

Perancangan *Indoor Localization* Menggunakan *Bluetooth* Untuk Pelacakan Posisi Benda di Dalam Ruangan

Anggeriko Aryasena, R.V. Hari Ginardi, dan Fajar Baskoro

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Sukolilo, Surabaya 60111

e-mail: hari@its.ac.id, fajar@its-sby.edu, anggeriko.aryasena12@mhs.if.its.ac.id

Abstrak—Dewasa ini teknologi untuk melacak posisi telah banyak digunakan. Teknologi tersebut menggunakan GPS milik Pemerintah Negara Amerika Serikat. GPS tersebut dapat digunakan untuk mencari posisi sekarang, alamat tempat atau arah ke suatu tempat. Akan tetapi GPS memiliki kekurangan yaitu akurasi yang rendah ketika digunakan di dalam ruangan. Oleh karena itu, teknologi untuk melacak posisi di dalam ruangan mulai dikembangkan dengan konsep *indoor localization*.

Sistem *indoor localization* ini dibangun dalam media perangkat bergerak menggunakan kekuatan sinyal *Bluetooth* untuk memprediksi posisi pengguna dan *smartphone* yang kemudian data tersebut akan disimpan dalam basis data guna menunjang fungsionalitas lainnya. Kekuatan sinyal tersebut diolah menggunakan metode *Trilateration*. Metode tersebut memiliki dua komponen penting dalam memprediksi posisi yaitu jarak dan posisi pemancar *Bluetooth*. Jarak dapat dihitung dengan mengambil rata-rata nilai kekuatan sinyal *Bluetooth* yang didapat. Pengujian sistem ini dilakukan di Laboratorium Algoritma dan Pemrograman, Teknik Informatika ITS.

Hasil pengujian sistem ini terdiri dari dua pengujian yaitu fungsionalitas dan akurasi. Pengujian fungsionalitas menghasilkan hasil berhasil di semua fungsionalitas yang dibangun. Sedangkan pengujian akurasi menghasilkan akurasi yang cukup rendah yaitu 2,44 meter.

Kata Kunci—*Bluetooth*, *Indoor Localization*, Perangkat Bergerak, *Trilateration*

I. PENDAHULUAN

TEKNOLOGI pelacakan posisi sudah sering dipakai sehari-hari. Teknologi tersebut berupa GPS yang memiliki berbagai fungsi antara lain: mengetahui posisi, penunjuk arah, dan juga sebuah lokasi tempat. GPS tersebut dapat digunakan oleh rakyat sipil yang diolah menggunakan aplikasi *Maps*, dan juga dapat digunakan oleh militer dengan persetujuan pemilik teknologi GPS, Amerika Serikat. Akan tetapi, teknologi GPS tersebut memiliki kelemahan, apabila digunakan pada dalam ruangan atau gedung maka kinerjanya tidak optimal dan tidak dapat mendeteksi pengguna berada di ruangan mana. Hal tersebut dikarenakan gelombang radio yang dipancarkan oleh satelit GPS tidak dapat menembus benda-benda tebal seperti tembok dan lain sebagainya.

Selain teknologi GPS, kini telah ramai dikembangkan teknologi *indoor positioning* atau *indoor localization*. Teknologi tersebut digunakan untuk mendeteksi posisi di dalam ruangan dan dinilai lebih akurat dibandingkan menggunakan teknologi GPS. *Indoor positioning* atau *indoor localization*

dapat disebut sebagai teknologi untuk menanggulangi kelemahan dari GPS.

Dengan adanya permasalahan teknologi yang sedang berkembang, usulan tugas akhir ini adalah membuat sebuah aplikasi yang menerapkan teknologi *indoor localization* menggunakan *Bluetooth*. Dengan aplikasi tersebut, diharapkan dapat membantu pengguna dalam mendeteksi posisinya pada dalam ruangan dan juga posisi benda lain berupa *smartphone* atau *smart device*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Location Based Service

Location Based Service adalah sebuah layanan informasi yang dapat diakses dengan perangkat bergerak melalui jaringan selular dan memanfaatkan kemampuan untuk memanfaatkan lokasi perangkat bergerak. Komponen dasar dari *location based service* yaitu perangkat bergerak, jaringan komunikasi, komponen pelacakan, penyedia layanan, dan penyedia data. Kegunaan *location based service* tersebut ada beberapa macam yaitu sebagai penunjuk lokasi, penunjuk arah, pencarian obyek, identifikasi obyek, dan identifikasi kejadian [1].

