

Analisis Performa Bluetooth pada Sistem Alarm Peningat Barang yang Tertinggal dengan Smartphone Android

Rafiqmia Khairuddin Nur Hammam, Hidayat Nur Isnianto, Sri Lestari, dan Y. Wahyu Setiyono
Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mad
Gedung Herman Yohannes, Jl. Yacaranda Sekip Unit III, Yogyakarta 55281
e-mail: hnisnianto@ugm.ac.id

Abstrak—Seseorang terkadang lupa meletakkan barang bawaannya sehingga tertinggal di suatu tempat, hal itu akan menimbulkan resiko kehilangan barang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan sebuah perangkat *reminder* (peringat) sehingga diharapkan dapat meminimalisir resiko kehilangan. Perangkat ini menerapkan komunikasi *point-to-point* dari modul pemancar *Bluetooth Low Energy* AT-09 dengan Arduino Nano dan modul penerima dengan smartphone Android. Perangkat *reminder* ini akan mengaktifkan alarm pada aplikasi *smartphone* Android saat kedua modul berjarak lebih dari 5 meter. Jarak yang terukur dikonversi dari nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang diterima oleh *smartphone* yang dipengaruhi oleh penghalang, *packet loss*, dan *delay*. Berdasarkan hasil pengujian, pada jarak 5 meter sistem dapat terhubung dan bekerja dengan baik, dalam kondisi tidak terhalang (*Line-of-Sight*) maupun kondisi terhalang (*Non Line-of-Sight*). Pada kondisi terhalang memiliki *packet loss* sebesar 1,1% sampai dengan 4,4%, kuat sinyal yang diterima (RSSI) mengalami penurunan nilai mencapai selisih -8 dBm dan waktu *delay* 2 detik.

Kata kunci: *rsi, jarak, bluetooth low energy, arduino, pengingat*

Abstract— Someone sometimes forgets to put their belongings so that they leave them somewhere, it will pose a risk of losing their belongings. To solve this problem, a reminder is needed so that it is expected to minimize the risk of loss. This device implements point-to-point communication from the Bluetooth Low Energy AT-09 transmitter module with Arduino Nano and the receiver module with an Android smartphone. This reminder device will activate an alarm on the Android smartphone application when the two modules are more than 5 meters away. The measured distance is converted from the Received Signal Strength Indicator (RSSI) value received by the smartphone which is affected by obstructions, packet loss, and delay. Based on the test results, at a distance of 5 meters, the system can be connected and work properly, in unobstructed conditions (Line of Sight) or obstructed conditions (Non-Line of Sight). In the blocked condition, it has a packet loss of 1.1% to 4.4%, the received signal strength (RSSI) has decreased the value to a difference of -8 dBm, and the delay time is 2 seconds.

Keywords: *rsi, distance, bluetooth low energy, arduino, reminder*

I. PENDAHULUAN

Manusia merupakan makhluk yang diciptakan dengan dibekali akal. Dengan akal manusia dapat membentuk atau 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 merupakan 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 melakukan aktivitas. Ketika seseorang lupa meletakkan barang penting miliknya ataupun secara tidak sengaja meninggalkan barang tersebut, maka akan menimbulkan resiko dan potensi kehilangan barang tersebut [1].

Beberapa perangkat untuk pengingat barang tertinggal dikembangkan dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing, seperti *Tile Pro* dengan *bluetooth*, berkemampuan untuk membunyikan alarm selama keduanya berada dalam jarak 400 kaki. *Chipolo One* menggunakan model berbasis langganan dengan alarm 120 dB. *KeyRinger* dengan jarak 300 kaki, *Esy Wireless* memiliki jangkauan maksimum 100 kaki memiliki sinyal yang kuat sehingga dapat menembus dinding. *AirTag* adalah cara mudah untuk melacak barang-barang seperti kunci atau ransel melalui aplikasi *Find My* di perangkat *Apple*. *AirTag* akan mengirimkan sinyal *bluetooth* yang

dapat dideteksi oleh perangkat terdekat di jaringan *Find My* dan mengirim lokasi *AirTag* ke *iCloud*. Informasinya dapat dilihat melalui aplikasi *Find My* dan di peta [2,3].

