

ANALISIS PERFORMA BLUETOOTH PADA SISTEM DEVICE REMINDER BERDASARKAN PENGUKURAN JARAK DAN RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR

Rafiqmia Khairuddin Nur Hammam, Hidayat Nur Isnianto

Departemen Teknik Elektro dan Informatika

Sekolah Vokasi

Universitas Gadjah Mada

rafiqmia.khairuddin@mail.ugm.ac.id, hnisnianto@ugm.ac.id

Abstract - *Internet of Things (IoT) is one of technology that is currently being developed and widely applied in various sectors. That is supported by the development of IoT device infrastructure which is increasingly sophisticated and modern so its capable to meet various needs in its application. IoT can also be applied as a tool to assist one's activities in daily life within scope of a private network which are called Personal Area Network (PAN), one of them as a reminder tool. Reminders can be used to remind a person on an important condition such as stuff that drop behind. Sometimes a person forgets to put his stuff so it left behind in a place, and it will bring up a risk that is loss of stuff. To help the problem is required a reminder device that is expected to minimize the risk that may occur. This device applies a point to point communication consisting of one transmitter module that is Bluetooth Low Energy AT-09 and one receiver module that is Android smartphone. This reminder device will activate the alarm on Android smartphone when both modules are spaced more than 5 meters. Then, from the implementation of this system will do an analysis of quality of service based on the value of Received Signal Strength Indicator (RSSI) and the distance between the two modules. Quality of service's parameters which will analyze is delay and packet loss. Based on test results, signal strenght value (RSSI) and packet loss parameters are strongly influenced by barricade media, because when both modules are in unobstructed condition they are indicates a stronger signal strength value and few packet loss occurs. While for the delay parameter is influenced by the data rate transfer of bluetooth devices. Keywords : RSSI, Distance, Bluetooth Low Energy, Quality of Service, Reminder*

Intisari - *Internet of Things (IoT) merupakan salah satu teknologi yang saat ini sedang dikembangkan dan banyak diterapkan di berbagai bidang. Hal tersebut didukung oleh perkembangan infrastruktur perangkat IoT yang semakin canggih dan modern sehingga mampu memenuhi berbagai macam kebutuhan dalam penerapannya. IoT juga dapat diterapkan sebagai alat untuk membantu aktifitas seseorang di kehidupan sehari-hari dalam lingkup jaringan personal yang disebut Personal Area Network (PAN), salah satunya yaitu sebagai alat pengingat (reminder). Reminder dapat digunakan untuk mengingatkan seseorang pada suatu keadaan yang penting seperti tertinggalnya barang bawaan. Terkadang seseorang lupa meletakkan barang bawanya sehingga tertinggal di suatu tempat, dan hal tersebut akan memunculkan suatu resiko yaitu kehilangan barang. Untuk membantu permasalahan tersebut maka dibutuhkan sebuah perangkat reminder yang diharapkan dapat meminimalisir resiko yang mungkin terjadi. Perangkat ini menerapkan komunikasi point to point yang terdiri dari 1 modul pemancar (transmitter) berupa Bluetooth Low Energy AT-09 dan 1 modul penerima (receiver) berupa smartphone Android. Perangkat reminder ini akan mengaktifkan alarm pada smartphone Android saat kedua modul berjarak lebih dari 5 meter. Kemudian, dari penerapan sistem ini dilakukan analisis terhadap quality of service berdasarkan nilai Received Signal Strength Indicator (RSSI) dan jarak antara kedua modul. Parameter quality of service yang akan dianalisis meliputi parameter delay dan packet loss. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kuat sinyal (RSSI) dan parameter packet loss sangat dipengaruhi oleh media penghalang, karena saat kedua modul berada dalam kondisi tidak terhalang menunjukkan nilai kuat sinyal yang lebih stabil dan sedikit sekali terjadi packet loss. Sedangkan untuk parameter delay dipengaruhi oleh kecepatan transfer data dari perangkat bluetooth yang digunakan.*

Kata Kunci : RSSI, Jarak, Bluetooth Low Energy, Quality of Service, Reminder

I. PENDAHULUAN

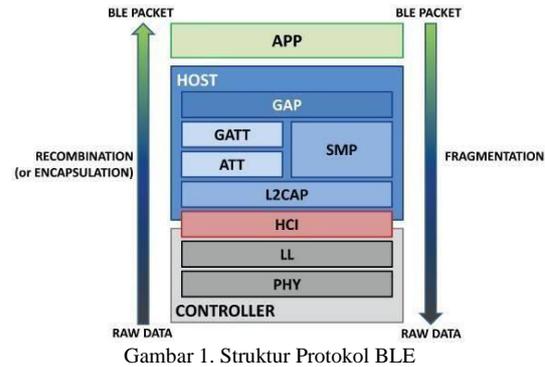
Manusia merupakan makhluk yang diciptakan dengan dibekali akal. Dengan menggunakan akal inilah manusia dapat membentuk ataupun mengubah sifat dan kepribadian dalam dirinya, sehingga manusia mampu memiliki beragam sifat. Namun, dari beragam sifat manusia, ada satu sifat dasar yang pasti dimiliki oleh setiap orang yaitu sifat lupa. Lupa memiliki pengertian ketidakmampuan mengenal atau mengingat sesuatu yang pernah dialami atau dipelajari. Setiap orang tidak dapat terhindar dari sifat tersebut dan setiap orang pasti pernah lupa akan suatu hal, salah satunya yaitu lupa untuk membawa barang yang penting ataupun lupa saat meletakkan barang penting tersebut sehingga tertinggal di suatu tempat. Baik barang yang berukuran kecil seperti kunci, dompet, handphone maupun barang yang berukuran besar seperti tas, yang mana barang-barang tersebut merupakan barang yang sering dibawa saat beraktifitas. Saat seseorang lupa meletakkan barang penting miliknya ataupun secara tidak sengaja meninggalkan barang tersebut, maka akan menimbulkan resiko dan potensi kehilangan [1].

