

PENENTUAN POSISI OBJEK DALAM GEDUNG MENGGUNAKAN RSS FINGERPRINT BERDASARKAN TEKNOLOGI GSM DAN IEEE 802.11g

Hani Rubiani

*Teknik Elektro FT Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya
email : hani.rubiani@umtas.ac.id*

Abstraksi

Sebagian besar penelitian penentuan posisi objek dalam gedung berdasarkan pada penggunaan Receive Signal Strength (RSS). Salah satu tahapan yang dilakukan adalah fingerprint. Tahap ini merupakan tahap pengumpulan informasi RSS yang diterima oleh instrument pengukur di koordinat tertentu. Tujuan Penelitian ini adalah untuk memperoleh tingkat akurasi di posisi yang presisi dengan menggunakan sensor dalam hal ini sebuah ponsel untuk mendapatkan RSS Sinyal Global System for Mobile Communication (GSM) dan laptop untuk mendapatkan sinyal IEEE 802.11g. Selanjutnya data hasil pengumpulan fingerprint dianalisis dan diuji dengan menggunakan algoritma Naïve Bayes (NB). Hasil percobaan menunjukkan jarak kesalahan rata-rata minimum sebesar 5.11 meter dengan fusion sensor antara GSM dan IEEE 802.11g.

Kata Kunci :

Penentuan posisi objek dalam gedung, RSS Fingerprint, GSM, IEEE 802.11g, Naive Bayes (NB).

Abstract

Most studies about objects positioning determination in building is based on the use of Receive Signal Strength (RSS). One step that being taken is fingerprint. This stage is the stage of gathering information received by the RSS in particular coordinate measuring instrument. The purpose of this study is to obtain a high degree of accuracy in positioning precision by using sensors in this case is a cell phone to get a signal RSS Global System for Mobile Communication (GSM) and laptops to get a signal IEEE 802.11g. Furthermore, the data collection of fingerprint result is analyzed and tested by using Naïve Bayes (NB) algorithms. The results of the experiment showed an average error distance of a minimum of 5:11 meters with sensor fusion between GSM and IEEE 802.11g.

Keywords: Object positioning determination in building, RSS Fingerprint, GSM, IEEE 802.11g, Naive Bayes (NB).

Pendahuluan

Keakuratan dalam penentuan posisi merupakan bagian yang penting untuk aplikasi-aplikasi dalam kajian *ubiquitous computing* [3]. Teknologi penentuan posisi yang umumnya dikenal adalah *Global Positioning System* (GPS). Pada lokasi-lokasi tertentu penerima GPS dapat memberikan informasi posisi yang akurat. Keadaan ini bertolak belakang ketika GPS digunakan di dalam gedung dan lingkungan perkotaan yang padat. Jika digunakan di lokasi-lokasi tersebut tidak memberikan kinerja yang baik. Hal inilah yang mendasari banyaknya penelitian mengenai sistem penentuan posisi dalam gedung dengan menggunakan jaringan radio. Terdapat banyak penelitian yang berkaitan dengan sistem estimasi posisi dalam gedung berdasarkan pada penggunaan jangkauan sinyal pendek. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya berdasarkan standar IEEE 802.11 [13], *Bluetooth* [1], *ultra sound* [9] dan *infrared* [12]. Peneliti-peneliti tersebut sudah melakukan penelitian mengenai penentuan posisi objek dalam gedung dengan menggunakan sensor yang berbeda-beda diantaranya *bluetooth*, *ultra sound*, *infrared* dan lain sebagainya, untuk penelitian ini menggunakan *fusion* sensor yaitu gabungan antara GSM dan IEEE 802.11g.