Berdasarkan permasalahan tersebut, adanya alat pengingat 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*). Bagian penerima perangkat *reminder* ini adalah *smartphone Android* pemilik barang yang akan mengaktifkan alarm saat barang tertinggal, sedangkan pada bagian pemancar adalah *Bluetooth Low Energy (BLE) AT-09* yang terhubung dengan *Arduino Nano* yang dipasang 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*. Saat jarak antara *smartphone* dan *BLE AT-09* lebih dari 5 meter maka alarm akan aktif sebagai pengingat bahwa ada barang yang tertinggal, sehingga pemilik barang dapat segera mengambil barang tersebut guna meminimalisir resiko yang mungkin terjadi.

II. STUDI 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 [4]. Objek IoT dapat diterapkan pada jaringan *BLE (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 PAN memiliki karakteristik berupa daya jangkau yang sangat terbatas dimana hanya meliputi jaringan yang ada di sekitar 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 PAN [5]. Teknologi dan protokol yang umum diterapkan dalam jaringan PAN diantaranya adalah *Wi-Fi*, *Wireless Application Protocol (WAP)*, *Bluetooth*, ataupun *infra red*. Salah satu teknologi yang sering digunakan dalam PAN 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

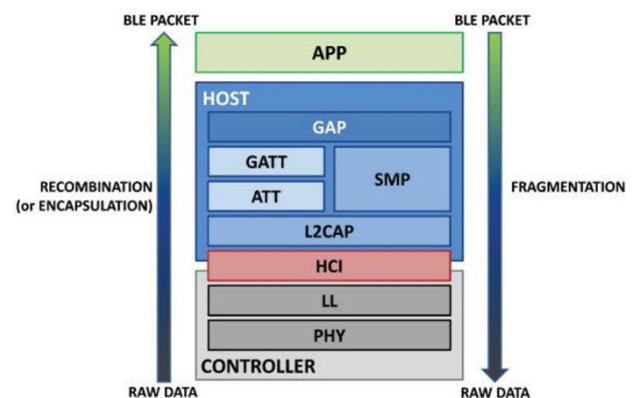
yang tinggi [6]. *Bluetooth* mampu menyediakan layanan komunikasi data secara *real time* antara *host-to-host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas. Pihak *bluetooth* mengembangkan sebuah protokol yang memiliki kemampuan untuk meminimalkan konsumsi daya yang disebut dengan *BLE*. *BLE* 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 [7].

Perangkat *BLE* 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 untuk melakukan komunikasi serial dengan chip *BLE* pin Rx dan pin Tx. Modul *Bluetooth 4.0 AT-09* dapat berkomunikasi dengan *iOS*, *Android*, *Arduino*, dan lain-lain. *AT-09* ini menggunakan board seri *JDY-09* dan dapat diatur sebagai *peripheral (slave)* atau sebagai *central (master)*. Protokol *BLE* terstruktur dalam 3 lapisan utama yaitu *App*, *Host*, dan *Controller* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

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.

Nilai kuat sinyal yang diterima sering disebut dengan



Gambar 1. Struktur protokol BLE

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>

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. Namun di sisi lain, nilai kuat sinyal yang diterima sangatlah rentan terhadap *noise*, *multi-path fading*, dan gangguan lainnya [8].

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* yang didefinisikan oleh standar BLE Serial dan Beacon seperti pada Persamaan (1) [9].

$$\text{Distance} = 10^{\frac{(\text{Measured Power} - \text{RSSI})}{10 \times N}}, \quad (1)$$

dimana *Measured Power* merupakan nilai daya ukur standar BLE Serial & Beacon yaitu 69 dBm. RSSI merupakan nilai kuat sinyal yang diperoleh (contoh -64 dBm) dan *N* adalah nilai konstanta antara 2 dan 4.