Berdasarkan permasalahan tersebut, adanya alat pengingat mungkin dapat menjadi solusi untuk meminimalisir resiko yang mungkin terjadi. Perangkat reminder dapat dipasangkan pada barang penting yang sering dibawa oleh si pemilik. Perangkat *device reminder* terdiri dari dua bagian utama yaitu modul pemancar (*transmitter*) dan modul penerima (*receiver*). Sisi pemancar perangkat *reminder* ini adalah smartphone Android pemilik barang yang akan mengaktifkan alarm saat barang tertinggal, sedangkan pada sisi penerima adalah *Bluetooth Low Energy AT-09* yang terhubung dengan *Arduino Nano* dan akan dipasangkan pada barang bawaan. Smartphone pemilik barang akan di *install* aplikasi yang dibuat sebagai *reminder* untuk mengaktifkan alarm. Fitur bluetooth pada *smartphone* pemilik barang dihubungkan dengan *BLE AT-09*, dan saat jarak antara *smartphone* dan *BLE AT-09* lebih dari 5 meter maka akan mengaktifkan alarm pada *smartphone* sebagai pengingat bahwa ada barang yang tertinggal, sehingga pemilik barang dapat segera mengambil barang tersebut guna meminimalisir resiko yang mungkin terjadi.

II. KAJIAN PUSTAKA

Internet of Things (IoT) merupakan perangkat fisik yang saling terhubung melalui suatu jaringan sehingga dapat berkomunikasi satu sama lain. Hal ini memungkinkan antar perangkat untuk mengumpulkan dan bertukar data baik pada perangkat itu sendiri maupun perangkat lain di sekitarnya. Perangkat cerdas IoT dapat terhubung dengan koneksi kabel atau nirkabel. Dengan kata lain, IoT adalah sebuah konsep komputasi dari *software* dan *hardware* yang terhubung ke jaringan dan kemudian memunculkan informasi yang berguna [2]. Objek IoT dapat diterapkan pada jaringan *Bluetooth Low Energy* (IEEE 802.15.4), Wi-Fi (IEEE 802.11), Ethernet (IEEE 802.3), atau standar komunikasi lainnya.

Objek IoT juga dapat diterapkan pada jaringan yang lebih bersifat pribadi seperti jaringan area personal yang sering disebut dengan *personal area network* (PAN). Penerapan jaringan PAN memiliki karakteristik berupa daya jangkauan yang sangat terbatas dimana hanya meliputi jaringan yang ada disekitar pengguna dengan menggunakan berbagai macam perangkat yang dikonfigurasi secara pribadi. Saat seseorang menggunakan suatu perangkat yang terhubung dengan perangkat elektronik lainnya seperti laptop ataupun ponsel maka hal tersebut sudah dapat dikategorikan sebagai *Personal Area Network* [3]. Teknologi dan protokol yang umum diterapkan dalam jaringan PAN diantaranya adalah Wi-Fi, *Wireless Application Protocol* (WAP), Bluetooth, ataupun Infrared. Salah satu teknologi yang sering digunakan dalam *Personal Area Network* adalah teknologi bluetooth. Bluetooth adalah suatu teknologi komunikasi wireless yang memanfaatkan frekuensi radio ISM 2.4 GHz yang memungkinkan dua perangkat yang kompatibel untuk berkomunikasi dalam jarak dekat untuk membentuk suatu jaringan personal (PAN) dengan tingkat keamanan yang tinggi [4]. Bluetooth mampu menyediakan layanan komunikasi data secara *real time* antara *host to host* bluetooth dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas. Pihak bluetooth mengembangkan sebuah protokol yang memiliki kemampuan untuk meminimalkan konsumsi daya yang disebut dengan *Bluetooth Low Energy* (BLE). BLE adalah protokol komunikasi yang dirancang dengan protokol terbaru Bluetooth 4.0 yang bekerja secara asinkron dimana komunikasi standar BLE memungkinkan pesan-pesan kecil dapat dikirim secara otomatis (tanpa diminta oleh penerima) dengan kecepatan *refresh* yang dapat diatur. BLE dirancang khusus untuk bekerja dengan sumber daya yang kecil dengan memiliki 40 *channel* yang ukuran masing-masing *channel* adalah 2 MHz. Sebanyak 37 *channel* dikenal sebagai *data channel* yang digunakan untuk koneksi saat mengirimkan data, sementara 3 *channel* lainnya disebut sebagai *advertising channel* yang digunakan untuk menyiarkan informasi dan juga untuk membuat sebuah koneksi dengan perangkat lain [5]. Protokol BLE terstruktur dalam 3 lapisan utama yaitu *App*, *Host*, dan *Controller* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Protokol BLE

Perangkat *Bluetooth Low Energy* memiliki 2 versi pengembangan yaitu BLE Modul Serial dan BLE Beacon. Dalam penelitian ini, perangkat yang digunakan adalah salah satu produk BLE Modul Serial yaitu Modul Bluetooth 4.0 AT-09. AT-09 adalah salah satu perangkat BLE Modul Serial yang berisi chip BLE versi CC2540/CC2541. Modul ini memungkinkan untuk melakukan komunikasi serial dengan chip BLE berkat pin Rx dan pin Tx. Modul Bluetooth 4.0 AT-09 yang berukuran kecil ini memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dengan iOS, Android, Arduino, dan lainlain. AT-09 ini menggunakan *board* seri JDY-09 dan dapat diatur sebagai *peripheral* (*slave*) atau sebagai *central* (*master*). Perangkat BLE AT-09 dapat berkomunikasi dengan *smartphone* yang memiliki sistem operasi iOS ataupun Android. Fitur bluetooth yang dimiliki oleh *smartphone* dapat menjadi media untuk komunikasi antara perangkat BLE AT-09 dengan perangkat *smartphone*. Selama proses komunikasi, kedua perangkat saling memancarkan dan menerima sinyal RF dari masing-masing perangkat. Nilai kuat sinyal yang diterima dapat dijadikan indikator untuk menentukan kualitas sinyal saat proses komunikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikasi Kuat sinyal

RSSI	Kategori Kualitas Sinyal
> -70 dBm	<i>Excellent</i>
-70 dBm to -85 dBm	<i>Good</i>
-86 dBm to -100 dBm	<i>Fair</i>
< -100 dBm	<i>Poor</i>
< -110 dBm	<i>No Signal</i>

Nilai kuat sinyal yang diterima sering disebut dengan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). RSSI adalah ukuran kekuatan sinyal saat mencapai perangkat penerima yang nilainya tergantung pada jarak dan kekuatan *broadcast*. RSSI adalah indikator relatif yang nilainya berfluktuasi/tidak tetap, tetapi jika nilai RSSI lebih besar, maka dapat dikatakan bahwa sinyal yang diterima semakin kuat [5]. Namun di sisi lain, nilai kuat sinyal yang diterima sangatlah rentan terhadap *noise*, *multi-path fading*, dan gangguan lainnya [6].

