

# PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN PATHLOSS EKSPONEN UNTUK *CLUSTER RESIDENCES, CENTRAL BUSINESS DISTRICT (CBD),* DAN PERKANTORAN DI DAERAH URBAN

Lina Mubarakah<sup>1</sup>

Okkie Puspitorini<sup>2</sup>, Nur Adi Siswandari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

<sup>2</sup>Dosen Teknik Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS, Surabaya 60111

e-mail : [lina.gendut@gmail.com](mailto:lina.gendut@gmail.com)

## ABSTRAK

Pathloss Eksponen merupakan parameter  $n$  pada pathloss yang berpengaruh kuat pada penurunan kualitas suatu link. Pathloss eksponen dipengaruhi oleh kontur medan dan kondisi lingkungan sekitar. Pada daerah urban seperti pada *cluster* Perumahan (*Residences*), *Central Business Distric (CBD)*, dan perkantoran nilai pathloss eksponen sangat bervariasi. Untuk itulah diperlukan perkiraan rugi-rugi lintasan yang akurat untuk efisiensi disain dan pengoperasian jaringan nirkabel yang kuat. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan dan analisa nilai pathloss eksponen. Pengambilan data dilakukan dengan metode *drive test* menggunakan *Sony Ericsson K800* sebagai penerima sinyal yang terintegrasi dengan software TEMS. Data hasil pengukuran diolah menggunakan *Matlab 7.10*. Dari hasil pengolahan data dapat dianalisa bahwa kondisi lingkungan yang padat dapat mempengaruhi besarnya nilai pathloss eksponen serta *coverage area* dalam sistem komunikasi nirkabel di daerah urban.

Kata kunci : pathloss eksponen, urban, Okumura Hata, *drive test*, *coverage area*

## I. PENDAHULUAN

*Pathloss* merupakan penurunan level daya yang terjadi akibat adanya refraksi, difraksi, refleksi, *scattering* dan absorpsi. Pathloss dipengaruhi pula oleh kontur medan, kondisi lingkungan, udara sekitar, jarak antara *Transmitter* dan *Receiver*, juga tinggi dan lokasi antenna. Level daya yang diterima antenna penerima akan lebih kecil dari pada level daya antenna pemancar sehingga kualitas telekomunikasi nirkabel menurun. Nilai pathloss eksponen ( $n$ ) diperlukan untuk menentukan kualitas jaringan pada suatu tipe daerah karena adanya penghalang sinyal yang akan diterima [1]. Pada *cluster* perumahan (*Residences*), *Central Business Distric (CBD)*, dan perkantoran yang merupakan cakupan dari daerah urban nilai pathloss sangat bervariasi. Maka dari itu diperlukan pengukuran dengan kondisi yang sebenarnya untuk mendapatkan nilai pathloss eksponen agar dapat memperkirakan rugi-rugi lintasan yang terjadi, sehingga dapat direncanakan suatu sistem yang mampu mengoptimalkan level daya pancaran.

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Pathloss Eksponen

Pathloss eksponen merupakan parameter  $n$  yang sangat berpengaruh dalam menentukan batas kritis dari cakupan wilayah dan kapasitas sistem selular. Parameter tersebut dapat dicari dengan berdasarkan pada data pengukuran yang tergantung dari tinggi antenna dan kondisi lingkungan sekitar. Secara umum, parameter  $n$  dapat dikelompokkan sesuai kondisi pada daerahnya, seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai  $n$  pada tipe daerah dan lingkungan yang berbeda [1]

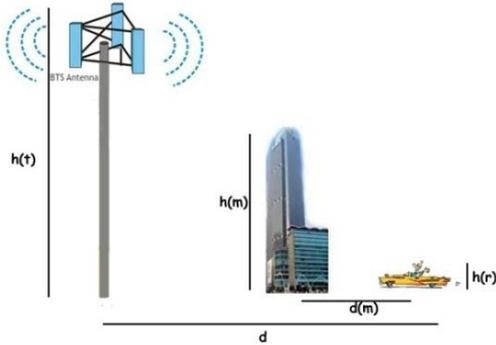
Environment	Path Loss Exponent, $n$
Free space	2
Urban area cellular radio	2.7 to 3.5
Shadowed urban cellular radio	3 to 5
In building line-of-sight	1.6 to 1.8
Obstructed in building	4 to 6
Obstructed in factories	2 to 3

$$\overline{PL}(dB) = \overline{PL}(d_0) + 10 n \log_{10}\left(\frac{d}{d_0}\right) \quad (1)$$

Dimana  $\overline{PL}(dB)$  adalah nilai Pathloss,  $\overline{PL}(d_0)$  adalah pathloss pada saat jarak referensi dan  $n$  adalah nilai pathloss eksponen.