Dalam komunikasi *bluetooth*, kekuatan sinyal yang diterima mempengaruhi kinerja dan performa (*Quality-of-Service*; QoS) perangkat. Dari hal tersebut, maka dapat dilakukan sebuah analisis terhadap performa (QoS) *bluetooth* berdasarkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi performa perangkat, antara lain faktor jarak antar perangkat, nilai kuat sinyal yang diterima, faktor lokasi, faktor interferensi dengan perangkat nirkabel lain, ataupun faktor adanya media penghalang saat komunikasi *bluetooth* berlangsung.

Smartphone adalah perangkat yang banyak digunakan saat ini dengan dilengkapi berbagai macam sensor seperti magnetometer atau sensor orientasi, tetapi juga perangkat keras yang diperlukan untuk menghubungkannya ke sebagian besar teknologi komunikasi nirkabel seperti Wi-Fi, *Bluetooth*, atau jaringan seluler. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran indikator kekuatan sinyal (RSSI) yang diterima untuk berbagai macam aplikasi seperti peta jangkauan seluler, lokalisasi dalam ruangan, atau pelacakan jarak. Keragaman transmisi yang tersedia di *Base Transceiver Station* (BTS) teknologi *Long Term Evolution* (LTE) secara signifikan meningkatkan RSSI terukur. Terlepas dari orientasi ponsel cerdas, RSSI *Bluetooth* sebagian besar tetap sensitif terhadap orientasi ponsel cerdas. Teknik koreksi berdasarkan manipulasi matriks radiasi meningkatkan akurasi pengukuran hingga

kurang dari -5dBm *Root Mean Square Error* (RMSE) [10].

Aplikasi BLE sebagai pemantauan dan pelacakan deteksi pencurian sepeda. Teknologi *Bluetooth* (BT) dan *BT Low Energy* (BLE) untuk mendukung konektivitas ke perangkat seluler pribadi saat diparkir. Jarak jangkauan 150 m dengan *throughput* 270 kbit/s [11]. Pelacakan manusia dalam ruangan berbiaya rendah dengan memanfaatkan kekuatan sinyal radio yang diterima BLE *Beacon* digunakan untuk melacak lokasi individu di lingkungan dalam ruangan untuk aplikasi klinis seperti analisis alur kerja dan pemodelan penyakit menular menggunakan indikator kekuatan sinyal yang diterima RSSI untuk melacak lokasi. Metode berbasis *Received Number of Signals Indicator* (RNSI) menghasilkan akurasi yang lebih tinggi (80,0%) daripada metode berbasis RSSI (76,2%). Kualitas sinyal karena peningkatan gangguan sinyal, metode berbasis RNSI masih mengungguli (83,3%) metode berbasis RSSI (51,9%) [12]. Penerapan pelacakan *Bluetooth indoor* dalam bidang pemasaran digunakan untuk mengkaji metode aplikasi pemasaran di sebuah pusat perbelanjaan Belgia dengan sampel 56 pemindai *Bluetooth* dengan mendaftarkan 18.943 alamat *Media Access Control* (MAC) unik selama periode 19 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa pelacakan *Bluetooth* dapat digunakan untuk memetakan dan menganalisis perilaku *spatio-temporal* individu lebih efisien dan akurat untuk memperoleh berbagai metrik yang relevan terhadap perilaku konsumen, sehingga hemat biaya untuk riset pemasaran, yang memberikan hasil dan wawasan yang cepat dan akurat [13].

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.