B. Global Positioning System

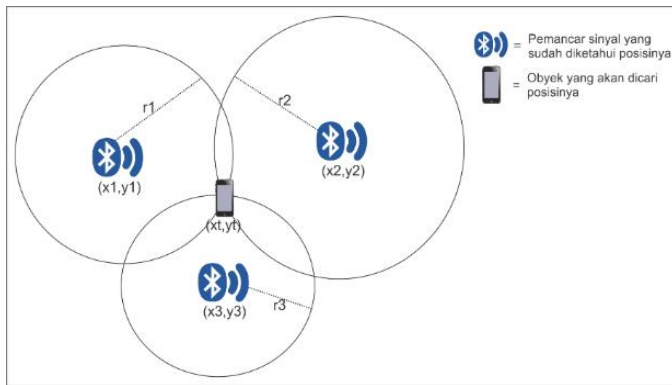
Global Positioning System adalah sebuah teknologi milik Amerika Serikat yang menyediakan layanan penunjuk lokasi, arah, dan waktu bagi penggunanya. Teknologi beserta layanan yang disediakan dapat digunakan oleh rakyat sipil secara gratis dan juga dapat digunakan oleh militer dengan persetujuan Pemerintah Amerika Serikat [2].

C. Indoor Position System

Indoor position system merupakan sebuah layanan untuk menentukan posisi seseorang pada sebuah ruangan atau gedung. Layanan ini biasanya diakses melalui perangkat bergerak dimana cara menentukan posisi penggunaannya berdasarkan garis lintang dan bujur [3].

D. Indoor Localization

Indoor localization merupakan layanan untuk menentukan posisi seseorang atau benda yang berada di dalam ruangan atau gedung. Secara konsep sama seperti *indoor position system*, akan tetapi perbedaannya adalah dalam penentuan posisi *indoor localization* menggunakan koordinat relatif sedangkan *indoor position system* menggunakan koordinat global (garis lintang dan bujur) [4].



Gambar 1. Konsep Trilateration

Layanan sistem *indoor localization* sudah diterapkan di Gedung Teknik Informatika ITS. Layanan tersebut menggunakan *access point* untuk memancarkan sinyal *Wi-Fi* yang selanjutnya dapat digunakan untuk mengetahui posisi pengguna. Layanan *indoor localization* yang diterapkan memiliki akurasi 93,21% [5].

E. Bluetooth

Bluetooth adalah teknologi komunikasi nirkabel yang digunakan untuk pertukaran data dengan menggunakan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. Teknologi ini dapat memungkinkan konektivitas antar perangkat yang berbeda, seperti *headset* dengan *smartphone*, mobil, ataupun komputer. *Bluetooth* dapat bekerja dengan memanfaatkan sebuah *chip* kecil dan perangkat lunak dan juga memiliki arsitektur sistem yaitu *Controller*, *Host*, dan *Application* [6].

F. Android Studio dan SDK Tools

Android Studio adalah sebuah lingkungan pengembangan terpadu yang digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak berbasis sistem operasi *Android*. Bahasa yang digunakan adalah *Java*. *Android Studio* dapat berjalan pada berbagai platform seperti *Windows*, *Linux*, ataupun *Macintosh*. Dalam penggunaannya, *Android Studio* juga terintegrasi dengan *Android SDK Tools* yang digunakan untuk menyusun *script* guna menghasilkan sebuah aplikasi berbasis *Android* [7].

G. PostgreSQL

PostgreSQL adalah sebuah sistem manajemen basis data yang berlisensi *open source* yang dapat digunakan pada berbagai sistem operasi seperti *Windows*, *Linux*, dan *UNIX*. *PostgreSQL* telah kompatibel dengan *ACID* dan juga telah mendukung segala bentuk tipe data. [8].

