

Pengenalan dan Analisis Ucapan pada Sistem Kontrol Perangkat Listrik Menggunakan Arduino Uno

Dania Eridani^{*)}, Ivan Sanusi, Eko Didik Widiyanto

Departemen Teknik Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Cara sitasi: D. Eridani, I. Sanusi, and E. D. Widiyanto, "Pengenalan dan Analisis Ucapan pada Sistem Otomatisasi Perangkat Listrik Menggunakan Arduino Uno," Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 6, no. 1, Jan. 2018. doi: 10.14710/jtsiskom.6.1.2018.18-24, [Online].

Abstract – This study aims to develop an electrical device control system using speech recognition and perform the analysis factors that affect the accuracy of speech recognition. The system used the Arduino Uno as the main control board of the system, an Elechouse's voice recognition module as speech processing device and several output devices such as relays, LEDs and an LCD. This research resulted in 92,7% accuracy of speech recognition at the ideal condition and 66,85% at the noise condition. This study shows that the frequency, amplitude, slow tempo and timbre of command speech greatly affect the success of speech recognition.

Keywords - Arduino UNO; device control; speech recognition; voice recognition module ; microcontroller

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengendali perangkat listrik menggunakan pengenalan ucapan dan melakukan analisis faktor yang mempengaruhi akurasi dari pengenalan ucapan. Sistem menggunakan papan Arduino Uno sebagai pusat kendali sistem, modul pengenalan ucapan dari Elechouse dan beberapa perangkat keluaran seperti relay, LED dan LCD. Penelitian ini menghasilkan akurasi pengenalan ucapan sebesar 92,7% pada kondisi ideal dan 66,85% pada kondisi berderau. Penelitian ini menunjukkan bahwa frekuensi, amplitudo, tempo yang lambat dan timbre ucapan perintah sangat mempengaruhi pengenalan ucapan.

Kata Kunci - Arduino UNO; kendali perangkat; pengenalan ucapan; modul pengenalan ucapan; mikrokontroler

I. PENDAHULUAN

Teknologi yang mulai dikembangkan untuk mendukung kemudahan bagi manusia adalah teknologi pengendalian otomatis (otomatisasi). Pengendalian otomatis atau otomatisasi menggabungkan sistem mekanik, elektronik dan komputer untuk memberikan

fungsi manipulator yang nantinya akan memiliki fungsi pengendalian tertentu sesuai dengan keinginan. Tidak hanya teknologi pengendalian otomatis yang mulai dikembangkan, teknologi lain yang dikembangkan adalah *voice recognition* (pengenalan suara). Pengenalan suara mulai banyak digunakan sebagai alat bantu identifikasi maupun autentikasi. Pengenalan suara memungkinkan komputer untuk menerima masukan dan menjalankan perintah berupa suara [1]. Perintah suara ini kemudian diterjemahkan sebagai perintah kontrol perangkat.

Sistem kontrol dan otomatisasi rumah telah banyak dikembangkan [2]-[7]. Imron dkk. [2] mengembangkan sistem kendali alat listrik rumah tangga menggunakan media SMS (*Short Message Service*). Perangkat listrik dapat dikendalikan menggunakan pesan SMS. Aplikasi kendali berbasis SMS menggunakan devais Android dilakukan oleh Aditia dkk. [3]. Pamungkas dkk. [4] dan Dewi dkk. [5] melewati perintah kontrol *smarthome* melalui komunikasi *bluetooth*, sedangkan Nugraheni dkk. [6] dan Alamsyah dkk. [7] menggunakan TCP/IP untuk mengontrol perangkat lewat situs web.

Pengontrolan perangkat atau sistem menggunakan perintah suara dilakukan dalam [8]-[10]. Rantelino dkk. [8] menggunakan pola ketukan untuk melakukan pembukaan kunci secara otomatis dengan papan sirkuit Adafruit Trinket sebagai pusat kendali utama dan pusat pengolahan data masukan. Malek [9] menggunakan EasyVR untuk mengenali perintah ucapan dalam mengontrol lampu menggunakan EasyVR seperti halnya Patiung dan Lumenta [10]. Pengembangan metode pengenalan suara dan ucapan diimplementasikan menggunakan program Matlab, seperti Zahra dkk. [11] untuk pengendali mobil menggunakan LPC dan HMM, Ronando dan Irawan [12] untuk pengendali robot menggunakan LPC dan *neuro fuzzy*, dan Amalia [13] untuk pengenalan digit 0-9 menggunakan MFCC dan jaringan syaraf tiruan runut balik.

Penelitian [2]-[7] menggunakan media komunikasi untuk mengirimkan perintah kontrol untuk mengendalikan peralatan rumah. Pengendali peralatan rumah menggunakan perintah suara dilakukan dalam [8]-[10], sedangkan [11]-[13] menggunakan perintah suara tersebut untuk mengontrol objek lain, seperti robot beroda, dan mobil. Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk membuat sebuah purwarupa sistem otomatisasi

^{*)} Penulis korespondensi (Dania Eridani)
Email: dania@ce.undip.ac.id

dan kontrol perangkat listrik berbasis mikrokontroler 8 bit dengan memanfaatkan pengenalan ucapan sebagai pengendalinya, tetapi juga mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi pengaruh terhadap proses pengenalan ucapan yang ada di dalam sistem.