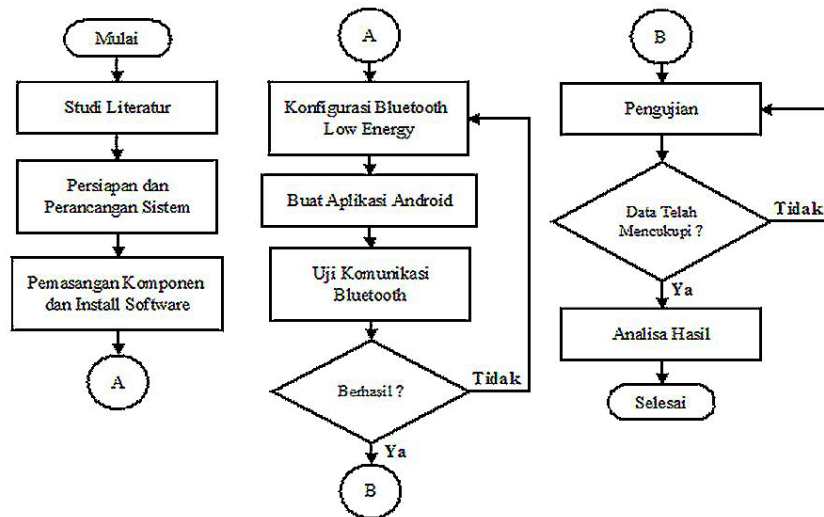
A. Perancangan Topologi

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.

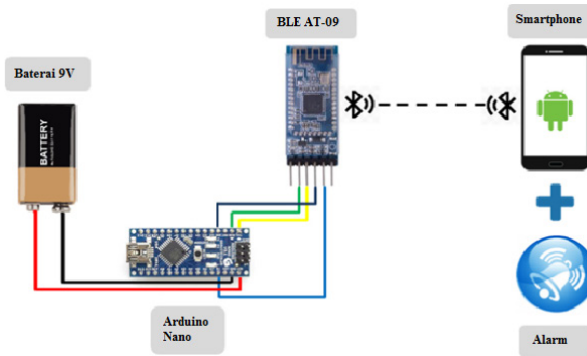
B. Perancangan Sistem

Diagram alir untuk menunjukkan proses kerja sistem *device reminder* dapat dilihat pada Gambar 4. Sistem yang telah dirancang memiliki proses kerja sebagai berikut:

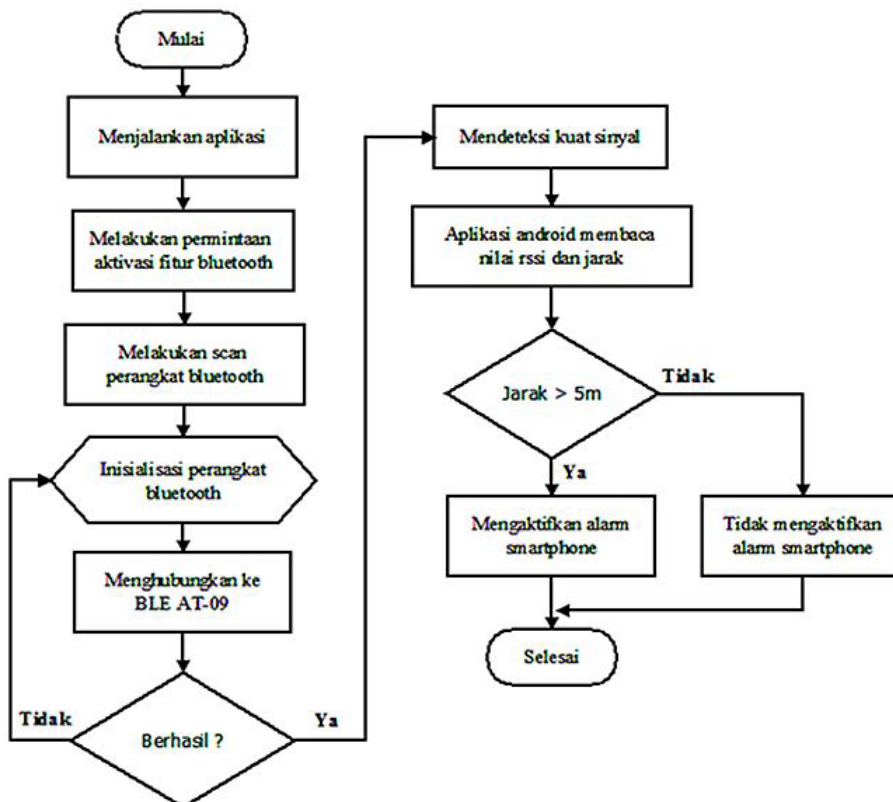
1. Saat menjalankan aplikasi *device reminder*, sistem akan secara otomatis melakukan *request* terhadap layanan *bluetooth* pada smartphone.
2. Sistem pada aplikasi akan melakukan scanning terhadap perangkat *bluetooth* yang ada di sekitar.