### 2.2 Pathloss Okumura Hata

Model Okumura-Hata ini memasukkan informasi grafik dari pemodelan okumura dan mengembangkan lebih lanjut untuk mengetahui efek difraksi, refleksi dan *scattering* yang disebabkan oleh struktur kota. Model ini memprediksi rata-rata *path loss* yang terjadi yang berdasarkan pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara terus menerus di dalam dan di sekitar kota Tokyo pada frekuensi 200 MHz sampai 2 GHz dengan tinggi antenna BTS 30m – 200m dan *coverage area* > 1 km serta tinggi antenna MS 1m - 10m. Gambar 1 menunjukkan parameter – parameter yang digunakan pada Model Okumura Hata.



Gambar 1. Parameter pada Model Okumura-Hata

$$L_{pu} = 69.55 + 26.16 \log_{10} f - 13.82 \log_{10} h(t) - a h(r) + [44.9 + 6.55 \log_{10} h(t)] \log_{10} d \quad (2)$$

$$a h(r) [\text{dB}] = 3.2 [\log_{10} 11.7 h(r)]^2 - 4.97$$

dengan  $f \geq 400$  MHz

Keterangan :

$L_{pu}$  : loss Propagasi pada daerah urban (dB)

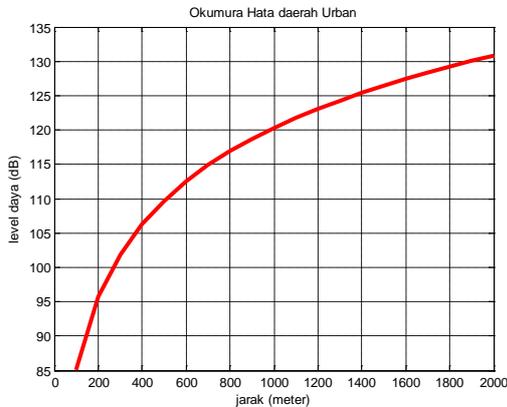
$f$  : Frekuensi carrier (150 MHz ~ 2000 MHz)

$h(t)$  : Tinggi antenna Base Station (20 – 200 m)

$h(r)$  : Tinggi antenna Mobile Station (1m - 10 m)

$d$  : Jarak Tx-Rx (1m - 20 Km)

Gambar 2 menunjukkan grafik pathloss yang didapatkan dari perhitungan Okumura Hata dengan jarak 100 meter hingga 2000 meter di daerah urban.



Gambar 2. Grafik Pathloss Okumura Hata

### 2.3 Regresi Linier

Regresi linier sederhana didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal satu variabel independen dengan satu variabel dependen. Persamaan umum dari regresi linier sederhana adalah [3]:

$$Y = a + bX \quad (3)$$

$$a = \frac{(\sum Y_1)(\sum X_1^2) - (\sum X_1)(\sum X_1 Y_1)}{n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2} \quad (4)$$

$$b = \frac{n \sum X_1 Y_1 - (\sum X_1)(\sum Y_1)}{n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2}$$

$Y$  : variabel dependen yang diprediksikan

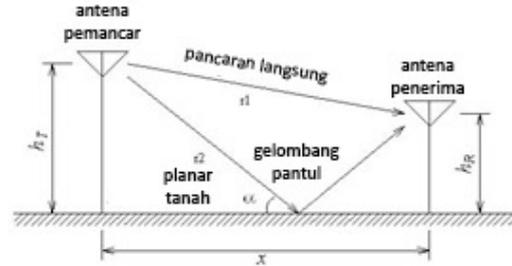
$a$  : konstanta

$b$  : koefisien regresi X terhadap Y

$X$ : variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.

### 2.4 Two Ray Model

Two-ray model digambarkan seperti gambar 3 dengan tinggi antenna pemancar  $h_t$  dan antenna penerima  $h_r$ . Pemodelan ini berlaku untuk komunikasi *Line of sight* (LOS), tidak ada halangan diantara pemancar dan penerima. Pemodelan ini mengasumsikan dua sinar, 1 sinar langsung dan 1 sinar pantul yang dominan (biasanya dari tanah). Dengan menjumlahkan pengaruh dari masing-masing sinar, daya terima ( $P_r$ ) dapat dihitung berdasarkan persamaan (5) [4].



