

WLAN FINGERPRINT UNTUK PREDIKSI LOKASI OBJEK DALAM GEDUNG

Taman Ginting, Widyawan, S.S. Kusumawardani

Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta,
ginting79@gmail.com, widyawan@ugm.ac.id, suning@mti.ugm.ac.id

ABSTRAC

Wireless LAN technology has become in public to enterprise networking and widely applied in various places, ranging from the campus, shops, offices and even public areas. Wireless LAN technology by using the RSS (Received Signal Strength) obtained from the access point (AP). RSS can be applied to estimate the location objects in room. This issues are able to estimate the location of objects with fingerprint method.

This research focused on implementation of RSS from 5 Acces point inside and around the Jurusan Teknik Elektro & Teknik Informatika UGM on third floor building. RSS fingerprint collected with different measuring with grid-size 1m x 1m for high accuracy. Location predict of the object is calculated by k-Nearest Neighbor (k-NN) and Naïve Bayes.

Phase off-line, visualization map fingerprint result indicates received signal strength measurements is influence by grid siset. In on-line phase average error distance of the location estimation algorithm is better than the Naive Bayes algorithm gives highes accuracy of kNN algorithm.

Keywords; RSS, Fingerprint, kNN, Naïve Bayes

INTISARI

Kemajuan teknologi Wireles LAN sudah sangat banyak digunakan publik sebagai media komunikasi dan banyak diaplikasikan di berbagai tempat, mulai dari kampus, pertokoan, perkantoran bahkan tempat-tempat umum. Teknologi wireless LAN dengan memanfaatkan nilai RSS (Received Signal Strength) yang diperoleh dari acces point (AP) yang sudah ada bisa di aplikasikan untuk estimasi lokasi objek dalam ruangan . latar belakang Hal ini yang mendasari untuk estimasi lokasi objek dalam ruangan dengan metode fingerprint.

Penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan RSS menggunakan 5 acces point dan lokasi penelitian dilakukan di lantai 3 gedung JTETI UGM. Pengambilan data fingerprint dilakukan dengan grid 1 x 1 meter bertujuan untuk mendapatkan tingkat akurasi yang tinggi. Memprediksi lokasi objek ini dengan metode fingerprint menggunakan algoritma k-Nearest Neighbor (kNN) dan Naïve Bayes.

Dari fase off-line hasil Visualisasi pada peta fingerprint menunjukkan bahwa kekuatan sinyal yang diterima disetiap grid pengukuran berbeda. fase on-line rata-rata kesalahan jarak terhadap estimasi lokasi algoritma Naive Bayes lebih baik dibanding dari algoritma kNN.

Kata kunci – RSS, k-NN, Naïve Bayes, Fingerprint.

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Teknologi jaringan tanpa kabel (*Wireless Network*) berkembang pesat yang mana telah banyak diimplementasikan di berbagai tempat untuk media komunikasi seperti perkantoran, bandara, mall, rumah sakit, kampus dan lain sebagainya. *Wireless LAN* sudah tidak hanya digunakan sebagai media komunikasi juga sudah dikembangkan terhadap lokalisasi seperti panduan pengunjung dan pendeteksian lokasi. Salah satunya pada penelitian yang dilakukan lokalisasi dan pemetaan menggunakan pengukuran kekuatan sinyal.

Ada banyak sistem posisi dalam ruangan dengan menggunakan teknologi yang

berbeda misalnya IEEE 802.11b/g, Bluetooth, RFID, Zigbee, dan UWB (Wilson, M. Y., et al, 2007). Perkembangan WLAN membuka peluang baru untuk layanan berbasis lokasi. Infrastruktur WLAN juga dapat diterapkan untuk memberikan layanan lokasi dalam ruangan tanpa menggunakan peralatan tambahan (Wilson, M. Y., dkk, 2007).

Fingerprinting Localisation berbasis *Received Signal Strength* (RSS) pada jaringan WiMAX dengan skala besar untuk menampilkan lokalisasi statis menggunakan *Power Map* (PM) yang diperbaharui menggunakan pendekatan *base-station-strict* (*BS-Strict*) Bshara, dkk (2010). *Wireless* memiliki daya jangkau sinyal yang cukup besar untuk area lokal terhadap orang yang

menggunakan teknologi *wireless* misalnya laptop, komputer, dan telepon genggam dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut menjadi salah satu alasan untuk membangun system lokasi didalam gedung.

b. Perumusan masalah.