Gambar 2. Bagan alir metode penelitian



Gambar 3. Topologi penerapan perangkat



Gambar 4. Diagram alir sistem

3. Menginisialisasi perangkat bluetooth yang terdeteksi.
4. Menghubungkan smartphone dengan perangkat BLE 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 AT-09 dan *smartphone* berjarak lebih dari 5 meter.

Prototipe alat yang dibuat seperti pada Gambar 5 yang terdiri dari Arduino Nano, Modul BLE, dan baterai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

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.

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.

Pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan



Gambar 5. Prototipe alat yang dibuat

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. 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 2.

Berdasarkan Tabel 2, kualitas parameter *packet loss* dikategorikan bagus karena nilai *packet loss* kurang dari 3%. Adanya paket yang hilang pada pengujian skenario ini dikarenakan oleh kegagalan dalam penerimaan paket akibat dari *overflow* yang terjadi pada *buffer* perangkat BLE AT-09. Hal tersebut disebabkan adanya penghalang berupa dinding yang menyebabkan tidak maksimalnya sinyal yang diterima sehingga pembacaan paket pada *buffer* penerima (*buffer Rx*) menjadi tidak maksimal atau terjadi *error*.

B. 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 3.

Tabel 2. Parameter *packet loss* pengujian indoor kondisi terhalang

Jarak (meter)	Paket terkirim	Paket diterima	Packet loss (%)	Kategori kualitas uji
1	90	90	0	Sangat bagus
2	90	90	0	Sangat bagus
3	90	89	1,1	Bagus
4	90	89	1,1	Bagus
5	90	90	0	Sangat bagus
6	90	90	0	Sangat bagus
7	90	90	0	Sangat bagus
8	90	90	0	Sangat bagus
9	90	89	1,1	Bagus
10	90	88	2,2	Bagus

```

06-19 14:26:57.031 24940-25100/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
06-19 14:26:57.038 24940-24952/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-76 status=0
06-19 14:26:57.230 24940-25100/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
06-19 14:26:57.240 24940-24953/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-79 status=0
06-19 14:26:57.431 24940-25100/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
06-19 14:26:57.435 24940-24986/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-80 status=0
06-19 14:26:57.631 24940-25100/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
06-19 14:26:57.647 24940-24952/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-77 status=0
06-19 14:26:57.832 24940-25100/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
06-19 14:26:57.840 24940-24953/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-81 status=0
06-19 14:26:58.031 24940-25100/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
06-19 14:26:58.040 24940-24986/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-79 status=0
06-19 14:26:58.233 24940-25100/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
06-19 14:26:58.241 24940-24952/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-78 status=0
06-19 14:26:58.433 24940-25100/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: readRssi() - device: 98:7B:F3:59:20:1C
06-19 14:26:58.442 24940-24953/ugm.sv.tugasakhir.reminder D/BluetoothGatt: onReadRemoteRssi() - Device=98:7B:F3:59:20:1C rssi=-79 status=0
    
```

Gambar 6. Pembacaan kuat sinyal

Berdasarkan Tabel 3, kualitas parameter *packet loss* pada kondisi ini masih dikategorikan bagus karena nilai *packet loss* kurang dari 3%.

Adanya paket yang hilang pada pengujian skenario ini dikarenakan oleh kegagalan dalam penerimaan paket akibat adanya gangguan atau interferensi sinyal dari perangkat nirkabel di sekitar. 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*.

