

## PENDEKATAN RUMUS REDAMAN PROPAGASI UNTUK JARINGAN GSM DAN UMTS DI WILAYAH BANDUNG

Fitri Rosanti Octavia<sup>1</sup>, Nachwan Mufti<sup>2</sup>, Anton Perwira Putra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Redaman propagasi merupakan salah satu parameter untuk menentukan power transmit (pancar) dan juga coverage dari suatu transmitter. Redaman propagasi pada transmisi komunikasi wireless dapat disebabkan oleh adanya reflection (pantulan), diffraction (difraksi), dan scattering (hamburan). Hal ini dapat terjadi karena semakin banyak daerah yang dipenuhi oleh gedung, bangunan, ataupun penghalang lain. Dan tentunya dapat mengakibatkan kuat sinyal yang diterima pada receiver akan menurun. Oleh karena itu operator - operator telekomunikasi termasuk didalamnya operator - operator yang saat ini cukup mendominasi seperti operator GSM dan UMTS memperhitungkan besar redaman propagasi agar jika terjadi redaman sebesar itu kinerja sistem tidak terganggu.

Pemilihan model propagasi yang tepat bukan merupakan hal yang mudah. Hal ini dikarenakan profil daerah sangat mempengaruhi perhitungan rugi - rugi propagasi. Sebagian besar model propagasi yang sering digunakan oleh operator - operator telekomunikasi khususnya di wilayah Bandung, misalkan operator GSM dan UMTS diantaranya adalah model propagasi Okumura - Hata dan COST 231. Namun model propagasi ini belum tentu cocok digunakan untuk menghitung redaman propagasi di Indonesia khususnya di wilayah Bandung. Jika pada umumnya metode untuk mengevaluasi redaman propagasi dilakukan dengan menggunakan spectrum analyzer, maka pada tugas akhir ini akan dikembangkan suatu metode baru untuk mengevaluasi redaman propagasi dengan menggunakan metode drive test. Hal ini didukung ketersediaan perangkat untuk melakukan drive test pada setiap operator. Dengan menggunakan metode baru ini maka evaluasi redaman propagasi dapat dilakukan sekaligus pada saat pengukuran performansi jaringan.

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa di dapatkan kesimpulan bahwa model propagasi Okumura - Hata dan Cost 231 agar dapat di gunakan di wilayah Bandung harus ditambahkan suatu faktor koreksi tertentu sesuai jenis daerah masing - masing. Untuk model propagasi Okumura - Hata pada daerah rural ditambahkan factor koreksi sebesar 13.026 dB, daerah sub urban sebesar 18.68 dB, dan daerah urban sebesar 24.58 dB. Sedangkan untuk model propagasi Cost 231 pada daerah rural ditambahkan faktor koreksi sebesar 7.23 dB, daerah sub urban sebesar 23.48 dB, dan daerah urban sebesar 19.12 dB.

Kata Kunci : redaman propagasi, Okumura Hata, dan Cost 231

---

Telkom  
University

#### Abstract

Pathloss is one of parameter for determining the power transmit and also the coverage of transmitter. pathloss in a wireless transmission communication is be able to caused by reflection, diffraction, and scattering. It can happen because there are so many areas which are fulfilled by buildings or the other obstruction. And of course, it can cause the signal power that received in the receiver decrease. Because of that the communication operators included the operators that dominate enough for nowadays like GSM and UMTS calculate the quantity of pathloss on power transmit in order to if pathloss happen, the work system is not annoyed.

For choosing the right propagation model is not an easy thing. Because the area profile very influences the calculation of propagation loss. The propagation model that the communication operations are often used especially in Bandung, for example the GSM and UMTS operator are the propagation model of Okumura-Hata and cost 231. But that propagation model is not always suitable used for calculating the pathloss in Indonesia especially in Bandung. If generally method for evaluation pathloss is done with spectrum analyzer, so in this final task will be developed method for evaluation path loss using drive test. This is supported by availability of equipment to do drive test for each operator. With using this new method caused evaluation path loss can be done all at once in measurement network performance.

Based on the calculation result and analysis, we can conclude that Okumura - Hata and cost 231 propagation model in order can be used in Bandung should be added correction factor that suitable with each areas. For Okumura-Hata propagation model in rural area is added accuracy value for about 13.026 dB, in sub urban area for about 18.68 dB and in urban area for about 24.58 dB. In cost 231 propagation model for rural area is added about 7.23 dB accuracy value, in sub urban area is added about 23.48 dB and in urban area for about 19.12 dB.

Keywords : path loss, Okumura Hata, and Cost 231

---

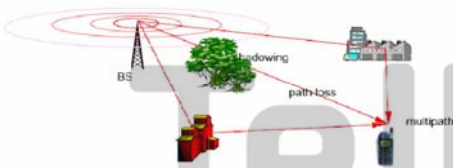
rugi propagasi. Kebanyakan model propagasi yang biasanya digunakan adalah model propagasi Okumura – Hata dan COST 231.

Namun pada kenyataannya model propagasi yang sering digunakan ini belum tentu cocok digunakan untuk menghitung redaman propagasi di Indonesia khususnya di wilayah Bandung. Hal ini dikarenakan rumusan – rumusan empirik untuk menghitung redaman propagasi yang ada saat ini pada umumnya dikembangkan di daerah lain yang belum tentu sesuai dengan karakteristik propagasi di Indonesia khususnya di wilayah Bandung. Oleh karena itu pada tugas akhir ini akan dilakukan pendekatan rumus redaman propagasi yang sesuai dengan karakteristik propagasi di wilayah Bandung untuk jaringan GSM dan UMTS dengan cara mencari nilai akurasi dari model propagasi Okumura Hata dan Cost 231 untuk daerah urban, sub urban, dan rural.