Metode pengukuran berdasarkan kekuatan sinyal untuk keperluan navigasi dapat direalisasikan berdasarkan pada :Time of Arrival (TOA), Time Difference of Arrival (TDOA), Angle of Arrival (AOA), dan Received Signal Strength (RSS). Tiga metode pertama memiliki kekurangan yang terkait dengan informasi waktu, oleh karena itu

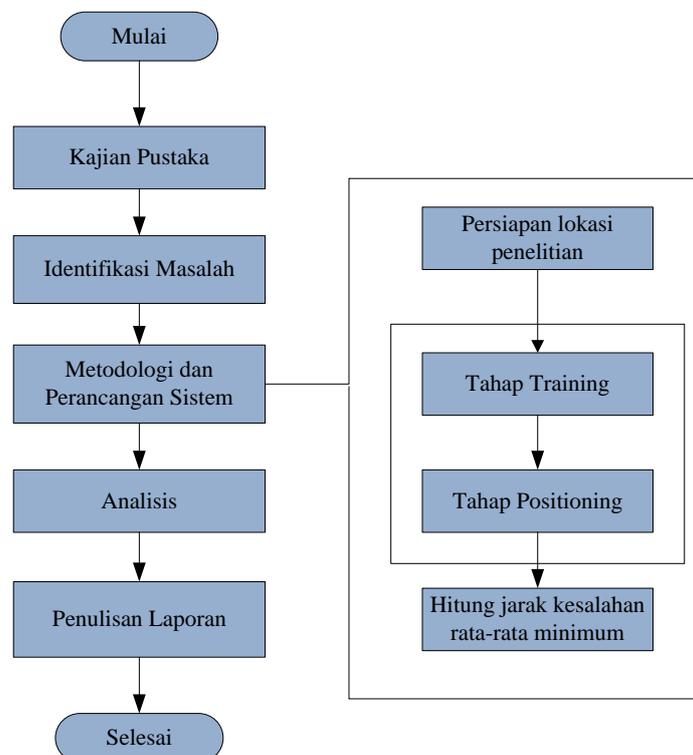
beberapa penelitian sebelumnya mengusulkan pengamatan unit pada posisi tetap yang menerima semua sinyal dari pemancar di daerah tersebut. Selain itu untuk mengekstrak informasi waktu dan arah, diperlukan perangkat keras tertentu dengan antena *multidirectional* [4]. Teknik posisi yang terakhir berdasarkan estimasi posisi RSS dan pemodelan sinyal propagasi. Terdapat beberapa keuntungan menggunakan RSS dalam penentuan posisi dalam gedung. Pertama, dapat diimplementasikan dalam sistem komunikasi nirkabel dengan sedikit bahkan tanpa penambahan atau perubahan perangkat keras, yang diperlukan hanyalah kemampuan untuk memperoleh dan membaca RSS. Keuntungan kedua adalah tidak perlu adanya sinkronisasi antara pemancar dan penerima [2]. Ada dua pendekatan umum untuk penentuan posisi nirkabel menggunakan teknik RSS: Sinyal pemodelan propagasi dan lokasi *fingerprinting*. Untuk yang pertama tidak termasuk dalam penelitian ini. *Fingerprinting* memiliki dua tahap : *training* dan *positioning*. Basis data posisi tergantung pada parameter yang dikumpulkan di titik referensi yang dihasilkan dalam tahap *training*, dan dalam tahap *positioning*, algoritma yang berbeda dapat digunakan untuk memperkirakan posisi pengguna [6].

Posisi dalam gedung dengan teknik *fingerprinting* pada penelitian ini direpresentasikan dalam koordinat (x,y). Koordinat tersebut merupakan lokasi dalam gedung yang berada di tengah-tengah luasan dengan ukuran 2 m2 dan 1 m2. Algoritma yang kompleks berdasarkan metode probabilistik dapat dilakukan untuk meningkatkan keakuratan [7] salah satu algoritma tersebut yaitu Naïve Bayes (NB). NB merupakan salah satu algoritma pembelajaran induktif yang paling efektif dan efisien untuk machine learning dan data mining [11]. Kesederhanaan dan kecepatannya yang tinggi dalam proses training dan klasifikasi membuat algoritma tersebut menarik untuk digunakan sebagai salah satu metode klasifikasi [10]. Kelebihan NB adalah sederhana namun memiliki nilai akurasi yang cukup tinggi.

