

# Analisa Perbandingan Nilai Breakpoint Pemancar CDMA Menggunakan Model Okumura-Hata di Daerah Surabaya

Nur Adi Siswandari<sup>1</sup>, Okkie Puspitorini<sup>1</sup>, Rini Satitie<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS, Surabaya 60111

e-mail : [nuradi@eepis-its.edu](mailto:nuradi@eepis-its.edu)

## Abstrak

Karakteristik yang paling berpengaruh untuk menentukan *performance* sebuah system komunikasi adalah nilai breakpoint, karena nilai inilah yang dapat digunakan untuk menentukan *coverage area* dari sebuah pemancar (BTS).

Pada paper ini telah dilakukan pengukuran level daya terima dari sebuah pemancar CDMA di beberapa daerah di Surabaya, kriteria daerah pengukuran meliputi daerah urban, sub-urban dan rural. Level daya terima diukur menggunakan *spectrum analyzer* dengan antenna *omnidirectional*, pengukuran dilakukan berdasarkan perubahan jarak dan ketinggian antenna penerima pada frekuensi 900 MHz, sedangkan skenario pengukuran menggunakan model Okumura-Hata. Data hasil pengukuran digunakan untuk menghitung pathloss, kemudian grafik pathloss digunakan untuk menentukan nilai breakpoint.

Dari hasil penelitian diperoleh hasil bahwa nilai breakpoint di daerah urban sebesar 1,994km, Sub-urban 2,780km dan Rural 2,960km hal ini berarti nilai breakpoint sangat tergantung pada kondisi lingkungan disekitarnya.

Keyword : *Breakpoint*, Okumura-Hata, *Pathloss*, Urban, Sub-urban dan Rural, *Coverage Area*.

## 1. Pendahuluan

Code Division Multiple Access (CDMA) merupakan salah satu teknik multiple access yang banyak diaplikasikan untuk seluler maupun fixed wireless. Konsep dasar dari teknik multiple access yaitu memungkinkan suatu titik dapat diakses oleh beberapa titik yang saling berjauhan dengan tidak saling mengganggu. Teknik multiple access mempunyai arti bagaimana suatu spektrum radio dibagi menjadi kanal-kanal dan bagaimana kanal-

kanal tersebut dialokasikan untuk pelanggan sebanyak-banyaknya dalam satu sistem.

CDMA merupakan teknologi multiple access yang membedakan satu pengguna dengan pengguna lainnya menggunakan kode-kode khusus dalam lebar pita frekuensi yang ditentukan. Sistem CDMA merupakan pengembangan dari dua sistem multiple access sebelumnya. CDMA memiliki konsep multiple access yang berbeda dengan Time Division Multiple Access (TDMA) dan Frequency Division Multiple Access (FDMA) karena sistem ini memanfaatkan kode-kode digital yang spesifik untuk membedakan satu pengguna dengan pengguna lainnya.

Dalam hal ini, kondisi performansi rata-rata akan menunjukkan ukuran persepsi pelanggan mengenai kualitas yang akhirnya bermuara pada kepuasan pelanggan. Sedangkan analisa terburuk adalah untuk mencegah berbagai kondisi terburuk yang mungkin saja terjadi. Oleh karena itu seorang engineer diharapkan memiliki berbagai pengetahuan untuk melakukan optimalisasi sistem yang nantinya akan melibatkan berbagai solusi kompromi dari berbagai kondisi trade off yang nantinya akan dihadapi, salah satu faktor yang dapat digunakan untuk menentukan performansi system komunikasi nirkabel adalah breakpoint.

## 2. Propagasi

### 2.1 Model Propagasi

Model propagasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Okumura-Hata, dimana model ini merupakan sebuah model empirik yang dapat diaplikasikan untuk

memprediksikan pathloss dari hasil pengukuran level daya terhadap perubahan jarak [7]. Sebenarnya persamaan standard pathloss dari model Okumura-Hata hanya diperuntukan pada daerah urban, tetapi saat ini telah diberikan factor koreksi pada persamaan tersebut sehingga dapat juga digunakan untuk menghitung pathloss pada daerah sub-urban dan rural asal memenuhi kriteria yang disyaratkan sebagai berikut [7]:

