

## POSITIONING DENGAN iBEACON

Yusuf Eko Rohmadi<sup>1)</sup>, Widyawan<sup>2)</sup>, Warsun Najib<sup>3)</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta  
Jl Grafika No.2, Yogyakarta 55281

Email : [yusufer.mti13@mail.ugm.ac.id](mailto:yusufer.mti13@mail.ugm.ac.id)<sup>1)</sup>, [widyawan@ugm.ac.id](mailto:widyawan@ugm.ac.id)<sup>2)</sup>, [warsun@ugm.ac.id](mailto:warsun@ugm.ac.id)<sup>3)</sup>

### Abstrak

Paper ini menyajikan bagaimana mengetahui lokasi sebuah objek menggunakan teknologi iBeacon yang berbasis Bluetooth Low Energy (BLE). iBeacon adalah teknologi berbasis bluetooth dengan kebutuhan daya rendah (BLE) yang digagas oleh Apple yang ditujukan untuk keperluan layanan berbasis servis (Location Based Service) misalnya pada sebuah department store. Seperti halnya bluetooth klasik iBeacon sangat cocok untuk keperluan layanan di dalam lingkungan tertutup (indoor), yang membedakannya adalah versi bluetooth yang digunakan yaitu bluetooth versi 4,0. Beberapa parameter yang bisa diketahui dari sebuah iBeacon adalah RSSI, kuat daya sinyal (Tx level power) dan Distance (d). Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah Distance. Beberapa iBeacon yang terpasang pada suatu ruangan sebagai Akses Point (AP) bisa digunakan untuk menentukan dimana posisi sebuah mobile device. Dengan menggunakan perhitungan triangulasi diperoleh hasil penelitian awal sebuah koordinat dari mobile device yaitu (2,6;6,1) dengan koordinat aktual atau riilnya (3;6) yang memberikan kesalahan 1,05 %.

**Kata kunci:** iBeacon, Positioning, Bluetooth Low Energy

### 1. Pendahuluan

Ketika banyak opini mengenai teknologi bluetooth yang sudah mulai tertinggal atau merupakan teknologi yang kuno, justru perkembangan teknologi bluetooth dewasa ini semakin berkembang pesat. Hal ini bisa dibuktikan pada mobile device yang kita miliki bahwa fitur bluetooth masih selalu disertakan di dalamnya. Bahkan hingga saat ini versi bluetooth telah mencapai versi 4,0 yang merupakan perbaikan bluetooth versi sebelumnya atau perbaikan dari bluetooth klasik. Bluetooth versi terbaru ini dikenal dengan Bluetooth Low Energy (BLE).

BLE sering disebut dengan Bluetooth Smart adalah bluetooth yang membutuhkan daya rendah dalam kerjanya [1]. Dikatakan dalam [2] bahwa hanya dengan sumber daya dari baterai berbentuk koin (seperti baterai bios komputer) sebuah modul BLE dapat bertahan hingga 3 tahun. BLE adalah sebuah Personal Area Network (PAN) yang memancarkan sinyal data dengan jarak tertentu. Syarat yang harus dimiliki oleh sebuah perangkat sehingga dia bisa bekerja dalam kategori BLE adalah bahwa perangkat tersebut harus sudah tertanamkan

bluetooth versi 4.0. Beberapa perangkat dengan bluetooth versi ini seperti iPhone 4s atau seri di atasnya. Tidak hanya versi bluetooth saja yang disyaratkan, untuk iPhone atau iPad juga harus telah terinstal versi iOS 7. Sedangkan untuk smart phone Android versi sistem operasi yang terinstal yaitu minimal Jelly Bean versi 4,3. Modul hardware berbasis BLE yang telah dikembangkan oleh Apple dinamakan iBeacon, yaitu berupa modul dengan ukuran kecil dan baterai sebagai sumber dayanya. iBeacon tidak hanya terbatas pada sebuah bentuk modul khusus, akan tetapi sebuah mobile device dapat pula difungsikan sebagai sebuah iBeacon selama syarat versi bluetooth 4,0 dan sistem operasi yang terinstal di dalamnya terpenuhi. Mobile device yang difungsikan sebagai iBeacon disebut dengan virtual iBeacon