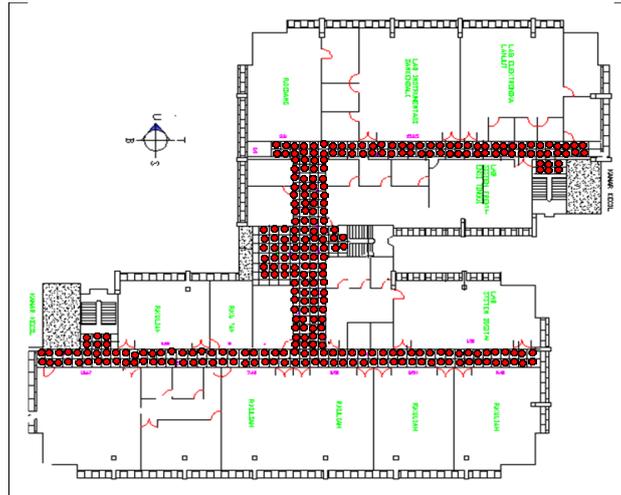
Teknologi penentuan posisi objek dalam gedung dengan *single mode* mempunyai keterbatasan dalam akurasi dan ketahanan. Untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi, pada penelitian ini melakukan percobaan dengan *fusion* antara GSM dan IEEE 802.11g.

Metode Penelitian

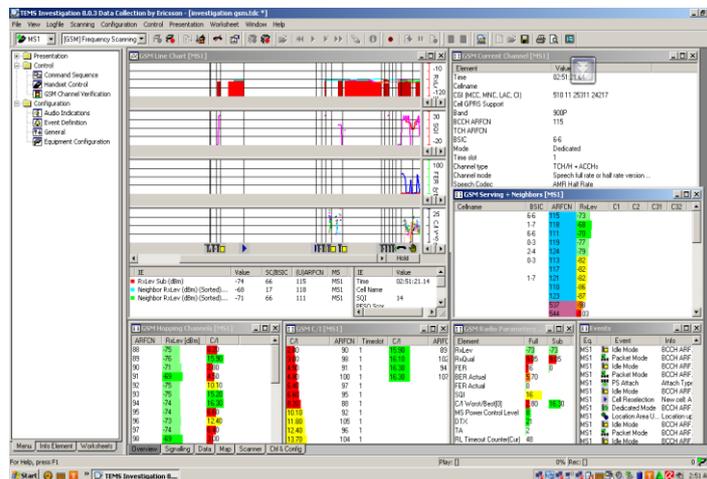
Ada beberapa tahapan atau langkah dalam penelitian ini, secara garis besar dalam tahapan metodologi dan perancangan sistem dibagi menjadi 4 tahapan utama. Tahapan sistem penentuan posisi objek dalam gedung diantaranya persiapan lokasi penelitian dengan membuat denah area lokasi penelitian dan membentuk luasan-luasan, kemudian lokasi *fingerprinting* yang dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap *training* dan tahap *positioning*, dalam tahap *positioning* termasuk di dalamnya yaitu proses testing dengan pemodelan metode. Posisi diprediksi dan dapat dihitung jarak kesalahan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



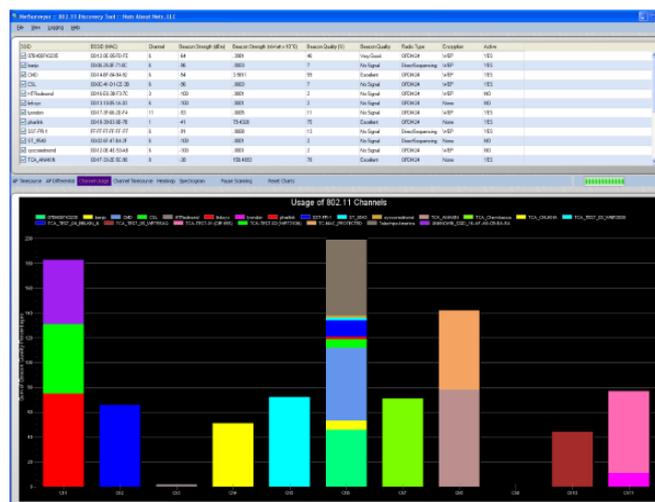
GAMBAR 1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 2. Titik-titik referensi untuk luasan 1m2