Pengguna Wireless LAN di lingkungan JTETI FT UGM sudah sangat banyak, dan bagaimana memanfaatkan fasilitas tersebut untuk meningkatkan pelayanan di bidang akademik misalnya mengetahui lokasi seseorang pengguna *Wireless LAN*, misalnya lokasi dan keberadaan dosen dalam gedung. Berdasarkan latar belakang dan permasalahan di atas maka dapat ditarik perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana memprediksi lokasi objek dalam gedung dengan teknologi *Wireless LAN* menggunakan metode *fingerprint*.
2. Bagaimana performa algoritma K-NN dan Naïve Bayes terhadap akurasi objek dalam gedung

c. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui teknik untuk memprediksi lokasi objek dalam gedung menggunakan metode *fingerprint*.
2. Mengetahui jarak rata-rata dari metode *fingerprint* terhadap lokasi objek.
3. Mengetahui performa perhitungan algoritma kNN dan *Naïve Bayes* terhadap nilai RSS.

d. Tinjauan Pustaka

Pembandingan prinsip pengukuran dan penggunaan algoritma posisi berdasarkan Triangulasi terdiri dari TOA, TDOA, Metode *RSS-Based*, RTOF, dan Metode POA, serta Metode *Angulation* yang terdiri dari AOA Estimasi. Berdasarkan Analisis *Scene*, dengan berbasis Radio Frequency menggunakan *FingerPrint* dan penggunaan metode Probabilistik, KNN, Jaringan Syaraf, SUM, dan SMP (Hui.L. dkk, 2007).

Kelemahan utama dari metode berbasis propagasi adalah harus selalu memperhitungkan setiap kondisi yang mempengaruhi propagasi sinyal untuk mendapatkan lokalisasi yang akurat. Propagasi sinyal dalam ruangan sangatlah kompleks. Isu yang paling menantang dari WLAN *Fingerprint* adalah nilai RSS WLAN

yang tidak stabil tiap kali dilakukan pengukuran. Hal ini dikarenakan adanya efek *multipath* (yang disebabkan oleh refleksi, difraksi, dan difusi di ruangan-ruangan serta adanya *obstacle*/hambatan). Efek *multipath* dapat ditangani dengan rata-rata (Fang, S. H., et al, 2008) Liu, dkk (2007) melakukan penelitian mengenai teknik dan algoritma berbasis propagasi sinyal yang digunakan dalam lokalisasi dalam ruang. Menyatakan bahwa terdapat beberapa teknik utama dalam lokalisasi dalam ruang, antara lain Triangulasi, *Location Fingerprinting* dan *Proximity*.

Keuntungan menggunakan RSS untuk lokalisasi dalam gedung. Pertama, dapat diimplementasikan dalam sistem komunikasi *nirkabel* dengan penambahan perangkat keras yang digunakan atau cukup menggunakan fasilitas yang sudah tersedia. Namun yang diperlukan untuk mendapatkan dan membaca nilai RSS, Acces point yang tersedia, tidak memerlukan sinkronisasi antara pemancar dan penerima. Keuntungan ini merupakan faktor utama penggunaan nilai RSS untuk lokalisasi dalam gedung. Namun kelemahannya adalah bahwa pembacaan nilai RSS dapat menunjukkan nilai yang bervariasi karena pengaruh interferensi dan *multipath* terhadap saluran radio (Widyawan, 2009).

1. Pengolahan Data

Fingerprinting adalah metode untuk pemetaan pengukuran data (misalnya RSS) ke titik *grid* yang dikenal di seluruh wilayah cakupan di lingkungan. Lokasi diperkirakan dari perbandingan antara pengukuran RSS *real-time* dan RSS yang sebelumnya disimpan dalam *fingerprint*. *Fingerprinting* sering digunakan untuk lokalisasi berbasis dalam gedung atau dalam ruangan, terutama ketika hubungan analitis antara pengukuran RSS dan jarak tidak mudah dibentuk karena *multipath* dan interferensi (Bensky.A, 2008).