Semakin jauh perangkat dari suar, maka nilai RSSI yang didapat semakin tidak stabil. Nilai RSSI dapat dikonversi menjadi suatu nilai untuk memperkirakan jarak antara perangkat yang saling terhubung dengan menggunakan nilai *measured power* dan rumus yang didefinisikan oleh standar BLE Serial dan iBeacon. Rumus dalam perhitungan konversi jarak berdasarkan nilai RSSI ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$Distance = 10 \left(\frac{Measured Power - RSSI}{10 \cdot N} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Measured Power : standar BLE & iBeacon untuk nilai daya ukur yaitu 69

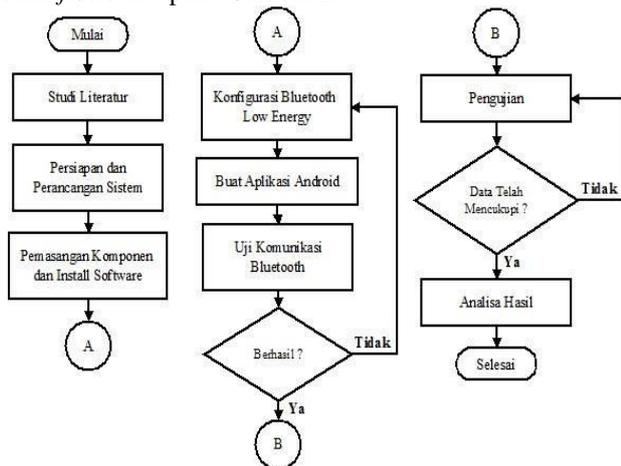
RSSI : nilai kuat sinyal yang diperoleh (contoh - 64 dBm)

N : nilai konstanta antara 2 dan 4

Dalam komunikasi bluetooth, kekuatan sinyal yang diterima sangat mempengaruhi kinerja dan performa (QoS) dari perangkat. Dari hal tersebut, maka dapat dilakukan sebuah analisis terhadap performa (QoS) bluetooth berdasarkan faktor-faktor yang mungkin dapat mempengaruhi performa perangkat. Adapun beberapa faktor yang dimaksud antara lain faktor jarak antar perangkat, nilai kuat sinyal yg diterima, faktor lokasi, faktor interferensi dengan perangkat nirkabel lain, ataupun faktor adanya media penghalang saat komunikasi bluetooth berlangsung.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu: analisis kebutuhan, perancangan topologi, perancangan sistem, pengujian dan pengambilan data, dan analisis. Adapun alur penelitian yang dilakukan, ditunjukkan dengan sebuah *flowchart* pada Gambar 2.



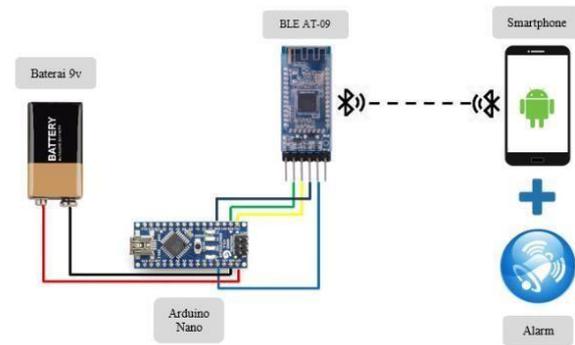
Gambar 2. Bagan Alir Metode Penelitian

A. Analisis Kebutuhan

Adapun kebutuhan pada penelitian ini meliputi beberapa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Kebutuhan *hardware* antara lain 1 buah laptop, *smartphone*, Arduino Nano v3, Modul Bluetooth 4.0 AT-09, 4 buah kabel jumper *female to female*, 1 kabel USB Serial, baterai 9 volt, dan konektor. Sedangkan untuk kebutuhan *software* meliputi Android Studio v2.3.3, Arduino IDE v1.8.5, Sublime Text 3, dan Docklight v1.6.

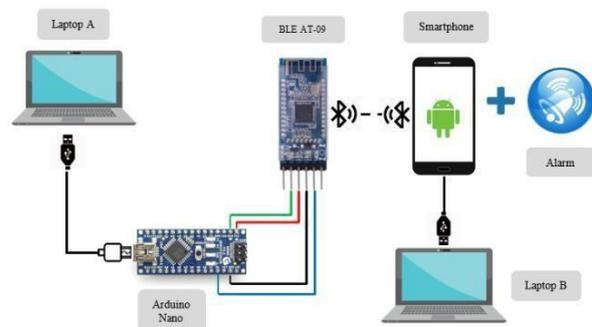
B. Perancangan Topologi

Pada penelitian ini topologi dibagi menjadi 2 tahap perancangan yaitu perancangan topologi untuk penerapan perangkat dan perancangan topologi untuk pengujian perangkat. Topologi penerapan perangkat ditujukan untuk penggunaan perangkat secara *real* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Topologi Penerapan Perangkat

Sedangkan untuk topologi pengujian perangkat ditujukan untuk proses pengambilan data dan pengujian guna melakukan analisis performa (QoS) bluetooth yang digunakan dalam penelitian ini. Topologi pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.