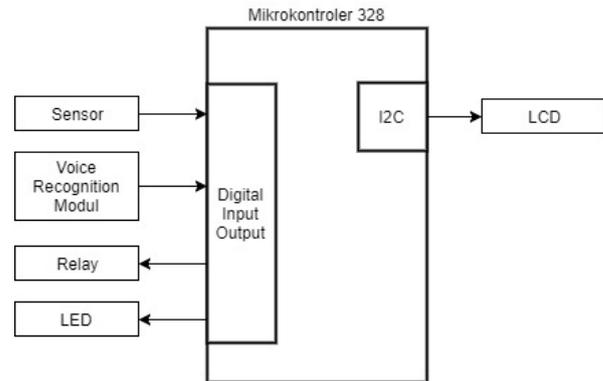
II. METODE PENELITIAN

Kebutuhan fungsional dalam perancangan sistem ini adalah sistem mampu membaca perintah masukan ucapan dan mengenalinya sebagai perintah pengendali perangkat aktuator. Sistem mampu melakukan pengendalian perangkat sesuai dengan pengkondisian sensor dari data hasil pembacaan sensor, meliputi suhu dan intensitas cahaya. Sistem mampu menuliskan hasil pembacaan sensor pada LCD yang terkoneksi dengan sistem. Kebutuhan non-fungsional dalam perancangan sistem adalah sistem bekerja dengan efektif pada tingkat kebisingan di bawah 70 dB. Sistem menggunakan mikrokontroler ATmega 328 pada papan Arduino Uno sebagai pusat kendali untuk membaca nilai keluaran sensor. Sistem dijalankan dengan catu tegangan sebesar 9V dan arus 1A.

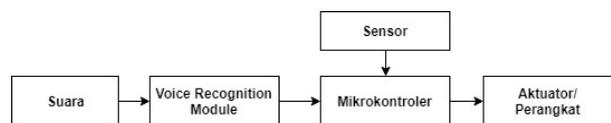
Perancangan sistem otomatisasi perangkat dengan sistem pengenalan ucapan dilakukan berdasarkan data kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang didapatkan pada tahap sebelumnya. Tahapan perancangan sistem terdiri dari perancangan perangkat keras dan juga perancangan perangkat lunak. Hasil dari tahap ini adalah diagram blok perangkat keras serta diagram alir jalannya sistem. Selain itu, pada tahap perancangan dilakukan pelatihan terhadap modul *voice recognition* untuk mendapatkan data latih yang nantinya digunakan oleh modul sebagai pembandingan data masukan. Tahap implementasi mengaplikasikan desain sistem yang telah dirancang menjadi sebuah purwarupa sistem.

Sistem otomatisasi lampu menggunakan pengenalan ucapan diimplementasikan menggunakan papan kendali keseluruhan sistem dan menggunakan lingkungan pengembang Arduino IDE 1.8.3 yang berjalan pada sistem operasi Windows 8.1. Sistem dilengkapi dengan modul *voice recognition V3* dari Elechouse sebagai pengolah perintah ucapan [15], sensor LM35 atau sensor suhu yang digunakan untuk membaca kondisi suhu di sekitar lingkungan sistem, sensor LDR atau sensor cahaya yang digunakan untuk membaca intensitas cahaya di sekitar sistem. LED sebagai indikator perangkat dan LCD sebagai penampil kondisi yang didapat dari pembacaan sensor. Pengendalian relay yang terhubung dengan perangkat lampu dan kipas dilakukan secara otomatis sesuai dengan pengkondisian sensor dan perintah ucapan.

Pengujian dan analisa sistem dilakukan dengan pengambilan data perangkat masukan, perangkat luaran, dan sistem secara keseluruhan. Mekanisme pengujian yaitu dengan memberikan perintah ucapan dalam kondisi ideal maupun tidak ideal, pengujian terhadap faktor ucapan dan gelombang pengucap. Data yang