H. Trilateration

Trilateration adalah sebuah metode untuk memperkirakan posisi pengguna dengan cara menghitung jarak pengguna dengan pemancar sinyal dan posisi koordinat pemancar tersebut. Konsep dari *Trilateration* ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada gambar tersebut, posisi pengguna dapat dihitung dengan persamaan lingkaran umum yang ditunjukkan pada (1), (2), dan (3). Pada persamaan-persamaan tersebut, variabel x_t dan y_t adalah koordinat posisi pengguna yang akan dicari, x_1 , x_2 , x_3 adalah koordinat x dari masing-masing pemancar *Bluetooth*, y_1 , y_2 , y_3 adalah koordinat y dari pemancar

Bluetooth, dan r_1 , r_2 , r_3 adalah jarak antara pemancar *Bluetooth* dengan pengguna.

$$(x_t - x_1)^2 + (y_t - y_1)^2 = r_1^2 \quad (1)$$

$$(x_t - x_2)^2 + (y_t - y_2)^2 = r_2^2 \quad (2)$$

$$(x_t - x_3)^2 + (y_t - y_3)^2 = r_3^2 \quad (3)$$

Dari (1), (2), dan (3) tersebut, maka x_t dan y_t dapat diperoleh melalui langkah-langkah *substitusi* dan *eliminasi* yang hasilnya ditunjukkan pada (4).

$$A \cdot \begin{bmatrix} x_t \\ y_t \end{bmatrix} = B \quad (4)$$

Dimana A dan B didefinisikan pada (5) dan (6) [9].

$$A = \begin{bmatrix} 2(-x_3) & 2(-y_3) \\ 2(x_2 - x_3) & 2(y_2 - y_3) \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$B = \begin{bmatrix} -x_3^2 - y_3^2 + r_3^2 - r_1^2 \\ x_2^2 - x_3^2 + y_2^2 - y_3^2 + r_3^2 - r_2^2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. Analisis Sistem

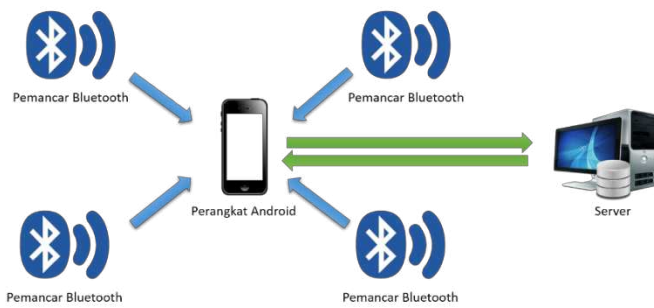
Aplikasi yang akan dibangun adalah aplikasi berbasis perangkat bergerak. Aplikasi tersebut dibantu oleh *server* yang berguna untuk menyimpan data-data yang dibutuhkan dalam kebutuhan fungsionalitas sistem tersebut. Aplikasi *indoor localization* ini dapat menampilkan posisi pengguna dan *smartphone* atau *smart device* yang sedang terhubung ke sistem pada sebuah peta *Laboratorium Algoritma dan Pemrograman*, *Teknik Informatika ITS*.

Kebutuhan utama dalam aplikasi ini antara lain:

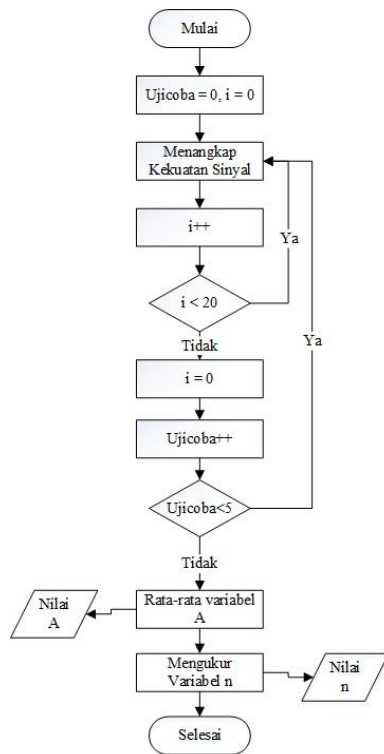
1. pengguna dapat mendaftarkan diri agar dapat menggunakan aplikasi,
2. pengguna dapat melihat posisinya pada ruangan tersebut,
3. pengguna dapat melihat detail informasi perangkat yang sedang terhubung ke sistem,
4. pengguna dapat melihat posisi dari perangkat yang sedang terhubung ke sistem.