**2. Dasar Teori**

**2.1 Propagasi Gelombang**

Mekanisme perambatan gelombang elektromagnetik pada umumnya terdiri atas refraksi, difraksi, dan hamburan. Untuk sistem komunikasi *wireless* yang beroperasi di daerah urban yang jarang sekali terdapat jalur LOS antara *transmitter* dan *receiver*, serta dengan adanya gedung – gedung yang tinggi akan menghasilkan rugi – rugi difraksi yang besar. Ini disebabkan, sinyal yang dikirimkan mengalami pantulan berkali – kali oleh objek yang berlainan dan gelombang akan melintasi jalur yang berbeda dengan panjang lintasan yang berbeda pula. Interaksi gelombang – gelombang ini akan menimbulkan *fading*, yang mengakibatkan kuat sinyal yang diterima pada *receiver* akan menurun sesuai pertambahan jarak *transmitter* dan *receiver*. Gambar 2.1 menunjukkan propagasi gelombang antara BS dengan MS



Gambar 2.1 propagasi gelombang BS - MS

**2.2 Okumura - Hata**

Model Okumura – Hata merupakan model propagasi hasil pengembangan dari model propagasi Okumura yang dikembangkan di Kanto (dekat Tokyo). Hata mengembangkan sebuah formula matematika dari prediksi kurva Okumura untuk mendapatkan aplikasi perhitungan yang lebih sederhana. Oleh karena itu model propagasi ini disebut model propagasi Okumura – Hata.

Model Okumura Hata digunakan untuk memprediksi redaman propagasi di daerah urban,

suburban, dan rural. Selain itu model propagasi ini valid digunakan untuk frekuensi 150 MHz - 1500 MHz. Berikut merupakan bentuk rumus propagasi Okumura – Hata

- **URBAN**  

$$L_u(\text{dB}) = 69.55 + 26.16 \log f_c - 13.82 \log h_{te} - a(h_{re}) + (44.9 - 6.55 \log h_{te}) \log d$$
- **SUBURBAN**  

$$L_{su}(\text{dB}) = L_u - 2 \left\{ \log \left( \frac{f_c}{28} \right) \right\}^2 - 5.4$$
- **RURAL**  

$$L_r(\text{dB}) = L_u - 4.78 (\log f_c)^2 + 18.33 \log f_c - 40.94$$

Dimana :

- Lu : pathloss untuk daerah urban
- Lsu : pathloss untuk daerah sub urban
- Lr : pathloss untuk daerah rural
- $f_c$  : frekuensi carrier dalam MHz
- d : jarak dari base station (km)
- hte : tinggi base station (m)
- hre : tinggi mobile station (m)
- a(hre) : factor koreksi untuk ketinggian antenna mobile station (dB)

- Untuk kota kecil dan menengah  

$$a(h_{re}) [\text{dB}] = (1.1 \log f_c - 0.7) h_{re} - (1.56 \log f_c - 0.8)$$
- Untuk kota besar  

$$a(h_{re}) [\text{dB}] = 8.29 (\log 1.54 h_{re})^2 - 1.1 \quad \text{untuk } f_c \leq 200 \text{ MHz}$$

$$a(h_{re}) [\text{dB}] = 3.2 (\log 11.75 h_{re})^2 - 4.97 \quad \text{untuk } f_c \geq 400 \text{ MHz}$$

**2.3 Cost 231**

COST 231 merupakan model propagasi hasil pengembangan dari model propagasi Okumura – Hata. Model propagasi ini akan valid jika digunakan untuk range frekuensi antara 1500 – 2000 MHz. Coverage dari model COST 231 adalah

- Frekuensi adalah 1500 – 2000 MHz
- Ketinggian efektif antenna transmitter adalah  $h_t$  : 30 – 200 m
- Ketinggian efektif antenna receiver adalah  $h_r$  : 1 – 10 m
- Jarak link (d) : 1 – 20 km

Rumus pathloss pada model propagasi COST 231 ini adalah sebagai berikut

$$L_{50} (\text{dB}) = 46.3 + 33.9 \log (f_c) - 13.82 \log (h_t) - a(h_r) + [44.9 - 6.55 \log (h_t)] \log (d) + C$$

Dimana :

- $f_c$  : frekuensi dalam MHz
- $h_t$  : tinggi base station (m)
- $h_r$  : tinggi mobile station (m)
- C : 0 dB untuk kota menengah dan kota suburban, sedangkan 3 dB untuk pusat kota metropolitan
- a( $h_r$ ): faktor koreksi antenna mobile yang nilainya sebagai berikut

### 3.2.2 Rx Level

Rx level merupakan level sinyal yang diterima oleh MS pada saat dedicated channel.

### 3.3 Metode Akuisisi Parameter Hasil Drive Test Untuk GSM dan UMTS

#### 3.3.1 Metode untuk UMTS

Pada saat melakukan pengukuran untuk 3G maka MS harus dilock untuk frekuensi 3G sesuai operator masing – masing. Untuk operator XL maka frekuensi dilock pada 10688. Selain itu juga perlu dilock pada scrambling code tertentu yang sesuai dengan transmitter masing – masing, caranya adalah dengan klik kanan pada Device tersebut dan Pilih Equipment Properties. Hal ini dikarenakan daya terima harus berasal dari satu transmitter yang diamati saja sehingga pada pengukuran ini diharapkan tidak ada interferensi dari transmitter lain. Selanjutnya melakukan drive test untuk rute yang akan diukur. Hasil drive test yang berupa logfile kemudian disimpan dengan nama sesuai area yang diukur pada folder tertentu.

