktor koreksi tinggi antenna *base station*
- h_b : Tinggi antenna *base station* (meter)

2. Faktor koreksi tinggi antena *mobile station* F_2 , yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 8.

$$F_2 = \left(\frac{h_m}{3}\right)^v ; v = 2 \text{ untuk } h_m > 10 \text{ (30 ft)}$$

$$; v = 1 \text{ untuk } h_m < 3 \text{ m (10 ft)} \quad (8)$$

dimana,

F_2 : Faktor koreksi tinggi antena *mobile station*

h_m : Tinggi antena *mobile station* (meter)

3. Faktor koreksi daya antena *base station* F_3 , yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 9.

$$F_3 = \left(\frac{P_t}{10}\right) \quad (9)$$

dimana,

F_3 : Faktor koreksi daya antena *base station*

P_t : Daya antena *base station* (Watt)

4. Faktor koreksi gain antena *base station* F_4 , yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 10.

$$F_4 = \left(\frac{G_b}{4}\right) \quad (10)$$

dimana,

F_4 : Faktor koreksi gain antena *base station*

G_b : Gain antena *base station* (dBd)

5. Faktor koreksi gain antena *mobile station* F_5 merupakan gain *mobile station* (G_m)

2.2.2 Mode Point to Point

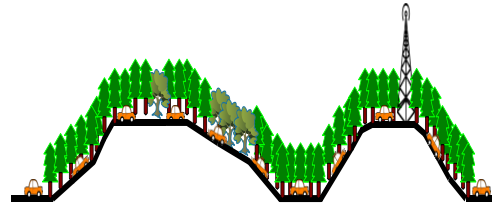
Pada dasarnya, mode *area to area* merupakan dasar dari mode *point to point*. Hanya saja, karena mode *point to point* digunakan pada daerah *slope terrain* yang dapat dilihat pada Gambar 2.6. Mode ini menambahkan faktor *slope terrain* yang diekspresikan pada Persamaan 12[2].

$$L_{point} = L_{area} - 20 \log \left(\frac{he}{30}\right) \quad (11)$$

dimana,

L_{area} : Rugi-rugi lintasan untuk mode *area to area* (dB).

he : Tinggi efektif antena *base station* (meter).