Gambar 1. Blok diagram perangkat keras



Gambar 2. Blok diagram cara kerja sistem

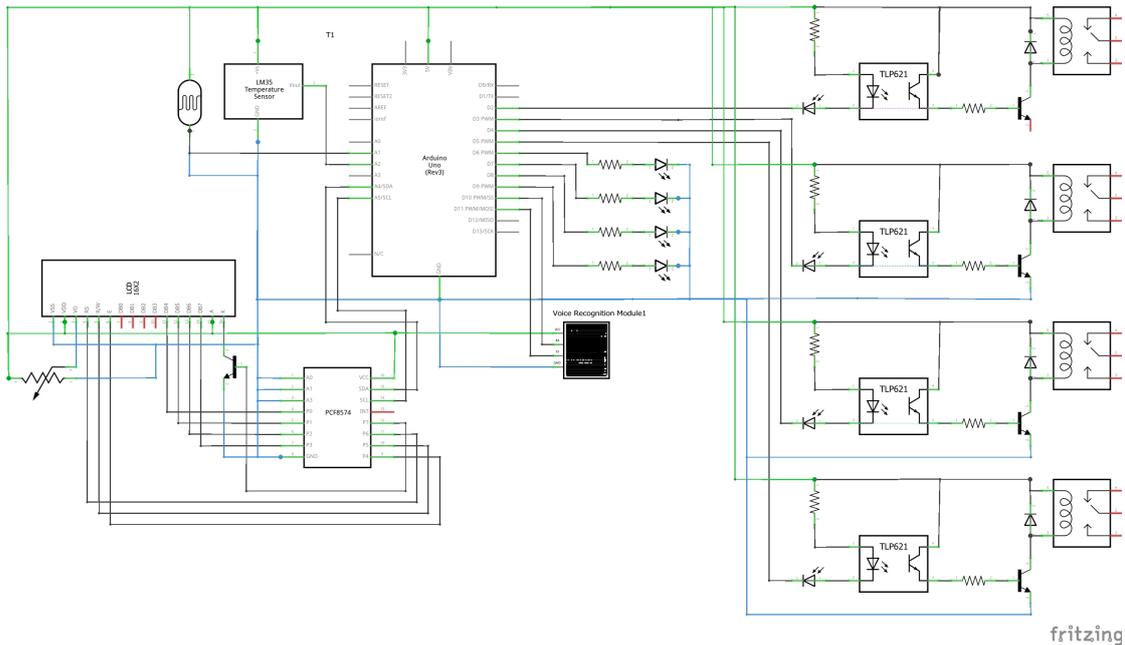
diperoleh dilakukan analisis apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau tidak.

Pengujian lain yang dilakukan pada modul pengenalan ucapan adalah pengujian perintah suara berdasarkan faktor-faktor pengaruh bunyi, yaitu frekuensi, amplitudo, tempo, dan warna suara. Frekuensi menunjukkan tinggi rendahnya nada pengucapan perintah. Amplitudo menunjukkan kuat lemahnya pengucapan perintah. Tempo menunjukkan cepat lambatnya pengucapan perintah. Warna suara digunakan untuk menunjukkan sifat suara beberapa orang untuk ucapan perintah yang sama. Pembuatan grafik ucapan terhadap waktu dan spektrum frekuensinya dilakukan menggunakan program Audacity [16].

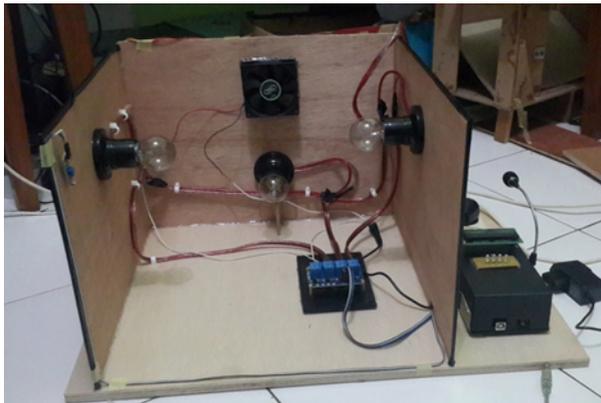
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan empat tahapan pengembangan sistem, dijabarkan data hasil uji coba terhadap sistem secara keseluruhan. Perancangan sistem menghasilkan blok diagram perangkat keras dan diagram alir perangkat lunak. Gambar 1 menunjukkan blok diagram perangkat keras sistem dengan Arduino Uno sebagai pusat kendali. Modul *voice recognition*, sensor, relay dan LED terhubung pada pin input output Atmega 328 serta LCD terhubung melalui modul I2C yang terkoneksi pada pin SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*).

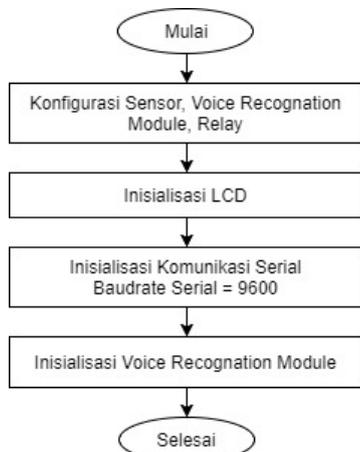
Cara kerja keseluruhan sistem pengontrolan dan otomatisasi perangkat dengan menggunakan pengenalan ucapan ditunjukkan dalam Gambar 2. Suara ucapan yang terdeteksi oleh sistem diolah dan dibandingkan dengan data latih pada modul *voice recognition* berupa Boolean (0 atau 1) dimana 1 berarti data masukan sama dengan data latih dan 0 jika data masukan tidak sama dengan data latih. Perintah berupa ucapan yang akan dikenali berjumlah 7 perintah. Data hasil perbandingan yang didapat oleh mikrokontroler digunakan sebagai pengkondisian untuk perangkat aktuator yang terhubung