Dalam bluetooth klasik dikategorikan menjadi 3 kelas berdasar jangkauan sinyalnya, yaitu kelas 1, 2 dan 3 berturut – turut adalah 100m, 10m dan 5m [3]. Semakin besar daya yang dimiliki oleh perangkat bluetooth, maka jangkauan pancaran sinyal akan semakin jauh atau semakin kuat. Bluetooth dengan kategori kelas 1 biasanya sebuah perangkat khusus yang memang hanya didedikasikan sebagai transmitter dan tidak ditanamkan pada mobile device yang umum dipakai oleh pengguna, karena modul seperti ini mempunyai ukuran yang besar seperti sebuah Akses Point untuk keperluan hotspot. Sehingga bisa dipastikan bahwa fitur bluetooth yang ditanamkan pada mobile device mempunyai jangkauan pendek atau menengah dan termasuk kategori bluetooth kelas 2 atau 3. Sedangkan dalam iBeacon tidak mengenal adanya kelas sinyal seperti halnya bluetooth klasik. Terdapat tiga wilayah dalam jangkauan sinyal iBeacon, yaitu immediate, near dan far. Sedangkan jangkauan di atas far adalah out of coverage. Tidak ada standar yang menetapkan ketiga wilayah jangkauan iBeacon tersebut. Menurut [4] dijelaskan bahwa ketiga range tersebut mempunyai ukuran:

- a) Immediate : sangat dekat, beberapa centimeter
- b) Near : beberapa meter di bawah 10 meter
- c) Far : 10 meter ke atas

Terdapat perbedaan dalam hal kegunaan antara bluetooth klasik dan iBeacon. Pada bluetooth klasik dan BLE pada mobile device bisa dimanfaatkan sebagai sarana transfer data seperti audio dan video dengan cara komunikasi dua arah, sedangkan iBeacon diciptakan lebih untuk keperluan layanan berbasis servis (Location Based Service) dengan model komunikasi satu arah. Dikatakan satu arah karena informasi yang dibawa oleh iBeacon

hanya bisa diakses oleh *receiver*, sedangkan informasi yang terdapat pada *receiver* tidak bisa diakses oleh iBeacon, seperti Akses Poin untuk layanan *hotspot*. Hal lain tentang Layanan berbasis servis pada iBeacon ini adalah bahwa iBeacon tidak memberikan detail akurasi atau estimasi posisinya.

#### a. *Positioning* pada iBeacon

iBeacon adalah implementasi dari teknologi BLE yang memungkinkan perangkat iOS atau Android untuk bisa mendeteksi sinyal yang dipancarkan oleh iBeacon tersebut dan memberikan informasi dimanakah posisi perangkat tersebut terhadap iBeacon [2]. Tetapi posisi yang dimaksud bukanlah posisi secara fisik seperti lintang dan bujur, melainkan posisi relatif *receiver* terhadap iBeacon apakah dia dalam range *immediate*, *near* atau *far*. Untuk bisa mengetahui estimasi posisi *receiver* terhadap iBeacon secara pasti maka perlu adanya peta secara lokal, yaitu menentukan sebuah lokasi atau ruang atau tempat tertentu, kemudian dari lokasi tersebut dipetakan dalam bentuk koordinat. Dengan meletakkan beberapa iBeacon pada koordinat tertentu dalam lokasi tersebut akan dapat digunakan untuk mengetahui estimasi posisi *receiver* terhadap iBeacon. *Positioning* dengan cara seperti ini bisa dikatakan berbasis *context aware*.