Scrambling code merupakan kode yang membedakan satu transmitter dengan transmitter lainnya karena pada 3G menggunakan frekuensi yang sama namun berbeda kode. Pengukuran site untuk masing – masing tipe daerah dibagi menjadi tiga langkah yaitu pada kawasan  $0^{\circ}$  -  $120^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$  -  $240^{\circ}$ , dan  $240^{\circ}$  -  $360^{\circ}$ . Untuk masing – masing rentang kawasan diambil sampel untuk pengolahan data sebanyak 40 sampel. Sehingga total sampel yang diambil untuk masing – masing jenis daerah adalah 360 sampel.

#### 3.3.2 Metode untuk GSM

Pada saat melakukan pengukuran untuk 2G maka MS harus di lock pada frekuensi 2G yang digunakan. Karena pada penelitian ini digunakan GSM yang 900 MHz, maka MS dilock frekuensi 900 MHz. Selain itu MS juga harus dilock pada BCCH tertentu. BCCH merupakan channel yang berisi informasi tentang konfigurasi jaringan dimana menunjukkan frekuensi tertentu yang membedakan transmitter satu dengan transmitter lainnya. Setiap MS pada location – area yang sama dapat dikontrol oleh sebuah BCCH yang sama. BCCH hanya mempunyai satu arah hubungan (dari BTS ke MS → downlink).

## 4. Hasil Pengukuran dan Analisa

### 4.1 Okumura – Hata Daerah Rural

Pada bagian ini akan dianalisa dua metode penentuan pathloss terhadap jarak yaitu berdasarkan hasil pengukuran dan hasil prediksi model propagasi Okumura - Hata untuk tiga BTS yang diteliti yaitu BTS Cimahi, BTS Cibiru, dan BTS Dayeuhkolot. Selanjutnya dari hasil evaluasi dan analisa tersebut akan ditentukan model pathloss modifikasi.

### 4.1.1 Pengukuran propagasi

#### 1. BTS Cimahi

Antena transmisi diletakkan di pinggiran kota Cimahi pada koordinat latitude  $-6.97283$  dan longitude  $107.555$ . Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 30 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 665 meter diatas permukaan laut. Pada pengukuran propagasi diwilayah ini tidak ditemukan adanya gedung – gedung tinggi. Karena wilayah ini didominasi oleh kawasan pedesaan dan area pertanian. Kawasan pedesaan ini dipenuhi oleh rumah – rumah sederhana penduduk serta beberapa pepohonan dan vegetasi. Selain itu ruas jalan di daerah ini juga tidak terlalu lebar dengan arus lalu lintas kendaraan yang tidak padat. Area ini juga terdapat bukit yang tidak terlalu tinggi serta kontur tanah yang cenderung tinggi. Sehingga area ini dapat dikatakan memiliki beberapa *obstacle* namun masih tidak terlalu banyak.

#### 2. BTS Cibiru

Antena transmisi diletakkan sekitar di tengah kota Cimahi pada koordinat latitude  $-6.93475$  dan longitude  $107.718$ . Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 30 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 676 meter diatas permukaan laut. Pada pengukuran propagasi diwilayah ini tidak ditemukan adanya gedung – gedung tinggi. Karena sebagian besar wilayah ini didominasi oleh kawasan pertanian dan rumah – rumah penduduk yang diselingi oleh beberapa pepohonan dan vegetasi. Berdasarkan gambar path profile diatas terlihat bahwa di area ini juga terdapat kontur tanah yang cenderung tinggi. Namun area ini masih dapat dikatakan memiliki beberapa *obstacle* yang tidak banyak.

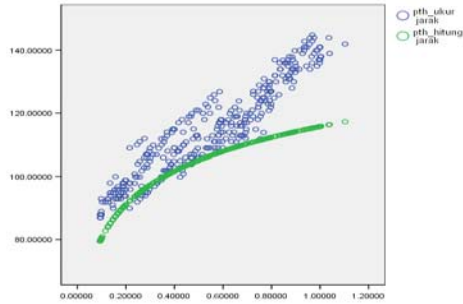
#### 3. BTS Dayeuhkolot

Antena transmisi diletakkan sekitar pinggiran kota Dayeuhkolot pada koordinat latitude  $-6.97356$  dan longitude  $107.62$ . Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 30 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 664 meter diatas permukaan laut. Pada pengukuran propagasi diwilayah ini tidak ditemukan adanya gedung – gedung yang menjulang tinggi. Karena sebagian besar wilayah ini didominasi oleh kawasan pertanian dan rumah – rumah penduduk yang diselingi oleh beberapa pepohonan dan vegetasi. Pepohonan yang ada di wilayah ini memiliki ketinggian sedang namun beberapa diantaranya ada yang cukup tinggi. Ruas jalan di daerah ini tidak begitu luas dengan arus lalu lintas yang tidak padat. Namun area ini masih dapat dikatakan memiliki beberapa *obstacle* yang tidak terlalu banyak

### 4.1.2 Perbandingan Model prediksi dan Pengukuran

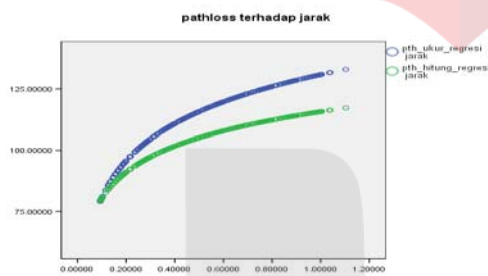
Hasil pengukuran dan perhitungan propagasi digambarkan ke dalam diagram pencar pathloss

sebagai fungsi jarak pada gambar berikut ini :