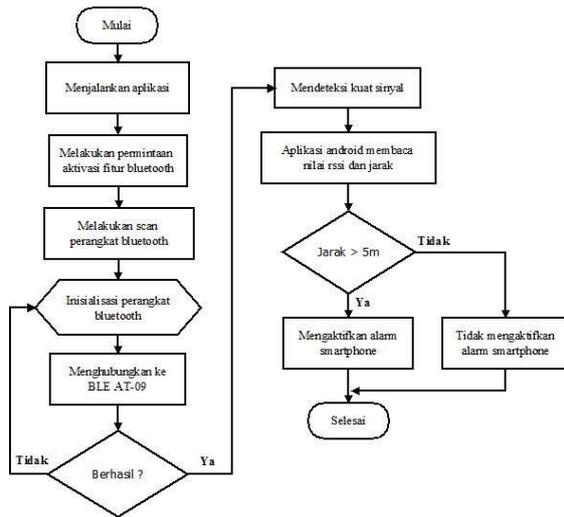
Gambar 4. Topologi Pengujian Perangkat

C. Perancangan Sistem

Sistem yang telah dirancang memiliki proses kerja sebagai berikut :

1. Saat menjalankan aplikasi *device reminder*, sistem akan secara otomatis melakukan request terhadap layanan bluetooth pada *smartphone*.
2. Sistem pada aplikasi akan melakukan scanning terhadap perangkat bluetooth yang ada di sekitar.
3. Menginisialisasi perangkat bluetooth yang terdeteksi.
4. Menghubungkan *smartphone* dengan perangkat Bluetooth Low Energy AT-09 untuk memulai komunikasi.
5. Sistem akan mendeteksi kuat sinyal yang di dapat dari komunikasi antar kedua perangkat tersebut kemudian menampilkan nilai rssi dan jarak melalui tampilan aplikasi yang kemudian sistem akan mengaktifkan fitur alarm saat perangkat BLE AT09 dan *smartphone* berjarak lebih dari 5 meter.

Diagram alir untuk menunjukkan proses kerja sistem *device reminder* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem

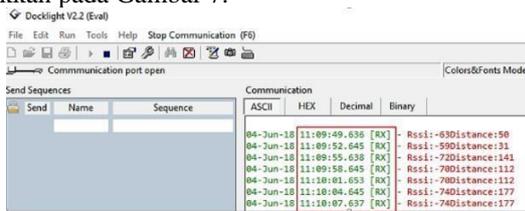
IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada proses pengujian sistem ini, nilai kuat sinyal yang diterima dapat dilihat pada *logcat* aplikasi Android Studio melalui metode *debugging* perangkat *smartphone* dengan laptop via port USB. Pembacaan secara *real time* untuk nilai kuat sinyal yang diterima oleh *smartphone* android dapat dilihat pada Gambar 6.

```
D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-76
D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-79
D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-80
D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-77
D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-81
```

Gambar 6. Pembacaan Kuat Sinyal

Kemudian nilai kuat sinyal yang diterima akan dikonversi menjadi nilai jarak dan dikemas oleh aplikasi *device reminder* menjadi paket yang akan dikirimkan ke perangkat BLE melalui komunikasi serial. Adapun hasil konversi dapat dilihat pada halaman aplikasi Docklight seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Konversi

Pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan menjalankan 4 skenario pengujian. Skenario pengujian yang dilakukan meliputi penempatan perangkat pada lokasi *indoor* dan *outdoor* dalam kondisi kedua perangkat tidak terhalang (*Line of Sight*) ataupun terhalang suatu media (*Non Line of Sight*).

A. Received Signal Strength Indicator (RSSI)

a) Pengujian *Indoor* Kondisi Tidak Terhalang Pengujian pada skenario ini dilakukan di dalam satu ruangan dengan panjang ± 11 meter dan lebar ±10 meter. Pengukuran jarak pada pengujian ini dilakukan di bagian ruangan yang dapat ditarik lurus tanpa terhalang benda-benda yang ada di ruangan tersebut. Pengujian dilakukan mulai dari jarak 1 meter hingga 10 meter.

Hasil pengujian skenario ini menunjukkan nilai RSSI yang bergerak stabil pada tiap jarak pengujian. Nilai kuat

sinyal yang diterima pada skenario *indoor* dengan kondisi tidak terhalang (*line of sight*) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai RSSI Pengujian *Indoor* Kondisi Tidak Terhalang

Jarak	RSSI	Kategori Kualitas Sinyal
1 meter	-67 dBm s/d -70 dBm	Sangat Bagus
2 meter	-72 dBm s/d -76 dBm	Bagus
3 meter	-75 dBm s/d -79 dBm	Bagus
4 meter	-76 dBm s/d -80 dBm	Bagus
5 meter	-76 dBm s/d -81 dBm	Bagus
6 meter	-78 dBm s/d -80 dBm	Bagus
7 meter	-80 dBm s/d -83 dBm	Bagus
8 meter	-85 dBm s/d -87 dBm	Sedang
9 meter	-87 dBm s/d -89 dBm	Sedang
10 meter	-88 dBm s/d -90 dBm	Sedang

Tabel 2 menunjukkan hasil nilai RSSI yang bergerak stabil karena tidak adanya perubahan nilai yang semakin kecil secara signifikan pada tiap jarak pengujian. Stabilitasnya perubahan nilai RSSI ditandai dengan besar nilai yang semakin kecil yang hanya memiliki selisih -5 dBm antara pembacaan nilai kuat sinyal tertinggi dengan nilai kuat sinyal terendah pada jarak pengujian.

b) Pengujian *Indoor* Kondisi Terhalang Pengujian pada skenario ini dilakukan di dalam dua ruangan yang bersebelahan. Pemisah dari kedua ruangan tersebut adalah sebuah dinding dengan material berupa batu bata. Pengujian dilakukan dengan menempatkan secara terpisah perangkat *smartphone* android dan perangkat BLE pada tiap ruangan. Pengujian kuat sinyal dan performa perangkat dimulai dari jarak 1 meter hingga 10 meter dengan cara pengukuran ditarik lurus sejajar antara kedua perangkat melewati penghalang sebuah dinding. Saat proses pengujian jarak 11 meter komunikasi antara kedua perangkat sering terputus atau *disconnect* sehingga dapat diketahui jarak efektif yang dapat dijangkau perangkat pada pengujian skenario ini hanya 10 meter. Nilai kuat sinyal yang diterima pada skenario *indoor* dengan kondisi terhalang (*Non Line of Sight*) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai RSSI Pengujian *Indoor* Kondisi Terhalang

