

## **J103 - SENSOR CONTROL TECHNOLOGY APPLICATIONS BERBASIS BLOETOOTH LOW ENERGY (BLE) UNTUK MOBILE SYSTEM SERVICES REAL TIME**

**Taufik Nurhidayat<sup>1</sup>, Taman Ginting<sup>1</sup>, Harjono<sup>1</sup>, Yusuf Eko Rohmadi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

Jl. Haryo Panular 18A Surakarta Telp 0271 712637

<sup>2</sup> Jurusan Manajemen Informatika, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

Jl. Haryo Panular 18A Surakarta Telp 0271 712637

Email: taufikppm@gmail.com

### **Abstrak**

Saat ini telah ditemukan TrackR yang dikenal dengan ibeacon yang dapat digunakan sebagai pemandu lokasi. TrackR menggunakan teknologi Bluetooth Low Energi (BLE) untuk menghubungkan aplikasi yang berjalan di smartphone dengan perangkat yang ditempelkan pada barang. Aplikasi tersebut dapat memonitor jarak antara smartphone dengan perangkat dengan cara menganalisa level kekuatan sinyal. Data tersebut digunakan untuk mengaktifkan alarm dalam perangkat TrackR. Penentuan jarak atau posisi tersebut berdasarkan referensi objek lain atau berdasar pada konteks tertentu (*context-aware*). Data jarak dari BLE / ibeacon yang terpasang digunakan untuk memetakan pergerakan dari pengukuran jarak. Pengujian menggunakan metode deret, fingerprint dan mesin learning dengan berbagai algoritma perhitungan untuk menciptakan keakuratan dan ketelitian yang diharapkan. Variable pengujian data didasarkan jumlah ibeacon, perhitungan waktu pergerakan dan posisi objek. Pengujian dilakukan hingga dicapai hasil terbaik untuk membangun suatu sistem aplikasi yang dikembangkan berbasis android / smartphon. Pembuatan aplikasi untuk model sensing dari smart teknologi untuk diimplementasikan terhadap keberadaan objek, posisi objek secara real time. Hasil dari penelitian adalah penerapan produk ibeacon Bluetooth Low Energi (BLE) di lokasi penelitian di Politeknik Pratama Mulia. Dengan rata-rata jarak pengukuran bervariasi dari 1 meter sampai dengan 20 m dimana hasil pengukuran terhadap RSSI juga mendapatkan nilai yang berbeda antara -60 dbm sampai -100 dbm berdasarkan perhitungan didapatkan jarak rata-rata.

**Kata kunci:** *ibeacon, BLE, posisi objek, real time, terapan*

### **Pendahuluan**

Penelitian ini berpangkal pada perkembangan teknologi yang sangat pesat dan kita tidak hanya ingin menjadi *end-user* dalam pemanfaatan teknologi tersebut. Maka sistem navigasi *mobile*, pengukuran jarak, keberadaan objek, sistem navigasi, *guide mobile*, *based marketing system* sudah menjadi kebutuhan utama untuk membangun sistem teknologi yang terbaru dan meningkatkan layanan publik. Banyak metode yang telah dikembangkan untuk mengetahui jarak dan keberadaan objek. Perkembangan perangkat *mobile* saat ini tidak menutup kemungkinan bagi setiap orang bisa memilikinya. Fitur yang ditanamkan dalam perangkat tersebut cukup kompleks dengan adanya fitur lain sebagai pelengkap yang bukan merupakan fungsi utama perangkat tersebut, seperti pemutar musik, pemutar video dan lain sebagainya. Tetapi tidak semua fitur yang ditanamkan dalam sebuah *mobile device* dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh pengguna. Misalnya fitur berbasis *wireless* seperti bluetooth, kebanyakan fitur bluetooth digunakan hanya untuk keperluan transfer data antar *device* seperti *handphone* atau laptop. Sedangkan bluetooth dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang lebih dari sekedar sebagai media transfer data, contohnya adalah *positioning* atau *localization*. *Positioning* berarti menentukan posisi suatu objek berdasarkan referensi objek lain atau berdasar pada konteks tertentu (*context-aware*).

Layanan berbasis *context-aware* berarti sebuah sistem komputerisasi yang menyediakan layanan dan informasi yang relevan kepada pengguna sesuai dengan kondisi atau kebutuhan mereka [1]. *Positioning* merupakan bentuk layanan berbasis *context-aware*, salah satu contoh penerapannya yang terdapat pada perangkat *mobile* adalah GPS (*Global Positioning System*). GPS adalah sistem navigasi yang digunakan untuk mencari estimasi posisi suatu objek dalam bentuk informasi koordinat lintang dan bujur [2]. Informasi yang diambil dari layanan GPS tersebut mampu memberikan akurasi yang baik jika diterapkan pada lingkungan terbuka, sedangkan dalam lingkungan yang tertutup (*indoor*) GPS akan memberikan informasi yang tidak baik (*line of sight*) [3].