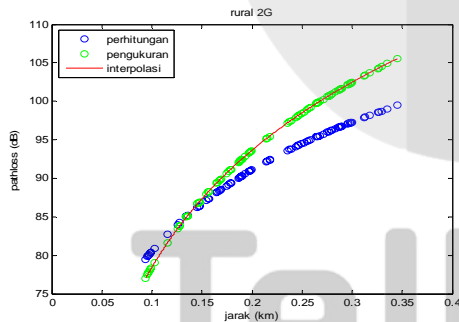
Gambar 4.1 grafik perbandingan hasil pengukuran & perhitungan rural 2G

Hasil regresi dengan nilai Rsquare sebesar 0.804 seperti gambar berikut ini :



Gambar 4.2 regresi perbandingan hasil pengukuran & perhitungan rural 2G

Hasil interpolasi data dengan menggunakan program matlab dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.3 interpolasi hasil pengukuran Berdasarkan karakteristik pathloss dari gambar 4.4, gambar 4.5, dan gambar 4.6 menunjukkan bahwa rata – rata nilai pathloss naik sekitar 10,13 dB dengan tingkat kemiringan grafik pathloss pengukuran terhadap jarak sebesar 21,83 dB/dekade sedangkan tingkat kemiringan grafik model propagasi sebesar 15,296 dB/decade.

#### 4.1.3 Evaluasi Okumura – Hata

untuk meningkatkan nilai akurasi dari model propagasi Okumura Hata untuk daerah rural perlu ditambahkan nilai MSE (Mean Square error) dari hasil pengukuran dan prediksi model ppropagasi. Nilai MSE untuk coverage pengukuran sekitar 3

kilometer adalah sebesar 13.026 dB. Sehingga modifikasi model propagasi Okumura – Hata untuk area rural adalah :



### 4.2 Okumura – Hata Daerah Suburban

Pada bagian ini akan dianalisa dua metode penentuan pathloss terhadap jarak yaitu berdasarkan hasil pengukuran dan hasil prediksi model propagasi Okumura - Hata untuk tiga BTS suburban yang diteliti yaitu BTS Buah batu, BTS Gedebage, dan BTS Mataharikopo. Selanjutnya dari hasil evaluasi dan analisa tersebut akan ditentukan model pathloss modifikasi.

#### 4.2.1 Pengukuran propagasi

##### 1. BTS Buahbatu

Antena transmisi diletakkan di pinggiran kota Buah batu pada koordinat latitude -6.94244 dan longitude 107.628. Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 26 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 685.6 meter diatas permukaan laut. Pada pengukuran propagasi diwilayah ini ditemukan adanya beberapa gedung tinggi namun tidak setinggi didaerah urban sehingga kemungkinan sinyal terima mengalami difraksi oleh puncak gedung. Rata – rata ketinggian gedung tidak melebihi 30 meter. Kawasan perumahan juga terlihat cukup mendominasi kawasan ini. Ruas jalan di daerah ini juga cukup lebar dengan arus lalu lintas kendaraan yang cukup padat

##### 2. BTS Gedebage

Antena transmisi diletakkan sekitar di tengah kota Cimahi pada koordinat latitude --6.9405 dan longitude 107.655. Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 25 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 678,6 meter diatas permukaan laut. Pada pengukuran propagasi diwilayah ini Pada pengukuran propagasi diwilayah ini ditemukan adanya beberapa gedung tinggi namun tidak setinggi didaerah urban sehingga kemungkinan sinyal terima mengalami difraksi oleh puncak gedung. Rata – rata ketinggian gedung tidak melebihi 30 meter. Kawasan perumahan juga terlihat cukup mendominasi kawasan ini. Ruas jalan di daerah ini juga cukup lebar dengan arus lalu lintas kendaraan yang cukup padat

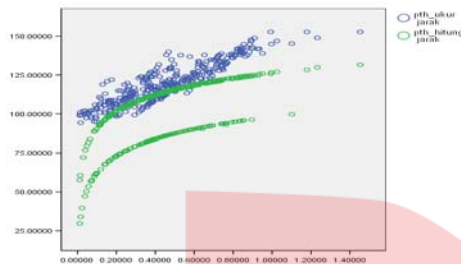
##### 3. BTS Mataharikopo

Antena transmisi diletakkan sekitar pinggiran kota Dayeuhkolot pada koordinat latitude -6.97169 dan longitude 107.674. Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 30 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 664 meter diatas permukaan laut.



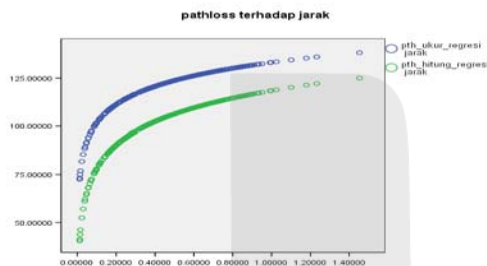
#### 4.2.2 Perbandingan Model prediksi dan Pengukuran

Hasil pengukuran dan perhitungan propagasi digambarkan ke dalam diagram pencar pathloss sebagai fungsi jarak pada gambar berikut ini :



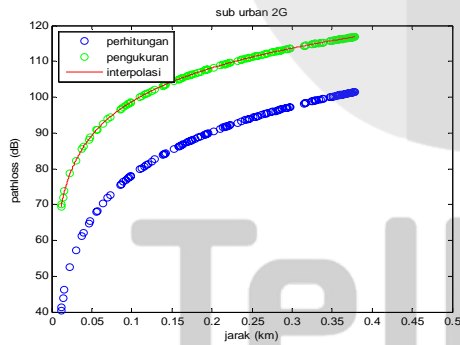
Gambar 4.4 grafik perbandingan hasil pengukuran & perhitungan suburban2G

Hasil regresi dengan nilai Rsquare sebesar 0.799 seperti gambar berikut ini :



