

RANCANG BANGUN PURWARUPA SISTEM PENGUNCI LEMARI DENGAN PENGENALAN SUARA

¹Laksamana Akbar Dzulfikar, ²Emy Haryatmi, ³Tri Agus Riyadi

¹²Fakultas Ilmu Komputer Universitas Gunadarma, ³Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat

¹akbardzulfikar09@gmail.com, ²emy_h@staff.gunadarma.ac.id,

³ta_riyadi@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Sistem keamanan berbasis teknologi modern telah banyak diterapkan di kehidupan sehari-hari salah satunya adalah penerapan sistem keamanan pada kunci pintu lemari. Perintah suara merupakan salah satu media pengoperasian sistem home automation yang banyak diminati. Pada penelitian ini dibuat sistem pengunci lemari dengan metode pengenalan suara. Sistem keamanan ini menggunakan suara untuk membuka kunci pintu lemari dan menguncinya. Alat ini dirancang dengan menggunakan modul elechouse voice recognition v3, Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler, motor servo 9g dan lampu LED. LED berfungsi sebagai indikator tambahan pada saat penguncian lemari. Perancangan sistem pengunci lemari ini menggunakan pengenalan suara dengan dua kondisi pergerakan motor servo. Hasil penelitian menunjukkan kondisi pertama jika suara pengguna terdeteksi sebagai suara dengan signature "on" maka motor servo akan bergerak membuka kunci lemari dan LED sebagai indikator tambahan akan menyala. Kondisi kedua yaitu jika suara pengguna terdeteksi sebagai suara dengan signature "off" maka motor servo akan bergerak menutup kunci lemari dan LED sebagai indikator tambahan akan mati. Baud rate yang memiliki tingkat keberhasilan paling tinggi adalah 2400 bps.

Kata Kunci: mikrokontroler, pengenalan suara, sistem keamanan, sistem pengunci.

Abstract

Modern technology-based security systems have been widely applied in daily life, one of which is the application of security systems on cabinet door locks. Voice commands are one of the most popular home automation media operating systems. In this study, a cabinet locking system was made with a speech recognition method. This security system uses sound to unlock cabinet doors and lock them. This tool is designed by using the v3 voice recognition elechouse module, Arduino Uno R3 as a microcontroller, 9g servo motor and LED lights. LED functions as an additional indicator when locking cabinets. The design of this cabinet locking system uses voice recognition with two servo motor movement conditions. The results show the first condition if the user's voice is detected as a sound with a signature "on" then the servo motor will move to unlock the cabinet and the LED as an additional indicator will light up. The second condition is if the user's voice is detected as a sound with an "off" signature, the servo motor will move to close the cabinet lock and the LED as an additional indicator will turn off. Baud rate has the highest success rate is 2400 bps.

Keywords: microcontroller, locking system, security system, voice recognition.

PENDAHULUAN

Teknologi modern pada zaman ini banyak dipergunakan pada berbagai aspek kehidupan salah satunya pada teknologi pengunci. Salah satu penerapan sistem pengunci adalah kunci berbagai pintu, seperti pada pintu lemari hingga kotak deposit. Sistem pembukaan dan penguncian pintu secara elektronik maupun mekanik telah banyak dipergunakan. Sistem penguncian yang telah diterapkan pada lemari antara lain adalah menggunakan akses berupa tombol angka *password* [1], pengenalan biometrik pada sidik jari manusia [2], dan dengan kartu yang memiliki kode unik [3]. Setiap akses yang telah disebutkan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Penguncian dengan tombol angka *password* memiliki kekurangan dapat dimasukan oleh siapapun yang mengetahui angka *password* tersebut. Penguncian dengan *smartphone* dapat digunakan oleh siapapun yang menggunakan *smartphone* tersebut. Pada sistem penguncian dengan pengenalan sidik jari manusia hanya dapat dilakukan oleh seseorang yang sidik jarinya telah terekam oleh sistem, namun jika sidik jari tersebut terkena goresan atau luka dapat membuat sensor sidik jari menjadi susah dalam mengidentifikasi sidik jari.

Penelitian mengenai penggunaan pengenalan suara telah banyak dilakukan diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Imario, Sudiharto, dan Ariyanto [4]. Penelitian tersebut menguji validasi suara

berbasis pengenalan suara (*voice recognition*) menggunakan *easy VR 3.0*. Sensor utama yang digunakan adalah sensor pengenal suara, dengan menggunakan modul *easy VR 3.0*. Pengenalan suara digunakan sebagai akses pintu yang menggunakan kunci *solenoid* untuk membuka kunci dan menutup kunci. Suara yang dikenali memiliki keunikan sendiri yaitu jika suara yang direkam adalah suara laki-laki, modul beberapa kali mengenali suara yang terekam walaupun yang mengucapkannya bukan suara asli telah terekam ke dalam modul. Berbeda dengan perempuan, modul lebih dapat membedakan suara untuk pengguna perempuan yang telah terekam dalam modul.