Gambar 3. Skematik rangkaian sistem secara keseluruhan

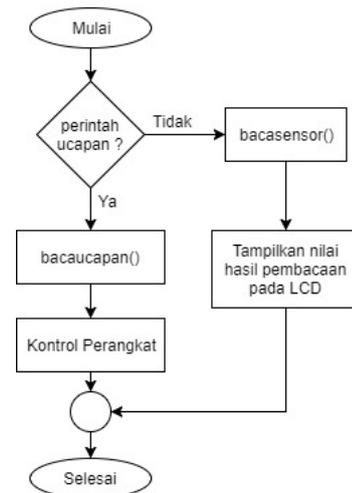


Gambar 4. Purwarupa sistem pengendali perangkat berbasis pengenalan ucapan



Gambar 5. Diagram alir prosedur `setup()`

dengan sistem. Selain berjalan dengan pengenalan ucapan, sistem dapat berjalan dengan pengkondisian

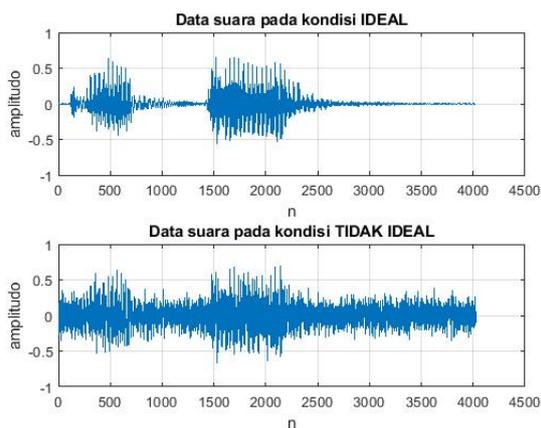


Gambar 6. Diagram alir prosedur `loop()`

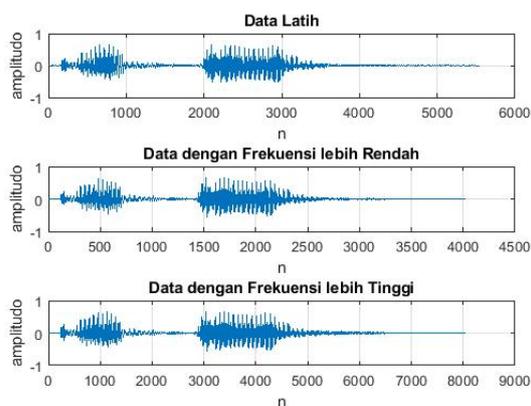
sensor sebagai kendali alternatif jika tidak ditemukan masukan ucapan pada sistem.

Skematik rangkaian hasil rancangan dari kebutuhan sistem sistem otomatisasi lampu dengan menggunakan pengenalan ucapan ditunjukkan dalam Gambar 3. Sistem terdiri dari papan kendali Arduino Uno, modul *voice recognition*, sensor LM35, sensor LDR, LCD, 4 buah LED dan 4 buah relay. Hasil implementasi dari rancangan rangkaian skematik pada Gambar 3 dilakukan dengan menggunakan papan kayu yang dibuat untuk dapat memasang 3 buah lampu beserta 1 buah kipas 12V seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.

Perancangan perangkat lunak menghasilkan diagram alir prosedur `setup()` dan prosedur `loop()`, serta diagram alir untuk fungsi masing-masing sensor dan pengenalan ucapan. Prosedur `setup()` seperti Gambar 5 berisi konfigurasi pin dan inisialisasi



Gambar 7. Perbandingan gelombang ideal dan tidak ideal



Gambar 8. Perbandingan gelombang berdasarkan frekuensi

komunikasi serial yang digunakan pada sistem sebesar 9600bps.

Prosedur `loop()` yang ditunjukkan dalam Gambar 6 menjalankan blok kode yang akan berjalan terus menerus dan berisi pemanggilan untuk menjalankan fungsi utama sistem. Pada prosedur `loop()`, sistem akan melakukan pembacaan terhadap perintah ucapan dari pengguna. Jika tidak ada ucapan yang terdeteksi, sistem akan menjalankan prosedur `bacasensor()` untuk melakukan pengamatan suhu dan intensitas cahaya di sekitar lingkungan sistem dan menuliskan hasil pembacaan pada perangkat keluaran LCD. Sistem menampilkan nilai suhu dan kondisi gelap dan terang berdasarkan pembacaan sensor, sedangkan jika sistem mendeteksi adanya ucapan maka sistem akan menjalankan prosedur `bacaucapan()` untuk melakukan pengendalian berdasarkan perintah ucapan yang terdeteksi.

