

# INFORMASI TRAFIK FREKUENSI 700 MHz – 3 GHz DI SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PETA ELEKTRONIK

Sigit Susanto<sup>1</sup>, Nur Adi Siswandari<sup>2</sup>, Okkie Puspitorini<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Telekomunikasi <sup>2</sup> Dosen Pembimbing  
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS, Keputih Sukolilo, Surabaya – 60111  
Telp (+62)31-5947280, 5946114, Fax. (+62)31-5946114  
Email : sigit\_asw@yahoo.co.id

**Abstrak** - Spektrum frekuensi merupakan salah satu bagian utama dalam komunikasi nirkabel (*wireless*). Penggunaan frekuensi untuk masing-masing operator diatur dengan UU no. 32 Tahun 2002, tetapi masih banyak terjadinya penggunaan frekuensi yang *overlapping*. Untuk menghindari permasalahan tersebut diatas, maka diperlukan penataan ulang alokasi band frekuensi di Indonesia dengan cara monitoring kepadatan/trafik

Selain investigasi spektrum frekuensi juga akan dilakukan pengukuran *pathloss*. Metode yang akan digunakan untuk pengukuran *pathloss* adalah Okumura-Hatta dan Walfish-Ikegami, pada range frekuensi 700MHz – 2GHz. Meskipun tidak akurat, namun model tersebut adalah model empiris yang biasa digunakan di lapangan berdasarkan pada data pengukuran.

Proyek akhir ini diharapkan dapat menghasilkan suatu sistem informasi geografis daerah Surabaya yang berisi tentang informasi kepadatan frekuensi 700MHz sampai 3GHz yang dilengkapi dengan level daya.

**Kata kunci** : *pathloss*, Okumura-Hatta, Walfisch-Ikegami, sistem informasi geografis.

## I. PENDAHULUAN

Meskipun tidak akurat, namun model propagasi yang biasa digunakan di lapangan biasanya adalah model empiris. model ini berdasar pada pengukuran data, bersifat simpel (karena parameternya sedikit), dan menggunakan data olahan simpel. Salah satu keuntungan SIG adalah dapat membantu untuk menentukan letak *Base Station (BS)*. Dengan menganalisa beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan tempat. Karena lingkungan memiliki pengaruh besar terhadap *pathloss*.

Karena memang belum ada tentang informasi frekuensi, maka pada tugas akhir ini akan dibuat sistem informasi geografis berupa peta elektronik dengan yang berisi informasi

mengenai frekuensi berupa database frekuensi dan *pathloss* di Surabaya.

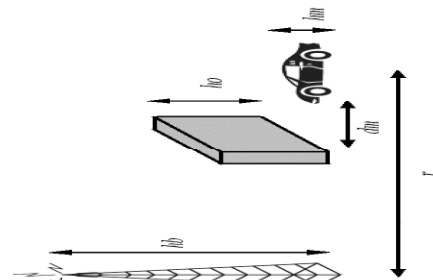
## II. DASAR TEORI

Pemodelan untuk menghitung *pathloss* berdasarkan hasil pengukuran disebut model Empiris. Terdapat dua macam metode *path loss* empiric, yaitu : model Okumura – Hata dan model Ikegami.

### 2.1 Model Okumura Hata

Model Okumura Hata adalah model pengukuran yang disempurnakan dari Okumura model, dan juga metode prediksi *empiris* yang didasarkan pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara terus menerus di dalam dan di sekitar kota Tokyo pada frekuensi 200 MHz sampai 2 GHz.

Parameter yang digunakan pada pengukuran model Okumura-Hatasperti Gambar 1.



