



Rancang Bangun Sistem Pencarian Posisi Kendaraan di Area Parkir Menggunakan Teknologi Bluetooth

Fahrudin Mukti Wibowo¹, Fikra Titan Syifa²

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

²Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

¹fahrudin@ittelkom-pwt.ac.id, ²fikra@ittelkom-pwt.ac.id

Abstract

Large parking area and no sign, will make it difficult for vehicle owners to remember and find the location of the parked. Therefore, a guide system becomes one of the important things in a large parking area. The technology that can be utilized in navigation systems is bluetooth technology, which has now called BLE (Bluetooth Low Energy) with a signal reach of 100 meters, data transfer speeds 1 Mbps and low power consumption. The information from a BLE module is the value of RSSI (Received Signal Strength Indicator) which shows the signal strength received. The guide system installed on a smartphone as a receiver and BLE module as a transmitter on the vehicle. The mobile application will convert the RSSI into the distance between smartphone and vehicle, and will be displayed a guide to the vehicle. Based on the trials that have been carried out obtained an average distance error of 0.92 meters, this is due to the ups and downs of the RSSI value received. When the RSSI value received is small, it raises of accuracy. So the distance between BLE and receiver will affect the RSSI value received and affect the position accuracy of the application.

Keywords: Bluetooth Low Energy, parking, receiver, RSSI, transmitter

Abstrak

Area parkir yang cukup luas dan tidak terdapat tanda petunjuk, akan membuat kesulitan bagi pemilik kendaraan untuk mengingat dan mencari kembali letak kendaraan yang telah diparkir. Oleh karena itu suatu sistem pemandu atau navigasi menjadi salah satu hal yang cukup penting di area parkir yang luas. Teknologi yang dapat dimanfaatkan pada sistem navigasi adalah teknologi *bluetooth*, yang saat ini telah mencapai generasi 4 atau disebut BLE (*Bluetooth Low Energy*) dengan jangkauan sinyal mencapai 100 meter, kecepatan data transfer mencapai 1 M bit/s dan konsumsi daya yang rendah. Salah satunya daya dari baterai perangkat *mobile*, sehingga kini BLE telah banyak tertanam pada perangkat *mobile*. Informasi yang dapat diperoleh dari suatu modul BLE adalah nilai RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) yang menunjukkan kekuatan sinyal yang diterima oleh *receiver*. Sistem navigasi atau pemandu yang dibangun berupa aplikasi *mobile* yang di-*install* pada *smartphone* yang berfungsi sebagai *receiver*. Selanjutnya menempatkan suatu modul BLE sebagai *transmitter* pada kendaraan. Aplikasi *mobile* tersebut akan mengkonversi nilai RSSI menjadi nilai jarak antara posisi *smartphone* terhadap posisi suatu kendaraan, dan akan ditampilkan berupa pemandu menuju ke titik kendaraan tersebut. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan diperoleh rata-rata kesalahan jarak sebesar 0,92 meter, hal tersebut disebabkan naik turunnya nilai RSSI yang diterima oleh *smartphone*. Ketika nilai RSSI yang diterima kecil, maka menimbulkan nilai akurasi yang kurang tepat. Sebaliknya jika nilai RSSI yang diterima besar maka nilai akurasi mendekati posisi sebenarnya. Sehingga jarak antara BLE dengan *receiver* akan mempengaruhi nilai RSSI yang diterima dan mempengaruhi akurasi posisi yang dihasilkan oleh aplikasi.

Kata kunci: Bluetooth Low Energy, parkir, receiver, RSSI, transmitter

© 2020 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah kendaraan di Indonesia terus meningkat, seiring dengan harga kendaraan yang semakin terjangkau oleh masyarakat. Semakin

bertambahnya jumlah kendaraan akan mengakibatkan meningkatnya kebutuhan sarana area parkir kendaraan yang semakin luas, sehingga dibangunlah titik-titik parkir. Beberapa tempat seperti pusat-pusat perbelanjaan, sekolahan, bandara, dan sebagainya telah