B. Perancangan Sistem

Arsitektur sistem pada aplikasi *indoor localization* ini ditunjukkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut, terdapat sejumlah pemancar *Bluetooth*, perangkat bergerak berbasis *Android*, dan *server*. Pemancar *Bluetooth* digunakan untuk memancarkan sinyal *Bluetooth* yang nantinya digunakan untuk menghitung posisi pengguna. Pada bagian *user* menggunakan perangkat bergerak berbasis *android*.



Gambar 2 Arsitektur Sistem

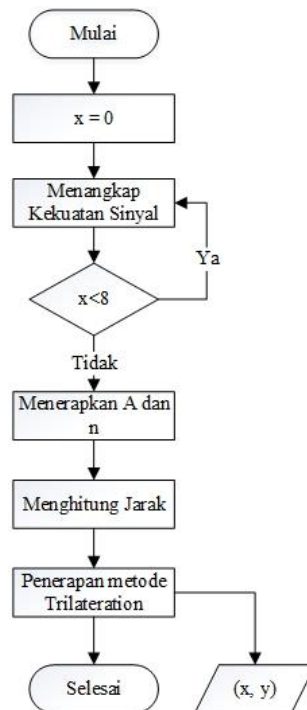


Gambar 3. Proses Pengukuran Pemancar Bluetooth

Perangkat tersebut digunakan untuk menjalankan beberapa kebutuhan fungsionalitas yang telah dijelaskan pada Subbab Analisis Sistem. Pada perangkat *Android* yang digunakan oleh *user* tersebut diharuskan memiliki konektivitas *Bluetooth* dan juga konektivitas internet yang baik agar dapat mengambil sinyal *Bluetooth* yang dipancarkan oleh pemancar *Bluetooth* dan juga mengambil dan menerima data dari *basis data* yang berada pada *server* dengan format *JSON* dengan bantuan *web service*. Dan bagian yang terakhir, pada bagian *server* dibangun *web service* dan *basis data*. *Web service* yang dibangun menggunakan *CodeIgniter* dan *basis data* menggunakan *PostgreSQL*.

C. Perancangan Proses dan Alur Sistem

Proses yang dibangun pada sistem ini meliputi proses pengukuran pemancar *Bluetooth*, proses mendapatkan posisi, dan proses manajemen data pada *basis data*. Pada proses pengukuran pemancar *Bluetooth*, dilakukan untuk mengukur nilai variabel *A* dan *n* pada (5) [10].



Gambar 4. Proses Mendapatkan Posisi Pengguna

Dalam persamaan tersebut variabel *d* adalah jarak antara pengguna dengan pemancar *Bluetooth*, variabel *RSSI* adalah rata-rata kekuatan sinyal yang diterima oleh pengguna, variabel *A* adalah rata-rata sinyal yang diterima pengguna pada jarak satu meter, sedangkan variabel *n* adalah konstanta propagasi pada sebuah ruangan.

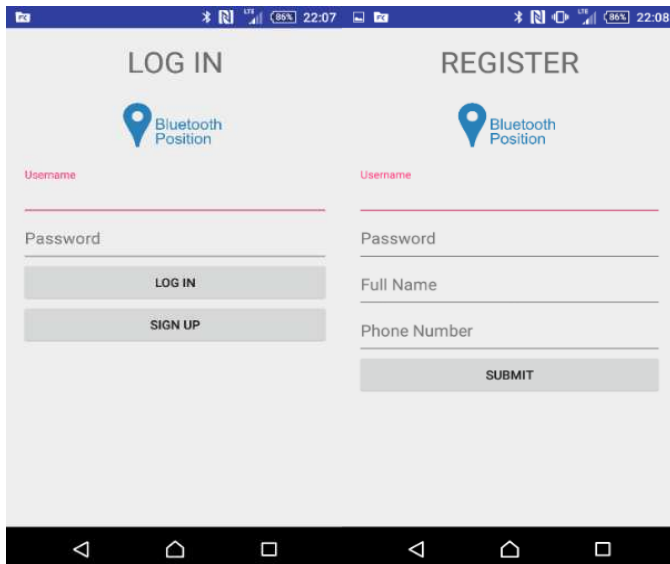
$$d = 10^{\frac{(RSSI-A)}{-10*n}} \quad (5)$$

Pada persamaan tersebut digunakan untuk mengukur jarak antara *user* dan pemancar *Bluetooth*. Hal tersebut digunakan agar pada pengukuran jarak, hasil yang dihasilkan mendekati keadaan sebenarnya. Proses ini dilakukan pada tiap *device* yang dijadikan pemancar *Bluetooth* dan ditunjukkan pada Gambar 3.