Pengujian sistem yang dilakukan meliputi pengujian terhadap pembacaan nilai dari masing-masing sensor dan perangkat masukan lainnya, pengujian terhadap perangkat keluaran sistem dan pengujian sistem secara keseluruhan agar dapat memenuhi semua kebutuhan fungsional sistem. Pengujian sensor yang ada pada

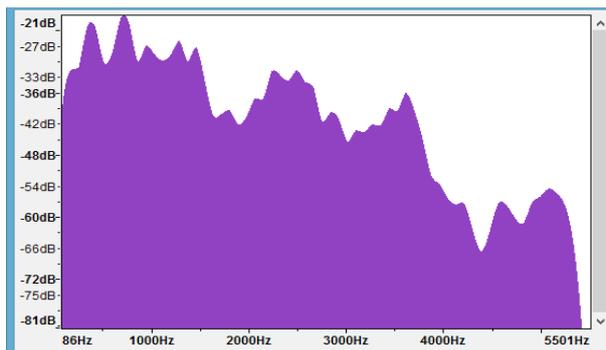
sistem dilakukan dengan membandingkan keluaran sensor dengan alat ukur standar dari besaran yang dihasilkan oleh sensor. Pengujian keluaran *LED* dilakukan dengan memberikan perintah *high/low* pada sistem yang terhubung dengan *LED*. Ketika *LED* mendapat perintah *high* dari sistem, maka *LED* akan aktif/menyalakan, ketika *LED* mendapat perintah *low* dari sistem, maka *LED* tidak aktif/mati. Pengujian *Relay* hampir sama dengan pengujian *LED*, bedanya pada kondisi *Relay* ketika diberi masukan *high* maka *relay* akan mati, sebaliknya jika masukan *low* maka *relay* akan aktif/menyalakan. Pengujian *LCD* dilakukan dengan memprogram untuk menampilkan tulisan atau karakter pada *LCD* dan mencocokkan dengan tampilan karakter pada layar *LCD*. Secara fungsional, perangkat keluaran telah dapat dikendalikan dengan baik.

Pengolahan data perintah suara dilakukan dengan menggunakan program Matlab untuk melihat perbedaan antara kondisi ideal dan kondisi berderau. Sampel data yang dipakai adalah perintah “kipas”. Sampel direkam dan dipotong menggunakan aplikasi Audacity untuk memperoleh data perintah ucapan yang diinginkan. Data sampel diolah menggunakan Matlab untuk melihat data gelombang suara yang dihasilkan. Gambar 7 merupakan data perbandingan gelombang suara pada kondisi ideal atau tidak berderau dan kondisi tidak ideal atau berderau. Pada kondisi berderau akan menghasilkan gelombang yang relatif lebih padat dibandingkan dengan gelombang yang dihasilkan pada kondisi ideal. Hal tersebut yang membuat tingkat pembacaan modul melemah.

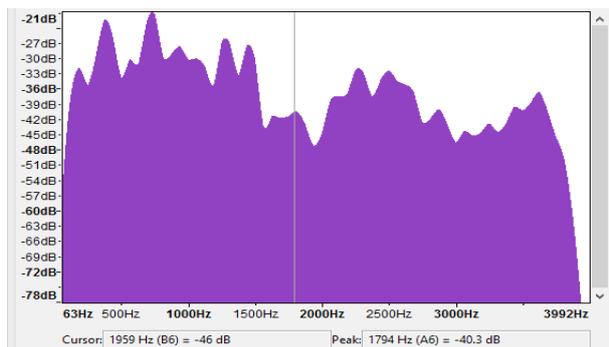
Pengujian lain yang dilakukan pada modul pengenalan ucapan adalah pengujian perintah suara berdasarkan faktor-faktor pengaruh bunyi, yaitu frekuensi, amplitudo, periode/tempo, dan warna suara. Pengujian dilakukan dengan mengambil 1 sampel perintah yaitu “kipas” atau perintah pertama.

Perbandingan gelombang dari data masukan dengan frekuensi yang berbeda dari data latihan ditunjukkan dalam Gambar 8. Perbandingan gelombang suara berdasarkan frekuensi menunjukkan bahwa perbedaan signifikan terletak pada jumlah gelombang yang ada. Jumlah gelombang pada data latihan ialah berkisar antara 5000-6000 (5548) gelombang. Jumlah gelombang dengan frekuensi lebih rendah adalah berkisar pada 4000 (4026), sedangkan pada frekuensi yang lebih tinggi jumlah gelombang adalah berkisar pada 8000 (8052). Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perbedaan frekuensi membuat modul tidak dapat membaca perintah suara.