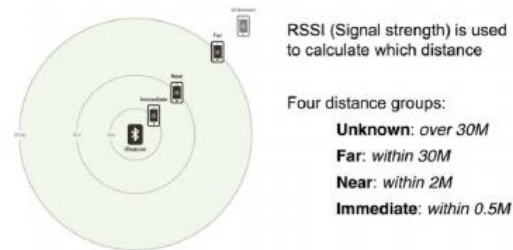
menyediakan area parkir kendaraan dengan cara membangun gedung bertingkat atau dengan menyediakan lahan parkir yang luas. Namun, pada suatu area parkir yang cukup luas tersebut terkadang akan membuat kesulitan bagi pemilik kendaraan untuk mengingat dan mencari kembali letak kendaraan yang telah diparkir. Selain itu, terkadang posisi kendaraan bermotor (khususnya sepeda motor) dipindah-pindah oleh petugas parkir, karena menyesuaikan kondisi kapasitas lahan parkir. Oleh karena itu, suatu sistem pemandu atau navigasi menjadi salah satu hal yang cukup penting di dalam area parkir yang luas.

Teknologi pada sistem navigasi atau pemandu arah suatu posisi yang umum digunakan adalah dengan memanfaatkan teknologi GPS (*Global Positioning System*) yang dapat memberikan informasi melalui visualisasi posisi pada peta digital [1]. Pemanfaatan teknologi GPS telah banyak diterapkan pada perangkat *mobile* atau *smartphone* dengan menanamkan sensor GPS. Namun, untuk dapat mengakses data GPS maka perangkat *mobile* tersebut harus terhubung dengan internet. Hal tersebut tentunya bagi sebagian pengguna cukup memberatkan dikarenakan harga paket data internet yang masih cukup mahal di Indonesia. Sehingga diperlukan teknologi selain GPS yang dapat dimanfaatkan untuk sistem navigasi tanpa harus menggunakan akses internet.

Salah satu teknologi tidak berbayar yang dapat dimanfaatkan pada sistem navigasi adalah teknologi *bluetooth*, yang merupakan teknologi dengan kebutuhan infrastruktur dan biaya yang relatif rendah dalam implementasinya[2]. Selain teknologi *bluetooth* dapat digunakan RFID (*Radio Frequency Identification*) tetapi teknologi tersebut tidak mudah diintegrasikan dengan sistem lain dan jangkauan sinyal yang lebih pendek dibandingkan dengan teknologi *bluetooth*[3]. Perkembangan teknologi *bluetooth* telah mencapai generasi 4.0 atau disebut BLE (*Bluetooth Low Energy*)[4]. Perbedaan dengan generasi *bluetooth* sebelumnya atau *bluetooth* klasik antara lain dari segi jangkauan sinyalnya yang dapat mencapai radius 100 meter, kecepatan data transfer mencapai 1 M bit/s dan konsumsi daya yang rendah[5].

BLE dipasarkan dalam dua kemasan, yaitu berupa modul BLE dan BLE yang tertanam dalam perangkat *mobile*. BLE yang dikemas dalam suatu modul BLE dapat mengirimkan informasi kepada BLE yang tertanam dalam suatu perangkat *mobile* atau *smartphone*. Untuk dapat saling berkomunikasi salah satu syaratnya adalah pada *Operating System* (OS) yang digunakan pada perangkat *mobile* tersebut, jika perangkat *mobile* diproduksi oleh perusahaan Apple maka OS minimal yang digunakan adalah iOS versi 7. Sedangkan jika perangkat *mobile* berbasis *Android* maka OS minimal yang digunakan adalah *Android* versi 4.3. Sistem kerja BLE adalah dengan sistem *broadcast* atau memberikan informasi ke perangkat

yang berada di area jangkauan BLE tersebut. Berdasarkan kemampuan *broadcast* suatu BLE memiliki beberapa pembagian wilayah berdasarkan jangkauannya, yaitu *immediate* (antara BLE dengan *receiver* memiliki jarak 0,5 meter), *near* (antara BLE dengan *receiver* memiliki jarak 1-2 meter), *far* (antara BLE dengan *receiver* memiliki jarak 30 meter) dan *unknown* (jarak lebih dari 30 meter) seperti ditunjukkan pada Gambar 1[6].