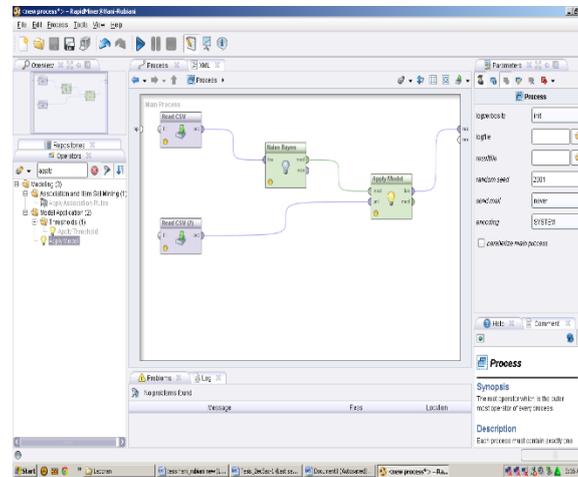
Gambar 3. Tampilan TEMS 8.0.3 pada laptop



Gambar 4. Tampilan NetSurveyor

Pada pemodelan yang ditunjukkan pada Gambar 8. untuk NB dengan menggunakan *RapidMiner* yaitu untuk mencari prediksi posisi sehingga dapat dihitung jarak kesalahan rata-rata minimumnya. Dalam penelitian ini menggunakan *Rapid Miner* dikarenakan merupakan *freeware* dan dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi

juga merupakan sebuah solusi untuk melakukan analisis terhadap *data mining*, *text mining* dan analisis prediksi. Data yang dimasukkan berupa data *training* yang berisi atribut dan klasifikasi. Atribut dalam penelitian ini yaitu Cell-ID dan AP yang mana nilai dari atribut tersebut berupa nilai kekuatan sinyal yang terbaca pada tiap-tiap titik referensi dan klasifikasi menunjukkan koordinat (x,y) dari titik-titik referensi. Data *testing* hanya berisi atribut saja. Semua format data menggunakan format *csv () dalam perangkat lunak excel.



GAMBAR 5. PEMODELAN NB DENGAN MENGGUNAKAN RAPIDMINER

Metode NB adalah suatu probabilitas simpel yang berdasarkan pada teorema Bayes pada umumnya, inferensi Bayes khususnya dengan asumsi independensi yang kuat (*naive*). Dalam prosesnya, NB mengasumsikan bahwa ada atau tidak adanya suatu fitur pada suatu kelas tidak berhubungan dengan ada atau tidaknya fitur lain di kelas yang sama.

$$P(S | I) = \frac{|P|}{\prod_{i=1}^n} \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi \left(D_i^I\right)^2}} \exp \left(-\frac{\left(S_i - M_i^I\right)^2}{2 \left(D_i^I\right)^2} \right) \right) \quad (1)$$

$$M_i^I = \frac{\sum_{i=1}^n RSS_i^I}{n} \quad (2)$$

$$D_i^I = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RSS_i^I - M_i^I)^2}{n-1}} \quad (3)$$

dengan :

$P(S | I)$ = Probabilitas posterior kekuatan sinyal pengamatan terhadap posisi I

M_i^I = Rata - rata kekuatan sinyal dari Cell - IDi di posisi I

D_i^I = Standar deviasi dari Cell - IDi di posisi I

$|P|$ = Jumlah Cell - ID

Penentuan posisi objek dalam penelitian ini adalah posisi telepon seluler dan laptop dan posisi pada penelitian yaitu titik referensi yang direpresentasikan dengan koordinat fisik berupa (x, y). Jarak kesalahan rata-rata minimum diperoleh dari perbandingan antara pengukuran RSS secara nyata yaitu data *testing* dengan pengukuran sebelumnya yang telah tersimpan dalam *fingerprint*. Prediksi posisi didapat dari tahapan *positioning* dengan menggunakan algoritma yang telah dimodelkan NB. Dari hasil prediksi posisi setiap data *testing* yang menjadi

target yang terlewati dalam pengukuran data *testing* dapat dihitung nilai jarak kesalahan rata-rata minimumnya dengan menggunakan persamaan (4). Perhitungan metode *Naïve Bayes* sendiri sudah otomatis dibantu dengan adanya *Rapid Miner*. Akan tetapi tetap dilakukan perhitungan secara manual supaya bisa membandingkan hasil antara menggunakan *Rapid Miner* dengan hasil perhitungan secara manual

$$\text{error rata - rata min} = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{\left[\left(x_i' - x_i \right)^2 + \left(y_i' - y_i \right)^2 \right]}}{n} \quad (4)$$