Penelitian lain mengenai penggunaan pengenalan suara dilakukan oleh Seppiawan, Nurussa'adah, dan Siwindarto untuk sistem keamanan pintu pagar otomatis menggunakan *voice recognition* [5]. Pada penelitian tersebut menggunakan modul *Easy VR 3.0* sebagai modul pengenal suara. Suara dijadikan sebagai akses utama untuk pembukaan pintu pagar otomatis. Arduino Uno R3 digunakan sebagai mikrokontroler yang menghubungkan serial modul sebagai *input* (masukan) dan motor DC sebagai *output* (keluaran). Pengujian dilakukan dengan percobaan pengucapan suara dengan jarak-jarak yang berbeda, maka ditemukan jarak yang ideal dalam pengucapan suaranya. Suara yang masuk menggunakan *microphone* dihubungkan dengan modul *wireless* yang selanjutnya suara tersebut diterima oleh modul *Easy VR3* dengan jarak 10 meter. Untuk kecepatan respon pergerakan motor

DC yang digunakan untuk tiap suara didapatkan hasil respon yang sama.

Penelitian selanjutnya telah dilakukan oleh Dani, Adriansyah, dan Hermawan yaitu merancang aplikasi *voice command recognition* berbasis Android dan Arduino Uno [6]. Pada penelitian tersebut digunakan suara sebagai akses utama untuk menghidupkan dan mematikan kipas dan lampu. Namun suara yang terekam adalah suara yang dikenali berdasarkan kata yang diucapkan, bukan dikenali berdasarkan pengguna. Suara direkam melalui *smartphone* dan akan dideteksi oleh modul *Bluetooth* yang terhubung dengan Arduino Uno R3. Suara dapat dideteksi karena Arduino Uno R3 menggunakan Google *voice command* yang mana Google memiliki banyak kata yang telah disimpan sehingga Arduino Uno R3 dapat mengenali kata yang diucapkan dengan suara siapapun yang mengucapkannya.

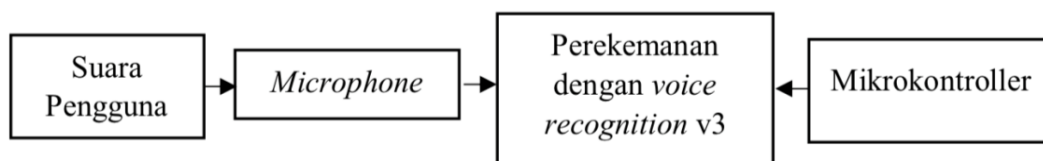
Penelitian mengenai *voice recognition* menggunakan modul *elechouse voice recognition* juga dibuat oleh Nugroho, Setyawan, dan Basuki [7]. Penelitian tersebut menggunakan modul *elechouse voice recognition* untuk alat bantu penderita disabilitas menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3. Pada penelitian tersebut, *microphone* yang digunakan adalah *microphone*

dengan kualitas standar, maka jika pengguna tidak mengucapkan suara dengan jarak dekat maka suara tidak dapat terekam dan tidak dikenali secara baik. Hal ini dimungkinkan karena nilai *baud rate* yang digunakan kurang tepat sehingga suara tidak dapat terekam dan tidak dikenali dengan baik. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini dirancang sebuah sistem yang dapat membuka dan menutup pintu kunci lemari dengan menggunakan metode pengenalan suara (*voice recognition*) berdasarkan beberapa nilai *baud rate* yang berbeda supaya suara dapat dikenali dengan baik.

METODE PENELITIAN

Perancangan sistem pengunci lemari dengan menggunakan pengenalan suara dibagi atas dua bagian, yaitu sistem perekaman suara dan sistem pengunci lemari. Sistem perekaman suara merupakan perekaman terhadap suara pengguna yang dapat digunakan untuk membuka dan mengunci pintu lemari. Sistem pengunci lemari ini berdasarkan dari sistem perekaman suara. Suara yang dapat digunakan pada sistem pengunci lemari untuk membuka dan mengunci lemari hanya suara yang telah tersimpan dalam sistem.

