

Indoor Positioning
Menggunakan Wireless LAN



Rendy Budi Mulia
+628-578-031-369-9
rendy_bm_1990@yahoo.com

Salah satu keterbatasan dalam *global positioning system* saat ini yaitu perlunya koneksi satelit, sehingga pada kondisi tertentu *positioning* tidak dapat dilakukan, misalnya saat berada di dalam gedung bertingkat di mana sinyal dari satelit tidak mungkin dicapai sampai ke *GPS receiver*. Karenanya pada kondisi tertentu, *wireless positioning* akan sangat dibutuhkan, terutama untuk *indoor positioning*. Pada artikel ini akan dibahas mengenai perbandingan metode dan hasil untuk *wireless positioning* yang pernah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Kata kunci: *Indoor wireless positioning, WLAN positioning, trilaterasi, location fingerprinting*

PENDAHULUAN

GPS merupakan salah satu *positioning system* yang populer saat ini, namun sistem ini tidak cocok untuk diaplikasikan pada *indoor positioning*. Sebelumnya telah ada sistem untuk *indoor positioning* seperti *Active Badge, cricker, The Bat* dan lain-lain. Namun, karena masalah biaya, orang cenderung lebih memilih menggunakan infrastruktur yang telah ada seperti jaringan *mobile phone*, sinyal televisi, dan *wireless LAN (WLAN)*. Telah ada penelitian mengenai *wireless sensor network* untuk kepentingan *environment monitoring* dan untuk *control & target tracking* [3]. Pada artikel ini pembahasan akan mengacu pada WLAN di mana WLAN dapat diimplementasikan dengan upaya yang tidak terlalu besar, paling akurat, dan *chipsetnya* relatif mudah diprogram.

Ada dua jenis kategori metode umum yang digunakan. Dari *signal strength (SS)* yang ditransmisikan oleh *Access Point (AP)* ataupun stasiun pengirim utama, dapat ditentukan lokasi *mobile user (MU)* yang terkoneksi. Kategori pertama adalah dengan menggunakan model dan informasi propagasi sinyal terhadap geometri bangunan untuk mengkonversikan SS ke dalam perhitungan jarak. Dari kordinat AP WLAN yang telah diketahui, metode trilaterasi dapat dilakukan untuk menghitung posisi MU. Kategori lainnya adalah *location fingerprinting*. Teknik ini adalah dengan memetakan parameter-parameter sinyal yang dihitung pada area-area tertentu. Pada WLAN, parameter ini merupakan *received signal strength indicator (RSSI)* pada AP ataupun MU [1].

Pada penelitian sebelumnya yang disebutkan pada *Two New Algorithms for Indoor Wireless Positioning System (WPS)*, dilakukan penelitian serupa mengenai *wireless positioning system (WPS)* yang bertujuan untuk menentukan stabilitas dari SS pada infrastruktur WLAN 2.4 GHz, reliabilitas (tingkat kehandalan) sinyal, percobaan untuk perhitungan *loss* saat melewati tembok, dan sebagainya. Dari percobaan tersebut diperoleh tingkat akurasi sekitar 1-3 m.

Untuk meningkatkan stabilitas dan reabilitas sistem WPS, diajukan dua metode yang lain, yaitu pendekatan diferensial dan penggunaan algoritma *minimal signal strength value*. Pada pendekatan diferensial perlu menentukan *differential correction base station* yang tetap pada lingkungan yang sama untuk membantu mengatasi pengaruh frekuensi radio pada perangkat *user* yang cukup rentan. Selain itu, dari pengukuran, ditemukan bahwa pada tingkat tertentu, SS pada posisi yang tetap selalu melemah saat faktor lingkungan berubah. Jadi, dari pengamatan ini, diajukan algoritma *minimal signal strength value*.