Gambar 3. Two Ray Model [3]

$$P_r = P_t \left( \frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left[ \frac{1}{r_1} \exp(-jkr_1) + \Gamma(\alpha) \frac{1}{r_2} \exp(-jkr_2) \right]^2 \quad (5)$$

$$\Gamma(\theta) = \frac{\cos\theta - \alpha \sqrt{\epsilon_r - \sin^2\theta}}{\cos\theta + \alpha \sqrt{\epsilon_r - \sin^2\theta}} \quad (6)$$

Dimana :

$h_t$  = Tinggi antenna pemancar (Tx) (m)

$h_r$  = Tinggi antenna penerima (Rx) (m)

$P_t$  = daya pancar (dB)

$P_r$  = daya terima (dB)

$r_1$  = pancaran langsung dari Tx ke Rx

$r_2$  = jarak pancaran Tx ke titik pantul pada tanah

$\Gamma$  = Koefisien refleksi (tergantung sudut datang)

$d$  = jarak antara antenna Tx dan Rx

$\lambda$  = panjang gelombang

Pada persamaan (6) masing-masing parameter bernilai :

$$\theta = 90 - \alpha$$

$$\alpha = 1/\epsilon_r \text{ untuk polarisasi vertikal dan } \alpha = 1 \text{ untuk polarisasi horizontal}$$

$$1/\epsilon_r = 15 - j 60\tau\lambda \text{ dengan nilai } \tau = 0,005$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

### III. PENGAMBILAN DATA

Pengukuran dilakukan dengan metode *Drive Test* menggunakan software *Tems Investigation 8.0.3*. Data hasil pengukuran yang diperoleh berupa *logfile (\*.log)* kemudian dikonversikan menjadi file *Map Info (\*.map)*. Dari file *\*.map* ini data kemudian diseleksi sesuai jarak yang berkisar dari 100 meter sampai dengan 2 km dengan step 100 meter dari antenna pemancar ke antenna penerima. Data yang telah diseleksi akan disimpan dalam *Microsoft Excell* untuk mendapatkan data hasil pengukuran yang akan diproses.

### 3.1 Lokasi Pengukuran

Daerah urban merupakan kawasan perkotaan yang baru bertumbuh dengan banyak bangunan, rumah, pertokoan yang tinggi dan pepohonan besar. Di daerah urban terbagi beberapa *cluster*. *Cluster Residences* merupakan sebuah wilayah yang dipenuhi oleh berbagai bentuk bangunan untuk tempat tinggal. *Cluster CBD* (disebut juga distrik pusat aktifitas) adalah pusat komersial dan kerap kali menjadi jantung geografis kota. Sedangkan *Cluster Perkantoran* merupakan wilayah yang berfungsi sebagai pusat aktifitas suatu pekerjaan.

Pemilihan lokasi pengukuran pada masing-masing *cluster* terlihat pada Tabel 2

Tabel 2. Lokasi Pengukuran

<i>Cluster Residences</i>	<i>Cluster CBD</i>	<i>Cluster perkantoran</i>
Semolowaru	Tunjungan	Rungkut Industri
Wonokromo	Kapasan	-

### 3.2 Set Up Pengukuran



Gambar 3. Set Up Pengukuran

Gambar 3 menunjukkan pengaturan media alat ukur. Peralatan-peralatan yang dipakai dalam pengukuran adalah:

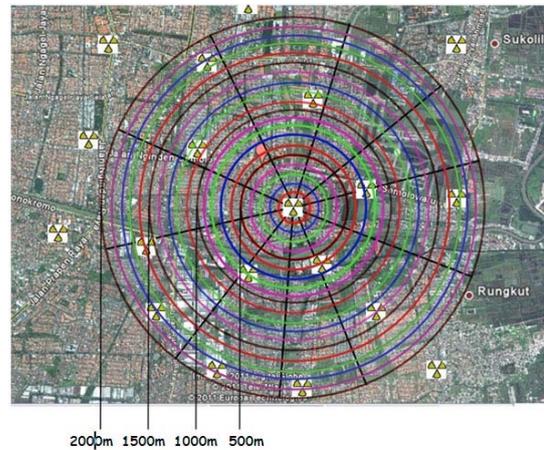
- Handphone Sony Ericsson K800i dengan Toms Pocket didalamnya
- GPS (Global Positioning System)
- Laptop yang telah terinstal Software TEMS Investigation
- Kabel data penghubung handphone dengan laptop
- Inverter dan terminal
- Mobil sebagai media pergerakan

Pastikan semua handset (HP dan GPS) telah tersambung dengan Laptop sebelum pengukuran dimulai. Pengukuran dilakukan dalam keadaan MS *idle*, yaitu mengukur kualitas sinyal yang diterima MS dalam keadaan *standby* (tidak melakukan panggilan keluar).