Gambar 1. Parameter pada Model Okumura-Hata

Parameter yang digunakan :

- $h_m$  = tinggi antenna *mobile station*, diukur dari permukaan tanah. (m)
- $d_m$  = jarak *mobile station* dengan *obstacle*. (m)
- $h_o$  = tinggi *obstacle*, diukur dari permukaan tanah. (m)
- $h_b$  = tinggi antenna *base station*, diukur dari permukaan tanah. (m)
- $r$  = jarak *mobile station* ke *base station*. (m)
- $R$  =  $r \times 10^{-3}$ . (km)

- $f =$  frekuensi *carrier*. (Hz)
- $f_c =$   $f \times 10^{-6}$ . (MHz)
- $\lambda =$  panjang gelombang *free space*. (m)

Metode pengukuran Okumura - Hata membagi kawasan menjadi kelompok terbuka, sub urban dan urban. Kawasan rural seperti kawasan persawahan, ladang / lapangan terbuka. Kawasan sub urban seperti pedesaan dengan banyak pepohonan dan rumah-rumah. Kawasan urban seperti perkotaan yang baru bertumbuh dengan banyak bangunan. Okumura mengambil area urban sebagai referensi dan mengaplikasikan ke faktor koreksi sebagai berikut :

$$L_{uu} = 46.3 + 33.9 \log_{10} f_c - 13.82 \log_{10} h_b - h_m C + (44.9 - ((6.55 * \log_{10} h_b)) \log_{10} R) + 3 \quad (1)$$

$$L_{su} = L_{uu} - 2 \log_{10}^2 (f_c / 28) - 5.4 \quad (2)$$

$$L_{ru} = L_{uu} - 4.78 \log_{10}^2 f_c + 36.66 \log_{10} f_c - 40.9 \quad (3)$$

Di mana:  $R =$  jarak  $T_x$  dan  $R_x$  (km)

$f_c =$  frekuensi kerja (MHz)

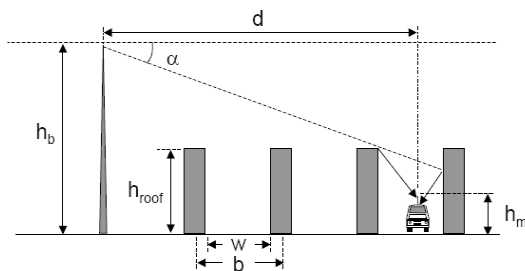
$h_b =$  tinggi  $T_x$  (m)

$h_m =$  tinggi  $R_x$  (m)

## 2.2 Model Walfish – Ikegami

Model ini digunakan untuk menyempurnakan perhitungan *pathloss* dengan mempertimbangkan lebih banyak data yang menggambarkan karakter daerah urban, diantaranya :

- Ketinggian gedung (penghalang),  $h_r$
- Lebar jalan,  $w$
- Jarak antar gedung,  $b$



Gambar 2 parameter model Ikegami

Model ini dibedakan antara situasi *Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (Non-LOS). Pada situasi LOS, bisa di-aplikasikan formula propagasi sederhana, dimana *pathloss* dapat dicari dengan persamaan :

$$L = 42,6 + 26 \log d \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)} ; d \geq 20 \text{ km} \quad (4)$$

Untuk situasi Non-LOS, total rugi-rugi transmisinya merupakan penjumlahan dari *free space loss* ( $L_{FS}$ ), *rooftop to street diffraction and scatter loss* ( $L_{rts}$ ), dan *multiscreen loss* ( $L_{msd}$ ), seperti ditunjukkan pada persamaan berikut ini :

$$L = L_{FS} + L_{rts} + L_{msd} ; \text{ untuk } L_{rts} + L_{msd} > 0 \quad (5)$$

Dengan,  $L_{FS}$  merupakan *Free Space Loss*  
 $L_{rts}$  merupakan *rooftop to street diffraction loss*

$L_{msd}$  merupakan *multiscreen loss*

Nilai  $L_{FS}$  dapat diperoleh dari persamaan :

$$L_{FS} = 32,4 + 20 \log d \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)} \quad (6)$$

Nilai  $L_{rts}$  dapat dicari persamaan :

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log w \text{ (m)} + 10 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log \Delta h_{mobile} \text{ (m)} + L_{ori} \quad (7)$$

Tabel 1 Nilai  $L_{ori}$

$L_{ori}$	$\Phi$
$-10 + 0,354 \Phi$	$0 \leq \Phi < 35$
$2,5 + 0,075 (\Phi - 35)$	$0 \leq \Phi < 55$
$4,0 - 0,114 (\Phi - 55)$	$0 \leq \Phi \leq 90$

Dengan  $L_{ori}$  adalah persamaan koreksi empiris yang diperoleh dengan mem-bandingkan data dari pengukuran.

