

ANALISA PATHLOSS EXPONENT PADA DAERAH URBAN DAN SUBURBAN UNTUK MENDUKUNG PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR TELEKOMUNIKASI DAN INFORMASI DI SURABAYA

¹Okkie Puspitorini, ²Nur Adi Siswandari, dan ³Arifin

¹Jurusan Teknik Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

^{2,3}Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS, Surabaya 60111

E-mail : okkie@eepis-its.edu, nuradi@eepis-its.edu, arifin@eepis-its.edu

Abstrak. *Indikasi cepatnya perkembangan infrastruktur telekomunikasi dan informasi di Surabaya ditandai dengan banyaknya pendirian menara pemancar yang dibangun untuk TV, radio dan telepon seluler. Khusus untuk telepon seluler, dewasa ini pertumbuhan pelanggannya sangat spektakuler sehingga dibutuhkan perkembangan jaringan komunikasi nirkabel yang mampu melayani perubahan tersebut secara signifikan. Path loss exponent (PLE) merupakan sebuah parameter yang diperlukan untuk menghitung pathloss atau rugi-rugi lintasan yang terjadi antara antena pemancar dengan antena penerima dan nilainya sangat bervariasi tergantung daerah pengukurannya*

Lokasi pengukuran dilaksanakan di beberapa wilayah di Surabaya sesuai cluster yang direncanakan yaitu cluster perumahan, perkantoran dan central business distric(CBD) dengan metode drive test menggunakan TEMS. Skenario pengukuran dilakukan dengan pertimbangan sektor antenna BTS yang terbagi 3. Proses pengolahan data level daya menggunakan metode statistik regresi linier dalam mendapatkan nilai Pathloss Exponent

Dari hasil pengukuran dan perhitungan yang dilakukan, nilai Pathloss Eksponen(PLE) 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. Pada daerah suburban didapatkan nilai Pathloss Eksponen sebesar 1.72942. Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh para praktisi telekomunikasi dan pemerintah daerah dalam menghitung coverage area dari sebuah pemancar BTS bersama.

Kata Kunci : *Path Loss, Path Loss Eksponen, drive test, coverage area*

1. Latar Belakang

Perkembangan jaringan komunikasi nirkabel yang luar biasa terutama pada jaringan komunikasi seluler bergerak membutuhkan sebuah tool perencanaan yang mampu dengan cepat memproses perubahan dari tahap perencanaan sampai tahap implementasi. Perencanaan jaringan komunikasi nirkabel yang tepat membutuhkan informasi mengenai pathloss dari lingkungan propagasi yang akurat. Keakuratan tersebut ditentukan oleh sebuah parameter penting yang disebut *path loss exponent* (PLE) (T.S Rappaport,1991)

Salah satu karakteristik yang sangat penting pada lingkungan propagasi adalah *path loss* yang terjadi pada jalur pemancar-penerima. *Path loss* adalah semua loss atau rugi-rugi yang terjadi pada sebuah gelombang saat merambat dari sebuah pemancar menuju ke

penerima pada sebuah lingkungan tertentu. Karakter *path loss* yang berubah seiring dengan perubahan jarak antara pemancar-penerima pada setiap lingkungan propagasi dinyatakan dengan nilai *path loss exponent (PLE)* (S.Y Seidel, T.S Rappaport, 1992). Nilai inilah yang nantinya akan menjadi data penting di saat menerapkan sebuah model propagasi *path loss* tertentu contohnya model Okumura- Hata, Walfisch-Ikegami dan lain-lain.

Sebuah estimasi yang akurat dari losses propagasi akan menghasilkan seleksi yang cocok bagi lokasi BTS dan penentuan perencanaan frekuensi. Dengan mengetahui losses propagasi di setiap jalur maka dapat ditentukan *field* dari kuat sinyal, Signal-to-Noise Ratio (SNR) dan carrier to-interference (C/I) (Bargonovo, F, 1998).