- Range Frekuensi : 150 -2000 MHz
- Jarak Tx-Rx : 1 – 20 Km
- Tinggi antena BS : 30 – 200 m
- Tinggi antena user : 1 – 10 m

## 2.2 Pathloss

Berdasarkan model yang digunakan pada 2.1 tersebut diatas, maka pathloss harus dihitung berdasarkan persamaan yang berlaku sesuai daerah pengukuran. Model pathloss yang dikembangkan oleh Okumura-Hata berdasarkan pada pathloss free space model, dengan factor koreksi yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan. Pathloss free space model dapat dilihat seperti persamaan (1) [8].

$$PL = 10 \log \frac{P_t}{P_r} = -10 \log \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad (1)$$

dengan,  $P_t$  dan  $P_r$  adalah daya pancar BTS dan daya terima pada user,  $G_t$  dan  $G_r$  adalah gain antena pemancar dan penerima, sedangkan  $d$  adalah jarak Tx dan Rx.

Estimasi pathloss menggunakan model Okumura-Hata dapat diuraikan seperti persamaan (2) [7].

$$P_{L(O-H)} = P_L + \mathbf{A}(\mathbf{f}, \mathbf{d}) - G(ht) - G(hr) - \mathbf{G}_{AREA} \quad (2)$$

dengan,  $\mathbf{A}(\mathbf{f}, \mathbf{d})$  adalah faktor koreksi yang berkaitan dengan terrain dan  $\mathbf{G}_{AREA}$  adalah gain dari kondisi lingkungan.

### Daerah Urban

Daerah urban adalah daerah yang banyak terdapat bangunan tinggi seperti, rumah-rumah, pertokoan dan pohon-pohon besar yang tinggi. Pathloss daerah urban model Okumura-Hata dapat dituliskan seperti persamaan (3) [7].

$$L(\text{urban})(\text{dB}) = A + B \log_{10} d \quad (3)$$

dengan,

$$A = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f_c) - 13.82 \log_{10}(h_{te}) - \alpha(h_{re})$$

$$B = 44.9 - 6.55 \log_{10}(h_{te})$$

$$\alpha(h_{re}) = 3.2(\log_{10} 11.75 h_{re})^2 - 4.97 \text{ dB}$$

### Daerah Sub-Urban

Perbedaan pathloss daerah urban dengan sub-urban terletak pada faktor reduksi karena kepadatan daerah berkurang, rumus pathloss dapat dilihat pada persamaan (4) [7].

$$L(\text{sub}) = L(\text{urban}) - 2[\log_{10}(f_c/28)]^2 - 5.4 \quad (4)$$

### Daerah Rural

Daerah ini tidak terdapat pohon-pohon dan bangunan-bangunan tinggi sepanjang lintasan pengukuran / jarak pandang 300 sampai 400 m tidak ada halangan, seperti kawasan persawahan, ladang / lapangan terbuka. Pathloss daerah rural dapat dihitung berdasarkan persamaan (5) [7].

$$L(\text{rural}) = L(\text{urban}) - 4.78(\log_{10} f_c)^2 - 18.33 \log_{10} f_c - 40.98 \quad (5)$$

## 2.3 Breakpoint

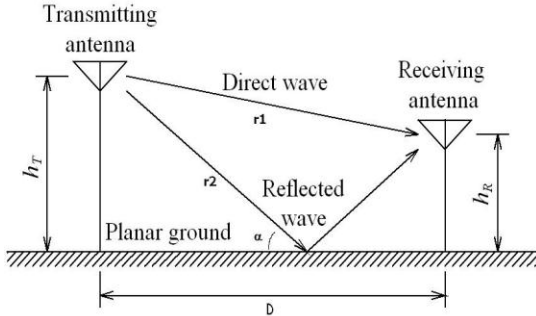
Breakpoint merupakan batas daya minimum dari sebuah pemancar yang masih dapat diterima dengan baik oleh user [2]. Secara matematis breakpoint ditentukan berdasarkan grafik level daya terima ( $P_r$ ) fungsi jarak menggunakan two ray model, dengan persamaan seperti yang ditulis pada persamaan (6) dan didekati dengan persamaan regresi linier didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal satu variabel independen dengan satu variabel dependen.