Gambar 1. Wilayah Jangkauan pada Beacon[6]

BLE mempunyai beberapa informasi yang dapat diketahui melalui *receiver* (Tabel 1), antara lain UUID (*Universally Unique Identifier*) yang dimiliki oleh beberapa BLE dengan *brand* yang sama akan memberikan nilai yang sama. Agar dapat dibedakan antar BLE yaitu dengan memberi keterangan pada nilai *Major* dan *Minor*. Informasi-informasi tersebut dapat digunakan untuk membuat beberapa kombinasi isi layanan yang akan diberikan dalam sebuah BLE. Sehingga ketika terdapat lebih dari satu BLE dengan jenis yang sama, maka BLE tersebut akan mempunyai UUID yang sama, sedangkan yang membedakan adalah nilai dari *major* dan *minor*.

Tabel 1. Informasi dalam BLE [6]

Nama	Ukuran	Keterangan
UUID	16 bytes	<i>Universally Unique Identifier</i> , identitas yang menunjukkan <i>hardware</i> beacon
Major	2 bytes	Menunjukkan spesifikasi dari <i>iBeacon</i>
Minor	2 bytes	Keterangan dari spesifikasi <i>iBeacon</i> atau keterangan dari <i>Major</i>

Penggunaan teknologi BLE sebagai media komunikasi (*inter vehicular communications*) telah dilakukan, dengan hasil jarak maksimal jangkauan adalah 100 meter pada kondisi *traffic* yang tidak terlalu padat dan 50 meter untuk kondisi *traffic* yang padat [7]. Pada penelitian lainnya tentang BLE yaitu pada sistem IoT (*Internet of Things*), *receiver* harus menemukan perangkat BLE di sekitarnya dalam waktu singkat. Namun, ketika jumlah perangkat BLE meningkat maka kepadatan sinyal meningkat, dan masalah *collision* menjadi lebih serius. Hasil simulasi penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat *AdvInterval* optimal untuk sejumlah perangkat BLE yang diberikan yaitu 120 ms untuk 50 buah BLE [8].

Teknologi BLE dapat bekerja dengan menggunakan daya dari baterai suatu perangkat *mobile*, sehingga teknologi BLE telah banyak tertanam pada perangkat

mobile. Salah satu informasi yang dapat diperoleh dari suatu modul BLE adalah nilai RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), yaitu suatu nilai yang menunjukkan kuat daya sinyal (*Rx power*) yang diterima oleh suatu *receiver* dan dinyatakan dalam satuan dB (*desibel*). Nilai RSSI dapat dikonversi dengan menggunakan model radio propagasi untuk mencari jarak atau *distance* (*d*) antara *transmitter* (*Tx*) dengan *receiver* (*Rx*)[9]. Formula untuk mencari nilai RSSI ditunjukkan pada persamaan (1)[10].

$$\text{RSSI} = - (10n \log_{10} d + A) \quad (1)$$

dengan *n* adalah konstanta propagasi (*Path Loss*) = 2, *d* adalah jarak *receiver* dengan *transmitter*, dan *A* adalah *energy absolute* yang dinyatakan dalam dBm untuk jarak 1 m dari *transmitter*.

Nilai *d* (*distance*) dapat diperoleh dengan memodifikasi persamaan (1). Semakin besar nilai RSSI yang diterima suatu *receiver*, maka akan semakin akurat nilai *d* yang diperoleh. Maka pada penelitian ini melakukan perancangan sistem navigasi atau pemandu arah menggunakan model RSSI, yaitu dengan menempatkan suatu modul BLE sebagai *transmitter* pada kendaraan dan suatu aplikasi yang ter-*install* pada suatu perangkat *mobile* sebagai *receiver*. Aplikasi tersebut akan mengkonversi RSSI menjadi jarak, dan akan ditampilkan berupa pemandu menuju ke titik kendaraan yang dituju pada layar.