Banyak Negara di dunia seperti Jepang, USA, UK, Portugal, Swiss dan Nigeria memiliki data propagasi termasuk propagasi *path loss exponent (PLE)* untuk kota-kota yang berbeda (Takahashi, S, 2004),(Iida,T, 2002) tetapi hal ini belum dimiliki oleh banyak kota di Indonesia termasuk Surabaya.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan nilai *path loss exponent (PLE)* melalui level daya terima fungsi jarak pada frekuensi GSM pada sudut penerimaan sinyal yang berbeda dengan cara melakukan pengukuran di berbagai lokasi. Berdasarkan data tersebut maka akan diklasifikasikan *path loss* sesuai lingkungan propagasinya sehingga didapatkan sebuah tabel informasi yang memuat tipe lokasi propagasi, *path loss* dan nilai *path loss exponent (PLE)* di Surabaya. Hasil penelitian ini diharapkan akan membantu dalam membuat perencanaan jaringan nirkabel yang tertuang dalam *link budget* di daerah Surabaya khususnya dan Indonesia pada umumnya.

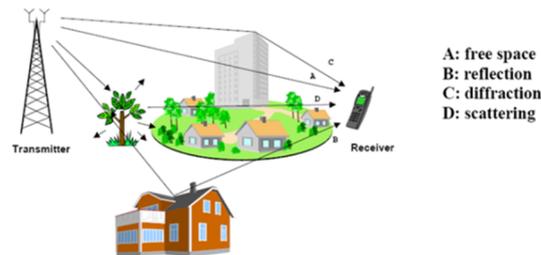
2. Propagasi Gelombang Radio

Berdasarkan jenisnya, propagasi gelombang radio dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu propagasi dalam ruang (*Indoor*) dan propagasi luar ruang (*Outdoor*). Seluruh pemodelan dasar pada propagasi radio disebut sebagai model propagasi ruang bebas (*free space*). Propagasi ruang bebas terjadi apabila di antara transmitter dan receiver tidak terdapat penghalang apapun. Komunikasi satelit dan komunikasi gelombang mikro LOS (*Line Of Sight*) mengalami propagasi ruang bebas. Propagasi ruang bebas berfungsi untuk memperkirakan penguatan dari sinyal pada penerima. Refleksi, defraksi, dan *scattering* merupakan 3 mekanisme dasar propagasi.

- *Free space*
Diasumsikan propagasi hanya terjadi pada satu lintasan dan tidak terjadi refleksi ataupun gangguan lain dan Fresnell-zone harus bebas halangan.
- *Refleksi*
Pada kondisi ini, sinyal yang datang menuju penerima telah mengalami pantulan terhadap suatu objek.
- *Defraksi*
Difraksi terjadi ketika sinyal melewati suatu obyek yang mempunyai bentuk yang tajam sehingga seolah-olah menghasilkan sumber sekunder.

- *Scattering*

Scattering terjadi ketika signal melewati suatu obyek yang kasar atau memiliki mempunyai bentuk yang tajam. Peristiwa scattering menyebabkan dihamburkan dan terpecah-pecah menjadi beberapa signal.



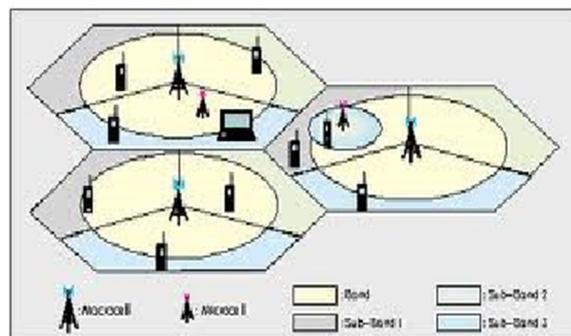
Gambar 1. Multipath Fading

3. Model Propagasi

Untuk prediksi kekuatan signal dan simulasi pada lingkungan macro-cellular, biasanya menggunakan model Okumura-Hatta. Model ini cocok digunakan untuk frekuensi antara 500-1500 MHz, dengan jarak pengguna 1 km dari base station, dan tinggi antena base station yang tingginya lebih dari 30 m.

Pembagian kategori daerah bisa menjadi lebih baik melalui pengukuran lebih lanjut, cenderung ke arah yang lebih presisi dalam mengkalsifikasikan tipe cell. Ini mungkin akan memerlukan penambahan signifikan dalam jumlah macrocell yang diukur. Perbandingan daerah macrocell dan microcell dapat dilihat pada Gambar 2.