$$P_r = P_t \left( \frac{\lambda}{4\pi r_1} \right)^2 \left| \frac{1}{r_1} \exp(-jkr_1) + \Gamma(\alpha) \frac{1}{r_2} \exp(-jkr_2) \right|^2 \quad (6)$$

Dimana  $P_t$  adalah daya pancar,  $r_1$  adalah pancaran langsung dari Tx ke Rx,  $r_2$  adalah jarak pancaran dari Tx ke titik saat memantul ke tanah, dan  $\Gamma$  adalah koefisien refleksi. Besarnya koefisien refleksi tergantung dari besar sudut datang ( $\alpha$ ) yang dapat dihitung dengan persamaan (7) [9].

$$\Gamma(\theta) = \frac{\cos \theta - \alpha \sqrt{\epsilon_r - \sin^2 \theta}}{\cos \theta + \alpha \sqrt{\epsilon_r - \sin^2 \theta}} \quad (7)$$

Dimana  $\theta = 90 - \alpha$  dan  $a = 1/\epsilon_r$ . untuk permukaan tanah, konstanta dielektrik relatifnya bernilai  $\epsilon_r = 15 - j60 \tau \lambda$ , dan untuk konduktivitas permukaan tanah ( $\tau$ ) adalah 0,005 mho/m. Tworay model dapat dijelaskan seperti pada Gambar 1 [9].



Gambar 1. Skenario Two-Ray Model

Sedangkan persamaan umum dari regresi linier sederhana seperti persamaan (8).

$$Y = a + bX \quad (8)$$

dengan, Y adalah variabel dependen yang diprediksikan, a adalah konstanta, b adalah koefisien regresi X terhadap Y, X adalah variabel independen yang mempunyai nilai tertentu. Koefisien regresi b akan bernilai positif apabila nilai X berbanding lurus terhadap nilai Y, sebaliknya b akan bernilai negatif apabila nilai X berbanding terbalik terhadap nilai Y. Nilai a dan b dapat dicari dengan persamaan (9).

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (9)$$

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

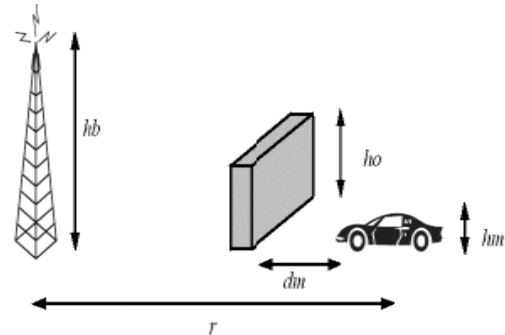
Untuk menentukan breakpoint secara teoritis, daerah cakupan dapat asumsikan sebagai daerah freznel zone. Jarak breakpoint freznel zone dapat dihitung menggunakan persamaan (10)[8].

$$D_f = \frac{4h_T h_R}{\lambda} \quad (10)$$

### 3. Pengukuran

#### 3.1 Set Up Pengukuran

Sesuai dengan metode yang digunakan yaitu model Okumura-Hata, dengan parameter-parameter pengukuran seperti pada Gambar 2.



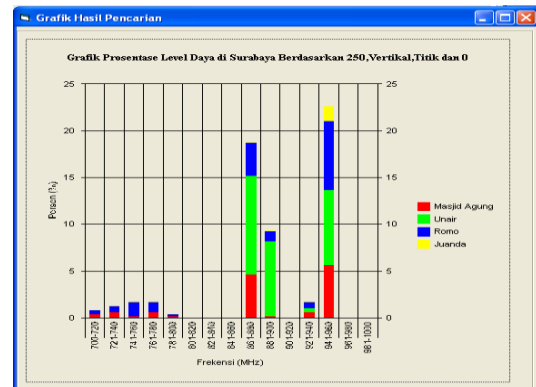
Gambar 2. Parameter pada Model Okumura-Hata[7]

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)

#### 3.2 Data Hasil Pengukuran Level Daya fungsi Jarak Lokasi

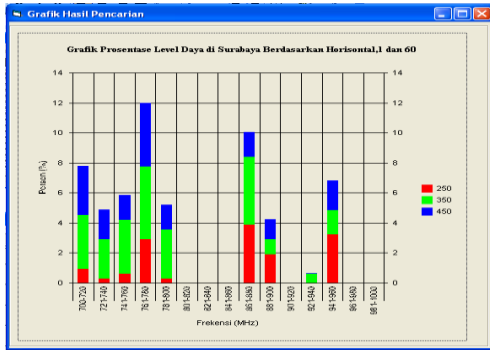
Data hasil pengukuran yang diperoleh, kemudian dibuat database dan ditampilkan dalam bentuk grafik kepadatan spektrum frekuensi fungsi lokasi pengukuran seperti terlihat pada Gambar 3[1].



