



Available online at : <http://bit.ly/InfoTekJar>

# InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan

ISSN (Print) 2540-7597 | ISSN (Online) 2540-7600



## Sistem Kendali Peralatan Elektronik Rumah Tangga Melalui Media Wireless Fidelity Menggunakan Voice Recognition Secara Real Time

Muhammad Rizki Ritonga<sup>1)</sup>, Nurul Fadillah<sup>2)</sup>, Liza Fitria<sup>2)</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Indonesia,

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra., Indonesia

### KEYWORDS

*Sistem Kendali, Peralatan Elektronik, Wireless Fidelity, Voice Recognition, Internet of Think.*

### CORRESPONDENCE

Phone:

E-mail: [muhammadrizkiritonga8@gmail.com](mailto:muhammadrizkiritonga8@gmail.com)

### A B S T R A C T

*Pengolahan suara digital saat ini sangat membantu aktivitas kehidupan manusia.. sehingga suara manusia dapat diolah untuk dikonversi agar dapat dimengerti oleh suatu sistem sehingga perintah yang terucap dapat direspon oleh alat yang ingin dikendalikan. Pengolahan suara digital dikontrol dengan aplikasi berbasis android untuk menangkap suara manusia yang akan diubah menjadi format digital sehingga suara tersebut dapat diterjemahkan ke dalam suatu sistem. Kemudian sistem tersebut akan membandingkan antara informasi masukan yang sudah berupa format digital tersebut dengan database suara yang ada. Pada penelitian ini bertujuan merancang dan membuat sebuah sistem yang dapat melakukan kendali terhadap peralatan elektronik rumah tangga melalui media wireless fidelity menggunakan voice recognition secara real time. Sistem yang akan dibuat dapat mengendalikan peralatan elektronik rumah tangga dengan media wireless fidelity menggunakan smartphone. Kendali sistem tersebut dilakukan melalui media wireless fidelity menggunakan aplikasi khusus yang berjalan pada sistem operasi android. Di dalam Aplikasi tersebut terdapat sebuah fitur voice recognition yang memungkinkan user dapat memberikan perintah melalui suara dari pengguna tersebut. Dari hasil pembahasan diperoleh bahwa sistem kendali elektronik rumah tangga dengan media wireless fidelity bekerja efektif pada jarak dibawah 25 meter dengan delay waktu tanggap mulai dari 0,5 sampai 5 detik. Sistem kendali tidak bisa merespon perintah suara pada jarak 24 meter ke atas. Persentasi akurasi untuk jarak di bawah 25 meter adalah 94,79 %.*

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi wireless saat ini berkembang sangat pesat, sehingga mendorong manusia untuk terus berpikir kreatif, tidak hanya menggali penemuan-penemuan baru, tapi juga memaksimalkan kinerja sistem dari teknologi yang ada. Sistem kendali peralatan elektronik rumah tangga saat ini masih menggunakan saklar manual untuk memutus dan menyambung arus listrik pada alat elektronik. Untuk dapat menyalakan atau mematikan peralatan elektronik di rumah seperti lampu, kipas angin, tv dan lain-lain seseorang harus melakukan secara manual. Selain itu apabila pemilik rumah adalah penyandang cacat, mereka akan kesulitan dalam mengendalikan peralatan elektronika yang ada di rumah. Sehingga dibutuhkan sistem kendali yang dapat mempermudah pemilik rumah untuk mengendalikan peralatan elektronik dirumahnya.

Sistem kendali elektronik rumah tangga memungkinkan pemilik rumah mengendalikan peralatan elektronik di rumah dengan menggunakan perintah suara. Pengolahan suara digital

saat ini dapat digunakan untuk mempermudah manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dalam hal ini suara manusia dapat diolah untuk dikonversi agar dimengerti oleh suatu sistem sehingga perintah yang terucap dapat direspon oleh alat yang dikendalikan.

Pengolahan suara digital dikontrol dengan aplikasi untuk mengenali adanya perintah suara yang dideteksi, yang sering disebut dengan voice recognition.