Kaitannya dengan *positioning* terdapat beberapa teknologi selain GPS sebagai pengganti saat diimplementasikan pada lingkungan tertutup yaitu Bluetooth, WLAN, RFID dan ZigBee [4]. Menurut [5], keempat teknologi tersebut, RFID tidak termasuk di dalamnya. Sedangkan WLAN termasuk dalam kategori Wi-Fi dan teknologi yang lain adalah UWB. Diantara Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee dan UWB yang mempunyai *range* atau jangkauan terluas adalah Wi-Fi.

BLE dalam istilah lain yaitu *Bluetooth Smart* adalah bluetooth yang dalam bekerjanya membutuhkan daya yang rendah [9]. Perusahaan besar Apple mengembangkan sebuah teknologi berbasis BLE dengan nama iBeacon. iBeacon adalah sebuah modul atau perangkat keras yang memancarkan sinyal informasi berupa *Tx Power* (kuat daya yang dipancarkan), RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) dan *distance* (jarak). Parameter-parameter ini akan bisa ditangkap dan dibaca oleh perangkat *mobile* yang di dalamnya tertanam bluetooth versi 4. Jika perangkat *mobile* adalah produk Apple maka iOS terinstal versi 7 ke atas, Dan jika Android maka sistem operasi (OS) terinstal minimal Jelly Bean 4,3. Fungsi utama dari iBeacon digunakan dalam layanan berbasis lokasi (*location service*). Hal tersebut hanya menjelaskan posisi relatif objek/pengguna terhadap iBeacon, yaitu posisi sangat dekat, dekat atau jauh dan tidak menjelaskan posisi secara fisik mengenai letak lintang dan bujur seperti pada GPS. Sehingga pada penelitian ini terapan teknologi bluetooth yaitu *Bluetooth Low Energy* yang telah dikemas dalam sebuah modul iBeacon akan dikembangkan sebagai penentu lokasi objek dalam ruang tertutup dan terbuka berdasarkan peta lokasi tertentu yang hasil akhirnya berupa posisi dalam bentuk koordinat.

### Positioning

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi wireless dengan jangkauan yang terbatas yaitu dengan rentang hingga 100 meter, menggunakan teknologi spektrum berlisensi 2,4 GHz [8][3]. Bluetooth berupa *chip* kecil yang di dalamnya bisa terdiri dari bermacam-macam sumber daya seperti processor. Dalam hubungannya dengan perangkat bluetooth yang lain, bentuk komunikasi yang terjadi pada perangkat bluetooth dinamakan dengan jaringan *ad-hoc* [8], yaitu suatu jaringan yang terbentuk ketika dibutuhkan, atau jaringan *ad-hoc* adalah jaringan tanpa infrastruktur.

Kaitannya bluetooth digunakan dalam penentuan posisi suatu objek, ada beberapa pendekatan yang bisa dilakukan untuk melakukan pengukuran tersebut. Metode *fingerprinth* adalah salah satu metode yang akurat dan sangat cocok digunakan sebagai metode pelacakan objek pada lingkungan tertutup (*indoor*), akan tetapi salah satu tahap pada metode *fingerprinth* mempunyai kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang lama ketika mengukur kuat sinyal [7][9]. Kekurangan lain dari metode ini adalah dibutuhkannya sebuah uji data yang telah disurvei secara mendalam dan sangat dipengaruhi oleh struktur bangunan, artinya pada setiap pengukuran dengan tempat yang berbeda akan menghasilkan keakurasian yang berbeda pula [9]. Misalnya pada jarak yang sama dengan posisi ruang/tempat yang berbeda akan menghasilkan pengukuran yang berbeda pula.

Beberapa pendekatan yang bisa digunakan dalam menentukan posisi suatu objek antara lain [7]:

#### 1) Pendekatan Geografis

##### a) RSSI (*received signal strength indicator*)

Teknik memperkirakan lokasi objek berdasar pada pengukuran redaman sinyal. Sinyal yang diterima pada antenna penerima tergantung pada jarak ukur [8].

##### b) Algoritme Trilaterasi

Dalam algoritme ini, jarak yang pertama kali diketahui antara node yang bergerak (*mobile node*) terhadap node yang tetap (*fixed node*) akan dikalkulasikan menggunakan model radio propagasi.