Jarak	RSSI	Kategori Kualitas Sinyal
1 meter	-68 dBm s/d -72 dBm	Bagus
2 meter	-74 dBm s/d -78 dBm	Bagus
3 meter	-76 dBm s/d -80 dBm	Bagus
4 meter	-78 dBm s/d -82 dBm	Bagus
5 meter	-78 dBm s/d -83 dBm	Bagus
6 meter	-80 dBm s/d -84 dBm	Bagus
7 meter	-79 dBm s/d -85 dBm	Bagus
8 meter	-83 dBm s/d -89 dBm	Sedang
9 meter	-86 dBm s/d -90 dBm	Sedang
10 meter	-88 dBm s/d -92 dBm	Sedang
11 meter	<i>disconnect</i>	Jelek/ no signal

Hasil pengujian skenario ini menunjukkan nilai yang lebih kecil dan kurang stabil dibandingkan dengan nilai

RSSI pada skenario dengan kondisi tidak terhalang. Kurang stabilnya perubahan nilai RSSI dapat diketahui dari besar nilai yang semakin kecil secara signifikan hingga mencapai selisih -6 dBm antara pembacaan nilai kuat sinyal tertinggi dengan nilai kuat sinyal terendah jarak pengujian. Hal tersebut mungkin saja dikarenakan pancaran sinyal RF bluetooth yang kurang maksimal karena terhalang oleh dinding.

c) Pengujian Outdoor Kondisi Tidak Terhalang

Pengujian pada skenario ini dilakukan di luar ruangan pada sebuah lorong terbuka. Kondisi lorong yang dipilih yaitu lorong kosong yang tidak ada benda seperti kursi, meja, ataupun benda lainnya. Namun, pengujian pada skenario ini memiliki kondisi yang sedikit berbeda dengan kondisi pada pengujian skenario lain, yang mana di lorong ini terdapat perangkat nirkabel lain berupa perangkat *access point*. Pada skenario ini dilakukan pengujian mulai dari jarak 1 meter hingga 13 meter, namun daya jangkau efektif dari perangkat bluetooth pada skenario ini hanya 12 meter. Pada jarak 13 meter perangkat BLE masih terdeteksi dan dapat terhubung dengan aplikasi, namun sering kali terputus atau *disconnect*. Dan pada jarak 14 meter perangkat BLE sudah tidak terdeteksi oleh aplikasi.

Nilai RSSI yang diterima pada pengujian outdoor dengan kondisi tidak terhalang ini ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai RSSI Pengujian Outdoor Kondisi Tidak Terhalang

Jarak	RSSI	Kategori Kualitas Sinyal
1 meter	-68 dBm s/d -72 dBm	Bagus
2 meter	-72 dBm s/d -76 dBm	Bagus
3 meter	-74 dBm s/d -79 dBm	Bagus
4 meter	-77 dBm s/d -83 dBm	Bagus
5 meter	-78 dBm s/d -85 dBm	Bagus
6 meter	-79 dBm s/d -83 dBm	Bagus
7 meter	-82 dBm s/d -87 dBm	Sedang
8 meter	-84 dBm s/d -90 dBm	Sedang
9 meter	-86 dBm s/d -91 dBm	Sedang
10 meter	-89 dBm s/d -93 dBm	Sedang
11 meter	-88 dBm s/d -94 dBm	Sedang
12 meter	-90 dBm s/d -94 dBm	Sedang
13 meter	<i>disconnect</i>	Jelek/ no signal

Nilai RSSI yang ditunjukkan pada Tabel 4 menunjukkan hasil nilai yang bergerak tidak stabil karena adanya perubahan nilai RSSI yang semakin kecil secara signifikan pada beberapa jarak pengujian. Hal tersebut dapat diketahui dari perubahan nilai RSSI dengan besar nilai yang semakin kecil hingga mencapai selisih -7 dBm antara pembacaan nilai kuat sinyal tertinggi dengan nilai kuat sinyal terendah pada jarak pengujian. Tidak stabilnya kuat sinyal yang diterima mungkin saja disebabkan adanya interferensi dari perangkat nirkabel lain yang ada di sekitar tempat pengujian. Hal tersebut dapat terjadi karena mungkin saja perangkat nirkabel yang ada di sekitar tempat pengujian menggunakan perangkat yang beroperasi pada frekuensi/band yang sama dengan perangkat bluetooth yang digunakan yaitu frekuensi 2,4 GHz.

d) **Pengujian Outdoor Kondisi Terhalang** Pengujian pada skenario ini dilakukan di 2 lorong terbuka yang berdekatan di gedung yang sama dengan tempat pengujian skenario outdoor kondisi tidak terhalang. Hanya saja, kondisi pada tempat ini berbeda dengan skenario sebelumnya yang mana di kedua lorong ini tidak terdapat perangkat nirkabel lain. Pengujian dilakukan pada jarak 1 meter hingga 10 meter dengan kondisi terhalang sebuah dinding. Nilai kuat sinyal yang diterima pada pengujian skenario *outdoor* dengan kondisi terhalang (*Non Line of Sight*) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai RSSI Pengujian Outdoor Kondisi Terhalang

Jarak	RSSI	Kategori Kualitas Sinyal
1 meter	-69 dBm s/d -72 dBm	Bagus
2 meter	-71 dBm s/d -75 dBm	Bagus
3 meter	-75 dBm s/d -80 dBm	Bagus
4 meter	-78 dBm s/d -83 dBm	Bagus
5 meter	-84 dBm s/d -87 dBm	Sedang
6 meter	-83 dBm s/d -89 dBm	Sedang
7 meter	-85 dBm s/d -91 dBm	Sedang
8 meter	-88 dBm s/d -93 dBm	Sedang
9 meter	-89 dBm s/d -94 dBm	Sedang
10 meter	-89 dBm s/d -97 dBm	Sedang
11 meter	<i>disconnect</i>	Jelek/ no signal