Penelitian memanfaatkan nilai RSSI untuk penentuan posisi objek di dalam ruangan telah dilakukan [11], yaitu dengan menggunakan metode trilaterasi untuk menghitung nilai estimasi suatu posisi perangkat *mobile* berdasarkan nilai *distance* hasil konversi dari nilai RSSI dari empat buah *bluetooth* yang telah ditempatkan pada posisi tertentu di suatu ruangan. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data menggunakan *smartphone* yang telah ter-*install* aplikasi pembaca sinyal *bluetooth* pada beberapa titik atau koordinat di suatu ruangan. Masing-masing nilai *distance* yang diperoleh dari setiap *bluetooth* pada suatu titik, kemudian dengan persamaan trilaterasi akan diperoleh nilai estimasi posisi titik tersebut. Hasil rata-rata kesalahan nilai akurasi posisi yang diperoleh adalah sebesar 1,8 m dan rata-rata *update* datanya adalah setiap 0,5 detik.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

BLE yang digunakan pada penelitian ini adalah BLE yang diproduksi oleh Cubeacon yang akan digunakan sebagai *transmitter*, seperti ditunjukkan pada gambar 2. Secara teori Cubeacon mampu menjangkau radius sampai antara 80-100 meter pada kondisi *open space*, dan daya baterai dapat bertahan sampai dengan dua tahun. Sedangkan sebagai alat *receiver* pada penelitian ini adalah menggunakan *smartphone* seri Redmi 7 yang telah tertanam teknologi *bluetooth* 4.2 dan memiliki

sistem operasi Android 9.0 Pie. Pada *smartphone* tersebut akan di-*install* aplikasi sistem navigasi yang dibangun.



Gambar 2. Modul BLE Cubeacon

Bahan penelitian ini adalah data yang diambil di lokasi penelitian, yaitu pada area parkir di lingkungan kampus Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki area parkir yang cukup luas, namun belum memiliki penanda parkir, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Hal tersebut menyebabkan mahasiswa, dosen dan karyawan mengalami kesulitan ketika akan mencari kembali posisi kendaraan di area parkir, karena harus mengingat posisi kendaraan saat awal diparkir.



Gambar 3. Area parkir IT Telkom Purwokerto

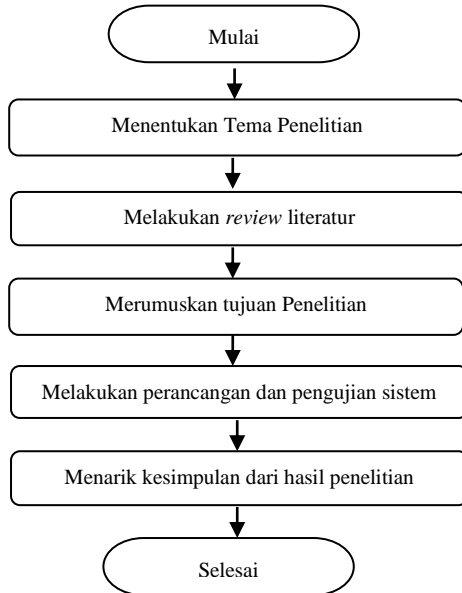
2.2. Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 4. Langkah pertama adalah menentukan tema penelitian yaitu tentang pencarian posisi suatu kendaraan pada suatu lokasi parkir yang cukup luas. Selanjutnya adalah melakukan *review* beberapa literatur yang terkait tentang sistem navigasi, berupa buku dan jurnal penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. *Review* literatur yang dilakukan adalah mengenai teknologi dan metode yang digunakan dalam pencarian posisi suatu objek, sehingga dapat menemukan kebaruan yang hendak dicapai dalam penelitian yang akan dilakukan. Berdasarkan *review* literatur, salah satu teknologi yang dapat diangkat menjadi tema penelitian adalah teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE). Sedangkan metode perhitungan yang digunakan adalah menggunakan konversi nilai RSSI. Selanjutnya membuat rancang bangun sistem navigasi dan melakukan pengujian sistem untuk diketahui tingkat akurasi.