Proses selanjutnya adalah proses untuk mendapatkan posisi. Proses tersebut berjalan setelah proses pengukuran pemancar *Bluetooth* selesai dilakukan. Proses mendapatkan posisi ditunjukkan pada Gambar 4. Sedangkan proses manajemen data dilakukan untuk memproses data pengguna dan posisi pengguna agar fungsionalitas pada sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya.

IV. IMPLEMENTASI SISTEM

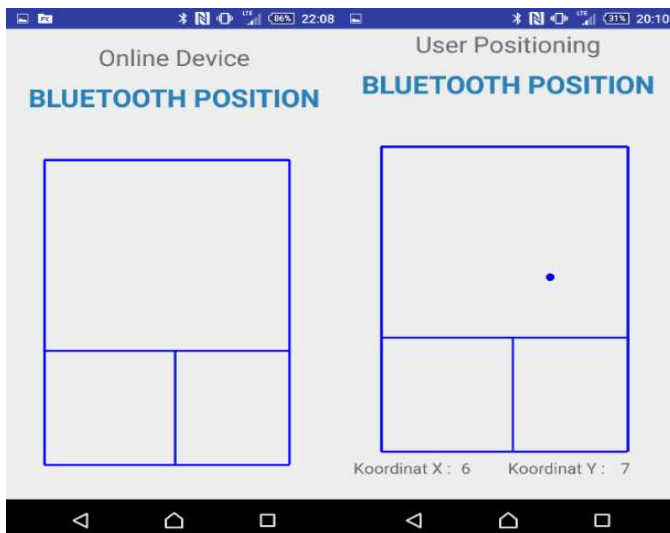
Pada implementasi sistem, ada dua komponen yang dibangun, yaitu pada bagian *server* dan pada *user*. Bagian *server* yang dibangun adalah berupa *web service*. *Web service* tersebut dibangun menggunakan kerangka kerja *CodeIgniter* dengan manajemen *basis data PostgreSQL*. *Web service* tersebut terdiri dari bagian *controller* yang berfungsi untuk menghubungkan bagian *model* dengan pengguna. Nilai yang dikirim dari *web service* tersebut mempunyai format *JSON*.



Gambar 5. Antarmuka Login dan Register



Gambar 7. Antarmuka List Device dan Device Information



Gambar 6. Antarmuka Online Device dan User Position

Sedangkan bagian *user* dibangun dengan bahasa pemrograman *Java* dengan *Android Studio* sebagai IDE. Bagian *user* ini digunakan untuk menjalankan berbagai fungsionalitas sistem yang memiliki beberapa antarmuka yaitu antarmuka *login*, *register*, mengetahui posisi pengguna, mengetahui *online device*, dan mengetahui informasi perangkat.

Antarmuka *login* dan *register* ditunjukkan pada Gambar 5. Pada antarmuka *login* tersebut, pengguna dapat memasukkan *username* dan *password* agar dapat masuk ke dalam sistem. Selain itu juga terdapat tombol *sign up* yang dapat digunakan *user* masuk ke halaman *register* untuk melakukan registrasi. Pada saat *login*, *username* dan *password* harus diisi oleh pengguna. Sedangkan pada antarmuka *register*, pengguna memasukkan data diri untuk selanjutnya di-submit ke dalam basis data. Data-data yang dimasukkan oleh pengguna adalah *username* dan *password* yang digunakan oleh pengguna untuk *login*, nama lengkap, dan nomor telepon pengguna.

Tabel 1
Hasil Pengujian Fungsionalitas

No	Nama Pengujian	Hasil Pengujian
1	Mendaftarkan pengguna	Berhasil
2	Menampilkan posisi pengguna	Berhasil
3	Menampilkan informasi perangkat	Berhasil
4	Menampilkan posisi <i>smart device</i>	Berhasil

Antarmuka selanjutnya adalah antarmuka *online device* dan *user positioning*. Antarmuka *online device* akan memunculkan posisi perangkat yang sedang terhubung ke dalam sistem. Sedangkan *user positioning* akan memunculkan posisi pengguna pada saat itu. Posisi yang ditampilkan berupa sebuah titik (*marker*) yang dibantu dengan keterangan koordinat *x* dan koordinat *y*. Antarmuka *online device* dan *user positioning* ditunjukkan pada Gambar 6.