##### c) TDOA (*time difference of arrival*)

Teknik ini membutuhkan keakurasian waktu saat sinkronisasi. Perbedaan sinyal yang diterima dan yang dikirim akan dijumlahkan. Sistem pemosisian objek menggunakan TDOA bersifat sensitif, karena jalur sinyal antara pemancar dan penerima harus bersih dari halangan/ rintangan [6].

##### d) k-NN (*k-nearest neighbor*)

Sebuah metode untuk mengklasifikasi kasus yang mempunyai kemiripan, dengan mempelajari pola dari beberapa kasus [7].

#### 2) Radio Propagasi

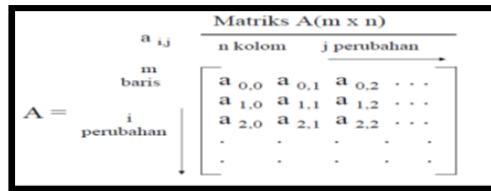
Model ini memberikan hubungan antara sinyal yang diterima dengan jarak sumber sinyal. Pada model ini akan ditunjukkan bahwa daya yang diterima akan menurun secara logaritmik terhadap jarak.

##### *Received signal strength*

*Received Signal Strength* (RSS) merupakan daya sinyal radio yang diterima oleh *receiver* yang dikirim oleh *transmitter*. Pada umumnya, RSS akan berkurang sebanding dengan jarak antara *receiver* dan *transmitter* [5]. Jika hubungan antara jarak *receiver-transmitter* dan kekuatan sinyal diketahui, baik secara empiris maupun analitis, maka jarak antara dua perangkat dapat diketahui. Menurut referensi [3], secara garis besar, lokalisasi berbasis RSS terdiri dari dua fase yaitu : *Training phase*, di mana peta nirkabel lingkungan ditentukan menggunakan pengukuran. *Positioning phase*, di mana estimasi posisi ditentukan berdasarkan peta *nirkabel*. Lokalisasi dalam ruangan berbasis RSS sangat bergantung pada *training phase*, di mana tingkat kepresisian pengukuran pada *training phase* akan sangat mempengaruhi kepresisian hasil dari estimasi lokasi.

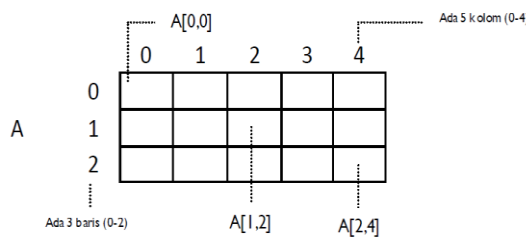
*Array Multi dimensi (Matriks)*

*Array Multi* dimensi sering kali digambarkan/dianalogikan sebagai sebuah matriks. Jika *array* berdimensi satu hanya terdiri dari 1 baris dan banyak kolom, *array* berdimensi dua terdiri dari banyak baris dan banyak kolom yang bertipe sama. Gambar 1 menunjukkan contoh dari struktur matriks (*Array Multi* dimensi)



Gambar 1. Struktur matriks (*Array Multi* dimensi)

Matriks adalah susunan bilangan dalam suatu persegi panjang yang diatur berdasarkan baris dan kolom. Ordo atau ukuran dari suatu matriks adalah banyak baris dan kolom dari suatu matriks. Ordo memiliki 2 susunan yaitu susunan horizontal disebut dengan baris dan susunan vertikal disebut dengan kolom. Matriks merupakan jenis *array* 2 dimensi yaitu *array* yang memiliki dua atau lebih kolom dengan banyak baris, atau dua atau lebih baris dengan banyak kolom. Untuk lebih jelasnya maka gambar 2 menggambarkan mengenai ilustrasi dari jenis *array* 2 dimensi.