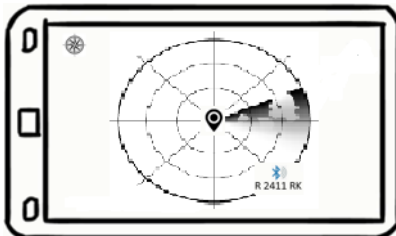
2.3. Perancangan Sistem Navigasi

Pada tahap ini peneliti merancang suatu sistem navigasi berbasis android. Perancangan disesuaikan dengan tujuan penelitian agar dapat mengatasi masalah yang terjadi. Sistem navigasi dirancang memiliki dua buah

tampilan, tampilan pertama untuk menampilkan informasi *bluetooth* yang terdeteksi oleh aplikasi, yang salah satu informasi yang ditampilkan adalah jarak antara posisi *smartphone* dengan *bluetooth*. Tampilan kedua akan menampilkan visualisasi posisi *bluetooth* dalam bentuk radar, untuk memberikan gambaran posisi kendaraan ada di sebelah bagian mana dari posisi *user*. Desain rancangan sistem navigasi ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Diagram alur jalannya penelitian



Gambar 5. Desain Tampilan

2.4. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian sistem dilakukan dengan meng-*install* sistem navigasi yang telah dibuat pada suatu *smartphone*. Pengujian pertama dilakukan pada kondisi antara BLE dengan *smartphone* tanpa adanya penghalang pada beberapa jarak tertentu. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui performa aplikasi yang dibangun yaitu dengan membandingkan informasi jarak yang ditampilkan pada aplikasi dengan jarak sesungguhnya di lapangan. Pengujian selanjutnya adalah dengan uji coba di lokasi parkir IT Telkom Purwokerto yaitu untuk memandu mencari posisi suatu titik kendaraan yang telah diberi BLE. Pengujian dilakukan pada titik-titik tertentu yang telah diatur jarak antara BLE dengan *smartphone*. Hasilnya dicatat untuk selanjutnya data hasil pengukuran pada aplikasi akan dievaluasi untuk mengetahui tingkat akurasi dari aplikasi yang dibangun.

Tingkat akurasi dihitung berdasarkan rata-rata *error* atau selisih jarak antara informasi yang ditampilkan pada aplikasi dengan jarak sesungguhnya di lapangan, yang diperoleh dari beberapa titik percobaan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemetaan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di area parkir IT Telkom Purwokerto yang dalam suatu area lokasi yang sama, sebagian ada yang sudah menggunakan atap dan sebagian belum memiliki atap. Area parkir tersebut memiliki ukuran kurang lebih 170 x 17,5 meter, dengan kapasitas kurang lebih 1.500 sepeda motor. Pada lokasi parkir yang cukup luas tersebut tidak terdapat simbol atau penanda sebagai alat bantu posisi parkir suatu kendaraan. Area parkir diatur oleh dua orang yang bertugas untuk menata kendaraan bermotor agar rapi. Posisi kendaraan biasanya akan diatur agar tidak mengganggu jalur yang digunakan sebagai jalan masuk dan keluar, sehingga kemungkinan posisi kendaraan akan berpindah dari tempat awal diparkir sangat mungkin terjadi. Hal tersebut yang akan menyebabkan pemilik kendaraan akan cukup kesulitan ketika akan mencari kembali kendaraan yang telah diparkir.

3.2. Pengujian Sistem Navigasi

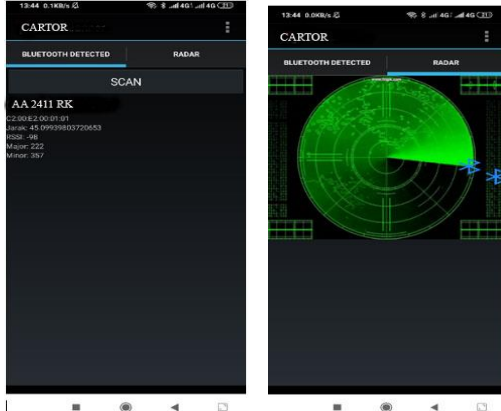
Sistem navigasi yang dibangun pada penelitian ini suatu aplikasi *mobile* dengan menggunakan program Android Studio. Aplikasi dibangun untuk dapat mengenali suatu modul BLE dengan cara menerima sinyal RSSI yang dipancarkan. Kemudian aplikasi akan menampilkan informasi berdasarkan pengolahan nilai RSSI yang diterima dalam bentuk visualisasi seperti radar pada layar *smartphone*. Aplikasi akan memandu *user* menuju ke posisi suatu BLE berada. Tampilan sistem navigasi yang dibangun seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

Pada sistem navigasi yang dibangun memiliki 2 (dua) tampilan, bagian pertama akan menampilkan BLE yang aktif yaitu BLE yang sinyalnya terdeteksi oleh aplikasi. Informasi yang ditampilkan adalah nama BLE dan jarak dengan BLE dengan *receiver*. Hal tersebut dikarenakan pancaran sinyal BLE yang bersifat *broadcast*, sehingga ketika ada beberapa BLE yang aktif maka akan tampil seluruhnya pada layar. Bagian kedua akan menampilkan berupa radar, yang akan mendeteksi posisi BLE yang dapat digunakan sebagai panduan untuk menuju posisi BLE tersebut berada.