Berbicara mengenai *positioning* beberapa teknologi yang bisa digunakan adalah GPS, WLAN, Bluetooth, RFID, IrDa dan Ultrasonik. Semua teknologi tersebut termasuk dalam kategori *Wireless Sensor Network* (WSN) hanya saja berbeda dalam hal wilayah terapanannya. Misalnya *Global Positioning System* (GPS) dia mempunyai wilayah jangkauan yang luas dalam sistem kerjanya akan tetapi terbatas pada lingkungan terbuka, sedangkan pada lingkungan tertutup GPS tidak bekerja dengan baik karena membutuhkan suatu kondisi lingkungan yang bebas hambatan atau *line of sight* [5]. Diantara teknologi *wireless* pada lingkungan tertutup atau *indoor*, WLAN menempati urutan paling atas untuk wilayah jangkauannya. Oleh [6] dia menggabungkan antara teknologi *positioning indoor* dan *outdoor* untuk mendapatkan estimasi posisi objek. Teknologi *indoor* yang digunakan adalah bluetooth yang digabungkan dengan GPS.

iBeacon merupakan bagian dari teknologi bluetooth, sehingga teknik *positioning* yang bisa diterapkan kepadanya sama dengan teknik *positioning* pada teknologi *wireless* lainnya. Terutama teknologi *wireless* yang digunakan untuk lingkungan tertutup atau *indoor*. Banyak teknik untuk menentukan estimasi posisi suatu objek, menurut [7] teknik menentukan posisi objek secara umum terdiri dari tiga macam cara yaitu *Angle of Arrival* (AoA), RSSI dan *distance*. Pada [8] parameter yang digunakan adalah RSSI yang kemudian dikonversi dalam satuan *distance*, dengan perhitungan triangulasi dicari estimasi posisi objek. Beberapa hasil penelitian lain yang menggunakan parameter RSSI sebagai variabel untuk menentukan estimasi posisi objek dengan teknologi bluetooth antara lain: oleh [6] teknik yang digunakan

adalah *fingerprint* dan k-NN, oleh [9] teknik yang digunakan adalah *fingerprint* dan Buyes Fusion, oleh [10] teknik yang digunakan adalah *single cell* dan Radio Propagasi, oleh [11] teknik yang digunakan dengan Radio Propagasi. Sedangkan menurut [12] Triangulasi adalah metode yang paling sederhana untuk menentukan estimasi posisi.

Dari beberapa penelitian mengenai *positioning* berbasis teknologi bluetooth belum ada peneliti yang menggunakan sebuah modul iBeacon sebagai referensi untuk menentukan keberadaan suatu objek dalam *rangennya*. Sehingga hasil akurasi *positioning* menggunakan iBeacon akan menjadi kontribusi baru dalam bidang penentuan posisi objek di dalam ruang tertutup atau *indoor*.

Beberapa parameter yang bisa diukur dari iBeacon adalah kuat daya sinyal (*Tx power level*), RSSI dan radius (*distance*). Parameter – parameter tersebut dapat diukur melalui *tag* berupa *mobile device* (misalnya *smart phone* Android). Dari ketiga parameter tersebut, parameter *distance* dipilih untuk menjadi variabel utama dalam perhitungan estimasi posisi dari *mobile device*. Hal ini berbeda dengan *distance* yang harus dicari terlebih dahulu dengan beberapa cara yaitu dengan metode ToA, RTToA, TDoA, RSS dan *Connectivity* [7].