Teknologi voice recognition bekerja dengan menangkap suara manusia yang diubah menjadi format digital dan diterjemahkan dalam suatu sistem. Sistem tersebut kemudian akan membandingkan informasi masukkan yang sudah berupa format digital tersebut dengan database suara yang ada.

Penelitian ini berkontribusi membuat sebuah prototipe sistem kendali peralatan elektronik melalui media wireless menggunakan voice recognition. Sistem yang dimaksud dapat mengendalikan peralatan elektronik rumah tangga secara wireless menggunakan smartphone. Kendali secara wireless tersebut dilakukan melalui wireless fidelity (Wifi) menggunakan aplikasi khusus yang berjalan pada sistem operasi

android. Di dalam aplikasi tersebut disertakan sebuah fitur voice recognition yang memungkinkan user dapat memberikan perintah melalui suara secara real time.

Penelitian serupa yang telah dilakukan oleh Muhammad Rusdi dan Achmad Yani, sistem kendali menggunakan media bluetooth yang bekerja pada jarak maksimum 20 meter dengan tingkat akurasi dari sistem kendali dalam mendeteksi perintah dari user sebesar 93,75%. Penelitian lain yang dilakukan oleh

Rahmiati, sistem kendali menggunakan media bluetooth dengan jarak maksimum 440 cm dan dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan tombol dan suara. Tingkat akurasi dari sistem kendali 94,8% menggunakan tombol dan 92,8% menggunakan perintah suara.

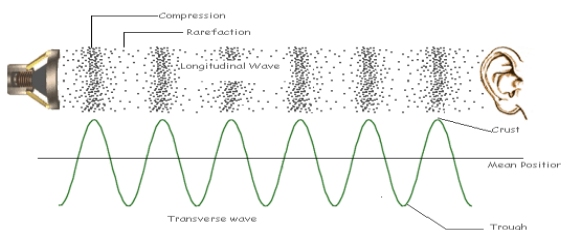
Hasil pembahasan yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah tingkat keakuratan sistem kendali dalam mendeteksi perintah suara dari pengguna. Parameter yang diamati adalah jarak jangkauan dan delay waktu sistem kendali dalam merespon perintah suara dari pengguna. Penelitian ini berupaya membuat sistem kendali dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengendalikan peralatan elektronik rumah tangga

Hasil pembahasan yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah tingkat keakuratan sistem kendali dalam mendeteksi perintah suara dari pengguna. Parameter yang diamati adalah jarak jangkauan dan delay waktu sistem kendali dalam merespon perintah suara dari pengguna. Penelitian ini berupaya membuat sistem kendali dengan tingkat akurasi yang tinggi.

## STUDI PUSTAKA

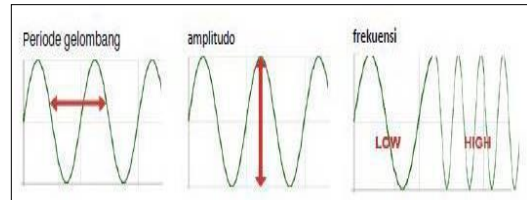
### A. Suara

Audio merupakan Suara, bunyi yang dihasilkan dari getaran suatu benda. Agar dapat tertangkap telinga manusia, getaran tersebut harus cukup kuat yaitu minimal 20 kali per detik. Jika getaran kurang dari jumlah itu, telinga manusia tidak akan mendengarnya sebagai suatu bunyi. Manusia memiliki daya tangkap pendengaran mulai dari 20Hz sampai 20 kHz.. Gelombang bunyi merupakan salah satu dari gelombang mekanik yang merambat dalam medium dalam hal ini mediumnya bisa berupa udara, air atau zat padat. Berdasarkan arah getarnya bunyi dapat dikategorikan ke dalam kelompok gelombang longitudinal yaitu gelombang yang merambat dengan arah getar searah pada arah perambatannya. Perambatan gelombang suara dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perambatan sinyal audio (gelombang suara)

Kumpulan Titik hitam pada Gambar 1, menunjukkan molekul udara. Seperti getaran loudspeaker, menyebabkan molekul disekitarnya bergetar dalam pola tertentu ditunjukkan dengan bentuk gelombang. Getaran udara ini menyebabkan gendang telinga pendengar bergetar dengan pola yang sama. Semua gelombang pasti memiliki tiga sifat penting untuk kerja audio pada manusia meliputi : panjang gelombang, amplitudo dan frekuensi. Gelombang suara dapat dilihat seperti Gambar 2.