### 3.3 Skenario Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan mengukur level daya yang diterima Mobile Station (MS) yang bergerak mengelilingi, mendekati dan menjauhi BTS dari jarak 100 meter sampai dengan 2 km dengan jarak antar titik sejauh 100 meter. Jarak pengukuran diperoleh berdasarkan posisi lintang bujur dari GPS sedangkan sample data diambil berdasarkan pada arah pancaran masing-masing antenna sektoral BTS pada masing-masing *cluster*

seperti pada Gambar 4. Parameter yang diperlukan dalam pengukuran adalah level daya fungsi jarak, frekuensi, daerah yang memenuhi kriteria Urban. Sedangkan jaringan yang dipakai yaitu GSM.



Gambar 4. Skenario Pengukuran

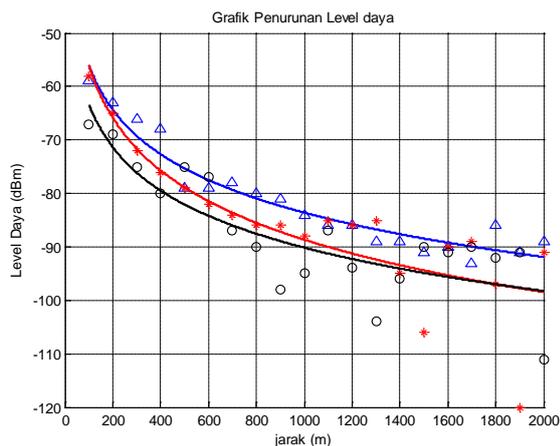
### 3.4 Data Hasil Pengukuran

Sebaran data pengukuran dikelompokkan berdasarkan masing-masing *cluster*. Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengukuran di masing-masing *cluster* berupa level daya terima yang telah dirata-rata.

Tabel 3. Daya Rata-Rata masing-masing *Cluster*

Jarak (m)	Level Daya Terima (Pr) (dBm)		
	CBD	Residences	Perkantoran
100	-58	-59	-67
200	-65	-63	-69
300	-72	-66	-75
400	-76	-68	-80
500	-79	-79	-75
600	-82	-79	-77
700	-84	-78	-87
800	-86	-80	-90
900	-86	-81	-98
1000	-88	-84	-95
1100	-85	-86	-87
1200	-86	-86	-94
1300	-85	-89	-104
1400	-91	-89	-96
1500	-106	-92	-90
1600	-90	-90	-91
1700	-89	-93	-90
1800	-97	-87	-92
1900	-120	-89	-91
2000	-91	-89	-111

Gambar sebaran data rata-rata yang menunjukkan pola penurunan level daya pada masing-masing *cluster* terlihat pada Gambar 5.

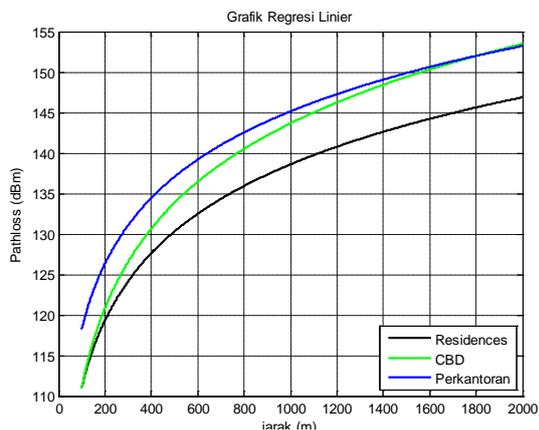


Gambar 5. Grafik Rata-rata Sebaran Data

#### IV. PENGOLAHAN DATA

##### 4.1 Pathloss

Dari data yang dihasilkan diatas, pola pathloss yang terjadi pada masing-masing *cluster* dengan menggunakan persamaan (1) akan terlihat seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Pathloss