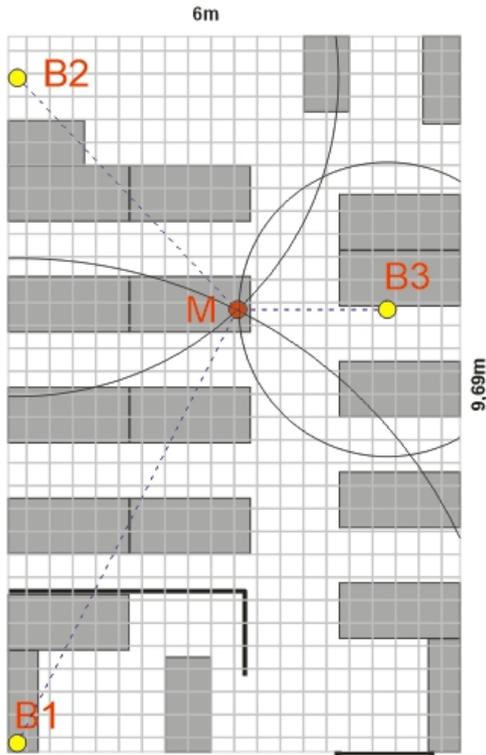
Sehingga berdasar beberapa parameter tersebut, yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter *distance* dan untuk menghitung estimasi dari posisi *mobile device* terhadap iBeacon digunakan perhitungan Triangulasi.

#### b. Rancangan Kerja

Dalam penelitian ini akan menggunakan sedikitnya 3 buah iBeacon sebagai *transmitter* yang terpasang pada sebuah ruangan Laboratorium dan 1 buah *mobile device* Android sebagai *receiver* dan aplikasi (*iBeacon Scanner*) yang digunakan untuk mengukur parameter iBeacon.

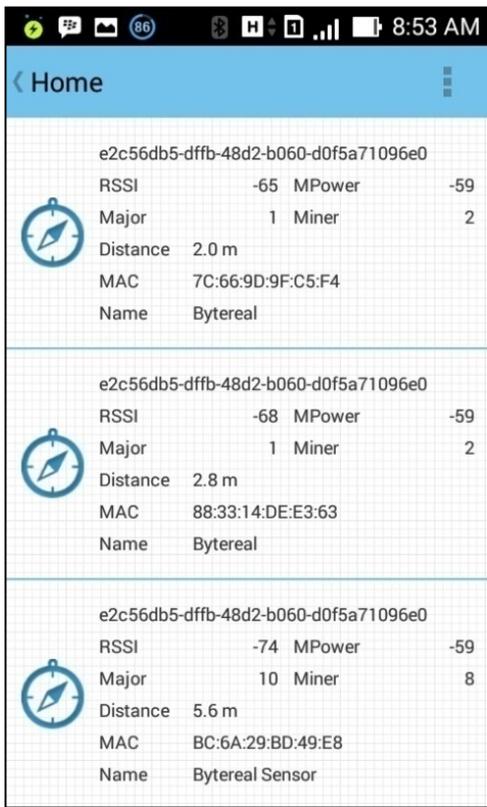
Langkah selanjutnya adalah menentukan lokasi atau ruang untuk meletakkan ketiga iBeacon tersebut. *Gambar 1* adalah peta lokasi dari ruang Laboratorium yang menjadi tempat penelitian yang telah dipetakan dalam bentuk koordinat. B1 dan B2 adalah iBeacon 1 dan 2 (bytereal), B3 adalah iBeacon 3 (bytereal tag) dan M adalah *smart phone*. Posisi iBeacon (B1, B2 dan B3) mempunyai koordinat  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$  dan  $(x_3, y_3)$  yang nantinya akan ditentukan nilainya. Sedangkan untuk jarak (*distance*) antara iBeacon dengan *smart phone* dinyatakan dengan  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ .

Dengan menggunakan aplikasi pihak ketiga, maka dapat diukur beberapa parameter dari iBeacon seperti terlihat pada *Gambar 2* yang digunakan untuk mengetahui radius dari masing – masing iBeacon terhadap *receiver*. Aplikasi yang digunakan adalah aplikasi yang diunduh dari App Store atau Play Store secara gratis maupun berbayar.