dengan :

n = Jumlah titik yang diamati

x_i dan y_i = posisi sebenarnya

x_i' dan y_i' = posisi prediksi

Hasil dan Pembahasan

Percobaan penentuan posisi objek dalam gedung berdasarkan GSM dengan metode *Naïve Bayes* (NB) dilakukan di koridor lantai 3 gedung JTETI UGM. Gedung JTETI UGM merupakan sebuah bangunan dengan konstruksi beton dan mempunyai 3 lantai dengan luas 302 m². Pada lantai ketiga terdapat 3 lorong dengan lebar sebesar 2 meter dan 3 meter untuk lorong utama. Pembuatan fingerprint untuk lorong lantai 3 dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap training dan tahap positioning. Pada tahap training dilakukan pengukuran RSS yang diterima oleh telepon seluler yang sudah dihubungkan dengan laptop pada masing-masing titik referensi yang telah ditentukan yaitu 1 meter. Pengambilan data training dilakukan selama ± 1.5 menit di setiap titik referensi yang menghasilkan 300 data set, pengukuran dilakukan selama ± 3 menit yang menghasilkan 700 data set, dan pengambilan data dari sinyal IEEE 802.11g dilakukan selama ± 2 menit yang menghasilkan 48 data set setiap titik referensi. Pada tahap positioning dilakukan pengukuran data testing dengan cara berjalan di sepanjang koridor, kemudian dengan menggunakan *Naïve Bayes* (NB) diperoleh hasil prediksi. Dengan hasil prediksi yang diperoleh dari pemodelan tersebut maka jarak kesalahan rata-rata minimum akan diketahui. Metode yang digunakan merupakan metode dengan pendekatan supervised learning yaitu pendekatan yang melakukan proses learning terlebih dahulu kemudian melakukan proses testing. Data yang digunakan dalam proses learning adalah data fingerprint pada koridor lantai 3 yang diperoleh dari pengukuran kekuatan sinyal pada tahap training dengan skenario yang dilakukan adalah sebagai berikut :

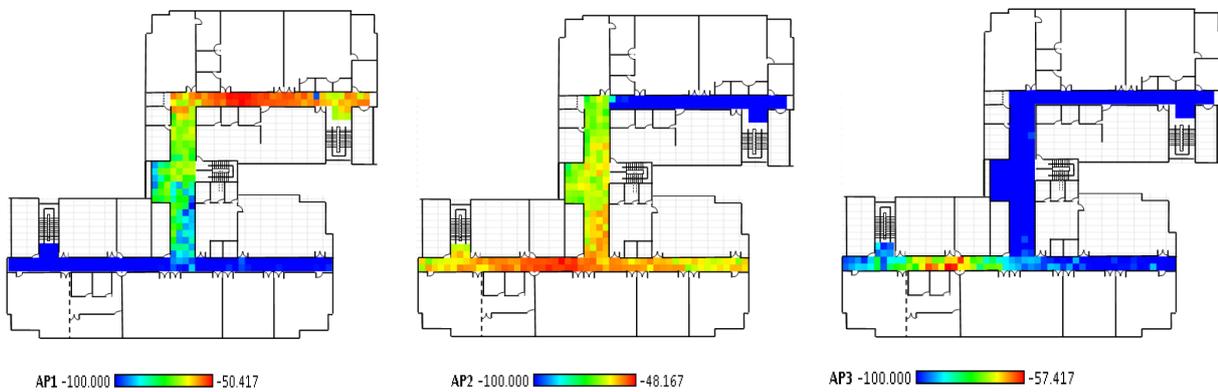
- Pengukuran kekuatan sinyal fingerprint dengan penetapan luasan 1 m² pada koridor lantai 3.
- Skenario dilakukan dengan menggunakan Provider XL Axiata, menggunakan 3 Cell-ID dan 300 data set setiap klasifikasi yang dinamakan dengan koordinat yang akan dijadikan sebagai acuan posisi objek. Data set dikumpulkan dengan cara diam tepat di tengah-tengah luasan selama ±1.5 menit di setiap luasan yang meliputi seluruh area koridor) dan dibandingkan dengan pengukuran kekuatan sinyal IEEE 802.11g yang diukur selama ±2 menit menghasilkan 48 data set dan menggunakan 3 AP, kemudian digabungkan antara pengukuran kekuatan sinyal GSM dengan kekuatan sinyal IEEE 802.11g
- Skenario percobaan yang diusulkan dengan tujuan memperoleh tingkat akurasi yang lebih baik yaitu pengukuran kekuatan sinyal fingerprint tidak hanya berdasar GSM tetapi menambahkan dengan kekuatan sinyal fingerprint berdasar IEEE 802.11g.