Path loss ini memprediksikan, bisa untuk nilai local mean (waktu rata-rata) untuk sebuah mobile system, atau nilai broad band (frekuensi rata-rata) untuk sistem yang fixed system. (S.Y Seidel, T.S Rappaport,1992)



Gambar 2. Model makro sel dan mikro sel

Path LOS (Line of Sight) dari dua wilayah memungkinkan untuk dibedakan, yang dipisahkan oleh sebuah “break point”. Dengan tujuan untuk menyediakan pengepasan yang lebih presisi untuk sebuah data, dua segmen yang mendekat dipanggil untuk pembagian data secara keseluruhan itu menjadi dua subset dengan satu lereng untuk setiap set.

Sebelum break point, sinyal radio beresilasi hebat yang disebabkan oleh kombinasi konstruktif dan destruktif dari dua sinar, sementara setelah break point, menjadi berkurang secara cepat dengan jaraknya. Break point bisa dipelajari bersama dengan penjelasan fresnel zone. Fresnel zone didefinisikan sebagai suatu bidang ellipsoid yang terbentuk di antara antena pemancar dan antena penerima. Jarak dari suatu antena ke satu titik pada bidang ellipsoid dan kemudian kembali ke antena yang lain adalah $\frac{1}{2} \lambda$ lebih dari path tujuan secara langsung di antara dua antena. Sedangkan break point didefinisikan sebagai jarak antara antena untuk ground yang baru saja dimulai untuk menghalangi fresnel zone pertama (T.S Rappaport,1991)

4. Path Loss Exponent (PLE)

Pada kanal nirkabel PLE memiliki pengaruh yang kuat terhadap kualitas link dan karena itu dibutuhkan untuk dihitung secara akurat untuk mendesain jaringan secara efisien dan menjalankan system operasionalnya dengan baik. Path loss exponent dapat dijelaskan dari model propagasi path loss yang tergantung terhadap jarak dengan persamaan sebagai berikut :

$$PL(d) [dB] = PL(d_0) [dB] + 10n \log_{10} (d/d_0) \quad \dots\dots (1)$$

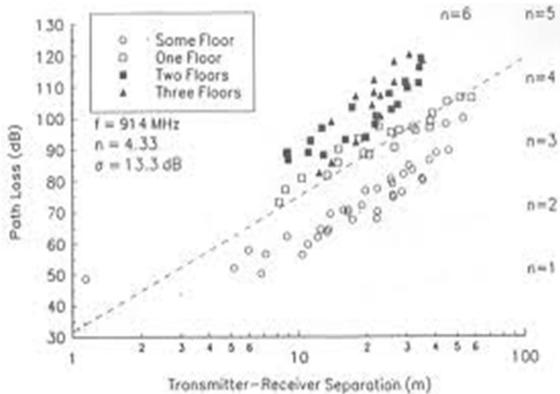
Dimana

PL(d) adalah nilai rata rata path loss dalam dB pada Rx yang berjarak d dari Tx, PL(d₀) merupakan nilai path loss dalam dB pada referensi jarak d₀= 1m

n merupakan nilai PLE yang menunjukkan karakter perubahan path loss seiring dengan bertambahnya jarak antara Tx dan Rx (Greg Durkin, T.S Rappaport, Hao Yu,1998; Yu-Sheng Lu, 2010)

Data hasil pengukuran yang berupa level daya terima dihitung path lossnya dan dinyatakan dalam bentuk scatter yang dihitung dengan nilai PLE yang berbeda (Gambar. 3)

Nilai path loss exponent yang banyak dipelajari dan yang umumnya di temukan pada lingkungan nirkabel ditunjukkan pada tabel 1 (S.Y Seidel, T.S Rappaport,1992)



Gambar 3. Patloss scatter dengan variasi nilai PLE

Tabel 1. Nilai path loss exponen pada lingkungan nirkabel yang berbeda-beda

Free Space	2
Urban Area Cellular Radio	2.7 – 3.5
Shadowed Urban Area Cellular Radio	3 – 5
In-Building LOS	1.6 – 1.8
Obstructed In-Building	4 – 6

5. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan rangkaian dari penelitian sebelumnya yang meneliti path loss di daerah Surabaya. Tahapan penelitian dimulai dari proses pengukuran di berbagai lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Pemilihan didasarkan pada kondisi lingkungan propagasi yang berbeda. Data kuat sinyal dirata-rata untuk dianalisa path loss per lingkungan propagasi. Setelah melalui proses statistik akan diperoleh Tabel nilai PLE (Gambar 4).