Gambar 2. Representasi dari *Array* 2 Dimensi

Gambar di atas merepresentasikan *array* yang terdiri dari 3 baris dan 5 kolom, dan jumlah elemennya = 3 x 5 = 15 elemen. Karena terdiri dari baris (*row*) dan kolom (*column*), maka *array* dua dimensi sering juga disebut matriks

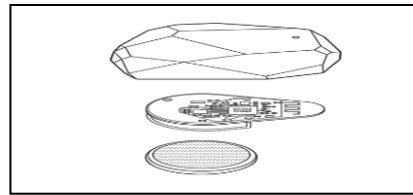
**Bahan dan Metode Penelitian**

Penelitian dilakukan untuk menentukan lokasi objek pengguna bluetooth di dalam gedung, dengan metode *fingerprint* dengan klasifikasi dari algoritma *naïve bayes*. Penelitian dimulai dari perancangan peta lokasi penelitian yaitu gedung POLITAMA dan menentukan titik koordinat x, y dari lokasi yang diteliti. Pada bagian ini akan dijelaskan metode penelitian yang terkait dengan kajian-kajian yang dilakukan di dalam penelitian ini. Namun yang diperlukan untuk mendapatkan dan membaca nilai RSSI, adalah bluetooth yang tersedia. Oleh karena itu sistem dapat diimplementasikan dalam perangkat *off-the-shelf*. Selanjutnya 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 [7].

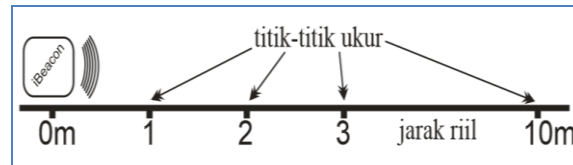
Propagasi sinyal di dalam gedung bukan merupakan hal yang mudah, karena dipengaruhi faktor *multipath*, kurangnya *Line-of-Sight* (LOS) kondisi lingkungan, pergerakan objek dan pengaruh bidang pantul didalam gedung [8]. Kelemahan utama dari metode berbasis propagasi adalah harus selalu memperhitungkan setiap kondisi yang mempengaruhi propagasi sinyal untuk mendapatkan lokalisasi yang akurat. Teori yang melandasi teknik estimasi lokasi suatu objek dalam gedung berbasis bluetooth yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi teori-teori IEEE 802.11, RSSI, *fingerprinting* dan *Naïve Baye*.

Langkah pertama adalah mencari karakteristik dari iBeacon estimote. Dengan cara seperti ini maka akan diketahui *range* terbaik maksimal yang bisa dijangkau oleh iBeacon, dan selanjutnya digunakan sebagai acuan karakteristik dari iBeacon tersebut.

Karakteristik dari bluetooth estimate iBeacon adalah komputer kecil. CPU ARM® Cortex 32-bit disertai dengan *accelerometer*, sensor suhu, dan yang paling penting adalah radio 2,4 GHz menggunakan Bluetooth 4.0 Smart, yang juga dikenal dengan BLE atau Bluetooth low energy.



Gambar .3. Gambar rancangan alat



Gambar 4. Model pengukuran Karakteristik iBeacon

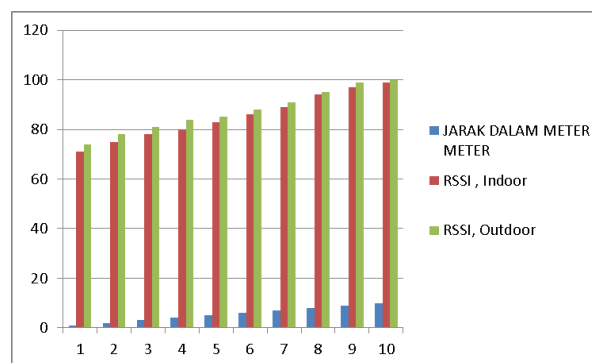
**Hasil dan Pembahasan**

**Tahap kalibrasi untuk pengujian alat**

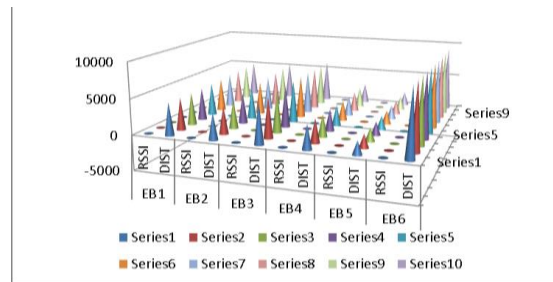
Sebelum dikakukan pengambilan data di tempat penerapan alat maka perlu dilakuka kalibrasi terhadap penentuan nama dan lokasi dari setiap komponen estimote pengukuran RSSI / kekuatan sinyal pada ibeacon. Hasil yang diperoleh juga tergantung pada lokasi yang digunakan. Dalam penentuan lokasi pengukuran didalam ruangan dan diluar ruangan memiliki kekuatan signal / RSSI yang berbeda, metode pengukuran kekuatan sinyal seperti pada gambar 5 dibawah.