Gambar 2. Grafik sinyal audio (gelombang suara)

Gambar 2 tersebut memungkinkan untuk memvisualisasi gelombang dengan sudut pandang matematis, menghasilkan kurva yang dikenal sebagai bentuk gelombang. Periode gelombang (T) adalah jarak antar titik gelombang dan titik ekuivalen pada fasa berikutnya. Amplitudo (A) adalah kekuatan atau daya gelombang sinyal. Frekuensi (F) adalah jumlah getaran yang terjadi dalam waktu satu detik. Diukur dalam hertz atau siklus per detik. Gelombang suara dapat merambat di udara, air, atau material lainnya. suara tidak dapat merambat ketika berada di ruangan hampa udara.

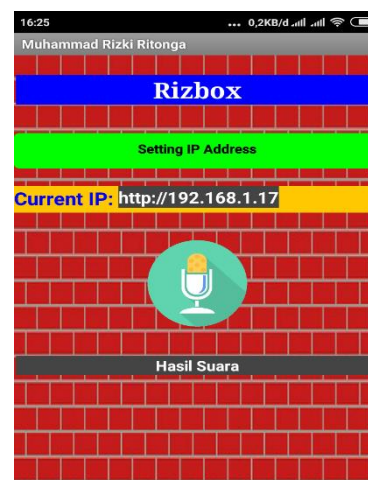
### B. Rizbox

Rizbox adalah software yang dapat digunakan untuk mengendalikan sistem dengan perintah pada Wemos. Di dalam aplikasi ini terdapat 1 metode untuk mengontrol Wemos dengan android, yaitu:

#### 1. Voice

Voice adalah aplikasi untuk mengontrol Arduino via Voice command (perintah suara).

Gambar Aplikasi yang digunakan pada Rizbox dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi Rizbox Android (menggunakan voice)

Voice akan menerima perintah yang diberikan oleh user melalui suara yang dikeluarkan user, lalu suara tersebut akan

disimpan dan direkam oleh microphone pada handphone. Suara yang direkam dikirimkan ke server google, kemudian google melakukan pembacaan dan memproses suara manusia. Dengan cara melakukan sampling suara yang sebelumnya berupa sinyal analog menjadi bit-bit biner (digital). Selanjutnya bit-bit tersebut diproses di dalam database google dan diterjemahkan dalam bentuk text. Selanjutnya server mengirimkan hasil pembacaan perintah ke aplikasi rizbox pada android.

**C. Voice Recognition**

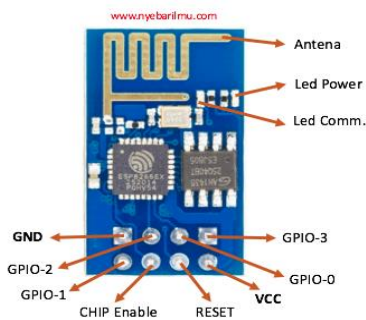
Voice recognition adalah suatu sistem untuk mengidentifikasi seseorang dengan mengenali suara dari orang tersebut. Voice Recognition atau pengenalan ucapan atau suara (speech recognition) adalah suatu teknik yang memungkinkan sistem komputer untuk menerima input berupa kata yang diucapkan. Kata-kata yang terinput diubah bentuknya menjadi sinyal digital dengan cara mengubah gelombang suara menjadi sekumpulan angka lalu disesuaikan dengan kode-kode tertentu dan dicocokkan dengan suatu pola yang tersimpan dalam suatu perangkat. Hasil dari pencocokan kata yang diucapkan oleh pengguna dapat ditampilkan dalam bentuk tulisan atau dapat dibaca oleh perangkat teknologi.