Gambar 4. Diagram blok tahapan penelitian

6. 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	-



Gambar 5. Set Up Pengukuran

6.1 Set Up Pengukuran

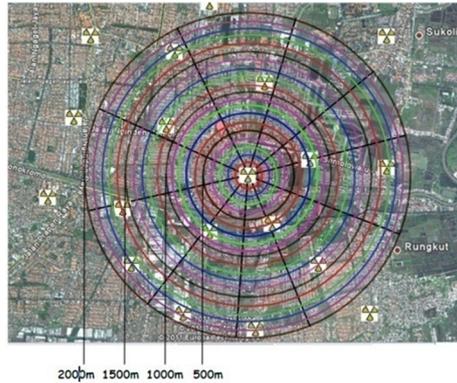
Gambar 5 menunjukkan pengaturan media alat ukur. Peralatan-peralatan yang dipakai dalam pengukuran adalah :

- *Handphone Sony Ericsson K800i* dengan *Tems 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

Pengukuran dilakukan dalam keadaan *MS idle*, yaitu mengukur kualitas sinyal yang diterima MS dalam keadaan *standby* (tidak melakukan panggilan keluar).

6.2 Skenario Pengukuran

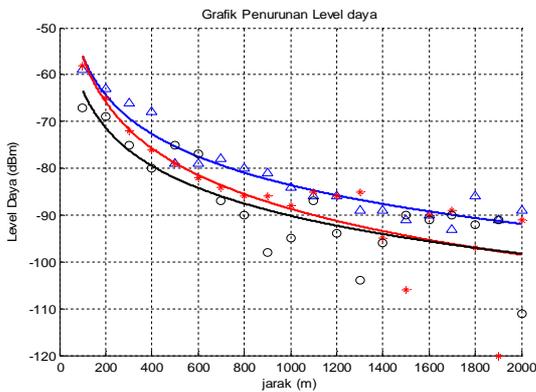
Pengukuran dilakukan dengan mengukur level daya yang diterima *Mobile Station* (MS) yang bergerak mengelilingi, mendekati dan menjauhi BTS dari jarak 100 meter sampai dengan 2 km dengan jarak antar titik sejauh 100 meter. Jarak pengukuran diperoleh berdasarkan posisi lintang bujur dari GPS sedangkan sample data diambil berdasarkan pada arah pancaran masing-masing antena sektoral BTS pada masing-masing *cluster* seperti pada Gambar 6. Parameter yang diperlukan dalam pengukuran adalah level daya fungsi jarak, frekuensi, daerah yang memenuhi kriteria Urban. Sedangkan jaringan yang dipakai yaitu GSM.



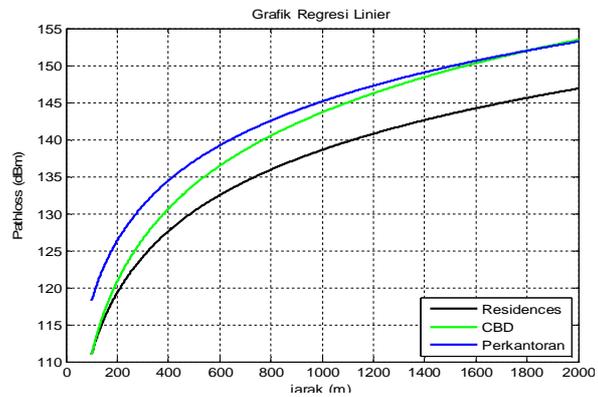
Gambar 6. Skenario Pengukuran

6.3 Data Hasil Pengukuran

Sebaran data pengukuran dikelompokkan berdasarkan masing-masing *cluster*. Gambar sebaran data rata-rata yang menunjukkan pola penurunan level daya pada masing-masing *cluster* terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Rata-rata Sebaran Data



Gambar 8. Grafik Pathloss

6.4 Pathloss

Dari data yang dihasilkan diatas, pola pathloss yang terjadi pada masing-masing *cluster* dengan menggunakan persamaan (1) akan terlihat seperti pada Gambar 8.