Dari gambar 6 terlihat adanya penurunan level daya yang bervariasi di daerah urban. Pada *cluster Residence* nilai pathlossnya kecil dari pada *cluster CBD*. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan *cluster* yang berupa rumah padat dengan ketinggian *obstacle* lebih rendah dari pada pathloss *cluster CBD*. Pada *cluster CBD* nilai pathloss pada saat awal mendekati nilai *cluster Residences*, namun berujung dengan nilai pathloss yang cukup tinggi apabila jarak dari BTS ke MS semakin jauh dikarenakan kondisi lingkungannya yang dipenuhi oleh gedung-gedung tinggi. Sedangkan pada *cluster Perkantoran* perubahan pathlossnya tidak sedrastis seperti *cluster CBD* namun nilai pathlossnya cukup tinggi karena kondisi lingkungannya yang dipenuhi oleh pepohonan rindang.

Dari ketiga *cluster* daerah urban diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan memiliki pengaruh yang kuat terhadap nilai pathloss dan hal ini merupakan efek dari *Multipath Fading*.

##### 4.2 Pathloss Eksponen

Untuk menghitung parameter pathloss eksponen ( $n$ ) digunakan persamaan (1) yang kemudian dikembangkan dengan persamaan Regresi Linier pada persamaan (3) dan (4) sehingga menghasilkan :

$$Y = a + bx \quad (3)$$

$$P_{dB} = a + b \log d \quad (7)$$

dengan nilai  $y = \overline{PL}(dB)$ ,  $a = \overline{PL}(d_0) - 10 \log n d_0$  dan  $bx = 10 n \log(d)$

Proses pengolahan data menggunakan regresi linier ini dimulai dari melinierkan pathloss yang di rata-rata dan digunakan untuk variabel  $y$  sedangkan variabel  $x$  merupakan jarak logaritmik. Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai  $n$  masing-masing *cluster* yang ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 4. Nilai Pathloss Eksponen masing-masing *Cluster*

<i>Cluster</i>	Nilai Pathloss Eksponen ( $n$ )
• Residences	2.74895
• Central Bussiness Distric	3.29355
• Perkantoran	2.6899

Dari data pathloss eksponen yang telah didapatkan diatas apabila dibandingkan dengan nilai pathloss eksponen pada tabel 1 maka *cluster Residences* dan *CBD* masuk kedalam kategori *Urban area cellular radio* dengan nilai  $n$  antara 2.7 sampai dengan 3.5. Sedangkan untuk *cluster Perkantoran* masuk kedalam kategori *Obstructed in factories* dengan nilai  $n$  antara 2 sampai dengan 3.

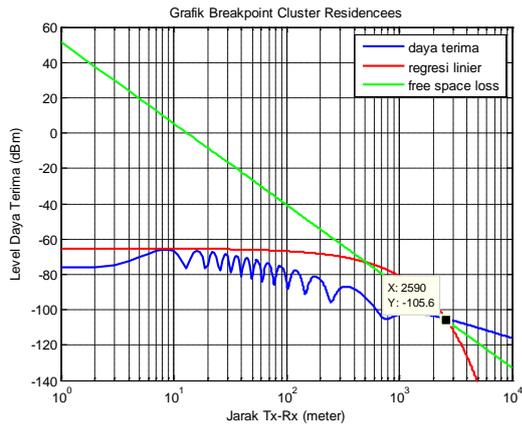
##### 4.3 Coverage Area

*Coverage area* dirancang untuk menunjukkan area layanan dari komunikasi radio ke stasiun pemancar. Area alternatif tersebut dikenal sebagai propagasi area ataupun *service area*. Biasanya *coverage area* akan menunjukkan area di mana pengguna dapat memperoleh sinyal yang baik dari suatu layanan provider menggunakan perlengkapan standar dalam kondisi pengoperasian normal.

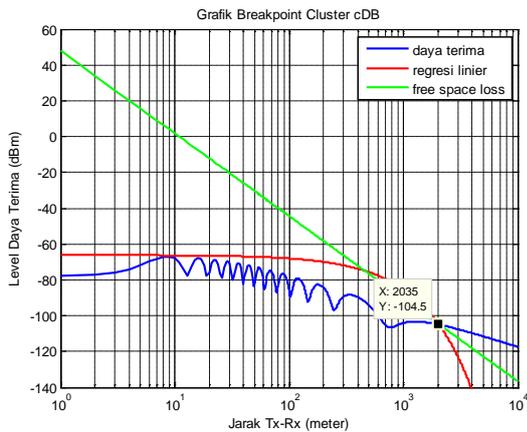
*Breakpoint* didefinisikan sebagai titik dimana nilai pathloss pada grafik pathloss mengalami penurunan secara terus-menerus, yang menunjukkan daya jangkauan maksimum suatu pemancar. Nilai breakpoint dapat ditentukan dari grafik pathloss fungsi jarak. Untuk menentukan *breakpoint* dari suatu grafik digunakan regresi linier untuk *breakpoint* secara empiris berdasarkan grafik two-ray yang dihasilkan dan dibandingkan secara teoritis dengan persamaan *free space loss*.