METODE PENELITIAN

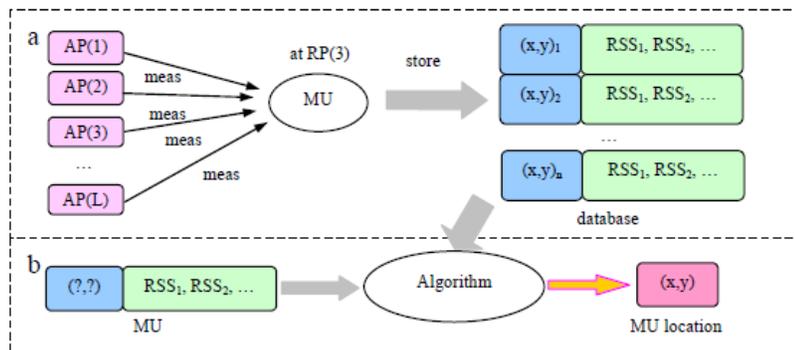
Pada pendekatan trilaterasi, diperlukan tiga atau lebih *base station* yang kordinatnya masing-masing telah diketahui. Jika jarak r dari AP ke MU dapat dihitung, maka dapat diperoleh lingkaran dengan jari-jari r . Lalu lingkaran akan bertitik-potongan pada satu titik yang menunjukkan posisi MU. Namun biasanya yang diperoleh adalah SS, bukan jarak. Karenanya, SS harus dikonversikan terlebih dahulu ke skala jarak. Jadi, pendekatan trilaterasi terdiri dari dua tahap: tahap pertama adalah dengan menggunakan model propagasi sinyal untuk mengkonversikan SS ke dalam bentuk pengukuran jarak dari AP-MU, tahap kedua adalah dengan menggunakan *least square* atau metode lainnya (seperti metode geometri) untuk mengukur lokasi.

Cara paling sederhana untuk menarik hubungan SS dengan jarak adalah dengan mengumpulkan beberapa data SS pada beberapa titik-titik yang kordinatnya telah diketahui. Ini dikenal dengan prosedur pembelajaran (*training*), yang harus dilakukan pada pendekatan

trilaterasi. Pada percobaan yang akan dilakukan, data dikumpul untuk menentukan model propagasi, yaitu hubungan antara jarak AP-MU dengan SS AP. Hasil percobaan dari pendekatan ini menunjukkan tingkat akurasi antara 4-5 meter.

Masalah pada pendekatan trilaterasi yaitu susahnya mengambil jarak dari SS secara akurat. Propagasi sinyal radio pada *indoor* sangat rumit, karena adanya atenuasi sinyal seiring bertambahnya jarak. Selain itu karena adanya *penetration loss* pada tembok dan lantai, dan adanya efek *multipath propagation*. Masalah lainnya adalah interferensi dari sinyal lain. 802.11b menggunakan rentang frekuensi yang sama dengan yang digunakan pada oven *microwave*, telepon *cordless*, *Bluetooth*, dan lain-lain. Karenanya, pada rentang frekuensi 2.4 GHz, perangkat-perangkat tersebut dapat menjadi sumber interferensi. Karena itu sangat sulit untuk membuat model propagasi sinyal yang ideal. Untuk itu digunakan pendekatan *fingerprinting*.

Location fingerprinting terdiri dari dua tahap: "*training*" dan "*positioning*". Tujuan dari tahap *training* adalah untuk membuat *database* untuk *fingerprint*. Untuk menghasilkan *database*, *reference points* (RP) harus dipilih secara seksama. Dengan meletakkan MU pada satu lokasi RP, SS untuk semua AP diukur. Dari perhitungan tersebut, fitur-fitur karakteristik untuk RP tersebut (SSnya) dapat ditentukan dan dicatat pada *database*. Proses ini kemudian diulang untuk semua RP. Pada tahap *positioning*, MU menghitung *received signal strength* (RSS) pada suatu titik di mana posisinya akan dicari. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan data pada *database* menggunakan algoritma tertentu. Hasilnya adalah lokasi MU yang paling mirip.



Gambar 1. Fase dari *fingerprinting*. A. Fase *training*. B. Fase *positioning*.