Dari gambar 8 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*. Sedangkan nilai PLE yang dihitung dengan menggunakan persamaan (1) 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

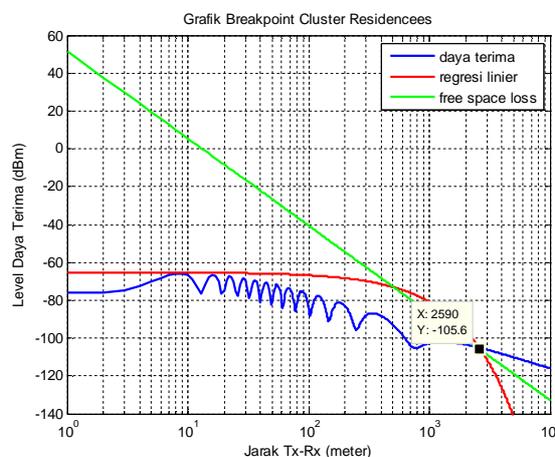
Tabel 3. Nilai Pathloss Eksponen masing-masing *Cluster*

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

6.5 Coverage Area

Coverage area dirancang untuk menunjukkan area layanan dari stasiun pemancar ke stasiun penerima. Area tersebut dikenal sebagai propagasi area ataupun *service area*. Biasanya *coverage area* akan ditunjukkan sebagai area di mana pengguna dapat memperoleh sinyal yang baik dari suatu provider pada saat 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 jangkau maksimum atau *coverage area maksimum suatu pemancar*. Nilai breakpoint dapat ditentukan dari grafik pathloss fungsi jarak. Untuk menentukan *breakpoint* dari suatu grafik digunakan titik potong antara grafik daya terima, hasil regresi linier dan grafik free space loss seperti pada gambar 9



Gambar 9. Grafik Breakpoint cluster Residence

Hasil untuk tiap cluster yang meliputi residences, CBD dan perkantoran dinyatakan pada tabel 5

Tabel 5. Coverage Area

<i>Cluster</i>	Coverage Area
• Residences	2.590
• Central Bussiness Distric	2.035
• Perkantoran	2.089

7. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tersebut diatas maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Berdasarkan 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.
2. Berdasarkan hasil perhitungan, coverage area dari suatu BTS di daerah urban dapat menjangkau sampai dengan 2 km.

Dengan hasil tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan oleh para praktisi Telekomunikasi dan pemerintah daerah untuk menyiapkan kebijakan terutama yang mencakup pembangunan menara pemancar bersama sehingga memberi solusi bagi perkembangan teknologi telekomunikasi dan informasi di Surabaya khususnya dan daerah lain umumnya.

8. Daftar Pustaka

- Bargonovo, F, "The impact of signal strength measures on the efficiency of dynamic channel allocation techniques, IEEE International Conference on Communication, 1998.
- Greg Durkin, T.S Rappaport, Hao Yu, "Measurement and Models for Radio Path Loss and Penetration Loss in and Around Homes and Trees at 5.85 GHz", IEEE Transaction on Communication vol 46 no 11 No1998 pp 1484-1496.
- Iida, T "Wireless communication R and D in the science and technology policy in Japan", IEICE Transaction 2002, pp419-427.
- Sunil Srinivasa, Martin Haenggi, "Path Loss Exponent Estimation in Large Wireless Network", International Workshop on Information Theory for Sensor Network(WITS'07), Santa Fe, June 2007
- S.Y Seidel, T.S Rappaport, "941 MHz Path Loss Prediction Models for Indoor Wireless Communication in Multifloored Building", IEEE Transaction on Antennas and propagation, vol 40, no 2, pp. 2007-217, Feb 1992.
- T.S Rappaport, , "Wireless Communication-Principles and Practice". Prentice Hall 1991.
- Takahashi, S "Distance dependence of path loss for millimeter wave inter vehicle communication", IEEE Radio Engineering, 2004.
- T.L Adebayo, F.O Edeko, "Characterization of propagation Path Loss at 1,8 GHz: A case study of Benin City, Nigeria", Research Journal of Appliance Sciences I(1-4) 92-96 2006 Medwell online 2006
- Theofilus Chrysikos, Stravos Kotsopoulos, "Impact of channel-dependent variation of path loss exponent on Wireless Information-Theoretic Security, IEEE September 2009
- Yu-Sheng Lu et all, "path Loss Exponent Estimation for indoor Wireless sensor positioning", KSII Transaction on Internet and in formation System vol 4, no 3 June 2010.