Tabel 1. Data RSSI *indoor* dan *outdoor*

NO	JARAK DALAM METER METER	RSSI , INDOOR	RSSI , OUTDOOR
1	1	-71	-74
2	2	-75	-78
3	3	-78	81
4	4	-80	-84
5	5	-83	-85
6	6	-86	-88
7	7	-89	-91
8	8	-94	-95
9	9	-97	-99
10	10	-99	-100



Gambar 5. Selisih kekuatan sinyal *indoor* dan *outdoor* (m)



Gambar 6. Rata-rata jarak menggunakan 6 Ibeacon

### Hasil Pengujian

Dari hasil jarak kesalahan yang diperoleh dari setiap titik target yang terlewati pada saat pengujian perbandingan antara metode indoor dan outdoor dari grafik terlihat perbedaan. Untuk nilai terdapat banyak titik koordinat (x,y) yang besar diprediksikan berada pada koordinat (x,y) yang kecil sehingga jarak kesalahan menjadi besar. Kekuatan sinyal yang diterima *mobile station* (MS) dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantaranya yaitu dipengaruhi oleh besarnya frekuensi yang bekerja, redaman lintasan dari material bahan yang digunakan, pemilihan antenna *indoor* beserta distribusi penempatannya, serta mobilitas user. Besarnya level sinyal yang diterima *mobile station* dipengaruhi oleh nilai frekuensi yang bekerja; makin tinggi frekuensi, makin tinggi RxLevelnya. Distribusi antenna *indoor (repeater)* memberikan pengaruh terhadap kekuatan sinyal; makin jauh jarak *transmitter* dengan *receiver*-nya, maka makin menurun level sinyalnya. Level sinyal juga mengalami pelemahan karena lintasan propagasinya bersifat *Non-Line of Sight* (NLOS) dan didominasi oleh peristiwa refleksi dan difraksi.

### Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengambilan data terhadap nilai RSSI rata-rata untuk setiap lokasi penelitian mengalami perubahan setiap waktunya nilai RSSI terukur dalam jarak 1 meter adalah  $-75$  dbm sampai dengan  $-78$  dbm. Dalam penentuan penempatan ibeacon didapatkan nilai RSSI yang mengalami perubahan kekuatan sinyal permeternya antara 1 - 3 dbm. Serta rata-rata kesalahan antara jarak objek dengan pengambilan data adalah 1,04 m sampai 1.16 meter.

### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung dan didanai sepenuhnya oleh DRPM RISTEKDIKTI dalam skema Penelitian Terapan untuk tahun 2017. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada DRPM RISTEKDIKTI.

### Daftar Pustaka

- H. Chen, T. Finin, and A. Joshi, (2003), "An ontology for context-aware pervasive computing environments," *Knowl. Eng. Rev.*, vol. 18, no. 03, pp. 197–207.
- Sheng-Cheng Yeh, Wu-Hsiao Hsu, Ming-Yang Su, Ching-Hui Chen, and Ko-Hung Liu, (2009), "A study on outdoor positioning technology using GPS and WiFi networks," presented at the *Networking, Sensing and Control*, ICNSC '09. International Conference on, pp. 597–601.
- G. Deak, K. Curran, and J. Condell, (2012), "A survey of active and passive indoor localisation systems," *Comput. Commun.*, vol. 35, no. 16, pp. 1939–1954.
- M. Rodríguez-Damián, X. A. Vila Sobrino, and L. Rodríguez-Liñares, (2013), "Indoor Tracking Persons Using Bluetooth: A Real Experiment with Different Fingerprinting-Based Algorithms", vol. 219. Salamanca.
- Jin-Shyan Lee, Yu-Wei Su, and Chung-Chou Shen, (2007), "A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi," presented at the *Industrial Electronics Society*, IECON 2007. 33rd Annual Conference of the IEEE, pp. 46–51.
- F. Subhan and H. B. Hasbullah, (2010), "Minimizing discovery time in bluetooth networks using localization techniques," presented at the *Information Technology (ITSim), International Symposium* vol. 2, pp. 648–653.

- S. . Li, B. . Liu, B. . Chen, and Y. . Lou, (2013), "Neural network based mobile phone localization using Bluetooth connectivity," *Neural Comput. Appl.*, vol. 23, no. 3–4, pp. 667–675.
- Jia Liu, Canfeng Chen, Yan Ma, and Ying Xu, (2013), "Energy Analysis of Device Discovery for Bluetooth Low Energy," presented at the *Vehicular Technology Conference (VTC Fall)*, IEEE 78th, pp. 1–5.
- R. Bruno and F. Delmastro, (2003), "*Design and analysis of a Bluetooth-based indoor localization system*", vol. 2775.