Tahap Training

Langkah awal pengukuran kekuatan sinyal IEEE 802.11g pada skenario yang dilakukan dengan menetapkan luasan-luasan berukuran 1 m² pada koridor lantai 3 dengan luas ±302 m². Luasan yang terbentuk berjumlah 286, di setiap tengah-tengah luasan dilakukan perekaman data kekuatan sinyal dengan menggunakan laptop. Perekaman data dilakukan selama ± 2 menit dengan jumlah data sebanyak 48 setiap luasan, sehingga jumlah data yang terekam keseluruhan berjumlah 13728 data untuk fingerprint berdasar IEEE.820.11g dengan menggunakan 3 AP. Data fingerprint berdasar GSM dari data pada skenario percobaan dengan mengambil 48 data set setiap klasifikasi. Hasil visualisasi peta fingerprint pada masing-masing Cell-ID ditunjukkan pada gambar 6, 7, 8 dan untuk visualisasi masing-masing AP ditunjukkan pada Gambar 9, 10 dan 11.



Gambar 6, 7 dan 8 Visualisasi RSS Cell-ID1 , Cell-ID2 dan Cell-ID3



GAMBAR 9, 10 DAN 11 VISUALISASI RSS AP1, AP2 DAN AP3

Tahap Testing

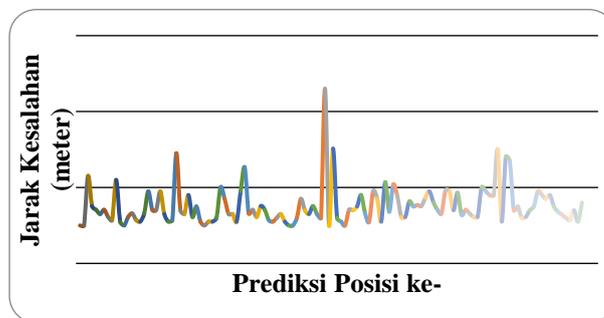
Pada tahap testing dilakukan pengujian terhadap nilai kekuatan sinyal yang terukur secara real time dengan cara berjalan di sepanjang koridor. Nilai kekuatan sinyal real time disimpan dan diolah ke dalam microsoft excel yang kemudian akan dilakukan estimasi posisi dengan menggunakan metode NB dengan menggunakan pemodelan yang ada pada tool *RapidMiner*.



GAMBAR 12. HASIL PREDIKSI GSM DAN IEEE 802.11G



GAMBAR 13. HASIL LINTASAN PREDIKSI GSM DAN IEEE 802.11G



GAMBAR 14. HASIL JARAK KESALAHAN DENGAN METODE NAÏVE BAYES UNTUK GSM + IEEE 802.11G

TABEL 1. PENGARUH *FUSION* GSM DAN IEEE 802.11G TERHADAP JARAK KESALAHAN RATA-RATA MIN (METER)

Sumber Radio	Naïve Bayes (NB)
GSM	15.25
IEEE 802.11g	6.03
GSM+ IEEE 802.11g	5.11

Dari Gambar 15 dapat dilihat adanya pengaruh akibat dari penggabungan kekuatan sinyal *fingerprint* berdasar GSM dan kekuatan sinyal *fingerprint* berdasar IEEE 802.11g yang hasilnya lebih baik daripada tanpa penggabungan. Dari hasil penelitian memperlihatkan dengan adanya *fusion* data GSM dan IEEE 802.11g memberikan peningkatan terhadap hasil akurasi.

Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang telah dibahas maka dihasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Penentuan posisi objek dalam gedung dengan metode Naïve Bayes (NB) berdasarkan GSM dan IEEE 802.11g berhasil dilakukan.