Gambar 4.5 regresi perbandingan hasil pengukuran & perhitungan suburban 2G

Hasil interpolasi data dengan menggunakan program matlab dapat dilihat pada gambar berikut :



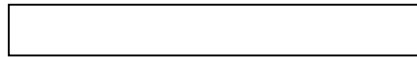
Gambar 4.6 interpolasi hasil pengukuran

Berdasarkan karakteristik pathloss dari gambar 4.4, gambar 4.5, dan gambar 4.6 menunjukkan bahwa rata – rata nilai pathloss naik sekitar 15.45 dB

#### 4.2.3 Evaluasi Okumura – Hata

untuk meningkatkan nilai akurasi dari model propagasi Okumura Hata untuk daerah suburban perlu ditambahkan nilai MSE (Mean Square error) dari hasil pengukuran dan prediksi model propagasi. Nilai MSE untuk coverage pengukuran sekitar 3 kilometer adalah sebesar 18.68 dB.

Sehingga modifikasi model propagasi Okumura – Hata untuk area rural adalah :



#### 4.3 Okumura – Hata Daerah Urban

Pada bagian ini akan dianalisa dua metode penentuan pathloss terhadap jarak yaitu berdasarkan hasil pengukuran dan hasil prediksi model propagasi Okumura - Hata untuk tiga BTS urban yang diteliti yaitu BTS Martadinata, BTS Karapitan, dan BTS Cihampelas. Selanjutnya dari hasil evaluasi dan analisa tersebut akan ditentukan model pathloss modifikasi.

##### 4.3.1 Pengukuran propagasi

###### 1. BTS Martadinata

Antena transmisi diletakkan di tengah kota pada koordinat latitude -6.90783 dan longitude 107.611. Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 30 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 731.7 meter diatas permukaan laut. Adanya gedung-gedung tinggi terlihat cukup mendominasi wilayah ini. Sebagian besar wilayah ini dipenuhi oleh kawasan perkantoran dengan gedung yang cukup menjulang tinggi. Selain itu hotel – hotel bertingkat dan pusat perbelanjaan juga memenuhi wilayah ini. Ruas jalan di daerah ini lebar dengan arus lalu lintas kendaraan yang padat. Pepohonan terkadang juga cukup jarang ditemukan di wilayah ini

###### 2. BTS Karapitan

Antena transmisi diletakkan pada koordinat latitude -6.92211 dan longitude 107.618. Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 28 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 700.3 meter diatas permukaan laut. Adanya gedung-gedung tinggi terlihat cukup mendominasi wilayah ini. Sebagian besar wilayah ini dipenuhi oleh kawasan perkantoran dengan gedung yang cukup menjulang tinggi. Ruas jalan di daerah ini lebar dengan arus lalu lintas kendaraan yang padat. Pepohonan terkadang juga cukup jarang ditemukan di wilayah ini. Sehingga redaman terhadap pepohonan dapat diabaikan. Dengan kata lain pathloss di wilayah ini besar.

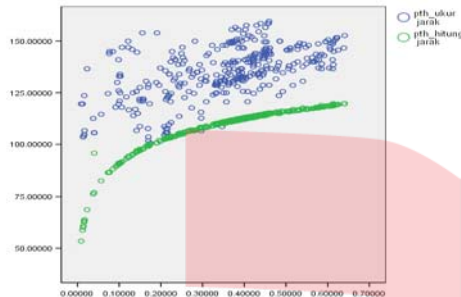
###### 3. BTS Cihampelas

Antena transmisi diletakkan pada koordinat latitude -6.89875 dan longitude 107.604. Antena transmisi ini diletakkan pada ketinggian 25 meter diatas permukaan tanah. Sedangkan untuk transmitter diletakkan sekitar 744.1 meter diatas permukaan laut. Sebagian wilayah ini dipenuhi oleh tempat – tempat perbelanjaan. Outlet – outlet perbelanjaan banyak ditemukan di Area ini. Beberapa hotel bertingkat juga ditemukan di wilayah ini. Ruas jalan di daerah ini lebar dengan

arus lalu lintas kendaraan yang padat. Dengan kata lain pathloss di wilayah ini besar.

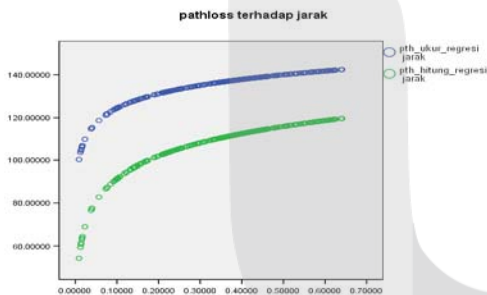
**4.3.2 Perbandingan Model prediksi dan Pengukuran**

Hasil pengukuran dan perhitungan propagasi digambarkan ke dalam diagram pencar pathloss sebagai fungsi jarak pada gambar berikut ini :



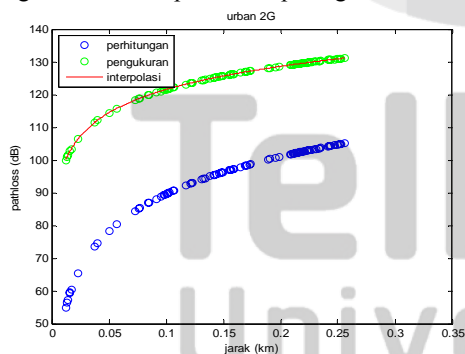
Gambar 4.7 grafik perbandingan hasil pengukuran & perhitungan urban2G

Hasil regresi dengan nilai Rsquare sebesar 0.789 seperti gambar berikut ini :



Gambar 4.8 regresi perbandingan hasil pengukuran & perhitungan urban 2G

Hasil interpolasi data dengan menggunakan program matlab dapat dilihat pada gambar berikut :