Sebagian besar alat pengenalan ucapan sifatnya masih tergantung kepada user. Alat ini hanya dapat mengenal kata yang diucapkan dari berdasarkan kata yang sudah tersimpan pada database. Sehingga alat dapat memahami perintah yang diberikan oleh user sehingga sistem dapat di kendalikan.

**D. ESP8266**

ESP8266 adalah sebuah modul Wireless Fidelity yang saat ini semakin digemari oleh para hardware developer. Selain karena harganya yang sangat terjangkau, modul WiFi serbaguna ini sudah bersifat SoC (System on Chip), sehingga user bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan.

Kelebihan dari ESP8266 adalah memiliki deep sleep mode, sehingga penggunaan daya akan relatif jauh lebih efisien dibandingkan dengan modul WiFi lainnya. Catatan penting yang harus di garis bawahi ialah, ESP8266 beroperasi pada tegangan 3.3V. Serta ESP8266 dapat menjalankan peran sebagai adhoc akses poin maupun klien sekaligus. Tipe yang paling banyak digunakan adalah ESP8266 seri ESP-01, ESP-07, ESP-12. Pada penelitian ini modul yang digunakan adalah ESP-01 karena Modul ESP-01 memungkinkan user dapat mengakses mikrokontroler melalui internet.



Gambar 4. Modul ESP8266 (seri ESP-01)

**E. Wemos**

Wemos salah satu arduino compatible development board yang dirancang khusus untuk keperluan IoT. Wemos menggunakan chip SoC WiFi yang banyak digunakan saat ini yaitu ESP8266. sangat banyak modul WiFi yang menggunakan SoC ESP8266. Namun Wemos memiliki beberapa kelebihan tersendiri yang sangat cocok digunakan untuk Aplikasi IoT. WeMos dapat diprogram menggunakan software IDE Arduino seperti halnya dengan NodeMCU.

Kelebihan yang dimiliki oleh Wemos:

1. Arduino compatible, artinya dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program dan library yang banyak terdapat di internet.
2. High Frequency CPU, dengan processor utama 32bit berkecepatan 80MHz Wemos dapat mengeksekusi program lebih cepat dibanding dibandingkan mikrokontroler 8 bit yang digunakan di Arduino.
3. Dukungan High Level Language, Selain menggunakan Arduino IDE Wemos juga dapat diprogram menggunakan bahasa Python dan Lua.
4. Pinout yang compatible dengan Arduino uno, Wemos D1 R2 merupakan salah satu product yang memiliki bentuk dan pinout standar seperti arduino uno.
5. Wemos dapat running stand alone tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler.



Gambar 5. Wemos D1

**F. Real Time**

Real Time adalah kondisi waktu yang di butuhkan untuk melakukan pengoperasian dari suatu sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang dibatasi oleh rentang waktu.

Menurut Cooling pada buku Software Design for Real Time Systems (1991): Sistem Waktu Nyata adalah sistem yang harus memproduksi respon yang tepat dalam suatu batasan waktu yang tentu.

Real Time lebih cenderung dipakai untuk mensimulasikan atau menggambarkan tentang waktu yang dibutuhkan suatu proses yang dijalankan di dunia maya dan dalam komputer yang disamakan dengan waktu nyata yang terpakai.

**METODE PENELITIAN**

**A. Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti pada diagram alir pada Gambar 5.

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

**1. Perancangan Sistem**

Merancang sebuah sistem yang dapat mengendalikan peralatan elektronik rumah tangga menggunakan suara. Rancangan sistem yang dibuat dapat dilihat pada gambar 8.

**2. Pembuatan Sistem**

Membuat sebuah sistem yang telah dirancang sebelumnya.