C. 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 4.

Dari Tabel 4, kualitas parameter *packet loss* pada kondisi ini dikategorikan sedang karena adanya nilai *packet loss* lebih dari 4%. Adanya paket yang hilang pada pengujian skenario ini dikarenakan oleh kegagalan dalam penerimaan paket akibat dari *overflow* yang terjadi

Tabel 3. Parameter *packet loss* pengujian outdoor kondisi tidak terhalang

Jarak (meter)	Paket terkirim	Paket diterima	Packet loss (%)	Kategori kualitas uji
1	90	90	0%	Sangat bagus
2	90	90	0%	Sangat bagus
3	90	90	0%	Sangat bagus
4	90	90	0%	Sangat bagus
5	90	90	0%	Sangat bagus
6	90	90	0%	Sangat bagus
7	90	90	0%	Sangat bagus
8	90	90	0%	Sangat bagus
9	90	90	0%	Sangat bagus
10	90	89	1.1%	Bagus
11	90	90	0%	Sangat bagus
12	90	88	2,2%	Bagus

pada *buffer* perangkat BLE AT-09. Hal tersebut dapat disebabkan oleh adanya media penghalang berupa dinding ataupun gangguan lain pada lingkungan *outdoor*.

D. Delay 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 5.

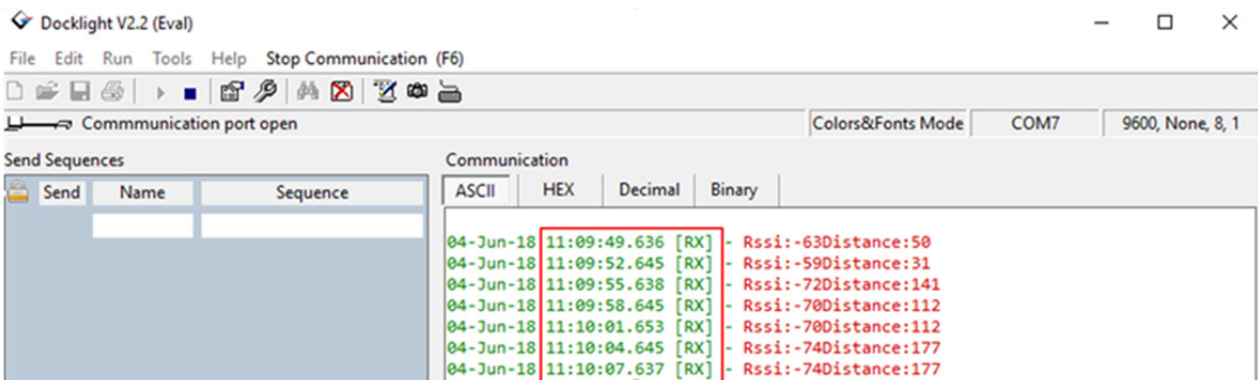
Besarnya waktu *delay* yang diperoleh karena

Tabel 4. Parameter *packet loss* pengujian outdoor kondisi terhalang

Jarak (meter)	Paket terkirim	Paket diterima	Packet loss (%)	Kategori kualitas uji
1	90	90	0	Sangat bagus
2	90	90	0	Sangat bagus
3	90	89	1,1	Bagus
4	90	90	0	Sangat bagus
5	90	88	2,2	Bagus
6	90	90	0	Sangat bagus
7	90	90	0	Sangat bagus
8	90	88	2,2	Bagus
9	90	89	1,1	Bagus
10	90	86	4,4	Sedang

Tabel 5. Parameter *delay* pengujian indoor kondisi tidak terhalang dan kondisi terhalang

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



Gambar 7. Hasil konversi

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 penghalang sangat 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.

E. Delay Outdoor

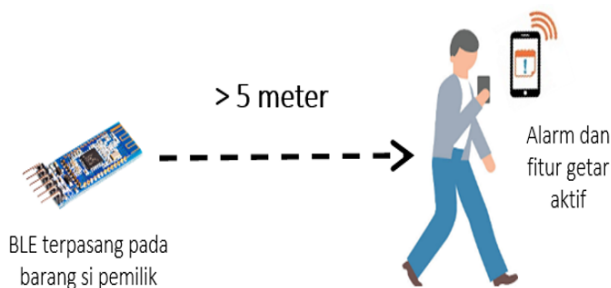
Pengujian parameter delay pada skenario ini menunjukkan waktu delay yang lebih besar dari pengujian di lokasi indoor seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Dari Tabel 6 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

Tabel 6. Parameter delay pengujian outdoor kondisi tidak terhalang dan kondisi terhalang

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



Gambar 8. Ilustrasi penerapan device reminder

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.