3.3. Pengambilan Data

Sebelum dilakukan pengambilan data di lokasi penelitian, terlebih dahulu dilakukan uji kalibrasi. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi informasi jarak yang dihasilkan. Pengujian kalibrasi dilakukan adalah pada kondisi tidak ada penghalang antara BLE dengan *receiver*, yaitu dengan cara menempatkan BLE dan *smartphone* di lantai dengan

kondisi tanpa penghalang antara keduanya (Gambar 7.a). Sedangkan pengambilan data di lokasi penelitian adalah pada kondisi BLE diletakkan pada kendaraan (sepeda motor) kemudian dilakukan pengukuran pada *smartphone* pada posisi tertentu, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.b.



Gambar 6. Tampilan aplikasi sistem navigasi



(a) (b)
 Gambar 7. Pengujian Kalibrasi dan Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pada sepuluh titik dengan jarak tertentu yang berbeda-beda, pada setiap titik pengujian dilakukan sebanyak lima kali pengujian. Nilai jarak yang muncul pada lima kali pengujian tersebut kemudian diambil nilai rata-rata jarak yang diperoleh, yang dijadikan sebagai nilai akhir pengukuran pada titik tersebut. Hasil pengukuran untuk kalibrasi ditampilkan pada Tabel 2 dan hasil pengukuran di lokasi parkir ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kalibrasi

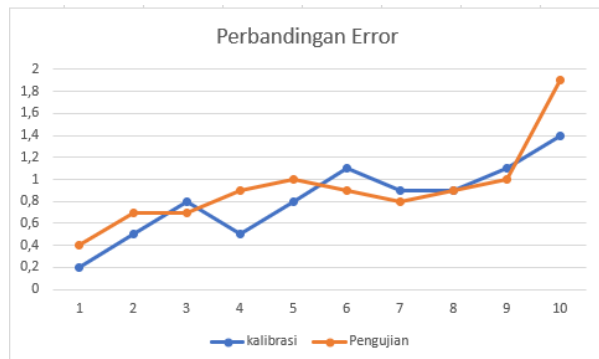
Pengujian ke-	Jarak sebenarnya (m)	Jarak pada aplikasi (m)	Error (m)
1	1	1,2	0,2
2	2	2,5	0,5
3	3	3,8	0,8
4	4	4,5	0,5
5	5	5,8	0,8
6	6	7,1	1,1
7	7	7,9	0,9
8	8	8,9	0,9
9	9	10,1	1,1
10	10	11,4	1,4
Rata-rata error			0,8

Berdasarkan hasil pengujian kalibrasi dapat diketahui tingkat *error* (selisih jarak antara tampilan aplikasi dengan jarak sesungguhnya) rata-rata aplikasi adalah sebesar 0,8 meter. Jika diambil posisi *error* terbesar adalah pada pengujian ke-10, yaitu pada jarak sesungguhnya 10 meter namun terbaca pada aplikasi 11,4 meter.

Tabel 3. Hasil Pengukuran di Lokasi Penelitian

Pengujian	Jarak sebenarnya	Jarak pada aplikasi	Error
1	1	1,4	0,4
2	2	2,7	0,7
3	3	3,7	0,7
4	4	4,9	0,9
5	5	6	1
6	6	6,9	0,9
7	7	7,8	0,8
8	8	8,9	0,9
9	9	10	1
10	10	11,9	1,9
Rata-rata error			0,92

Berdasarkan hasil pengukuran di lokasi penelitian dapat diketahui tingkat *error* rata-rata aplikasi adalah sebesar 0,92 meter. Jika diambil posisi *error* terbesar adalah pada pengujian ke-10, yaitu pada jarak sesungguhnya adalah 10 meter namun terbaca pada aplikasi 11,9 meter. Perbandingan nilai *error* antara pengujian kalibrasi dan pengujian di lokasi penelitian ditunjukkan pada Grafik 1. Pada grafik terlihat nilai *error* yang naik turun yang disebabkan nilai RSSI yang berubah-ubah yang diterima pada aplikasi.