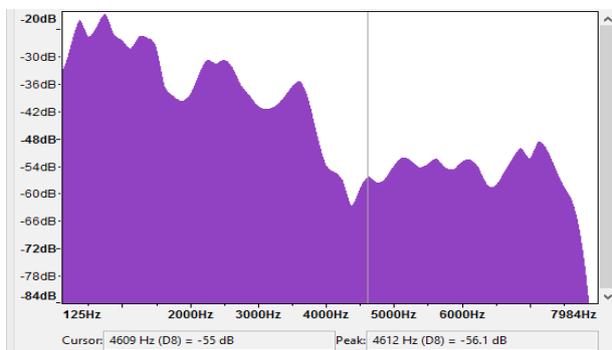
Selain dibandingkan dengan jumlah sampel yang dihasilkan untuk setiap frekuensi, perbandingan frekuensi dapat dilakukan berdasarkan plot spektrum menggunakan program pengolahan suara Audacity [16]. Gambar 9 menunjukkan spektrum frekuensi data latihan. Frekuensi gelombang data latihan berada antara 86–5501 Hz. Gambar 10 menunjukkan spektrum frekuensi data masukan dengan frekuensi lebih kecil dari data latihan. Frekuensi yang dihasilkan dari data masukan adalah antara 63–3992 Hz. Gambar 11 menunjukkan spektrum frekuensi data masukan dengan frekuensi lebih besar



Gambar 9. Spektrum frekuensi data latihan



Gambar 10. Spektrum frekuensi data masukan dengan frekuensi lebih rendah

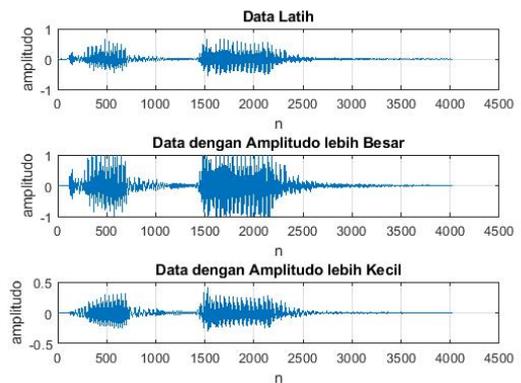


Gambar 11. Spektrum frekuensi data masukan dengan frekuensi lebih tinggi

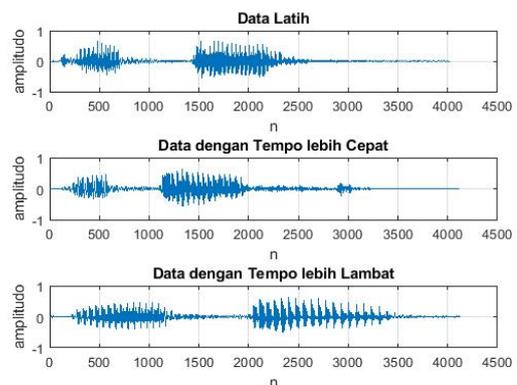
dari data latihan. Frekuensi yang dihasilkan oleh gelombang data masukan adalah 125-7984 Hz.

Perbandingan gelombang berdasarkan amplitudo atau simpangan maksimal dari gelombang ditunjukkan dalam Gambar 12. Perbedaan yang dapat dilihat adalah pada simpangan maksimal yang dihasilkan dari masing-masing data. Gelombang data latihan memiliki nilai simpangan maksimal berkisar antara 0,5-1 pada gelombang utama (ketika pengucapan ki-pas). Simpangan maksimal dari data dengan amplitudo lebih tinggi berkisar pada angka 1 yang mana merupakan nilai tertinggi amplitudo, sedangkan nilai amplitudo dari data amplitudo lebih kecil berada di bawah nilai 0,5. Dari data tersebut dapat dinyatakan bahwa perbedaan amplitudo melemahkan pembacaan perintah suara.

Perbandingan gelombang berdasarkan tempo pengucapan perintah ditunjukkan dalam Gambar 13,



Gambar 12. Perbandingan gelombang berdasarkan simpangan maksimal



Gambar 13. Perbandingan gelombang berdasarkan tempo pengucapan

yaitu perbedaan panjang gelombang utama (ketika pengucapan ki-pas). Gelombang dengan tempo yang lebih cepat menghasilkan kepadatan gelombang yang lebih rapat daripada data latihan. Hal ini membuat pembacaan perintah melemah, sedangkan gelombang dengan tempo lebih lambat menghasilkan kepadatan gelombang yang lebih renggang dari data latihan membuat modul tidak dapat membaca perintah ucapan.