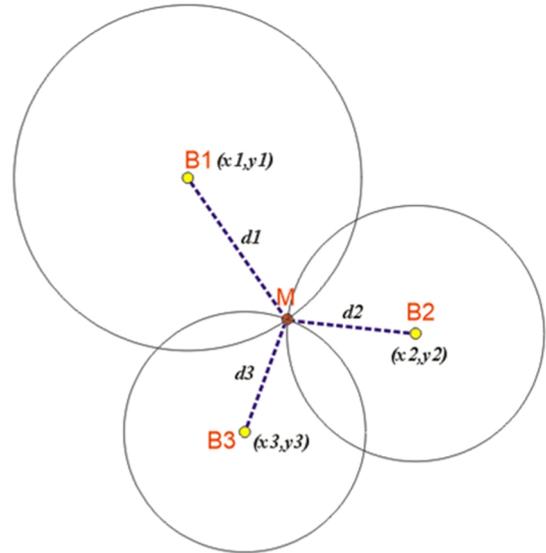


Gambar 1. Peta Lokasi Laboratorium

Parameter yang diambil melalui aplikasi ini adalah *distance* antara *smart phone* dengan *iBeacon*, seperti terlihat pada Gambar 3. Pengukuran tersebut dilakukan beberapa kali dan kemudian diambil nilai rata – ratanya



Gambar 2. Tampilan Pengukuran Parameter iBeacon



Gambar 3. Estimasi Koordinat Titik M

2. Pembahasan

Pada penelitian awal ini, aplikasi yang digunakan adalah aplikasi yang telah tersedia di *play store* untuk Android dan *app store* untuk iOS, yaitu *iBeacon Scanner*. Sampel data yang digunakan masih dalam jumlah yang sedikit. Dalam perolehan data ukur atau data uji dicatat secara manual karena dalam aplikasi tersebut belum bisa digunakan untuk *record* data pada waktu tertentu.

Setiap *iBeacon* ditentukan koordinatnya yaitu  $B_1 (x_1,y_1)$ ;  $B_2 (x_2,y_2)$  dan  $B_3 (x_3,y_3)$ . Jika jarak antara titik  $MB_1 = d_1$ ;  $MB_2 = d_2$  dan  $MB_3 = d_3$  maka koordinat titik M adalah  $(Mx,My)$ . Berdasarkan pada Gambar 3 maka dapat dicari koordinat M melalui persamaan :

Distance M(x,y) terhadap iBeacon:

$$d_{12} = \sqrt{(Mx - x_1)^2 + (My - y_1)^2} \quad (1)$$

$$d_{12} = \sqrt{(Mx - x_2)^2 + (My - y_2)^2} \quad (2)$$

$$d_{32} = \sqrt{(Mx - x_3)^2 + (My - y_3)^2} \quad (3)$$

Penjabaran dari rumus (1), (2) dan (3) adalah:

$$d_{12}^2 = Mx^2 - 2Mxx_1 + x_1^2 + My^2 - 2My y_1 + y_1^2 \quad (4)$$

$$d_{12}^2 = Mx^2 - 2Mxx_2 + x_2^2 + My^2 - 2My y_2 + y_2^2 \quad (5)$$

$$d_{32}^2 = Mx^2 - 2Mxx_3 + x_3^2 + My^2 - 2My y_3 + y_3^2 \quad (6)$$

Dengan cara substitusi persamaan (4), (5), (6) diperoleh

$$2((x_2 - x_1)Mx + (y_2 - y_1)My) = (d_1^2 - d_2^2) - (x_1^2 - x_2^2) - (y_1^2 - y_2^2) \quad (7)$$

$$2((x_3 - x_1)Mx + (y_3 - y_1)My) = (d_1^2 - d_3^2) - (x_1^2 - x_3^2) - (y_1^2 - y_3^2) \quad (8)$$

Koordinat titik Mx diperoleh dengan:

$$\left| \frac{(d_1^2 - d_2^2) - (x_1^2 - x_2^2) - (y_1^2 - y_2^2)}{2(x_2 - x_1)} - \frac{2(y_2 - y_1)}{2(y_3 - y_1)} \right| \quad (9)$$