Grafik *Breakpoint* dicari menggunakan persamaan (5) untuk menghitung daya terima dari pengukuran, persamaan (3) dan (4) untuk grafik regresi serta persamaan (8) untuk *freespace loss*[5]

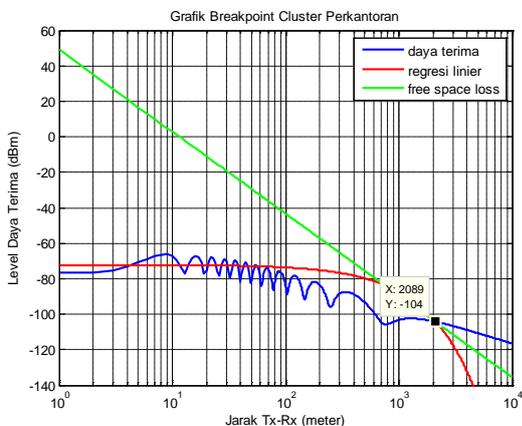
$$Loss = 20 \log \left( \frac{c}{4\pi df} \right) \quad (8)$$



Gambar 7. Grafik Breakpoint Cluster Residences



Gambar 8. Grafik Breakpoint Cluster CBD



Gambar 9. Grafik Breakpoint Cluster Perkantoran

Dari hasil grafik Breakpoint diatas dapat diketahui untuk cluster Residences coverage areanya mencapai 2.5 km, Cluster CBD mencapai 2.03 km, sedangkan Cluster Perkantoran mencapai 2.08 km. Tabel 3 menunjukkan tabel coverage area yang didapatkan.

Tabel 5. Coverage Area

Cluster	Coverage Area
• Residences	2.590
• Central Bussiness Distric	2.035
• Perkantoran	2.089

## V. KESIMPULAN

1. Nilai Pathloss Eksponen dipengaruhi oleh tipe daerah yang berbeda. Semakin padat suatu daerah dan semakin tinggi Obstacle yang menghalangi sinyal antara BTS dan MS maka nilai Pathloss Eksponennya akan semakin besar.
2. Dari hasil pengukuran dan perhitungan yang dilakukan, nilai Pathloss Eksponen pada Cluster Residences adalah sebesar 2.74895, Cluster Central Bussiness Distric sebesar 3.29355 dan Cluster perkantoran sebesar 2.6899. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk daerah urban nilai pathloss eksponennya berkisar antara 2.6 sampai dengan 3.5.
3. Coverage area dari suatu BTS di daerah urban dapat mencakupi sampai dengan 2 km. Pada Namun pada kenyataannya dapat pula jarak jangkauannya kurang dari nilai tersebut.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rapaport T. S., "Wireless Communication – Principle & Practice", IEEE Press, pp 71-131, 1996.
- [2] Dr. S. A. Mawjoud, "Evaluation of Power Budget and Cell Coverage Range in Cellular GSM System", 2008.
- [3] Howard H. Xia, et all, "Radio Propagation Characteristics For Line-of-Sight Microcellular and Personal Communications", VOL.14, NO.10, OCTOBER 1993.
- [4] Okkie P., Nur Adi S., "Analisa Karakteristik Kanal Radio Luar Ruang Tipe Picocell Pada Frekuensi 800MHz", PENS-ITS.
- [5] Shunsuke Sato and Takehiko Kobayashi, "Path-Loss Exponents of Ultra Wideband Signals in Line-of-Sight Environments", IEEE P802.15, 2004.
- [6] U. M. Maurer, "Secret Key Agreement by Public Discussion From Common Information", IEEE Transaction On Information Theory, Vol. 39, No.3, pp.733{742, 1993.
- [7] Zia Nadir, Muhammad Idrees Ahmad, "Pathloss Determination Using Okumura-Hata Model And Cubic Regression For Missing Data For Oman" IMECS, March 2010
- [8] <http://www.pathloss40.co.cc>