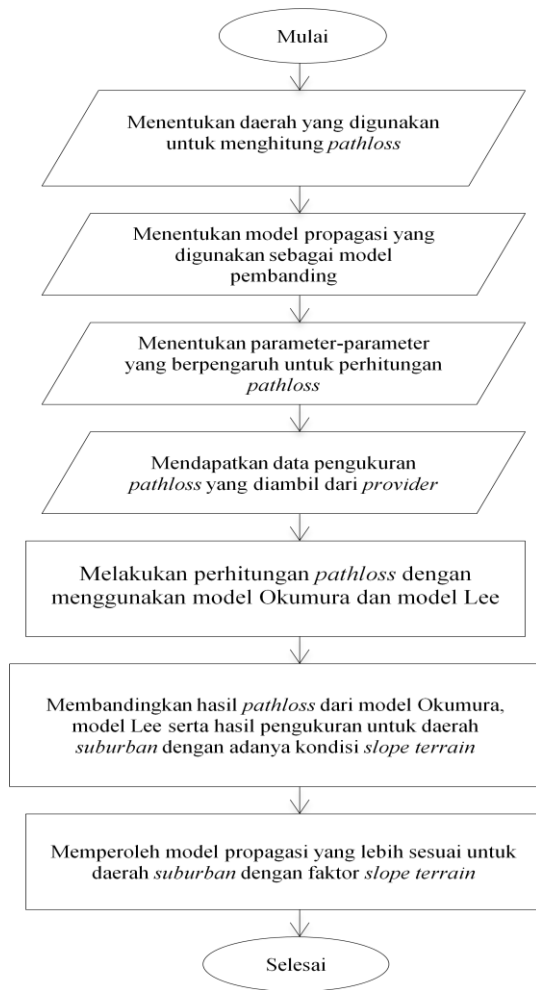
Gambar 6. Daerah Slope Terrain

3. Metodologi Penelitian

Adapun langkah-langkah untuk menghitung rugi-rugi lintasan atau *pathloss* pada daerah *suburban* yang dipengaruhi faktor *slope terrain* pada sistem *dual band*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan daerah yang digunakan untuk menghitung *pathloss*.
2. Menentukan dua model propagasi sebagai model pembandingan.
3. Menetapkan parameter-parameter yang berpengaruh untuk perhitungan *pathloss*.
4. Mendapatkan data pengukuran *pathloss* yang diambil dari *provider*.
5. Melakukan perhitungan *pathloss* dengan menggunakan model Okumura dan model Lee.
6. Membandingkan hasil *pathloss* dari model Okumura, model Lee serta hasil pengukuran untuk daerah *suburban* dengan adanya kondisi *slope terrain*.
7. Memperoleh model propagasi yang lebih sesuai untuk daerah *suburban* dengan faktor *slope terrain*.

Secara diagram alir, maka langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir

4. Hasil dan Pembahasan

Pada subbab hasil pembahasan, nilai *pathloss* diperoleh dengan menggunakan model Okumura dan model Lee. Untuk memperoleh model propagasi yang sesuai pada daerah Sidikalang untuk sistem GSM 900, maka digunakan metode prediksi regresi parabola kuadratik dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

4.1 Perbandingan *Pathloss* yang Dipengaruhi Faktor *Slope Terrain* pada Sistem GSM 900

Nilai *pathloss* yang diperoleh model Okumura menggunakan Persamaan 1.. Sedangkan nilai *pathloss* yang dihasilkan model Lee menggunakan Persamaan (5) dan (12).

Perhitungan nilai *pathloss* pada kedua model propagasi menggunakan *software*

MATLAB R2011b (7.13.0.561) yang ditunjukkan pada Tabel 2.

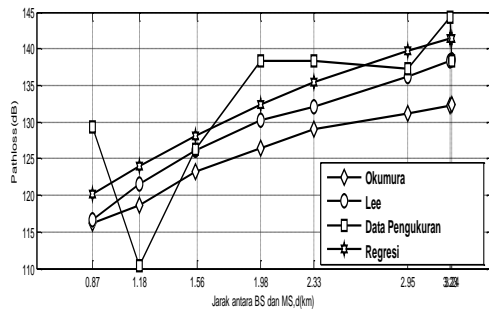
Pada Tabel 2 menunjukkan nilai *pathloss* pada kedua model propagasi bahwa semakin jauh jarak *base station* dan *mobile station*, maka nilai *pathloss* yang dihasilkan akan semakin besar, dan apabila jarak antar *mobile station* semakin dekat dengan posisi *base station* maka *pathloss* yang dihasilkan semakin kecil. Sedangkan nilai RSL yang dihasilkan adalah kebalikan dari nilai *pathloss*. Semakin dekat jarak yang ditempuh *mobile station* ke arah *base station* maka kuat sinyal yang diterima (RSL) semakin besar, dan apabila semakin jauh jarak *mobile station* dari *base station* maka kuat sinyal yang diterima semakin kecil. Akan tetapi, nilai *pathloss* yang dihasilkan dari data pengukuran tidak linear. Hal ini dikarenakan *obstacle* yang berada diantara BS dan MS pada tiap-tiap jarak BS dan MS berbeda-beda.