Koordinat titik  $M_y$  diperoleh dengan:

$$\left| \frac{(d_1^2 - d_2^2) - (x_1^2 - x_2^2) - (y_1^2 - y_2^2)}{2(x_2 - x_1)} - \frac{(d_2^2 - d_3^2) - (x_2^2 - x_3^2) - (y_2^2 - y_3^2)}{2(y_3 - y_1)} \right| \quad (10)$$

Ujicoba yang pertama dilakukan adalah menentukan koordinat iBeacon, yaitu B1(0,0) B2(0,9) dan B3(6,5) kemudian yang kedua menentukan koordinat *mobile device*, yaitu M(3,6). Berdasar pada persamaan (1), (2) dan (3) maka dapat dicari nilai  $d_1$ ,  $d_2$  dan  $d_3$ . Nilai perhitungan ditunjukkan pada *Tabel 1* berikut ini:

**Tabel 1.**Perhitungan Distance Berdasar Koordinat

iBeacon	Koordinat ditentukan		Perhitungan Distance ( $d_1, d_2, d_3$ )
	X	Y	
B1	0	0	6,71
B2	0	9	4,24
B3	6	5	3,16
M (x,y)	3	6	

Selanjutnya pada percobaan kedua, melalui aplikasi yang telah diinstal pada *mobile device* diukur parameter *distance* dari 3 iBeacon tersebut. Sampel yang diambil ditunjukkan pada *Tabel 2* berikut ini:

**Tabel 2.**Pengukuran Distance dengan Aplikasi

No	Pengukuran Distance			Perhitungan Koordinat M	
	d1	d2	d3	Mx	My
1	7	4,5	4	2,6	6,1

Pada *Tabel 2* diperoleh 3 *distance* hasil pengukuran, kemudian dengan menggunakan persamaan (9) dan (10) dapat diketahui nilai koordinat titik M.

Jika dibandingkan antara hasil uji perhitungan aktual pada *Tabel 1* dengan hasil uji pengukuran pada *Tabel 2*, maka bisa diketahui persentase kesalahan masing – masing variabel yang ditunjukkan pada *Tabel 3* di bawah ini:

**Tabel 3.**Perbandingan Nilai Aktual dengan Pengukuran

Variabel	Nilai Aktual	Nilai Ukur	% Kesalahan
$d_1$	6,71	7	1,04
$d_2$	4,24	4,5	1,06
$d_3$	3,16	4	1,27
$M_x$	3	2,6	0,87

$M_y$	6	6,1	1,02
Rata - rata			1,05

Pada *Tabel 3* nilai persentasi kesalahan merupakan perbandingan Nilai Ukur dengan Nilai Aktual.

$$\% Error = \frac{\text{Nilai Ukur}}{\text{Nilai Aktual}} \times 100\% \quad (11)$$

Pada Nilai Ukur, walaupun hasil akhir koordinat yang diperoleh berdasar pada perhitungan persamaan, akan tetapi variabel dalam perhitungan tersebut yaitu ketiga *distance* merupakan hasil pengukuran.

Sedangkan nilai rata – rata kesalahan adalah jumlah persentase kesalahan dibagi dengan jumlah variabel ( $n$ ).

$$\bar{x} Error = \frac{\sum \% Error}{n} \quad (12)$$

Variabel  $n$  adalah jumlah parameter yang digunakan untuk mencari estimasi posisi termasuk koordinat titik  $M$  yang sedang dicari, sesuai dengan *Tabel 3* maka variabel yang digunakan sebanyak 5.

### 3. Kesimpulan

Persentase kesalahan yang diperoleh tergolong kecil, akan tetapi hasil awal tersebut belum bisa dijadikan kesimpulan akhir, karena sampel data yang dipakai dalam perhitungan tersebut adalah rata – rata dari sampel pengukuran kurang dari 15. Sehingga masih perlu diambil sampel data uji yang lebih banyak lagi untuk bisa mewakili valid dan tidaknya hasil uji.