Gambar 3. Grafik prosentase level daya fungsi lokasi

## Level Daya fungsi Ketinggian antenna penerima

Pada data ini juga digambarkan dalam bentuk grafik kepadatan spektrum frekuensi fungsi ketinggian antenna, antenna yang digunakan ada pengukuran adalah 2,5m; 3,5m dan 4 m [1].



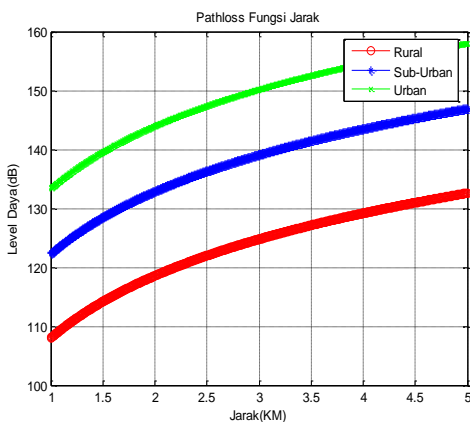
Gambar 4. Grafik prosentase level daya fungsi ketinggian antenna

## 4. Hasil dan Pembahasan

Pembahasan paper ini dititik beratkan pada pathloss dan nilai breakpoint dari pemancar CDMA dalam hal ini adalah fleksi yang terletak dibeberapa kelompok daerah yaitu urban, sub-urban dan rural.

### 4.1 Pathloss

Berdasarkan data level daya dari database, kemudian dilakukan perhitungan pathloss berdasarkan rumus dari persamaan (3), (4) dan (5) masing-masing untuk daerah urban, suburban dan rural. Pathloss yang diperoleh ditunjukkan seperti Gambar 5.

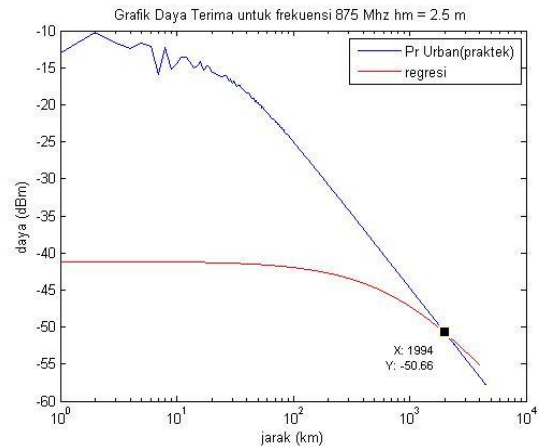


Gambar 5. Grafik pathloss dari masing-masing daerah pada ketinggian antenna Rx 2,5m

## 4.2 Nilai breakpoint

### • Daerah Urban

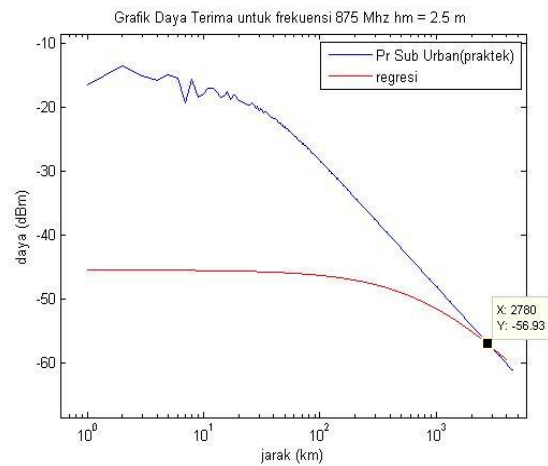
Nilai breakpoint pada daerah urban ditentukan pada jarak 1,994 Km dengan level daya terima sebesar -50,66 dBm. Ini menunjukkan bahwa jarak tersebut menunjukkan *coverage area* dari BTSnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai breakpoint daerah urban pada ketinggian antenna Rx 2,5m