Tabel 2. Nilai *Pathloss* pada GSM 900 untuk Daerah Suburban dengan Adanya Faktor *Slope Terrain*

No	Jarak antara base station dan mobile station d (km)	<i>Pathloss</i> GSM 900 (dB)			
		Okumura	Lee	Data Pengukuran	Regresi
1	0.87	116.186	116.650	129.316	120.165
2	1.18	118.653	121.746	110.316	123.973
3	1.55	123.209	126.306	126.316	128.112
4	1.98	126.379	130.400	138.316	132.367
5	2.33	128.983	133.121	138.316	135.390
6	2.95	131.212	137.066	137.316	139.775
7	3.23	132.230	138.583	144.316	141.349
8	3.24	132.377	138.634	138.316	141.400

Perbandingan nilai *pathloss* model Okumura, model Lee, data pengukuran dan regresi dapat dilihat pada Gambar 8.

Pada Gambar 8 dapat dilihat perbandingan nilai *pathloss* model Lee, data pengukuran dan model regresi parabola kuadratik. Nilai *pathloss* yang dihasilkan model Okumura lebih kecil daripada nilai *pathloss* model Lee. Akan tetapi, nilai *pathloss* yang mendekati nilai *pathloss* data pengukuran adalah model Lee. Karena, model Lee bekerja pada frekuensi 900 MHz.



Gambar 8. Perbandingan *pathloss* pada daerah Suburban untuk Sistem GSM 900

4.2 Perbandingan Nilai MAPE Model Propagasi

Perbandingan nilai *pathloss* model Okumura dan model Lee terhadap data pengukuran dapat juga digunakan metode prediksi MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) pada masing-masing model. Pada Tabel 3 menunjukkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) model Okumura dan mode Lee.

Tabel 3. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) Model Propagasi untuk Sistem GSM 900

No	Model Propagasi	MAPE
		GSM 900
1	Okumura	7.15%
2	Lee	4.25%

Tabel 4.24 menunjukkan bahwa model Lee memiliki nilai kesalahan rata-rata yang terkecil sebesar 4.25 % pada sistem GSM 900, sedangkan model Okumura memiliki nilai kesalahan rata-rata terkecil sebesar 7.15 %.

4.3 Penentuan Model Propagasi yang Sesuai pada Daerah Suburban dengan Faktor Slope Terrain

Setelah diperoleh perbandingan *pathloss* kedua model propagasi dan data pengukuran untuk sistem GSM 900. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa grafik nilai *pathloss* model Lee mendekati grafik nilai

pathloss regresi parabola. Sementara itu, pada Tabel 3 menunjukkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) model Okumura dan model Lee pada sistem GSM 900. Tabel 3 menunjukkan bahwa model Lee memiliki nilai kesalahan rata-rata yang terkecil sebesar 4.25 % pada sistem GSM 900, sedangkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) model Okumura sebesar 7.15 %. Maka dari itu, model yang sesuai untuk daerah Sidikalang adalah model Lee pada sistem GSM 900.

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada sistem GSM 900, model propagasi yang sesuai untuk daerah Sidikalang adalah model Lee. Karena model Lee memiliki *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang paling kecil sebesar 4.25%.
2. Faktor *slope terrain* K_{sp} dipengaruhi oleh rata-rata sudut *slope terrain* (θ_m), semakin besar (θ_m) maka besaran K_{sp} akan semakin besar.
3. Tinggi kontur tanah (H) mempengaruhi tinggi efektif *base station* (h_{te}), semakin tinggi (H) maka nilai (h_{te}) akan semakin tinggi pula.

6. Daftar pustaka

- [1] Theodore S. Rappaport, 31 Desember 2001, “*Wireless Communication Principles and Practice*”, Prentice Hall.
- [2] Jose M. Hernando, dan dan F. Perez Fontan, 1999, “*Introduction to Mobile Communications Engineering*”, Artech House.
- [3] John S. Seybold, Ph.D, 2005, “*Introduction to RF Propagation*“, Wiley.
- [4] J.D.Parson, 2000, “ *The Mobile Propagation Channel* “, Wiley.
- [5] William C.Y. Lee, 1989, “*Mobile Cellular Telecommunications Systems*”, McGraw-Hill.