**3. Pengujian Sistem**

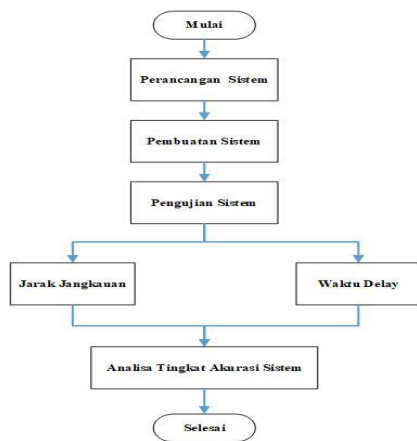
Melakukan pengujian sistem yang telah dibuat. Pengujian sistem dilakukan dengan mengubah jarak jangkauan pengguna dengan sistem kendali dan menghitung waktu delay sistem kendali dari respon perintah yang diucapkan oleh pengguna.

**4. Analisa Tingkat Akurasi Sistem**

Menganalisa tingkat akurasi sistem. Untuk mendapatkan tingkat keakuratan sistem yang tinggi, maka pengujian dilakukan dari jarak 1 meter sampai 30 meter.

**B. Parameter Pengukuran dan Pengamatan**

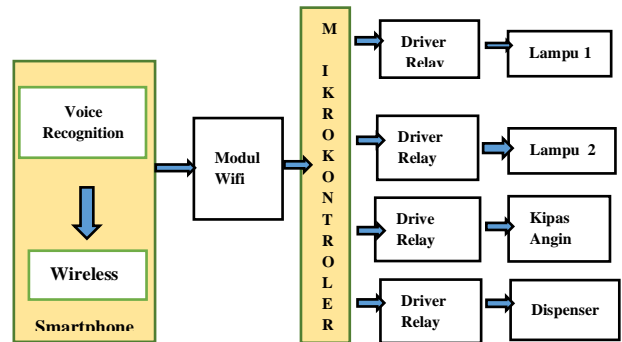
Parameter yang diukur dan diamati dari penelitian ini adalah jarak jangkauan pengguna dengan sistem kendali dan waktu delay sistem kendali untuk merespon perintah yang diucapkan oleh pengguna. Jarak jangkauan pengguna dengan sistem kendali dibuat dari 1 meter sampai 30 meter.



Gambar 6. Diagram alir penelitian

**C. Rancangan Penelitian**

Blok diagram rancangan penelitian sistem kendali peralatan elektronik rumah tangga melalui media wireless fidelity menggunakan voice recognition dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 7. Rancangan penelitian

Hubungan antara input dan output dari sistem yang dirancang adalah :

- a. Input sistem kendali adalah suara dengan memanfaatkan fasilitas *voice recogniton* yang terdapat pada smartphone android.
- b. Output sistem kendali adalah keadaan (hidup atau mati) lampu, dispenser, kipas angin dan setrika.
- c. Media transmisi wireless untuk menghubungkan smartphone android dengan sistem mikrokontroler adalah Wireless Fidelity (WiFi).

**D. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data**

Teknik pengumpulan data dari penelitian ini yaitu dilakukan dengan mengukur waktu delay untuk setiap jarak jangkauan dan melihat tingkat keberhasilan sistem dalam merespon perintah yang diberikan oleh pengguna dari aplikasi Rizbox dengan menggunakan Voice. Untuk mendapatkan tingkat keakuratan yang tinggi maka setiap pengujian dilakukan dari jarak 1 meter sampai 30 meter.

Analisa data dilakukan dengan menghitung tingkat akurasi sistm dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{akurasi} = \frac{\text{Banyak Percobaan yang berhasil}}{100\% \text{ Total percobaan}} \times 100\%$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah program yang diberikan berjalan dengan baik terhadap

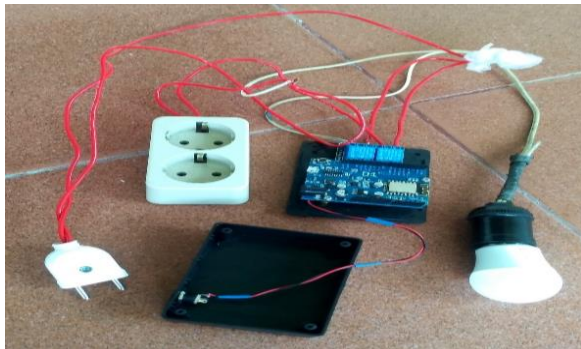
hardware yang dirancang. Prototipe hasil rancangan sistem kendali dapat dilihat pada Gambar 7.