### • Daerah Sub-Urban

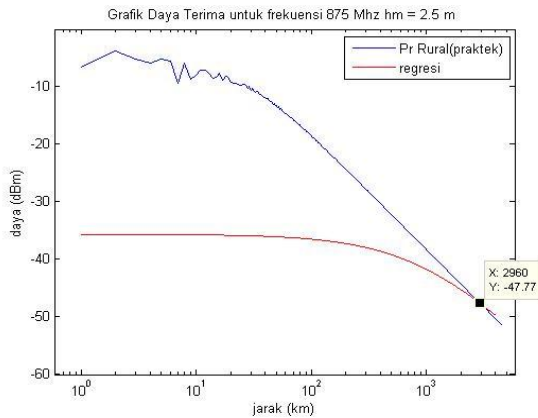
Nilai breakpoint pada daerah urban ditentukan pada jarak 2,780 Km dengan level daya terima sebesar -56,53 dBm. Ini menunjukkan bahwa jarak tersebut menunjukkan *coverage area* dari BTSnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai breakpoint daerah sub-urban pada ketinggian antenna Rx 2,5m

## • Daerah Rural

Nilai breakpoint pada daerah urban ditentukan pada jarak 2,960 Km dengan level daya terima sebesar -47,77 dBm. Ini menunjukkan bahwa jarak tersebut menunjukkan *coverage area* dari BTSnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Nilai breakpoint **daerah rural** pada ketinggian antenna Rx 2,5m

## 5. Kesimpulan

1. Pada analisis perbandingan pathloss, dapat disimpulkan bahwa nilai pathloss yang tertinggi adalah pada area urban, yaitu mencapai 158 dB pada jarak 5 km, daerah sub-urban sebesar 147dB pada jarak 5 km, sedangkan yang terendah adalah pada daerah rural, yaitu hanya mencapai sekitar 132 dB pada jarak 5 km. Hasil penelitian ini sudah sesuai dengan kriteria model Okumura-Hatta, dimana pathloss tertinggi terdapat pada daerah urban karena pada daerah tersebut terdapat paling banyak obstacle dibandingkan daerah sub-urban dandaerah rural.
2. Pada analisis perbandingan *break point*, jarak coverage area terdekat berada pada daerah urban yaitu 1,994 km, daerah sub-urban sejauh 2,780 km, sedangkan daerah rural mencapai 2,960 km. Hal ini sesuai dengan teori bahwa daerah yang terdapat banyak obstacle mempunyai coverage area yang relatif lebih sempit.

## Daftar Pustaka :

- [1] Okkie P., Nur Adi S., “ Invetigasi Penggunaan Spektrum Frekuensi pada Band 700MHz – 1GHz di Daerah Surabaya untuk Pembuatana Database Manajemen Spektrum Frekuensi”, ANATI 2009, Jogyakarta, ISSN : 1907-5022, Juni 2009
- [2] [http:// www.ntia.doc.gov](http://www.ntia.doc.gov),” Policy in Radio Spectrum Frequency in USA and Canada” white paper 2006
- [3] John Sydor,” Interference Resolution and Control in High Frequency Reuse Environment using Cognitive Radio, “ Berkeley wireless research center, Berkely USA, Nov 2004
- [4] Regis Lardonnois, ”Wireless Comm. for Signaling in Mass Transit” Siemens Transportation System laboratory, Minatec, USA, September 2003
- [5] <http://www.intel.com/research> “UWB spectrum Allocation in USA “ Intel Research Department, USA 2004
- [6] Electronic Communication Committee “Decision on the frequency band to be designated for the coordinated introduction of the European Radio Messaging System (ERMES) ECC Decision, 18 March 2005.
- [7] 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.
- [8] Rappaport, Theodora. S., “Wireless Communication Principle”, Prentice Hall International Edition, New York, 2002.
- [9] H, H. Xia, H.L. Bertoni, L.R. Maciel, A. Lindsay-Stewart and R. Rowe, *Radio Propagation Characteristics for Line-Of-Sight Microcellular and Personal Communications*, IEEE Transactions On Antennas and Propagation, Vol.41, No.10, October 1993.