2. Fingerprint

Metode *fingerprint* untuk lokalisasi juga disebut *scene analysis* biasanya digunakan dalam gedung karena dibutuhkan karakteristik stasioner lingkungan contohnya atenuasi dinding. Setiap infrastruktur WLAN yang ada dapat digunakan untuk positioning system. Sistem penentuan posisi tersebut dipandang sebagai solusi yang paling efektif dan layak untuk lingkungan indoor. (Kaemarungsi.K, 2005).

fingerprint biasanya bekerja dalam dua tahap: *off-line* dan tahap *online*. Dalam tahap *off-line*, kekuatan sinyal dari Acces Poin (AP)

dikumpulkan dari lokasi yang berbeda untuk membangun database atau disebut juga pemetaan lingkungan. Sedangkan tahap online, lokasi dapat dihitung dengan membandingkan pengukuran *Receive Signal Strength* (RSS) dan pengukuran nilai yang disimpan dalam database (Jorge.Robles dkk 2010).

3. Tahappan lokalisasi

Dalam tahap ini, lokasi yang tidak diketahui akan diestimasi dengan membandingkan rata-rata pengukuran ke titik yang tidak diketahui dengan database pada fase off-line. Perbandingan terbaik menunjukkan perkiraan posisi. Dari algoritma yang berbeda diterapkan untuk tujuan Memprediksi lokasi objek. Hasil pengukuran RSS dari masing-masing *Acces point* bisa di rata-rata.

4. k-Nearest Neighbor (k-NN)

k-Nearest Neighbor (k-NN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Proses pengenalan posisi yang dilakukan terhadap *database fingerprint* menggunakan algoritma *k-Nearest Neighborhood* (kNN). KNN digunakan untuk memperkirakan lokasi yang sebenarnya, algoritma ini sesuai dengan *fingerprint* (Salim Outemzabet dkk, 2008). Persamaan di bawah ini menunjukkan rumus perhitungan untuk mencari jarak atau rumus *euclidean*. Algoritma k-NN dilakukan dengan cara menghitung jarak total semua variabel pada data test dengan semua data pada set data *training*, dengan menggunakan rumus *euclidean* (Ethem.A, 2010).

$$d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^P (X_{ij} - Y_j)^2}$$

Keterangan rumus:

d_i = jarak data uji terhadap data sampel ke i , X_i = data sampel ke i , j = indeks variable, P = jumlah variable. Y = data uji

5. Naïve Bayes

Naïve Bayes adalah suatu probabilitistik simpel yang berdasarkan pada teorema Bayes pada umumnya, inferensi Bayes khususnya dengan asumsi independensi yang kuat (*naive*). Dalam melakukan klasifikasi data, *Naïve Bayes* mengasumsikan bahwa ada atau tidak adanya suatu fitur pada suatu kelas tidak berhubungan dengan ada atau tidaknya fitur

lain di kelas yang sama. Dasar dari teorema *Naïve Bayes* adalah rumus berikut ini:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) * P(A)}{P(B)} \quad (2)$$

Peluang kejadian A karena adanya kejadian B ditentukan dari peluang kejadian B karena adanya kejadian A, peluang kejadian A, dan peluang kejadian B. Teori peluang yang digunakan pada algoritma *Naïve Bayes* untuk sistem klasifikasi yang menggunakan propagasi sinyal adalah distribusi normal atau sering juga disebut *Gaussian Distribution*.

Distribusi normal dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi kepadatan probabilitas (*probability density function*) dengan persamaan:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Besarnya standar deviasi dihitung dengan persamaan:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{(n - 1)} \quad (4)$$

Sedangkan besarnya rata-rata (*mean*) dihitung menggunakan persamaan:

$$\mu = \frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n} \quad (5)$$

dengan: σ^2 = standar deviasi, μ = *mean* (rata-rata), π = 3,14159..., e = 2,71828... dan x = variabel acak

(2.1) 6. Perhitungan Akurasi

Akurasi dapat juga dianggap sebagai besarnya penyimpangan dari sebuah sistem lokalisasi, sehingga jika penyimpangan semakin kecil maka sistem akan semakin baik (H. Liu, dkk, 2007).