Ketiga iBeacon yang digunakan terdiri dari 2 macam *brand* atau merk yang memiliki tipe dan kebutuhan sumberdaya yang berbeda. iBeacon dengan sumber daya dua buah baterai (B1 dan B2) menghasilkan tingkat kesalahan yang kecil. Sehingga dari perbedaan tipe ini masih perlu dilakukan uji coba dengan iBeacon yang mempunyai spesifikasi sama. Untuk pengembangan selanjutnya akan digunakan produk iBeacon dengan nama *Kontak iBeacon*.

Hasil pengukuran parameter – parameter pada iBeacon dipengaruhi oleh beberapa hal seperti faktor rintangan dan interferensi sinyal lain. Akan tetapi untuk parameter *distance* faktor utama yang menjadi pengaruh adalah halangan atau rintangan.

Berdasar hasil awal dari penelitian ini menunjukkan bahwa iBeacon bisa digunakan untuk keperluan *positioning* suatu objek dalam lingkungan tertutup (*indoor*).

### Daftar Pustaka

- [1] "Bluetooth Low Energy, Beacons and Retail - A VeriFone White Paper," 09:27:03 UTC.
- [2] "What is iBeacon? A Guide to iBeacons," *iBeacon.com Insider*.

- [3] S. Li, B. Liu, B. Chen, and Y. Lou, "Neural network based mobile phone localization using Bluetooth connectivity," *Neural Comput. Appl.*, vol. 23, no. 3-4, pp. 667-675, 2013.
- [4] *Proximity Marketing with iBeacon*. 2014.
- [5] G. Deak, K. Curran, and J. Condell, "A survey of active and passive indoor localisation systems," *Comput. Commun.*, vol. 35, no. 16, pp. 1939-1954, 2012.
- [6] A. Bekkelien, "Bluetooth Indoor Positioning," Thesis, University of Geneva, 2012.
- [7] K. Stone and T. Camp, "A survey of distance-based wireless sensor network localization techniques," *Int. J. Pervasive Comput. Commun.*, vol. 8, no. 2, pp. 158-183, 2012.
- [8] Yapeng Wang, Xu Yang, Yutian Zhao, Yue Liu, and L. Cuthbert, "Bluetooth positioning using RSSI and triangulation methods," presented at the Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), 2013 IEEE, 2013, pp. 837-842.
- [9] L. b Chen, L. b Pei, H. b Kuusniemi, Y. b Chen, T. b Kröger, and R. b Chen, "Bayesian fusion for indoor positioning using bluetooth fingerprints," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 70, no. 4, pp. 1735-1745, 2013.
- [10] Sheng Zhou and J. K. Pollard, "Position measurement using Bluetooth," *Consum. Electron. IEEE Trans.*, vol. 52, no. 2, pp. 555-558, May 2006.
- [11] K. Thapa and S. Case, "An indoor positioning service for bluetooth ad hoc networks," in *Midwest Instruction and Computing Symposium, MICS*, 2003.
- [12] H. Liu, H. Darabi, P. Banerjee, and J. Liu, "Survey of wireless indoor positioning techniques and systems," *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C Appl. Rev.*, vol. 37, no. 6, pp. 1067-1080, 2007.

#### **Biodata Penulis**

**Yusuf Eko Rohmadi**, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Sistem Komputer STMIK AUB Surakarta, lulus tahun 2011. Saat ini masih melanjutkan studi pada Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

**Widyawan**, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 1999. Memperoleh gelar Master of Science (M.Sc), Informatika Medis, Universitas Erasmus Belanda, lulus tahun 2003. Memperoleh gelar Doctor of Philosophy (Ph.D), Teknik Elektro, Institut Teknologi Cork Irlandia, lulus tahun 2009. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

**Warsun Najib**, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 1996. Memperoleh gelar Master of Science (M.Sc), Teknik Informasi dan Komunikasi Universitas Adger Norwegia, lulus tahun 2003. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.