$\Phi$  adalah sudut antara *Base station* dan antena penerima

$$\Delta h_{mobile} = h_{roof} - h_{mobile} \quad (8)$$

$$\Delta h_{base} = h_{base} - h_{roof} \quad (9)$$

Nilai  $L_{msd}$  dapat dicari dengan persamaan :

$$L_{msd} = L_{bsh} + K_a + K_d \log d \text{ (km)} + K_f \log f \text{ (MHz)} - 9 \log b \quad (10)$$

Tabel 2 Nilai  $L_{bsh}$ ,  $K_a$ ,  $K_d$ , dan  $K_f$

$L_{bsh} = -18 \log (1 + h_b - h_r)$	$h_b > h_r$
$L_{bsh} = 0$	$h_b \leq h_r$
$K_a = 54$	$h_b > h_r$
$K_a = 54 - 0,8 (h_b - h_r)$	$d \geq 0,5$ dan $h_b \leq h_r$
$K_a = 54 - 0,8 (h_b - h_r) (d/0,5)$	$d < 0,5$ dan $h_b \leq h_r$
$K_d = 18$	$h_b > h_r$
$K_d = 18 - 15 (h_b - h_r) / h_r$	$h_b \leq h_r$
$K_f = -4 + 0,7 ((f/925) - 1)$	Untuk daerah suburban dan kota sedang
$K_f = -4 + 1,5 ((f/925) - 1)$	Untuk kota besar

	(metropolitan)
--	----------------

Dengan  $L_{bsh}$  merupakan fungsi penguatan pada tinggi *Base Station*

$K_a$  merupakan kenaikan *pathloss* dan *Base Station*

$K_d$  &  $K_f$  merupakan ketergantungan *multi-screen diffraction loss* terhadap jarak ( $d$ ) dan frekuensi ( $f$ ).

$b$  merupakan jarak rata-rata antar gedung ( $m$ )

### 2.3 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis pada dasarnya terdiri dari peta yang dilengkapi dengan database sebagai identifikasi obyek peta. Data yang diolah pada SIG ada 2 macam yaitu data geospasial (data spasial dan data non-spasial). Data spasial adalah data yang berhubungan dengan kondisi geografi misalnya sungai, wilayah administrasi, gedung, jalan raya dan sebagainya. Sedangkan data non-spasial adalah data yang berupa text atau angka. Biasanya disebut dengan atribut atau informasi deskriptif atau informasi non-spasial. Salah satu software SIG adalah ArcView 3.3 yang merupakan sebuah software yang dihasilkan oleh ESRI (Environmental System Research Institut)

## III. METODE PENGUKURAN DAN PEMBANGUNAN DAN PENGOPERASIAN SIG.

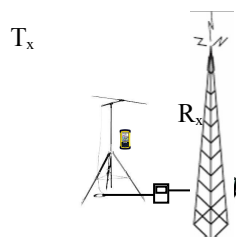
### 3.1 Lokasi

Pengambilan data diambil di 4 tempat berdasarkan prosedur pengukurannya, yaitu :

1. versi Okumura-Hata, tipe rural di sekitar Segoro Tambak (Belakang bandara Juanda)
2. versi Okumura-Hata, tipe sub Urban di daerah Made-Ciputra
3. versi Okumura-Hata, tipe urban di daerah Darmo Satelit, PTC
4. versi Ikegami di sekitar Wonokromo, Jagir, Panjang Jiwo.