Antarmuka yang lainnya adalah antarmuka *list device* dan *device information*. Antarmuka *list device* berfungsi untuk menunjukkan daftar perangkat yang sedang terhubung ke dalam sistem. Antarmuka tersebut akan menunjukkan nama pemilik dan *id* pemiliknya. Apabila salah satu daftar tersebut dipilih maka akan pindah ke antarmuka *device information* yang akan menampilkan detail informasi perangkat yang dipilih. Antarmuka tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.

V. PENGUJIAN TERHADAP PENGGUNA

Pengujian terhadap sistem yang telah selesai dibangun meliputi pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi. Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan metode *blackbox*. Sedangkan pengujian akurasi terdapat 11 skenario dimana perbedaan tiap skenario terletak pada posisi pemancar *Bluetooth*, jumlah data yang diambil dan juga diuji apabila obyek saling berdekatan serta pada waktu pengguna Laboratorium Algoritma dan Pemrograman sedang ramai. Hasil dari pengujian fungsionalitas ditunjukkan pada Tabel 1 dan hasil dari pengujian akurasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2
Hasil Pengujian Akurasi

Skenario	Hasil Akurasi (meter)
1	3,84
2	3,51
3	2,95
4	2,55
5	2,58
6	1,86
7	2,04
8	2,06
9	1,99
10	1,41
11	2,09
Rata-rata Akurasi	2,44

- [10] M. E. Rida, F. Liu, Y. Jadi, A. A. A. Algawhari and A. Askourih, "Indoor Location Position Based On Bluetooth Signal Strength," *Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, pp. 769-773, 2015.

VI. KESIMPULAN/RINGKASAN

Sistem telah berhasil menjalankan semua fungsionalitas yang telah dirancang sebelumnya seperti mendaftarkan pengguna, mengetahui posisi pengguna, mengetahui detail informasi perangkat, dan mengetahui posisi *smart device*. Sistem ini memiliki akurasi yang tergolong rendah yaitu 2,44 meter. Hal tersebut dikarenakan sinyal *Bluetooth* yang diterima cenderung fluktuatif dan tidak konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis A.A. mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial berupa beasiswa Bidik Misi tahun 2012-2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Steiniger, M. Neun and A. Edwardes, "Foundation of Location Based Service," *CartouChe-Cartography for Swiss Higher Education*, vol. 1.0, p. 2, 2008.
- [2] U.S. Air Force, "The Global Positioning System," [Online]. Available: <http://www.gps.gov/systems/gps/>. [Accessed 12 Mei 2016].
- [3] SenionLab, "What is Indoor Positioning System," [Online]. Available: <https://senionlab.com/indoor-positioning-system/>. [Accessed 12 Mei 2016].
- [4] S. Chan and G. Sohn, "Indoor Localization Using Wi-Fi Based Fingerprinting and Trilateration Techniques for LBS Application," *International Conference on 3D Geoinformation*, vol. XXXVIII, 2012.
- [5] M. F. Ghanianto, Implementasi *Indoor Localization* Menggunakan Sinyal Wi-Fi dan Clustering Filtered K-Nearest Neighbors untuk Pelacakan Keberadaan Seseorang dan Evaluasi Akurasi Pelacakan di Kampus Teknik Informatika ITS, Surabaya, 2015.
- [6] Bluetooth, "Bluetooth," [Online]. Available: <https://www.bluetooth.com/>. [Accessed 9 Mei 2016].
- [7] Android, "Android Studio Overview," [Online]. Available: <http://developer.android.com/tools/studio/index.html>. [Accessed 9 Mei 2016].
- [8] P. G. D. Group, "PostgreSQL," [Online]. Available: <http://www.postgresql.org/about/>. [Accessed 9 Mei 2016].
- [9] M. M. Zaniani, A. M. Shahar and I. A. Azid, "Trilateration Target Estimation Improvement using New Error Correction Algorithm," *2010 18th Iranian Conference on Electrical Engineering*, pp. 489-494, 2010.