Dari hasil penelitian dengan adanya *fusion* kekuatan sinyal *fingerprint* berdasar GSM dan kekuatan sinyal *fingerprint* berdasar IEEE 802.11g hasilnya lebih baik daripada tanpa adanya *fusion*. Dari hasil penelitian tersebut memperlihatkan dengan adanya *fusion* data GSM dan IEEE 802.11g memberikan peningkatan terhadap hasil akurasi.

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan keterbatasan, sehingga ada beberapa saran diantaranya ;

1. Dalam pengambilan data training tidak hanya menggunakan 3 Cell-ID. Semakin banyak Cell-ID yang digunakan dapat mempengaruhi tingkat akurasi yang dihasilkan.
2. Algoritma probabilistik yang kompleks misalnya partikel filter dapat digunakan untuk mengarah ke perbaikan akurasi.
3. GSM Fingerprinting dapat dilakukan dengan lebih dari dua Provider.
4. Perlu adanya penelitian khusus mengenai fusion terutama berdasarkan kekuatan sinyal GSM dan kekuatan sinyal IEEE 802.11g dalam penentuan posisi objek dalam gedung.

Daftar Pustaka

- [1] Aalto, L., Gothlin, N., Korhonen, J., Ojala, T., 2004 "Bluetooth and WAP push based location-aware mobile advertising system", in *Proc. 2nd International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services*, Boston, pp. 49–58.
- [2] Caffery, J. (2000). *Wireless Location in CDMA Cellular Radio Systems*, Kluwer Academic Publishers
- [3] Fox, D., Hightowerand, J., Liao, L., Schulz, D. and Borriello, G., 2003"Bayesian filtering for location estimation," *IEEE Pervasive Computing*, vol. 02, no.3,pp. 24–33.
- [4] Fang, B., 1990. "Simple solution for hyperbolic and related position fixes," *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.*, vol. 26, no. 5, pp. 748–753.
- [5] Kanaan, M. and Pahlavan, K., 2004. "A comparison of wireless geolocation algorithms in the indoor environment," in *Proc. IEEE Wireless Commun. Netw. Conf.*, 2004, vol. 1, pp. 177–182.
- [6] Li, B., 2006. "Terrestrial mobile user positioning using TDOA and fingerprinting techniques," PhD thesis, *School of Surveying & Spatial Information Systems, University of New South Wales*, Sydney, Australia.
- [7] Liu, H., Darabi, H., Banerjee, P., Liu, J., 2007"Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems" in *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics* Vol, 37, No, 6.
- [8] Otsason, V., Varshavsky, A., LaMarca, A. and de Lara, E., 2005. "Accurate GSM indoor localization" in *Proceedings of the International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp '05)*, Ed., pp. 141–158, Springer, Berlin, Germany.
- [9] Priyantha, N.B., Chakraborty, A. and Balakrishnan, H., 2000. "The cricket location support system". In *Mobile Computing and Networking*, pages 32–43.
- [10] Pramsistya, Y., 2009. "Optimasi Penempatan BTS Dengan Menggunakan Algoritma Genetika". *Jurusan Matematika FMIPA*, Institut Teknologi Surabaya.
- [11] Shadiq, M.Ammar. (2009). *Keoptimalan Naïve Bayes Dalam Klasifikasi*. Bandung: Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia
- [12] Ward, A., Jones, A. and Hopper, A., 1997. A new location technique for the active office. In *IEEE Personnel Communications*, 4(5), pages 42–47.
- [13] Yang, Q., Pan, S.J., Wenchen Zheng, V., 2008. "Estimating Location Using Wi-Fi", *IEEE Intelligent Systems*, vol. 23, no. 1, pp. 8–13, Jan/Feb.
- [14] Zhou, J., Chu, K.M. and -Y. Ng, J.K., 2005. "Providing location services within a radio cellular network using ellipse propagation model," in *Proc. 19th Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl.*, pp. 559–564.

Biodata Penulis

Hani Rubiani, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Program Studi Teknik Elektro dan Teknologi Informasi FT UGM, lulus tahun 2010. Tahun 2012 memperoleh gelar Magister of Engineering (M.Eng) dari Program Studi Teknik Elektro dan Teknologi Informasi FT UGM. Saat ini sebagai Staf Pengajar program Studi Teknik Elektro FT Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya (UMTAS).