Grafik 1. Perbandingan *Error*

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dibangun sistem navigasi pada area parkir untuk mencari posisi kendaraan. Pengujian sistem meliputi pengambilan data untuk kalibrasi yaitu ketika antara BLE dengan dengan *receiver* tidak terdapat penghalang, diperoleh hasil rata-rata *error* sebesar 0,8 meter. Sedangkan pada pengambilan data di lokasi penelitian diperoleh nilai rata-rata *error* sebesar 0,92 meter. Nilai *error* diperoleh dikarenakan naik turunnya nilai RSSI yang diterima oleh *receiver*. Ketika nilai RSSI yang diterima oleh *receiver* kecil, maka menimbulkan nilai akurasi yang kurang tepat, dan sebaliknya jika nilai RSSI yang diterima besar maka

nilai akurasi juga mendekati posisi sebenarnya. Sehingga jarak antara BLE dengan *receiver* akan mempengaruhi nilai RSSI yang diterima dan mempengaruhi akurasi posisi yang dihasilkan oleh aplikasi. Sistem navigasi yang dibangun dapat dijadikan alternatif alat bantu pencarian posisi kendaraan di area parkir, dengan biaya yang dibutuhkan sekitar Rp 300.000,- untuk menggunakan BLE dengan kualitas bagus.

Daftar Rujukan

- [1] R. Xu, W. Chen, Y. Xu, and S. Ji, "A New Indoor Positioning System Architecture Using GPS Signals," *Sensors*, vol. 15, no. 5, pp. 10074–10087, 2015.
- [2] M. Zaafir Barahim, M. Razvi Doomun, and N. Joomun, "Low-Cost Bluetooth Mobile Positioning for Location-based Application," 2007 3rd IEEE/IFIP Int. Conf. Cent. Asia Internet, pp. 1–4, 2007.
- [3] M. A. Al-Ammar, S. Alhadhrami, A. Al-Salman, A. Alarifi, H. S. Al-Khalifa, A. Alnafessah, and M. Alsaleh, "Comparative Survey of Indoor Positioning Technologies, Techniques, and Algorithms," in 2014 International Conference on Cyberworlds (CW), 2014, pp. 245–252.
- [4] R. Faragher and R. Harle, "Location fingerprinting with bluetooth low energy beacons," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 33, no. 11, pp. 2418–2428, 2015.
- [5] A. S. Indrayana, R. Primananda, and K. Amron, "Rancang Bangun Sistem Komunikasi Bluetooth Low Energy (BLE) Pada Sistem Pengamatan Tekanan Darah," vol. 2, no. 8, pp. 2462–2472, 2018.
- [6] M. Köhne and J. Sieck, "Location-based Services with iBeacon Technology," pp. 315–321, 2014.
- [7] W. Bronzi, R. Frank, G. Castignani, and T. Engel, "Bluetooth Low Energy for Inter-Vehicular Communications," pp. 215–221, 2014.
- [8] G. Shan, S. Im, and B. Roh, "Optimal AdvInterval for BLE Scanning in Different Number of BLE Devices Environment," pp. 0–1, 2016.
- [9] Y. Wang, X. Yang, Y. Zhao, Y. Liu, and L. Cuthbert, "Bluetooth positioning using RSSI and triangulation methods," 2013 IEEE 10th Consum. Commun. Netw. Conf. CCNC 2013, pp. 837–842, 2013.
- [10] T. I. Chowdhury, M. M. Rahman, S. Parvez, A. K. M. M. Alam, A. Basher, and A. Alam, "A Multi-step Approach for RSSI-Based Distance Estimation Using Smartphones," pp. 1–5, 2015.
- [11] S. G. Ndzukula, T. D. Ramotsela, B. J. Silva, and G. P. Hancke, "A Bluetooth Low Energy based system for personnel tracking," pp. 8435–8440, 2017.