### 3.2 Set up pengukuran

Peralatan dipasang sedemikian seperti Gambar 3. Dan kemudian dicatat posisi pada titik tersebut dengan GPS.:



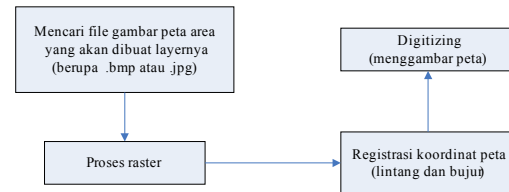
**Gambar 3.** Susunan antenna  $T_x$  (BTS) dan antenna  $R_x$  (berserta alat pengukuran lainnya)

### 3.3 Langkah pengambilan data

- Pengukuran dilakukan dengan dua macam ketinggian antenna mobile station yaitu pada ketinggian 2.5 m & 4.5 m
- Arah antenna mobile station diubah-ubah, sehingga ada 3 arah yang datanya terukur, yaitu pada arah  $0^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $-60^\circ$ .
- Dalam satu macam area, akan diambil data dari 5 titik yang berbeda di sekitar area tersebut.
- Polarisasi antenna penerima adalah vertikal dan horisontal.

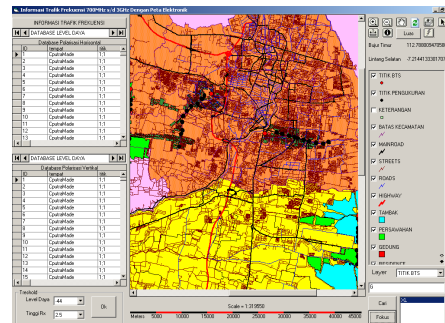
### 3.4 Pembangunan Sistem Informasi Geografis

Dalam pembangunan SIG terdapat beberapa tahapan, yaitu membangun layer, termasuk mendigitasi peta, kemudian menentukan posisi titik-titik yang nantinya akan didapatkan informasi. Gambar 4 berikut menunjukkan proses pembuatan petadigital.



**Gambar 4.** Diagram blok tahapan pembuatan layer peta





Kemudian setelah disusun, database dimasukkan ke dalam peta yang telah terbangun layer-layernya sebagai informasi dalam SIG, sekaligus memoles tampilannya dengan menggunakan Microsoft Visual Basic. Hasil tampilannya adalah seperti pada gambar 5 berikut ini :



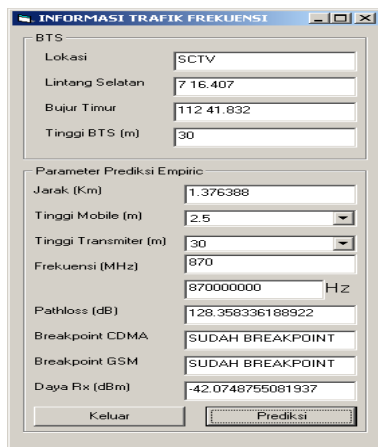
**Gambar 5** Contoh Tampilan SIG yang berisi informasi database Level Daya

### 3.5 Pengoperasian SIG

Pada SIG yang sudah terbentuk, terdapat fungsi tombol masing mempunyai fungsi sebagai berikut :

- Tombol  yang berfungsi untuk menampilkan informasi yang didapat pada titik-titik pengukuran yang diinginkan.
- Tombol  yang berfungsi untuk menghitung jarak sesuai dengan garis yang dibuat di dalam peta.
- Tombol  yang berfungsi untuk Prediksi nilai pathloss dan prediksi daya terima pada 4 (empat) BTS yang ada di SIG ini.
- Tombol  berfungsi untuk menampilkan database frekuensi tiap titik pengukuran.