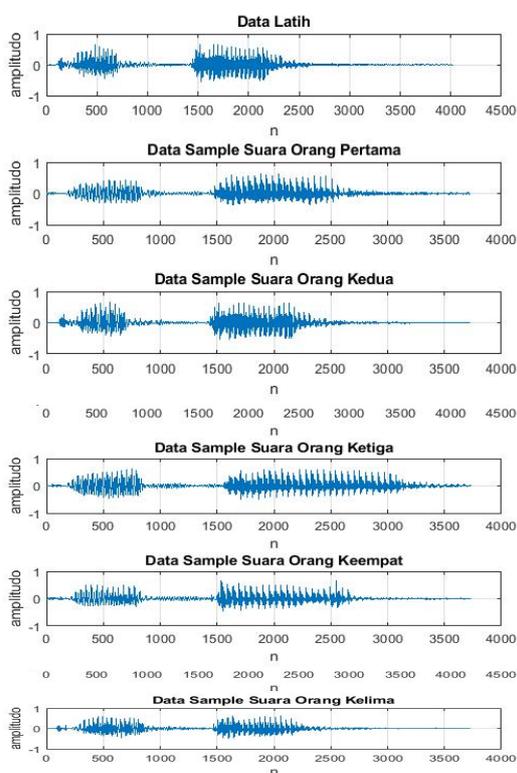
Pengujian modul pengenalan ucapan dilakukan dengan memberikan masukan perintah ucapan sesuai dengan data latihan yang sudah dilatihkan pada modul. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada setiap perintahnya. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian modul pengenalan ucapan. Rata-rata keberhasilan pembacaan perintah ucapan oleh modul pengenalan ucapan adalah sebesar 92,7% pada keadaan ideal atau lingkungan tidak berderau dengan tingkat kebisingan di bawah 70 dB. Tingkat pengenalan keberhasilan ini lebih tinggi daripada Patiung dan Lumenta [10] yang menggunakan modul EasyVR sebesar 87,5% , Zahra dkk. [11] yang menghasilkan pengenalan sampai 90% menggunakan Matlab dan Amalia [13] sebesar 82,2%. Pengujian dalam [10] dan [11] dilakukan 10 kali dengan perintah ucapan terdiri dari 1 kata, sedangkan dalam [13] pengucapan yang dilakukan adalah ucapan merepresentasikan 1 digit bilangan desimal.

Tabel 1. Hasil pengujian modul pada kondisi ideal

Perintah	Jumlah		Presentase (%)
	Berhasil	Tidak berhasil	
Kipas	94	6	94
Satu	98	2	98
Dua	95	5	95
Tiga	100	0	100
Matikan Kipas	90	10	90
Nyalakan Lampu	87	13	87
Semua Mati	92	8	92
Rata-rata Keberhasilan			92,7

Tabel 2. Pengujian modul pada kondisi tidak ideal

Perintah	Jumlah		Presentase (%)
	Berhasil	Tidak berhasil	
Kipas	72	28	72
Satu	78	22	78
Dua	68	32	68
Tiga	69	31	69
Matikan Kipas	64	36	64
Nyalakan Lampu	54	46	54
Semua Mati	63	37	63
Rata-rata Keberhasilan			66,85



Gambar 14. Perbandingan gelombang dari sampel orang yang berbeda

Tabel 3. Pengujian modul berdasarkan faktor suara

Faktor	Jumlah		Persentase Keberhasilan (%)
	Berhasil	Tidak Berhasil	
Frekuensi Rendah	0	10	0
Frekuensi Tinggi	0	10	0
Amplitudo Kecil	2	8	20
Amplitudo Besar	6	4	60
Tempo Lambat	0	10	0
Tempo Cepat	7	3	70

Tabel 4. Perbandingan gelombang berdasarkan pengucap

Data	Jumlah Gelombang	Simpangan	Keberhasilan (%)
Data Latih	4026	0-0,6	80
Orang Pertama	3729	0-0,6	60
Orang Kedua	3729	0-0,6	60
Orang Ketiga	3729	0-0,7	50
Orang Keempat	3729	0-0,4	50
Orang Kelima	3729	0-0,5	50

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian modul pada lingkungan tidak ideal atau berderau dengan tingkat kebisingan di atas 70 dB. Rata-rata keberhasilan pembacaan oleh modul adalah sebesar 66,85%. Perintah dengan tingkat pembacaan kecil terjadi pada perintah yang terdiri dari 2 kata. Keberhasilan pengenalan ucapan ini lebih besar daripada sistem menggunakan EasyVR dalam [10] dengan tingkat keberhasilan 37,5% dan lebih kecil dari Zahra dkk. [11] dengan keberhasilan 76,67%.

Keberhasilan pengenalan ucapan perintah berdasarkan faktor pengaruh bunyi ucapan dinyatakan dalam persentase seperti ditunjukkan dalam Tabel 3. Data uji atau masukan perintah yang diucapkan untuk menjalankan sistem haruslah identik dengan data latih yang ada pada modul pengenalan ucapan. Amplitudo akan menunjukkan nilai data digital ucapan yang tersimpan. Frekuensi dan tempo akan menunjukkan kesesuaian antar nilai cuplik data ucapan. Tempo yang lambat akan menyebabkan data perintah tidak utuh jika periode cuplik sinyal tetap dan konstan. Karakteristik pengenalan ucapan ini tidak diuraikan dalam [8]-[12]. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengenalan ucapan sangat dipengaruhi oleh frekuensi, amplitudo, dan tempo pengucapan.