Setelah diperoleh hasil dari perhitungan algoritma maka dilakukan evaluasi dengan menghitung error jarak dari perkiraan posisi (x,y) pada proses pembelajaran dengan menggunakan rumus *euclidean distance* dan standar deviasi.

$$\text{Error jarak} = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2} \quad (6) \quad (2.11)$$

Besarnya nilai akurasi secara keseluruhan diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x'_i)^2 + (y_i - y'_i)^2}}{n}$$

(7)

dengan :

d = jarak Euclidean, (x,y) = lokasi

sebenarnya,

(x',y') = Prediksi lokasi, n = banyaknya data pengujian.

Rumus standar deviasi yang digunakan :

$$SD = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}$$

(8)

PEMBAHASAN

a. Fase Offline

Pengukuran nilai RSS dari 5 access point yang digunakan di gedung Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JTETI) UGM untuk mendapatkan data yang akan diolah dengan metode *fingerprint* menggunakan algoritma kNN dan *Naïve bayes*. Proses pengukuran dilakukan dengan mengabaikan adanya efek *multipath* dan propagasi, dengan menetapkan *grid* atau titik-titik pengukuran dalam bentuk koordinat (x,y) yang berukuran 1 meter x 1 meter. Pengukuran RSS dilakukan dengan menggunakan software *NetSurveyor*. Pengukuran dilakukan pada titik tengah masing-masing *grid*.

Hasil seluruh rata-rata dari masing-masing *grid* yang telah ditetapkan nilai koordinatnya kemudian disimpan dalam *database fingerprint*. *Database fingerprint* di-import kedalam program RapidMiner 5.0. *Database fingerprint* ini kemudian diolah untuk menghasilkan visualisasi

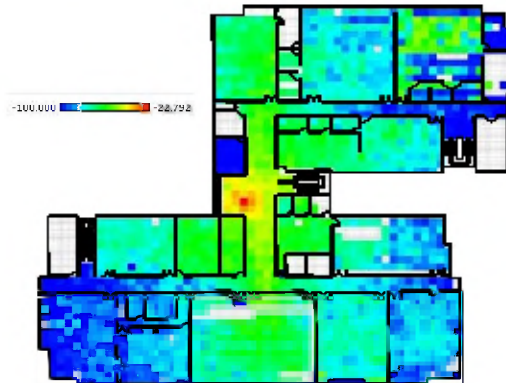
Hasil dari penelitian lokasi yang dilakukan di lantai 3 gedung JTETI UGM dengan Luas bangunan sekitar ± 1969.68 m², dengan jarak antar *grid* 1 m² serta menggunakan 5 buah AP dan diuji dengan algoritma kNN, *Naïve Bayes*.

Konfigurasi yang dilakukan pada pengujian pertama ini memperoleh visualisasi dari Fase *off-line*.

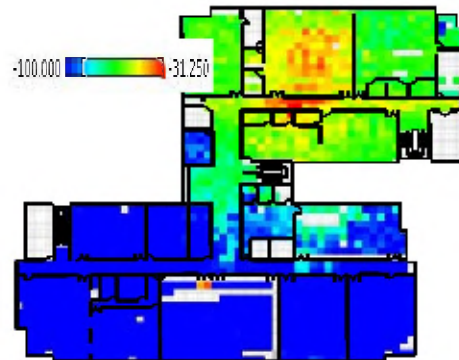
b. Visualisasi RSS Fase Off-Line

Visualisasi peta fingerprint ini terbentuk dari 1893 buah *grid* dengan jumlah dari rata-rata 86.980 record data. Waktu pengukuran masing-masing *grid* ± 2 menit dan rata-rata jumlah record 48 data.