Nilai RSSI yang ditunjukkan pada Tabel 5 menunjukkan hasil nilai yang bergerak kurang stabil karena adanya perubahan nilai RSSI yang semakin kecil secara signifikan pada beberapa jarak pengujian. Hal tersebut dapat diketahui dengan kurang stabilnya perubahan nilai RSSI dengan besar nilai yang semakin kecil hingga mencapai selisih -8 dBm antara pembacaan nilai kuat sinyal tertinggi dengan nilai kuat sinyal terendah pada setiap jarak pengujian. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa media penghalang dan faktor lokasi penggunaan alat sangat mempengaruhi kuat sinyal yang dapat diterima oleh perangkat.

B. Packet Loss

a) **Pengujian Indoor Kondisi Tidak Terhalang** Hasil pengujian QoS pada skenario ini menunjukkan uji kualitas parameter *packet loss* yang dapat dikategorikan sangat bagus karena tidak adanya paket yang hilang dari 90 paket yang dikirimkan pada setiap jarak pengujian. Berdasarkan hasil tersebut, maka penghitungan *packet loss ratio* tidak perlu dilakukan karena parameter *packet loss* dapat diketahui bernilai 0% pada tiap jarak pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter *Packet Loss* Pengujian Indoor Kondisi Tidak Terhalang

Jarak	Paket Terkirim	Paket Diterima	Packet Loss	Kategori Kualitas Uji
1 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
2 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
3 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
4 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
5 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
6 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
7 meter	90	90	0%	Sangat Bagus

8 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
9 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
10 meter	90	90	0%	Sangat Bagus

b) Pengujian Indoor Kondisi Terhalang Hasil pengujian QoS parameter *packet loss* pada skenario ini menunjukkan adanya paket yang hilang dari 90 paket yang dikirimkan pada beberapa jarak pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Parameter *Packet Loss* Pengujian Indoor Kondisi Terhalang

Jarak	Paket Terkirim	Paket Diterima	Packet Loss	Kategori Kualitas Uji
1 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
2 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
3 meter	90	89	1,1%	Bagus
4 meter	90	89	1,1%	Bagus
5 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
6 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
7 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
8 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
9 meter	90	89	1,1%	Bagus
10 meter	90	88	2,2%	Bagus

Berdasarkan hasil tersebut, uji kualitas parameter *packet loss* pada kondisi ini dapat dikategorikan bagus karena menunjukkan nilai *packet loss* kurang dari 3%. Adanya paket yang hilang pada pengujian skenario ini mungkin saja dikarenakan oleh kegagalan dalam penerimaan paket akibat dari *overflow* yang terjadi pada *buffer* perangkat BLE AT-09. Hal tersebut dapat disebabkan karena adanya media penghalang berupa dinding yang menyebabkan tidak maksimalnya sinyal yang diterima sehingga pembacaan paket pada *buffer* penerima (*buffer RX*) menjadi tidak maksimal atau terjadi *error*.

c) Pengujian Outdoor Kondisi Tidak Terhalang Hasil pengujian QoS parameter *packet loss* pada skenario ini menunjukkan adanya paket yang hilang dari 90 paket yang dikirimkan pada beberapa jarak pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Parameter *Packet Loss* Pengujian Outdoor Kondisi Tidak Terhalang

Jarak	Paket Terkirim	Paket Diterima	Packet Loss	Kategori Kualitas Uji
1 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
2 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
3 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
4 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
5 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
6 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
7 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
8 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
9 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
10 meter	90	89	1.1%	Bagus
11 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
12 meter	90	88	2,2%	Bagus

Berdasarkan hasil tersebut, uji kualitas parameter *packet loss* pada kondisi ini masih dapat dikategorikan bagus karena menunjukkan nilai *packet loss* kurang dari 3%. Adanya paket yang hilang pada pengujian skenario ini mungkin saja dikarenakan oleh kegagalan dalam penerimaan paket akibat adanya gangguan atau interferensi sinyal dari perangkat nirkabel di sekitar yang menyebabkan terganggunya komunikasi bluetooth. Sehingga selama proses komunikasi, paket yang dikirimkan menumpuk pada *buffer* penerima dan terjadi *error* pada proses pembacaan paket oleh *buffer* penerima. Selain itu, *packet loss* terjadi pada jarak pengujian yang semakin jauh yaitu 10 meter dan 12 meter, hal tersebut membuktikan bahwa jarak sangat mempengaruhi performa dalam komunikasi perangkat bluetooth.

d) Pengujian Outdoor Kondisi Terhalang Hasil pengujian QoS parameter *packet loss* pada skenario ini menunjukkan adanya paket yang hilang dari 90 paket yang dikirimkan pada beberapa jarak pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Parameter *Packet Loss* Pengujian Outdoor Kondisi Terhalang

Jarak	Paket Terkirim	Paket Diterima	Packet Loss	Kategori Kualitas Uji
1 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
2 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
3 meter	90	89	1,1%	Bagus
4 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
5 meter	90	88	2,2%	Bagus
6 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
7 meter	90	90	0%	Sangat Bagus
8 meter	90	88	2,2%	Bagus
9 meter	90	89	1,1%	Bagus
10 meter	90	86	4,4%	Sedang

Berdasarkan hasil tersebut, uji kualitas parameter *packet loss* pada kondisi ini dapat dikategorikan sedang karena menunjukkan adanya nilai *packet loss* lebih dari 4%. Adanya paket yang hilang pada pengujian skenario ini mungkin saja dikarenakan oleh kegagalan dalam penerimaan paket akibat dari *overflow* yang terjadi pada *buffer* perangkat BLE AT09. Hal tersebut dapat disebabkan oleh adanya media penghalang berupa dinding ataupun gangguan lain pada lingkungan *outdoor*. Hal tersebut yang menyebabkan tidak maksimalnya sinyal yang diterima sehingga pembacaan paket pada *buffer* penerima (*buffer RX*) menjadi tidak maksimal atau terjadi *error*.