Pada metode diferensial, pertama-tama dilakukan *zero-baseline experiment* di mana *laptop* dan *desktop* diletakkan pada posisi sedekat-dekatnya, dan menghadap *access point*. Kemudian dilakukan *short-baseline experiment* di mana *laptop* dan *desktop* diletakkan pada dua posisi yang berbeda dan saling terpisah sejauh 5 m. Kemudian pada *medium-baseline experiment*, jarak *laptop* ke *desktop* adalah 10 m. Lalu dilakukan percobaan berikutnya yaitu *long-baseline experiment*, di mana jarak yang terpisah adalah 15 m.

True value dari SS ini akan memberikan posisi yang akurat. Namun pada kenyataannya, *true value* ini tidak diperoleh setiap saat. Dari data statis dapat diperoleh bahwa SS cenderung untuk melemah akibat adanya lingkungan yang tidak ideal. Karena itu digunakan algoritma berikutnya yaitu *signal strength minimal value*. Pada praktisnya, digunakan metode "*window*" untuk memilih nilai minimum, di mana suatu kumpulan nilai SS dikumpulkan dari *positioning waypoints* yang berbeda, lalu nilai minimum (ataupun maksimum) digunakan sebagai *true signal strength value* untuk positioning di titik tersebut. Misalnya, pada suatu *positioning waypoint*, digunakan 1Hz *sampling rate* untuk mengumpulkan SS untuk 5 detik untuk memperoleh 5 nilai, lalu pilih nilai minimum sebagai nilai yang akan digunakan pada titik tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data berikut ini adalah data yang diambil dengan menggunakan metode *deterministic* pada *fingerprinting*.

	NN	2NN	3NN	4NN	5NN	6NN	2WNN	3WNN	4WNN	5WNN
Test1 (132 RPs)	1.75	1.47	1.29	1.23	1.38	1.31	1.49	1.29	1.19	1.31
Test2 (99 RPs)	1.63	1.52	1.38	1.31	1.36	1.39	1.53	1.37	1.27	1.30
Test3 (66 RPs)	1.74	1.47	1.51	1.60	1.52	1.60	1.48	1.44	1.49	1.43
Test4 (33 RPs)	1.78	1.93	1.94	1.72	1.99	2.12	1.79	1.79	1.64	1.75
Test5 (16 RPs)	2.55	2.34	2.65	2.98	3.41	3.99	2.11	2.28	2.45	2.69

Tabel 1. *Distance error* rata-rata menggunakan algoritma berbeda-beda untuk kasus yang berbeda-beda.

Dilakukan pengambilan data pada 30 titik yang berbeda. KNN menunjukkan algoritma *K Nearest Neighbor* dengan K adalah bilangan bulat 2 sampai 6. KWNN menunjukkan algoritma *K Weight Nearest Neighbor* dengan K adalah bilangan bulat 2 sampai 5. Tabel 1 menunjukkan semua *distance error* rata-rata yang dihitung menggunakan algoritma KNN dan KWNN untuk kasus yang berbeda-beda. Dari data ini dapat dilihat bahwa saat menggunakan KNN, hasil paling baik diperoleh saat K sama dengan 3 atau 4. Ini berarti bahwa hanya menggunakan *two nearest neighbor* tidaklah cukup karena beberapa informasi penting justru diabaikan. Namun makin banyak *nearest neighbor* juga dapat mengurangi tingkat akurasi terhadap nilai yang telah diestimasi karena posisinya yang terlalu jauh dari titik yang sudah diestimasi. Dapat dilihat bahwa KWNN dapat sedikit meningkatkan tingkat akurasi. Tapi tidak satupun dari algoritma ini dapat selalu memberikan hasil terbaik.