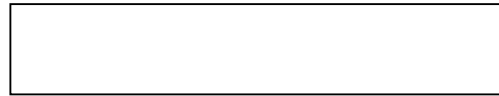


Gambar 4.9 interpolasi hasil pengukuran Berdasarkan karakteristik pathloss dari gambar 4.7 menunjukkan bahwa rata – rata nilai pathloss naik sekitar 20.87 dB

**4.3.3 Evaluasi Okumura – Hata**

untuk meningkatkan nilai akurasi dari model propagasi Okumura Hata untuk daerah urban perlu

ditambahkan nilai MSE (Mean Square error) dari hasil pengukuran dan prediksi model ppropagasi. Nilai MSE untuk coverage pengukuran sekitar 3 kilometer adalah sebesar 24.58 dB. Sehingga modifikasi model propagasi Okumura – Hata untuk area urban adalah :



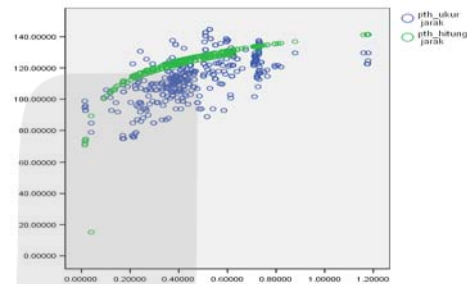
**4.4 Cost 231 Daerah Urban**

**4.4.1 Pengukuran Propagasi**

Area pengukuran untuk 3G daerah urban sama dengan 2G daerah urban

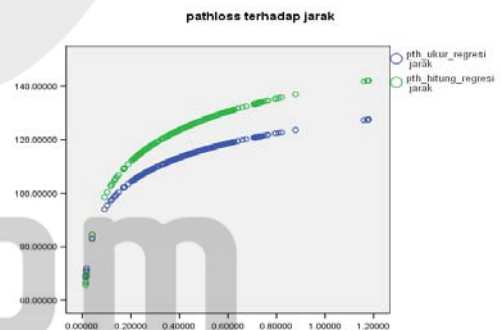
**4.4.2 Perbandingan Model prediksi dan Pengukuran**

Hasil pengukuran dan perhitungan propagasi digambarkan ke dalam diagram pencar pathloss sebagai fungsi jarak pada gambar berikut ini :



Gambar 4.10 grafik perbandingan hasil pengukuran & perhitungan urban3G

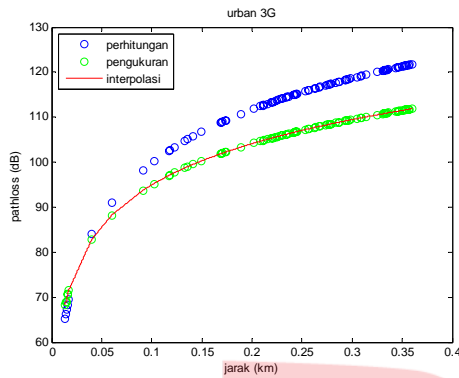
Hasil regresi dengan nilai Rsquare sebesar 0.789 seperti gambar berikut ini :



Gambar 4.11 regresi perbandingan hasil pengukuran & perhitungan urban 3G

Hasil interpolasi data dengan menggunakan program matlab dapat dilihat pada gambar berikut :

**Jarak (km)**



Gambar 4.12 interpolasi hasil pengukuran

Berdasarkan karakteristik pathloss dari gambar 4.10 menunjukkan bahwa rata – rata nilai pathloss turun sekitar 10.35 dB.

**4.4.3 Evaluasi Cost 231**

untuk meningkatkan nilai akurasi dari model propagasi Cost 231 untuk daerah urban perlu ditambahkan nilai MSE (Mean Square error) dari hasil pengukuran dan prediksi model ppropagasi. Nilai MSE untuk coverage pengukuran sekitar 3 kilometer adalah sebesar 19.12 dB. Sehingga modifikasi model propagasi Cost 231 untuk area urban adalah :



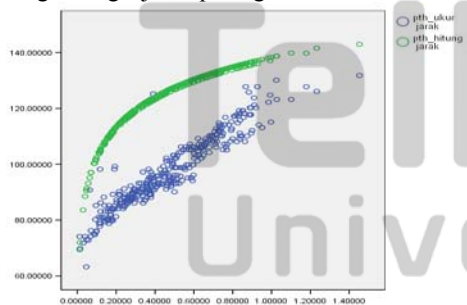
**4.5 Cost 231 Daerah suburban**

**4.5.1 Pengukuran Propagasi**

Area pengukuran untuk 3G daerah suburban sama dengan 2G daerah suburban

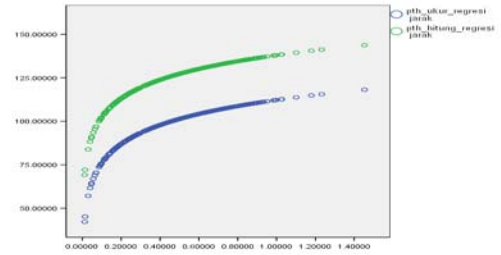
**4.5.2 Perbandingan Model prediksi dan Pengukuran**

Hasil pengukuran dan perhitungan propagasi digambarkan ke dalam diagram pencar pathloss sebagai fungsi jarak pada gambar berikut ini :