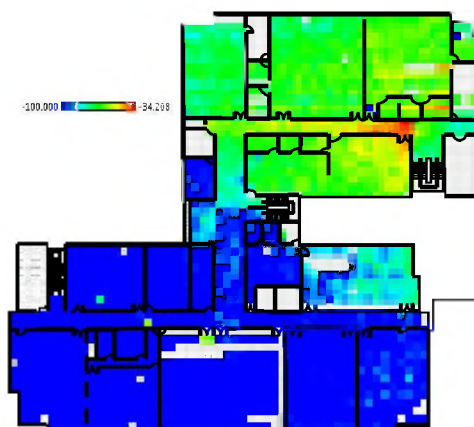
Visualisasi peta fingerprint pada seluruh lantai 3 gedung JTETI adalah sebagai berikut:



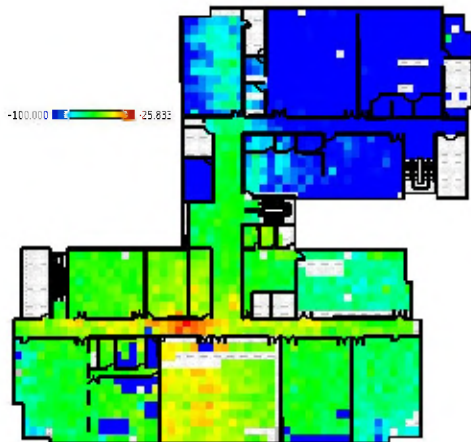
Gambar 1. Visualisasi Acces Poitn 1 Peta fingerprint.



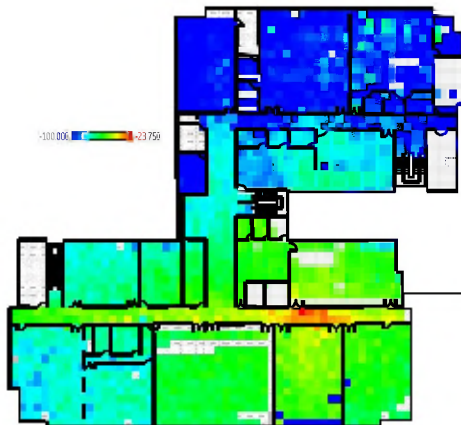
Gambar 2. Visualisasi Acces Poitn 2 Peta fingerprint



Gambar 3. Visualisasi Acces Poitn 3 Peta fingerprint



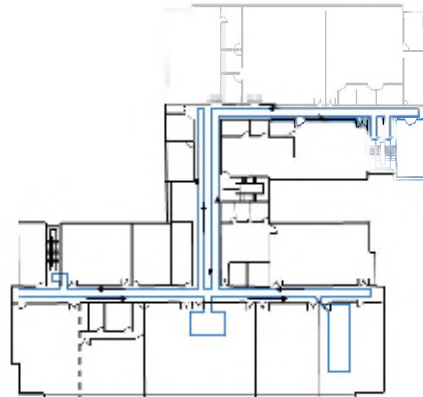
Gambar 4. Visualisasi Acces Poitn 4 Peta fingerprint di sebelah tlatan



Gambar 5. Visualisasi Acces Poitn 5 Peta fingerprint

c. Hasil fase On-Line

Pada fase *on-line*, dilakukan pengujian terhadap nilai RSS yang diukur secara *real time* dengan cara berjalan pada koridor di lantai 3 gedung JTETI UGM. Nilai RSS *real time* tersebut disimpan dalam *database* yang kemudian dilakukan proses perhitungan estimasi posisi dengan algoritma kNN dan Naive Bayes menggunakan software *Rafidminer*. Gambar 6 menunjukkan proses pengambilan data uji secara *real time* untuk memperoleh nilai estimasi lokasi yang dilakukan dengan cara berjalan.



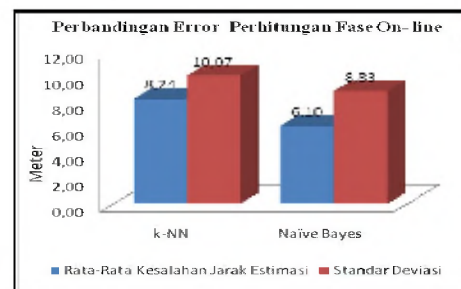
Gambar 6. Pengukuran data RSS fase *On-line*

Dari pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh hasil rata-rata kesalahan jarak dari algoritma kNN dan Naive bayes bisa dilihat pada table (1) adalah :

Tabel 1. Perbandinga rata-rata kesalahan jarak estimasi & standar deviasi

Keterangan	k-NN	Naive Bayes
Rata-Rata Kesalahan Jarak Estimasi	8,24 m	6,10 m
Standar Deviasi	10,07 m	8,83 m