Pengujian sistem dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Memberikan perintah suara pada Rizbox, dan melihat apakah Rizbox telah menerjemahkan perintah dengan baik atau tidak. Jika Rizbox dapat membaca dan menerjemahkan perintah yang diberikan oleh pengguna dengan baik. Rizbox akan menunjukkan tampilan seperti gambar 8. Jenis perintah suara yang diberikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis perintah suara

No.	Perintah Suara	Keterangan
1.	Lampu 1 Nyala	Menghidupkan lampu teras
2.	Lampu 2 Nyala	Menghidupkan lampu kamar
3.	Dispenser Nyala	Menghidupkan dispenser
4.	Kipas Nyala	Menghidupkan kipas angin
5.	Lampu 1 Mati	Mematikan lampu teras
6.	Lampu 2 Mati	Mematikan lampu kamar
7.	Dispenser Mati	Mematikan dispenser
8.	Kipas Mati	Mematikan kipas angin



Gambar 8. Prototipe sistem kendali



Gambar 9. Screen capture perintah pada Rizbox

2. Aplikasi Rizbox menerjemahkan perintah suara yang diberikan oleh pengguna dan mengirimkan data ke Wemos D1 melalui modul Wireless Fidelity ESP8266 sebagai media transmisinya. Setelah data sampai di Wemos D1, selanjutnya akan diproses sesuai dengan program yang ada di mikrokontroler. Perintah suara akan diperiksa, jika perintah sesuai dengan program yang ada maka driver relay aktif dan lampu serta alat elektronik lainnya akan menyala. Tampilan lampu beserta alat elektronik lainnya menyala terlihat pada Gambar 9.



Gambar 10. Tampilan keseluruhan saat lampu dan alat elektronik lainnya menyala

Dari hasil pengujian sistem, terlihat bahwa sistem kendali berjalan dengan baik. Hal ini terlihat dari aplikasi pada Rizbox dapat membaca dan mengirimkan perintah suara dengan baik dan lampu beserta alat elektronik lainnya dapat dihidupkan dan dimatikan sesuai dengan perintah suara yang diberikan oleh pengguna. dibuat dari jarak 1 meter sampai dengan 30 meter. Pengujian jarak jangkauan dapat dilihat pada Tabel

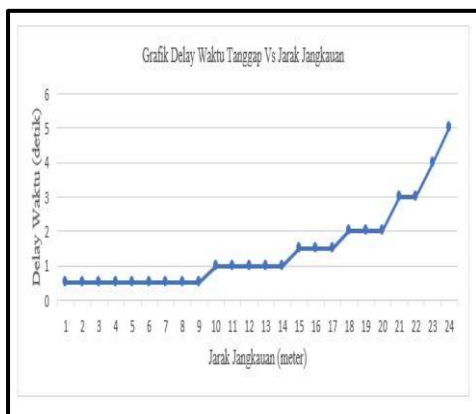
**B. Pembahasan**

Untuk mengetahui tingkat keakuratan sistem kendali elektronik rumah tangga, maka dilakukan pengujian jarak jangkauan pengguna dengan sistem kendali dan waktu delay sistem kendali untuk merespon perintah yang diucapkan oleh pengguna. Jarak jangkauan pengguna dengan sistem kendali dibuat dari jarak 1 meter sampai dengan 30 meter. Pengujian jarak jangkauan dapat dilihat pada Tabel 2.