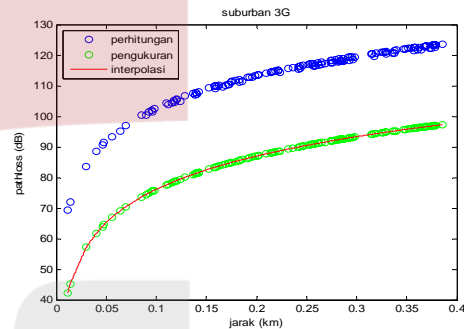
Gambar 4.13 grafik perbandingan hasil pengukuran & perhitungan suburban 3G

Hasil regresi dengan nilai Rsquare sebesar 0.874 seperti gambar berikut ini :



Gambar 4.14 regresi perbandingan hasil pengukuran & perhitungan suburban 3G

Hasil interpolasi data dengan menggunakan program matlab dapat dilihat pada gambar berikut :

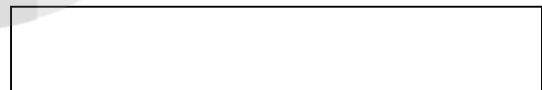


Gambar 4.15 interpolasi hasil pengukuran

Berdasarkan karakteristik pathloss dari gambar 4.10 menunjukkan bahwa rata – rata nilai pathloss turun sekitar 17.98 dB.

**4.5.3 Evaluasi Cost 231**

untuk meningkatkan nilai akurasi dari model propagasi Cost 231 untuk daerah urban perlu ditambahkan nilai MSE (Mean Square error) dari hasil pengukuran dan prediksi model ppropagasi. Nilai MSE untuk coverage pengukuran sekitar 3 kilometer adalah sebesar 23.48 dB. Sehingga modifikasi model propagasi Cost 231 untuk area suburban adalah :



**4.6 Cost 231 Daerah Rural**

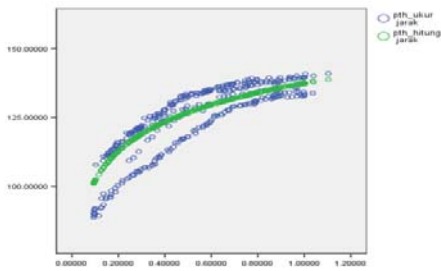
**4.6.1 Pengukuran Propagasi**

Area pengukuran untuk 3G daerah rural sama dengan 2G daerah rural

**4.6.2 Perbandingan Model prediksi dan Pengukuran**

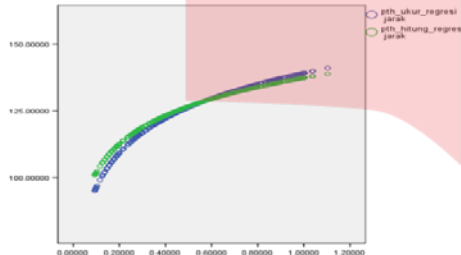
Hasil pengukuran dan perhitungan propagasi digambarkan ke dalam diagram pencar pathloss sebagai fungsi jarak pada gambar berikut ini :





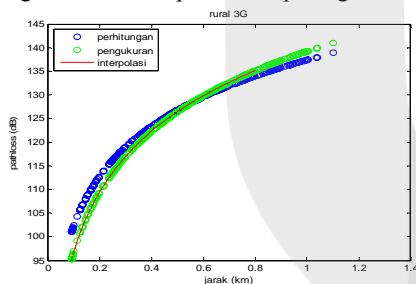
Gambar 4.16 grafik perbandingan hasil pengukuran & perhitungan rural3G

Hasil regresi dengan nilai Rsquare sebesar 0.894 seperti gambar berikut ini :



Gambar 4.17 regresi perbandingan hasil pengukuran & perhitungan rural 3G

Hasil interpolasi data dengan menggunakan program matlab dapat dilihat pada gambar berikut :

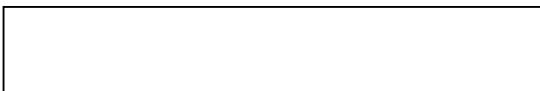


Gambar 4.18 interpolasi hasil pengukuran

Berdasarkan karakteristik pathloss dari gambar 4.10 menunjukkan bahwa rata – rata nilai pathloss turun sekitar 0,65 dB.

#### 4.5.3 Evaluasi Cost 231

untuk meningkatkan nilai akurasi dari model propagasi Okumura Hata untuk daerah urban perlu ditambahkan nilai MSE (Mean Square error) dari hasil pengukuran dan prediksi model ppropagasi. Nilai MSE untuk coverage pengukuran sekitar 3 kilometer adalah sebesar 7.23 dB. Sehingga modifikasi model propagasi Cost 231 untuk area urban adalah :



## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. Nilai rata – rata pathloss berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dengan model propagasi Okumura Hata untuk daerah rural meningkat sebesar 10,13 dB, untuk daerah sub urban sebesar 15.45 dB, dan daerah urban sebesar 20.87 dB.
2. Nilai rata – rata pathloss berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dengan model propagasi Cost 231 untuk daerah urban menurun sebesar 10,35 dB, untuk daerah sub urban sebesar 17.98 dB, dan daerah rural sebesar 0.65 dB.
3. Nilai akurasi yang diberikan untuk model Okumura Hata pada daerah rural sebesar 13.026 dB, daerah sub urban 18.68 dB, dan urban sebesar 24.58 dB.
4. Nilai akurasi yang diberikan untuk model Cost 231 pada daerah rural sebesar 7.23 dB, daerah sub urban 23.48 dB, dan urban sebesar 19.12 dB.
5. Jumlah dan kerapatan obstacle serta kondisi geografi seperti tekstur tanah menyebabkan perbedaan pathloss hasil pengukuran dan model prediksi.
6. Jika frekuensi semakin besar maka coverage area tersebut akan semakin kecil.
7. Perhitungan EIRP perlu memperhatikan pengaruh gain berdasarkan azimuth dan sudut elevasi.