Gerafik perbandingan kesalahan jarak estimasi lokasi target antara algoritma kNN dan Naive bayes adalah :

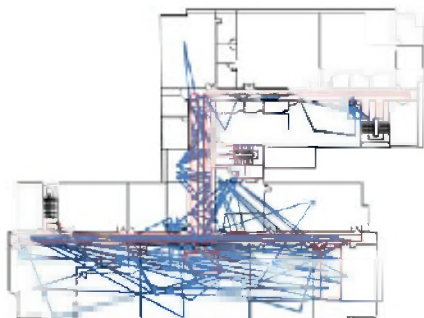


Grafik 1. Perbandingan error algoritma kNN dan *Naive Bayes*

Trajectory estimasi lokasi masing-masing algoritma dibawah dibuat dari data lokasi sebenarnya terhadap prediksi lokasi dari pengolahan menggunakan algoritma kNN dan *Naive bayes* dengan bantuan *software Rafidminer* dengan hasil seperti berikut dibawah.



Gambar 8. Trajektori Algoritma kNN fase *On-line*



Gambar 9. Trajektori Algoritma Naive Bayes fase *On-line*

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa mengestimasi lokasi objek dalam gedung dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi Wireless LAN berbasis IEEE 802.11. menggunakan metode fingerprint. Dari fase off-line, visualisasi fingerprint RSS tiap grid mengalami penyebaran nilai yang berbeda hal ini disebabkan oleh waktu dan kondisi lingkungan pengukuran yang berbeda. Dari fase on-line rata-rata kesalahan jarak estimasi lokasi dan standar deviasi menggunakan algoritma k-NN lebih besar dibandingkan dengan algoritma Naive bayes dari jarak lokasi target. Oleh karena itu dari hasil pengujian pada algoritma Naive bayes lebih baik dibanding menggunakan algoritma kNN.

DAFTAR PUSTAKA

Bensky, A., 2008, *Wireless Positioning: Technologies and Application*, ser. GNSS technology and application series, Artech House Publishers

Bshara. Mussa, G. Fredrik, V.B. Leo, *Fingerprinting Localization in Wireless Networks Based on Received-Signal-Strength Measurements: A Case Study on WiMAX Networks*, in: IEEE

Transactions on Vehicular Technology, Vol 59 No. 1, Jan. 2010.

Ethem, A., 2010, *Introduction Machine Learning* second edition, *Handbook*, The MIT Press, Cambridge Massachusetts, London

Fang, S. H., et al, 2008, A novel algorithm for *multipath Fingerprinting* in indoor WLAN environment, *IEEE Transactions On Wireless Communications*, Vol. 7, No. 9, pp. 3579-3588

Garcia, M., et al, 2007, *Wireless Sensors self-location* in an Indoor WLAN environment, *International Conference on Sensor Technologies and Applications*, 0-7695-2988-7/07 IEEE

Hui, L., et al, 2007, *Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems*, *IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics—Part C: Applications And Reviews*, Vol. 37, No. 6

Salim Outemzabet, Chahe Nerguizian "Accuracy Enhancement of an Indoor ANN-based Fingerprinting Location System Using

Jorge J. Robles, Martin Deicke and Ralf Lehnert "3D fingerprint-based Localization for Wireless Sensor Networks" in *Proceedings of the IEEE*, 2010. *Kalman Filtering*" 978-1-4244-2644-7/ 08 /IEEE, 2008

Junyang. Z., et al, 2008, *Enhancing Indoor Positioning Accuracy By Utilizing Signals From Both The Mobile Phone Network And The Wireless Local Area Network*, 22nd *International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, IEEE

Kaemarungsi, K., 2005, *Design Of Indoor Positioning Systems, Based On Location Fingerprinting Technique*, *Disertasi*

Liu, H. Darabi, P. Banerjee, J. Liu, "Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems" in *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics* Vol, 37, No, 6, Nov. 2007.

Widyawan, 2009, *Learning Data Fusion for Indoor Localisation*, *Master Thesis*, Department of Electronic Engineering Cork Institute of Technology

Wilson, M. Y., et al, 2007, *Wireless Lan Positioning Based On Received Signal Strength From Mobile Device And Access Points*, 13th *IEEE International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA 2007)*,