No.	Jarak Jangkauan	Perintah Suara				Delay	Keterangan
		Lampu 1	Lampu 2	Dispenser	Kipas Angin		
1	1 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	✓ = Lampu berhasil menyala
2	2 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	
3	3 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	
4	4 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	
5	5 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	
6	6 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	
7	7 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	
8	8 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	
9	9 meter	✓	✓	✓	✓	0,5 detik	
10	10 meter	✓	✓	✓	✓	1 detik	
11	11 meter	✓	✓	✓	✓	1 detik	
12	12 meter	✓	✓	✓	✓	1 detik	
13	13 meter	✓	✓	✓	✓	1 detik	
14	14 meter	✓	✓	✓	✓	1 detik	
15	15 meter	✓	✓	✓	✓	1,5 detik	X = Lampu tidak menyala
16	16 meter	✓	✓	✓	✓	1,5 detik	
17	17 meter	✓	✓	✓	✓	1,5 detik	
18	18 meter	✓	✓	✓	✓	2 detik	
19	19 meter	✓	✓	✓	✓	2 detik	
20	20 meter	✓	✓	✓	✓	2 detik	
21	21 meter	✓	✓	✓	✓	3 detik	
22	22 meter	✓	✓	✓	✓	3 detik	
23	23 meter	✓	X	✓	X	4 detik	
24	24 meter	✓	X	X	X	5 detik	
25	25 meter	X	X	X	X	-	Jarak tidak terjangkau
26	26 meter	X	X	X	X	-	
27	27 meter	X	X	X	X	-	
28	28 meter	X	X	X	X	-	
29	29 meter	X	X	X	X	-	
30	30 meter	X	X	X	X	-	

a. Sistem kendali bekerja efektif pada jarak dibawah 25 meter dengan delay waktu tanggap bervariasi dari 0,5 sampai 5 detik.

Dari Tabel 2 hasil pengujian maka dapat dibuat grafik delay waktu tanggap terhadap jarak jangkauan bluetooth terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Delay Waktu Tanggap Terhadap Jarak Jangkauan

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa :

b. Sistem kendali tidak bisa merespon perintah suara pada jarak 24 meter keatas.

Tingkat akurasi untuk jarak dibawah 25 meter dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Akurasi} &= \frac{\text{Banyak percobaan yang berhasil}}{\text{Total percobaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{91}{96} \times 100\% = 94.79\%.
 \end{aligned}$$

Maka diperoleh tingkat akurasi sistem kendali dibawah jarak 25 meter adalah 94.79%.

### 5. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diperoleh bahwa :

1. Sistem kendali peralatan elektronik rumah tangga melalui media wireless fidelity menggunakan voice recognition berjalan dengan baik.
2. Sistem kendali elektronik rumah tangga bekerja efektif pada jarak di bawah 25 meter.
3. Sistem kendali tidak bisa merespon perintah suara pada jarak 24 meter keatas.
4. Persentasi akurasi untuk jarak di bawah 25 meter adalah : 94,79%

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. O. Krisendi, S. Hadiyoso dan Y. S. Hariyani, 2015, *Rancang Bangun Aplikasi Kontrol dan Monitoring Perangkat Elektronika pada Smarthome Berbasis Android dan Google Voice*, *e-Proceeding of Applied Science Vol.1 No.2*, pp. 13-16
- [2] P. Rahmiat, G. Firdaus dan N. Fathorrahman, 2014, *Impelentasi Sistem Bluetooth menggunakan Android dan Arduino untuk Kendali Peralatan Elektronik*, *Jurnal ELKOMIKA No. 1 Vol. 2*.
- [3] M. Rusdi, A. Yani, 2018, *Sistem Kendali Peralatan Elektronik Melalui Media Bluetooth Menggunakan Voice Recognition*. *Journal of Electrical Technology*, Vol. 3, No. 1.
- [4] M. A. Prasetyo, 2017, *Menyalakan Lampu Dengan Perintah Suara*, 10 April 2017. [Online]. Available: <http://boarduino.web.id>
- [5] Wikipedia, 2017, *Speech Recognition*, 10 April 2017. [Online]. Available: <http://id.wikipedia.org>.
- [6] S. Handayani, 2014, *Mudah Belajar Mikrokontroller Dengan Arduino*, Jakarta: Widya Media.
- [7] Syahrul, 2012, *Mikrokontroler AVR ATmega8535*, Bandung: Informatika
- [8] A. Purnama, 2012, *Sinyal Audio (Gelombang Suara)*, 30 Mei 2012. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id>.