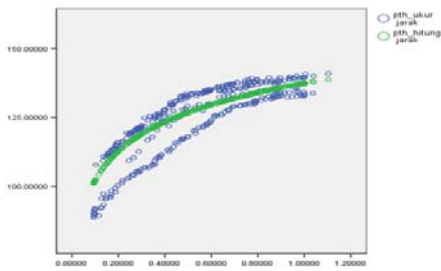
### 5.2

#### Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengukuran untuk waktu yang berbeda – beda misal untuk pagi dan sore.
2. Sebaiknya dicoba menganalisa untuk model propagasi lain yang sesuai dengan spesifikasi.

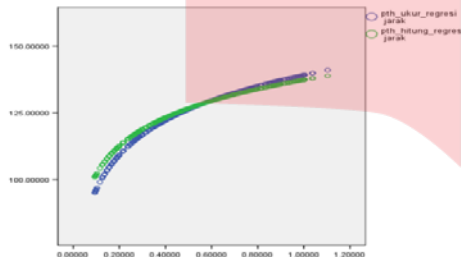
#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] John S. Seybold, “ **Introduction to RF Propagation** ”, Wiley, England 2005.
- [2] Hata, M., 1980, “**Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services**”, IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol. VT-29, No. 3, pp.317-325.
- [3] Z. Nadir, N. Elfadhil, F. Touati. 2008, “**Pathloss Determination Using Okumura – Hata Model And Spline Interpolation For missing Data For Oman**”, Proceedings of the World Congress on Engineering, Vol I WCE, London, U.K.
- [4] Adit Kurniawan. 1997, “**Prediction of Mobile Radio Propagation By Regression Analysis of signal Measurements**”, Magazine of Electrical Engineering (Indonesia : Majalah Ilmiah Teknik Elektro), Vol. 3, No. 1, pp. 11-21.



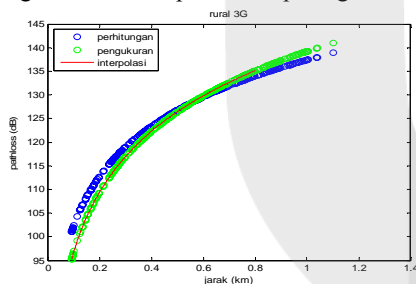
Gambar 4.16 grafik perbandingan hasil pengukuran & perhitungan rural3G

Hasil regresi dengan nilai Rsquare sebesar 0.894 seperti gambar berikut ini :



Gambar 4.17 regresi perbandingan hasil pengukuran & perhitungan rural 3G

Hasil interpolasi data dengan menggunakan program matlab dapat dilihat pada gambar berikut :

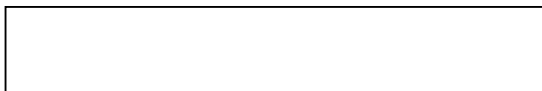


Gambar 4.18 interpolasi hasil pengukuran

Berdasarkan karakteristik pathloss dari gambar 4.10 menunjukkan bahwa rata – rata nilai pathloss turun sekitar 0,65 dB.

#### 4.5.3 Evaluasi Cost 231

untuk meningkatkan nilai akurasi dari model propagasi Okumura Hata untuk daerah urban perlu ditambahkan nilai MSE (Mean Square error) dari hasil pengukuran dan prediksi model ppropagasi. Nilai MSE untuk coverage pengukuran sekitar 3 kilometer adalah sebesar 7.23 dB. Sehingga modifikasi model propagasi Cost 231 untuk area urban adalah :



## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. Nilai rata – rata pathloss berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dengan model propagasi Okumura Hata untuk daerah rural meningkat sebesar 10,13 dB, untuk daerah sub urban sebesar 15.45 dB, dan daerah urban sebesar 20.87 dB.
2. Nilai rata – rata pathloss berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dengan model propagasi Cost 231 untuk daerah urban menurun sebesar 10,35 dB, untuk daerah sub urban sebesar 17.98 dB, dan daerah rural sebesar 0.65 dB.
3. Nilai akurasi yang diberikan untuk model Okumura Hata pada daerah rural sebesar 13.026 dB, daerah sub urban 18.68 dB, dan urban sebesar 24.58 dB.
4. Nilai akurasi yang diberikan untuk model Cost 231 pada daerah rural sebesar 7.23 dB, daerah sub urban 23.48 dB, dan urban sebesar 19.12 dB.
5. Jumlah dan kerapatan obstacle serta kondisi geografi seperti tekstur tanah menyebabkan perbedaan pathloss hasil pengukuran dan model prediksi.
6. Jika frekuensi semakin besar maka coverage area tersebut akan semakin kecil.
7. Perhitungan EIRP perlu memperhatikan pengaruh gain berdasarkan azimuth dan sudut elevasi.

### 5.2

#### Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengukuran untuk waktu yang berbeda – beda misal untuk pagi dan sore.
2. Sebaiknya dicoba menganalisa untuk model propagasi lain yang sesuai dengan spesifikasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] John S. Seybold, “ **Introduction to RF Propagation** ”, Wiley, England 2005.
- [2] Hata, M., 1980, “ **Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services**”, IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol. VT-29, No. 3, pp.317-325.
- [3] Z. Nadir, N. Elfadhil, F. Touati. 2008, “ **Pathloss Determination Using Okumura – Hata Model And Spline Interpolation For missing Data For Oman**”, Proceedings of the World Congress on Engineering, Vol I WCE, London, U.K.
- [4] Adit Kurniawan. 1997, “ **Prediction of Mobile Radio Propagation By Regression Analysis of signal Measurements**”, Magazine of Electrical Engineering (Indonesia : Majalah Ilmiah Teknik Elektro), Vol. 3, No. 1, pp. 11-21.