C. Delay

a) Pengujian Indoor

Pengujian parameter *delay* pada skenario *indoor* ini menunjukkan waktu *delay* yang cukup besar jika dibandingkan dengan standarisasi nilai *delay* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Parameter *Delay* Pengujian Indoor Kondisi Tidak Terhalang dan Kondisi Terhalang

Jarak	Delay	
	Kondisi Tidak Terhalang	Kondisi Terhalang
1 meter	1,82 detik	1,93 detik
2 meter	1,93 detik	1,92 detik
3 meter	1,93 detik	2,09 detik
4 meter	1,92 detik	2,07 detik
5 meter	2,08 detik	2,14 detik
6 meter	1,92 detik	1,93 detik
7 meter	1,95 detik	2,25 detik
8 meter	1,93 detik	2,09 detik
9 meter	2,25 detik	2,42 detik
10 meter	2,38 detik	2,83 detik

Besarnya waktu *delay* yang diperoleh dimungkinkan karena rendahnya kecepatan transfer data (*RF data rate*) dari perangkat BLE AT-09 yang hanya sebesar 6 kbps. Waktu *delay* pengiriman dan penerimaan paket antara kedua perangkat pada kondisi terhalang menunjukkan nilai *delay* yang lebih besar dibandingkan nilai *delay* pada skenario dengan kondisi tidak terhalang. Hal ini menunjukkan bahwa objek penghalang sangatlah mempengaruhi performa dan kinerja dari perangkat bluetooth. Selain itu, faktor penghalang dengan jarak yang semakin jauh antara kedua perangkat menimbulkan anomali atau gangguan sehingga menjadikan semakin besarnya nilai *delay* yang hampir mencapai 0,5 detik.

b) Pengujian Outdoor

Pengujian parameter *delay* pada skenario ini menunjukkan waktu *delay* yang lebih besar dari pengujian di lokasi *indoor* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Parameter *Delay* Pengujian Outdoor Kondisi Tidak Terhalang dan Kondisi Terhalang

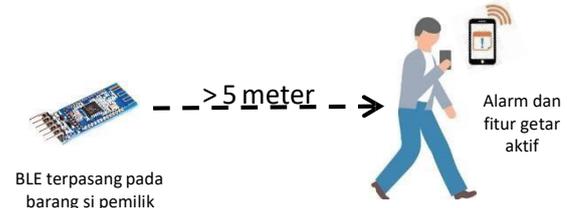
Jarak	Delay	
	Kondisi Tidak Terhalang	Kondisi Terhalang
1 meter	2,14 detik	2,08 detik
2 meter	2,25 detik	2,28 detik
3 meter	2,28 detik	2,36 detik
4 meter	2,17 detik	2,32 detik
5 meter	2,57 detik	2,25 detik
6 meter	2,23 detik	2,52 detik
7 meter	2,46 detik	2,52 detik
8 meter	2,61 detik	2,81 detik
9 meter	2,38 detik	2,88 detik
10 meter	2,85 detik	3,06 detik
11 meter	2,90 detik	-
12 meter	2,96 detik	-

Pada hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 11 menunjukkan nilai waktu *delay* yang mengalami perubahan yang signifikan di beberapa jarak pengujian. Perubahan waktu *delay* secara signifikan terjadi pada kondisi tidak terhalang di pengujian jarak 5 meter hingga 10 meter. Hal tersebut mungkin terjadi karena adanya

interferensi pada saat proses pengujian di jarak 5 hingga 10 meter oleh perangkat nirkabel lain yang berada di tempat pengujian. Interferensi pada komunikasi bluetooth akan mempengaruhi performa perangkat bluetooth berupa penurunan kecepatan transfer data sehingga dapat memungkinkan terjadinya waktu *delay* yang semakin besar. Dengan terjadinya penurunan kecepatan transfer data maka akan semakin lama waktu yang dibutuhkan dalam jeda proses antara pengiriman dengan penerimaan paket.

Sedangkan untuk pengujian saat kondisi terhalang menunjukkan nilai waktu *delay* yang lebih besar dibandingkan dengan hasil pengujian pada skenario lain. Media penghalang berupa dinding dan faktor lingkungan *outdoor* sangatlah mempengaruhi kinerja dan performa dari perangkat bluetooth itu sendiri. Selain itu media penghalang juga dapat menimbulkan gangguan pada komunikasi bluetooth. Terlebih pada pengujian jarak yang semakin jauh menunjukkan waktu *delay* yang semakin besar secara signifikan mencapai *delay* sebesar 3 detik. Semakin jauh jarak antara kedua perangkat, adanya media penghalang, dan kemungkinan adanya gangguan lain di lingkungan *outdoor* menjadikan kurang maksimalnya penerimaan sinyal bluetooth sehingga memungkinkan terjadinya anomali dalam komunikasi perangkat bluetooth yang menyebabkan penurunan kualitas performa perangkat.

D. Pengujian Alarm Pada Sistem Device Reminder Pada sistem *device reminder* ini, alarm dan fitur getar (*vibrate*) akan diaktifkan saat perangkat *smartphone* bergerak menjauhi perangkat BLE AT-09 dengan jarak lebih dari 5 meter. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Ilustrasi Penerapan *Device Reminder*

Alarm dan fitur getar akan aktif secara terus menerus sampai si pemilik barang menyadari bahwa ada barang bawaannya yang tertinggal. Selain mengaktifkan alarm dan fitur getar, perangkat *smartphone* juga menampilkan suatu tampilan peringatan. Melalui tampilan peringatan ini si pemilik barang dapat mematikan bunyi alarm dan fitur getar melalui sebuah tombol. Tampilan peringatan pada sistem *device reminder* ini ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Peringatan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi dari aktivasi alarm dengan membandingkan antara aktivasi alarm berdasarkan jarak pada teori dan aktivasi alarm pada jarak sebenarnya. Berdasarkan teori, alarm akan diaktifkan pada jarak lebih dari 5 meter. Hal tersebut dibandingkan dengan aktivasi alarm pada jarak sebenarnya dalam keadaan perangkat smartphone bergerak menjauhi modul BLE AT-09.