Pada perhitungan prediksi pathloss dan daya terima diperlukan masukan parameter tinggi pemancar, tinggi antenna penerima, dan frekuensi kerja. Gambar 6 berikut menunjukkan *form* sebagai prediksi pathloss dan level daya terima.



Gambar 6 Prediksi Pathloss Urban Dengan Metode Okumura-Hatta

#### IV. ANALISA

##### 4.1 Akurasi Peta Proyek Akhir

Untuk menguji keakurasian peta yang dibuat pada proyek akhir ini, maka diukur jarak antar BTS pada Google Earth.

Tabel 3 Jarak Antar BTS Pengukuran

Dari	Ke	Peta Proyek Akhir (km)	Google Earth (km)	Error Corection (%)
1	4	21.703	21.702	0.004
1	3	11.810	11.814	0.03
3	4	10.440	10.440	0

2	4	16.005	16.023	0.1
Rata-Rata error correction				0.035

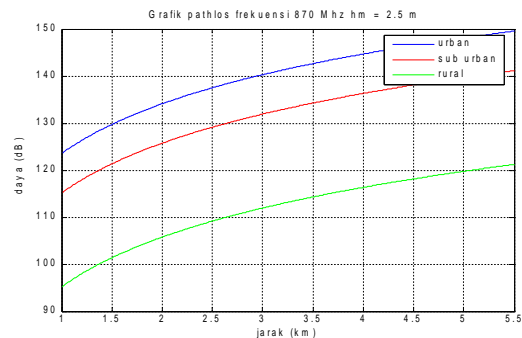
Keterangan Tabel 3:

- 1 merupakan BTS Ciputra
- 2 merupakan BTS D.Satelit
- 3 merupakan BTS Jagir
- 4 merupakan BTS Tambak Os

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh tingkat *error correction* peta proyek akhir terhadap google eart mencapai 0.035 %. Dengan demikain tingkat keakurasian mencapai 99.96%. Hal ini bisa terjadi dikarenakan master peta sebagai sumber digitasi memiliki keakuratan yang tinggi dan proses rastering yang tepat. Apabila jarak pada peta proyek akhir 4 km dengan correction error 0.035%, maka error jarak kurang lebih 1.4 meter.

##### 4.2 Akurasi Perhitungan Pathloss

Gambar 7 berikut menunjukkan hasil perhitungan pathloss secara manual pada Frekuensi 870 MHz dengan menggunakan Matlab :



Gambar 7 Grafik Pathloss

Perhitungan pathloss dengan menggunakan SIG yang hasilnya sperti pada Tabel 4.dan perhitungan dengan R= 4km dan f=870 MHz.

Tabel 4 Perhitungan Pathloss SIG

Perhitungan	Pathloss		
	Urban (dB)	Sub Urban (dB)	Rural (dB)
Manual	144.68	136.29	116.32
SIG	144.67	133.30	116.29

Dari perbandingan Tabel 4 dan Gambar 7 pada jarak 4 km besarnya pathloss antara hasil grafik dan SIG dan perhitungan manual hampir sama.

##### 4.3 Perbandingan Daya Terima

Tabel 5 berikut ini merupakan perbandingan level daya terima daerah urban pada frekuensi 878 MHz.

**Tabel 5** Perbandingan Daya Terima Daerah Urban

Titik Pengukuran	Daya Terima [dBm]	
	SIG	Database Frekuensi
1	-32.54	-28.73
2	-39.49	-36.63
3	-45.95	-39.25
4	-49.7	-38.60
5	-51.99	-44.04
6	-54.58	-41.07
7	-57	-42.68
8	-59.8	-43.39
9	-62.38	-39.24
10	-63.79	-36.55

Berdasarkan Tabel 5 daya terima dari perhitungan SIG semakin jauh titik pengukuran diperoleh level daya terima yang semakin menurun. Dari database level daya pengukuran seharusnya semakin jauh titik penerima dari BTS acuan daya terima semakin kecil. Tetapi pada titik ke-6 yang berjarak kurang lebih 3.28 km terjadi kenaikan level daya terima. Hal ini bisa disebabkan karena daya pengukuran pada titik 6 berasal bukan dari BTS acuan. Perlu diingat bahwa sistem komunikasi selular memanfaatkan frekuensi reuse sebagai *clustering coverage area*. Tabel 6 berikut ini menunjukkan perbandingan level daya terima daerah rural pada frekuensi 889 MHz.