F. 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.

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



Gambar 9. Tampilan peringatan

suatu tampilan peringatan. Melalui tampilan peringatan ini si pemilik barang dapat mematikan bunyi alarm dan fitur getar melalui sebuah tombol.

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. Tampilan peringatan pada sistem *device reminder* ini ditunjukkan pada Gambar 9.

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 5,0 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

Berdasarkan hasil pengujian, maka sistem *device reminder* dapat bekerja dengan baik untuk pengaturan jarak 5 meter, maka 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%. Nilai kuat sinyal yang diterima (RSSI) pada kondisi terhalang (*Non Line of Sight*) kurang stabil dibandingkan kondisi tidak terhalang (*Line of Sight*),

yaitu terjadinya penurunan mencapai selisih -8 dBm saat kondisi terhalang. Faktor jarak sangat mempengaruhi besar kecilnya waktu *delay*, semakin jauhnya jarak antara perangkat pengirim dengan perangkat penerima maka waktu *delay* dalam komunikasi perangkat *bluetooth* akan semakin besar yang mencapai ± 2 detik.

REFERENSI

- [1] Yudiansyah, "Perancangan dan realisasi wireless device reminder multi user menggunakan teknik modulasi digital pada modul xbee," Universitas Telkom, Bandung, 2015.
- [2] D. Holger, (view Sept. 2021). Best Bluetooth trackers: These tiny gadgets help find your lost stuff [Online]. Available: <https://www.pcworld.com/article/3376165/best-bluetooth-trackers.html>.
- [3] Anonim., (view Sept. 2021). AirTag: Lose your knack for losing things [Online]. Available: <https://www.apple.com/airtag>.
- [4] 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, April 2017.
- [5] R.A. Rashid and R. Yusoff, "Bluetooth performance analysis in personal area network (PAN)," in *Proc Inter. RF and Microwave Conference*, Sept. 2006, pp. 393-397.
- [6] A. Nurcahyana, I. Wijayanto and J. Andjarwirawan, "Development of mobile indoor positioning system application using Android and bluetooth low energy with trilateration method," in *Proc. International Conference on Soft Computing, Intelligent System and Information Technology*, Sept. 2017, pp. 185-189.
- [7] B. Soewito, Y. Agses and G. Fergyanto, "Increasing accuracy of bluetooth low energy for distance measurement applications," in *Proc. 11th Information and Creativity Support Systems*, Nov. 2016, pp. 1-5..
- [8] M. Botta, and M. Simek, "Adaptive distance estimation based on RSSI in 802.15.4 network," *Radio Engineering*, vol. 22, no. 4, pp. 1162-1168, Dec. 2013.
- [9] S. Onofre, P.M. Silvestre, J.P. Pimentao, and P. Sousa, Surpassing Bluetooth Low Energy Limitations on Distance Determination. 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC), pp. 843-847.
- [10] Y. Boussad, M.N. Mahfoudi, A. Legout, L. Lizzi, and W. Dabbous, "Evaluating smartphone accuracy for RSSI measurements," IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, vol. 70, 2021.
- [11] P.M. Santos, M. Rosa, L.R. Pinto, and A. Aguiar, "Cooperative bicycle localization system via ad hoc bluetooth networks," in *Proc. IEEE Vehicular Networking Conference*, 2020.
- [12] D. Surian, E. Coiera, V. Kim, R. Menon, A.G. Dunn, and V. Sintchenko, "Tracking a moving user in indoor environments using bluetooth low energy beacons," *Journal of Biomedical Informatics* 98, Sept. 2019.
- [13] D. Oosterlinck, D.F. Benoit, P. Baecke, and N.V. de Weghe, "Bluetooth tracking of humans in an indoor environment: An application to shopping mall visits," *Applied Geography*, vol. 78, pp.55-65, Jan. 2017.