Untuk pengujian ini dilakukan 10 kali percobaan untuk mengetahui alarm akan aktif pada jarak berapa meter berdasarkan pengukuran jarak sebenarnya. Berdasarkan dari 10 kali percobaan tersebut diperoleh hasil alarm aktif pada jarak 4,5 meter – 5,4 meter. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- Alarm aktif di jarak 4,5 meter pada 1x percobaan
- Alarm aktif di jarak 4,6 meter pada 1x percobaan
- Alarm aktif di jarak 4,8 meter pada 2x percobaan
- Alarm aktif di jarak 5 meter pada 4x percobaan
- Alarm aktif di jarak 5,2 meter pada 1x percobaan
- Alarm aktif di jarak 5,4 meter pada 1x percobaan

Berdasarkan dari hasil tersebut dapat diketahui aktivasi alarm tidak selalu berada di jarak lebih dari 5 meter. Hal tersebut memang mungkin dapat terjadi mengingat pembacaan jarak pada aplikasi sesuai dengan nilai kuat sinyal yang diterima (RSSI) yang bersifat fluktuatif. Namun, dari 10 kali percobaan tersebut didapatkan sebanyak 6x percobaan yang menunjukkan aktivasi alarm pada jarak lebih dari 5 meter. Jadi dapat disimpulkan akurasi aktivasi alarm pada sistem ini cukup akurat sesuai dengan teori pada penelitian ini.

V. KESIMPULAN

Penggunaan perangkat Bluetooth Low Energy Modul Serial AT-09 tidak begitu cocok dalam penerapan komunikasi data cepat pada sistem *device reminder* ini karena memiliki kecepatan transfer data yang rendah sehingga menimbulkan waktu delay cukup besar yang mencapai ± 2 detik.

Hasil pengujian dari skenario dengan media penghalang menunjukkan bahwa faktor media penghalang sangatlah mempengaruhi performa perangkat bluetooth yang memungkinkan resiko kehilangan paket dalam komunikasi bluetooth. Hal tersebut dibuktikan pada skenario pengujian dengan kondisi terhalang yang menunjukkan cukup banyaknya paket yang hilang pada beberapa jarak pengujian dengan nilai *packet loss* sebesar 1,1% sampai dengan 4,4%. Hal ini berkaitan dengan menurunnya sinyal RF yang diterima karena faktor jarak yang semakin jauh dan adanya media penghalang antara perangkat pengirim dan perangkat penerima.

Nilai kuat sinyal yang diterima (RSSI) pada kondisi terhalang (*Non Line of Sight*) lebih tidak stabil dibandingkan dengan nilai kuat sinyal yang diterima pada kondisi tidak terhalang (*Line of Sight*). Hal ini dibuktikan oleh terjadinya penurunan nilai yang signifikan mencapai selisih -8 dBm saat kondisi terhalang. Faktor jarak juga sangat mempengaruhi besar kecilnya waktu *delay*, dengan semakin jauhnya jarak antara perangkat pengirim dengan perangkat penerima maka waktu *delay* dalam komunikasi perangkat bluetooth akan semakin besar.

- [1] Yudiansyah, "Perancangan Dan Realisasi Wireless Device Reminder Multi User Menggunakan Teknik Modulasi Digital Pada Modul XBee," Universitas Telkom, Bandung, 2015.
 - [2] K. J. Singh and D. S. Kapoor, "Create Your Own Internet of Things: A survey of IoT platforms," *IEEE Consumer Electronics Magazine*, pp. 57-68, 2017.
 - [3] R. Rashid and R. Yusoff, "Bluetooth Performance Analysis in Personal Area Network (PAN)," *2006 International RF and Microwave Conference*, pp. 393 - 397, 2006.
 - [4] A. Nurcahyana, I. Wijayanto and J. Andjarwirawan, "Development of Mobile Indoor Positioning System Application Using Android and Bluetooth Low Energy with Trilateration Method," *2017 International Conference on Soft Computing, Intelligent System and Information Technology (ICSIT)*, pp. 185-189, 2017.
 - [5] B. Soewito, Y. Agses and G. Fergyanto, "Increasing Accuracy of Bluetooth Low Energy for Distance Measurement Applications," *11th Information and Creativity Support Systems (KICSS)*, pp. 1-5, 2016.
 - [6] M. Botta and M. Simek, "Adaptive Distance Estimation Based on RSSI in 802.15.4 Network," *Radio Engineering*, vol. 22, pp. 1163-1168, 2013.
 - [7] S. Bertuletti, A. Cerreati, U. Della, M. Caldara and M. Galizzi, "Indoor Distance Estimated from Bluetooth Low Energy Signal Strength: Comparison of Regression Models," *2016 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS)*, pp. 1-5, 2016.
 - [8] L. Grezelda, "Studi Penerapan Teknologi Bluetooth untuk Monitoring Sensor pada Kendaraan Roda Empat," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2014.
 - [9] J. I Wayan, "Analisis Parameter QoS Terhadap Pengaruh Pertambahan Jarak dan Interferensi Wi-Fi Pada Jaringan Bluetooth," Universitas Jember, Jember, 2015.
 - [10] S. Onofre, P. Miguel, J. Paulo and P. Sousa, "Surpassing Bluetooth Low Energy Limitations on Distance Determination," *2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC)*, pp. 843-847, 2016.
 - [11] H. Hoshi, H. Ishizuka, A. Kobayashi and A. Minamikawa, "An Indoor Location Estimation Using BLE Beacons Considering Movable Obstructions," *2017 Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU)*, pp. 1-2, 2017.
- J. Neburka, Tlamsa, Benes, Pollak, Kaller, Bolecek, Sabesta and Kratochvil, "Study of the Performance of RSSI based Bluetooth Smart Indoor Positioning," Košice, Slovak Republic, 2016.