Pengaruh pengucapan perintah yang sama oleh orang yang berbeda ditunjukkan dalam Gambar 14. Tabel 4 merupakan perbandingan data gelombang yang dihasilkan dengan jumlah percobaan 10 kali. Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah gelombang dari sampel orang lain berbeda dengan data latih dengan selisih 297 gelombang dan selisih simpangan gelombang adalah antara 0-0,4 dari data latih pada orang keempat. Perbedaan jumlah gelombang dan simpangan dari masing-masing data membuat tingkat akurasi pembacaan perintah ucapan menurun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik pengenalan ucapan dapat digunakan untuk memberikan kontrol otomatis untuk perangkat listrik menggunakan Arduino Uno dan modul pengenalan ucapan, seperti halnya dalam [9]-[12] dengan tingkat keberhasilan pengenalan yang cukup tinggi baik dalam kondisi ideal maupun derau (Tabel 1 dan Tabel 2). Perintah ucapan untuk kontrol penguncian pintu secara elektrik juga bisa ditambahkan sehingga fungsinya seperti kode ketukan dalam [8]. Titik awal terjadinya perintah perlu diteliti lebih lanjut untuk mendeteksi titik mula perintah. Dengan adanya pendeteksian titik mula diharapkan kata perintah yang diucapkan di tengah kalimat bisa dikenali juga sebagai perintah.

IV. KESIMPULAN

Teknologi pengenalan ucapan berhasil diterapkan ke dalam sistem kendali berbasis mikrokontroler 8 bit untuk mengendalikan perangkat listrik. Modul pengenalan ucapan dapat mengenali suara perintah untuk mengendalikan perangkat dengan tingkat ketepatan pembacaan sebesar 92,7% pada kondisi ideal/tidak berderau dan 66,85% pada kondisi tidak ideal/berderau. Pengenalan suara pada modul dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu frekuensi yang membedakan jumlah gelombang satu dengan yang lainnya, dan amplitudo atau simpangan maksimal. Semakin jauh selisih dari kedua faktor tersebut dari data latih membuat akurasi pembacaan semakin menurun. Faktor lainnya adalah tempo pengucapan suara yang turut mempengaruhi kedua faktor utama yaitu frekuensi dan amplitudo.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Li, L. Deng, R. Haeb-Umbach, and Y. Gong, *Fundamentals of Speech Recognition*. Pearson Education, India, 2016.
- [2] H. F. Imron, R. R. Isnanto, and E. D. Widiyanto, "Perancangan Sistem Kendali pada Alat Listrik Rumah Tangga Menggunakan Media Pesan Singkat (SMS)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 4, no. 3, pp. 454-462, Agustus 2016.
- [3] I. Aditia, O. D. Nurhayati, and E. D. Widiyanto, "Aplikasi Android Pengendali Pintu Otomatis Melalui Media SMS," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 267-274, Apr. 2015
- [4] K. A. Pamungkas, T. Novianti, and A. Aziz, "Aplikasi Android dan Mikrokontroler Arduino pada Kontrol Smarthome dengan Komunikasi Bluetooth," *Network Engineering Research Operation (NERO)*, vol. 2, no. 3, 2016.
- [5] A. K. Dewi, M. S. Hadi, and S. Anwar, "Sistem Atap Rumah Otomatis pada Smarthome dengan Menggunakan Arduino," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 43-48, Januari 2017.
- [6] F. D. Nugraheni, I. D. Irawati, and Y. S. Hariyani, "Implementasi Wireless Sensor Network untuk Aplikasi Lampu dan Kipas," *eProceeding of Applied Science*, vol. 2, no. 3, 2016.
- [7] A. Alamsyah, A. Amir, and M. N. Faisal, "Perancangan dan Penerapan Sistem Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web," *Jurnal Mekanikal*, vol. 6, no. 2, pp. 577-584, Juli 2015.
- [8] A. P. Rantelino, R. R. Isnanto, and E. D. Widiyanto, "Sistem Pembukaan Kunci Otomatis Menggunakan Identifikasi Pola Ketukan," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 4, pp. 281-287, November 2014.
- [9] N. A. A. Malek, "Smart Wireless-voice Command Electrical Lamp Controlling System", Skripsi, Universiti Teknikal Malaysia Melaka, 2015.
- [10] F. T. Patiung, and A. S. M. Lumenta, "Rancang Bangun Robot Beroda dengan Pengendali Suara," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 2, no. 4, pp. 48-52, 2013.
- [11] A. A. Zahra, A. Hidayatno, and M. W. T. Saksono, "Aplikasi Pengenalan Ucapan Sebagai Pengatur Mobil Dengan Pengendali Jarak Jauh," *Transmisi*, vol. 10, no. 1, pp. 21-26, 2008.
- [12] E. Ronando, and M. I. Irawan, "Pengenalan Ucapan Kata sebagai Pengendali Metode Linear Predictive Coding – Neuro Fuzzy," *Jurnal Sains dan Seni*, vol. 1, no. 1, pp. A1-A6, 2012.
- [13] S. Amalia, "Pengenalan Digit 0 sampai 9 Menggunakan Ekstraksi Ciri MFCC dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *Jurnal Teknik Elektro-ITP*, vol. 6, no. 1, pp. 1-8, 2017.
- [14] "Arduino Uno," 2016. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. [Accessed: 12-Jul-2017].
- [15] Elechouse, "Voice Recognition Module V3," Elechouse. Elechouse, 2014.
- [16] "Plot Spectrum," 2017. [Online]. Available: http://manual.audacityteam.org/man/plot_spectrum.html. [Accessed: 20-Dec-2017].