**Tabel 6** Perbandingan Daya Terima daerah Rural

Titik Pengukuran	Daya Terima [dBm]	
	SIG	Database Frekuensi
1	-33.33	-38.35
2	-38.59	-39.39
3	-43.66	-43.55
4	-46.66	-43.32
5	-52.2	-46.11
6	-55.22	-45.39
7	-58.02	-46.02
8	-61.52	-46.42
9	-61.42	-46.81
10	-61.94	-46.19

Berdasarkan pengamatan pada Tabel 6 semakin jauh titik pengukuran terlihat level daya terima semakin menurun baik pada perhitungan SIG maupun pada database frekuensi pengukuran. Hal ini telah sesuai dengan teori friss. Tetapi dari Tabel 6 ada perbedaan level daya penerimaan antara perhitungan SIG dengan database frekuensi pengukuran. Perbedaan ini karena tidak adanya

data valid tentang spesifikasi BTS acuan yang berada di daerah rural

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan sistem informasi geografis, diperoleh kesimpulan :

1. Sistem informasi geografis pada proyek akhir ini mampu untuk menampilkan database frekuensi pada setiap titik pengukuran.
2. Sistem identifikasi obyek pada SIG, selain dapat melakukan identifikasi database spasial default SIG juga dapat melakukan identifikasi database eksternal.
3. Berdasarkan perbandingan dengan Google Earth dan Peta Garmin, peta digital yang dibuat proyek akhir ini memiliki prosentase error kurang dari 0.035 % dan akurasi 99.96%.
4. Sistem informasi geografis ini mampu untuk melakukan prediksi pathloss berdasarkan kondisi daerah dengan akurasi perhitungan 99%.
5. Sistem informasi geografi ini dapat melakukan prediksi daya terima di semua titik terima.
6. Untuk area urban prediksi level daya terima SIG tidak efektif jika dibandingkan dengan kondisi nyata yang ada lapangan. Hal ini dikarenakan penggunaan reuse frekuensi BTS dan hanya 1 BTS yang dijadikan acuan pada SIG ini.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Parsons, J. David, *The Mobile Radio Propagation Channel*, Halsted Press, New York, Toronto, 1992
2. H. H. Xia, H. L. Bertoni, L. R. Maciel, "Radio Propagation Characteristics for Line-of-Sight Microcellular and Personal Communications", IEEE Transactions on Antennas and Propagation Magazine, vol. 41, no. 10, October 1993
3. V. Erceg, L. J. Greenstein, S. Y. Tjandra, S. R. Parkoff, A. Gupta, B. Kulic, A. A. Julius, R. Bianchi, "An Empirically Based Path Loss Model for Wireless Channels in Suburban Environments", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 17, no. 7, July 1999
4. COST 231 Walfisch- Ikegami Model, [www.ee.bilkent.edu.tr/~microwave/progras/wireless/prop/costWI.htm](http://www.ee.bilkent.edu.tr/~microwave/progras/wireless/prop/costWI.htm)

5. Nur Adi S, Gamantyo H. "Analisa Propagasi Kanal Radio Dalam Gedung Pada Frekuensi 1,7 Ghz".SEE 2003, UAD Yogyakarta, Oktober 2003
6. Tapan K. Sarkar, et al., *A Survey of Various Propagation Models for Mobile Communication*, IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 45, No. 3, June 2003
7. Oktay Akcakaya, Eda Kocaman, Osman Kaldirim, *Propagation Models, Terrestrial And Satellite Based Radio Systems For Tv And Multimedia*