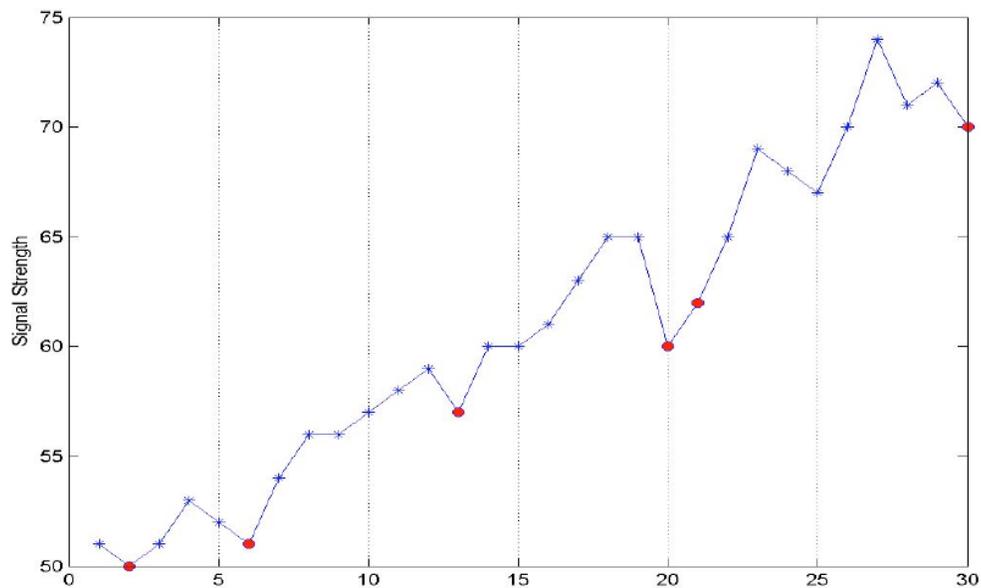
Untuk metode berikutnya, yaitu metode diferensial diperoleh data sebagai berikut:

	<i>Zero-baseline</i>	<i>Short-baseline</i>	<i>Medium-baseline</i>	<i>Long-baseline</i>
Desktop	2.05	1.79	1.66	1.33
Laptop	1.78	1.92	2.57	0.87
Laptop setelah <i>Differential Correction</i>	1.15	1.42	2.48	1.66

Tabel 2. Tabel statistik standar deviasi pada percobaan diferensial.

Dari hasil *zero-baseline*, dapat dilihat bahwa deviasi standar dapat diperbaiki secara signifikan dari 1.78 sampai 1.15, yang berarti bahwa relativitas lingkungan sangat berpengaruh pada kondisi *zero-baseline*. Pada *short-baseline*, metode diferensial berhasil dengan baik. Hal ini dapat terlihat bahwa setelah melakukan *differential correction*, deviasi standar SS menurun dari 1.92 sampai 1.42. Dari hasil *medium-baseline*, dapat diketahui bahwa metode diferensial menunjukkan korelasi yang kurang kuat terhadap *dataset* yang berbeda. Deviasi standar SS pada *receiver* hanya berubah dari 2.57 ke 2.48, yang berarti relativitas lingkungan untuk kedua *receiver* cenderung melemah untuk jarak 10 m atau lebih. Pada percobaan *long-baseline*, hasil statistik menunjukkan bahwa metode diferensial gagal.

Setelah dikoreksi, deviasi standar tidak menurun, justru meningkat. Hal ini karena kedua *receiver* berada pada 2 lingkungan yang sama sekali berbeda. Untuk data yang diperoleh pada metode "window" dapat ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 2. Data observasi untuk SS pada metode "window".

KESIMPULAN

Dari data yang diperoleh, dapat dilihat bahwa metode *fingerprinting* memiliki *distance error* rata-rata yang cenderung lebih kecil dibandingkan dengan metode diferensial. Terlebih lagi, pada pengujian *long-baseline*, hasil dari metode ini jauh dari yang diharapkan, karena justru menghasilkan kenaikan deviasi eror. Untuk wilayah dengan skala kecil, dapat menggunakan metode *fingerprinting* dengan algoritma 3NN atau 4NN, di mana *error distance rata-rata* yang diperoleh paling kecil.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Binghao Li, James Salter, Andrew G. Dempster and Chris Rizos (2007). *Indoor Positioning Techniques Based on Wireless LAN*. Sydney: UNSW

[2] Yufei Wang Xiaodong Jia Chris Rizos (2004). *Two New Algorithms for Indoor Wireless Positioning System (WPS)*. Sydney: University of New South Wales

[3] B. Peng, A. H. Kemp and W. Ochieng (2007). *System Design and Networking Protocols for Wireless Positioning*. London: Proceedings of the World Congress on Engineering 2007 Vol II