Perancangan Sistem Perekaman Suara



Gambar 1. Sistem Perekaman Suara

Gambar 1 merupakan perancangan untuk perekaman suara yang membutuhkan *input* (masukan) berupa suara yang dimasukkan pada modul *voice recognition* karena modul tersebut belum menyimpan suara. Suara pengguna yang direkam merupakan sinyal analog yang bersumber dari manusia dan direkam dengan menggunakan *microphone*. Pengucapan suara pengguna harus memenuhi beberapa kriteria seperti pengucapan yang jelas, tinggi rendah nada suara harus sesuai, serta intonasi suara. *Microphone* digunakan untuk mengubah *input* (masukan) berupa sinyal analog menjadi sinyal digital. *Microphone* yang digunakan adalah jenis *microphone* dengan *jack 3.5mm* jenis *stereo 3 pole TRS (Tip Ring Sleeve)*. Suara pengguna yang diucapkan pada *microphone* akan masuk ke modul *elechouse voice recognition V3*. Modul akan mendeteksi suara yang telah diubah dari sinyal analog menjadi sinyal digital pada perekaman suara dengan modul *voice recognition* yang membutuhkan mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino Uno R3* dan dibutuhkan untuk mengaktifkan fungsi modul *voice recognition*.

Proses perekaman suara membutuhkan beberapa kali pengulangan pengucapan suara sehingga modul dapat merekam suara jika suara telah cocok pada percobaan pengulangan suara. Suara yang tersimpan dapat diproses menjadi *output* (keluaran) dengan mikrokontroler *Arduino Uno R3*. Pada proses perekaman suara, *Arduino Uno R3* akan mendefinisikan suara dengan variabel "*signature*" dan

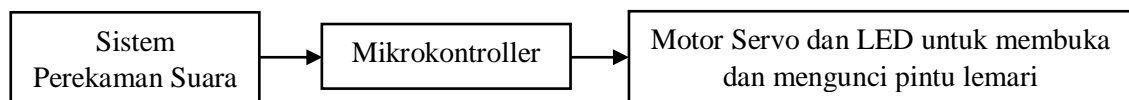
"*recordnum*". Teknik perekaman pada modul dengan melatih (*train*) modul terlebih dahulu. Ketika suara akan disimpan, maka masukan *command: sigtrain 0 on*. *Command* tersebut artinya suara direkam dan disimpan pada *record 0* dengan *signature "on"*, lalu serial monitor akan mencetak atau menunjukkan perintah "*Speak Now*". Lalu suara dari kata diucapkan sekali yaitu "*on*", dan saat serial monitor mencetak atau menunjukkan perintah "*Speak Again*" suara diucapkan sekali lagi "*on*". Jika dua suara yang telah diucapkan sama atau cocok, serial monitor akan mencetak perintah "*Success*" dan "*record 0*" telah terekam oleh modul. Jika dua suara tidak sama, ulangi prosedur sebelumnya hingga dua suara yang direkam sama atau cocok.

Pada saat merekam suara terdapat dua lampu LED pada modul yang digunakan saat proses perekaman. Setelah mengirimkan perintah perekaman, LED warna kuning akan berkedip secara cepat yang artinya bersiap untuk mengucapkan kata. Kata yang diucapkan harus jelas pada saat LED merah menyala dan proses perekaman berhenti ketika LED merah mati. Selanjutnya, LED kuning berkedip kembali untuk bersiap mengulang kata yang telah diucapkan sebelumnya. Pada saat kedua suara yang direkam dinyatakan sama maka LED merah dan LED kuning akan berkedip secara bersamaan. Namun jika perekaman gagal LED kuning dan LED merah akan berkedip secara cepat. Kata pertama yang direkam adalah suara dengan *signature "on"*. Pada serial monitor ketik *command "sigtrain*

0 on". Selanjutnya terkirim dan serial monitor akan memberikan perintah "Speak Now". Suara diucapkan dan serial monitor akan memberikan perintah "Speak Again", kemudian suara diucapkan kembali. Jika kedua suara telah sama atau cocok maka serial monitor akan mencetak "success", dan "Record 0" serta "SIG (signature) : on". Kata Kedua yang direkam adalah suara dengan signature "off" pada serial monitor ketika command "sigtrain 1 off". Selanjutnya terkirim dan serial

monitor akan memberikan perintah "Speak Now", kemudian suara diucapkan dan serial monitor akan memberikan perintah "Speak Again". Suara diucapkan kembali, jika kedua suara telah sama atau cocok maka serial monitor akan mencetak "success", dan "Record 1" serta "SIG (signature) : off". Suara yang telah terekam dapat disimpan dengan command "load 0 1" signature "on", dan suara dengan signature "off" ke modul voice recognition.

Perancangan Sistem Pengunci Lemari Dengan Pengenalan Suara

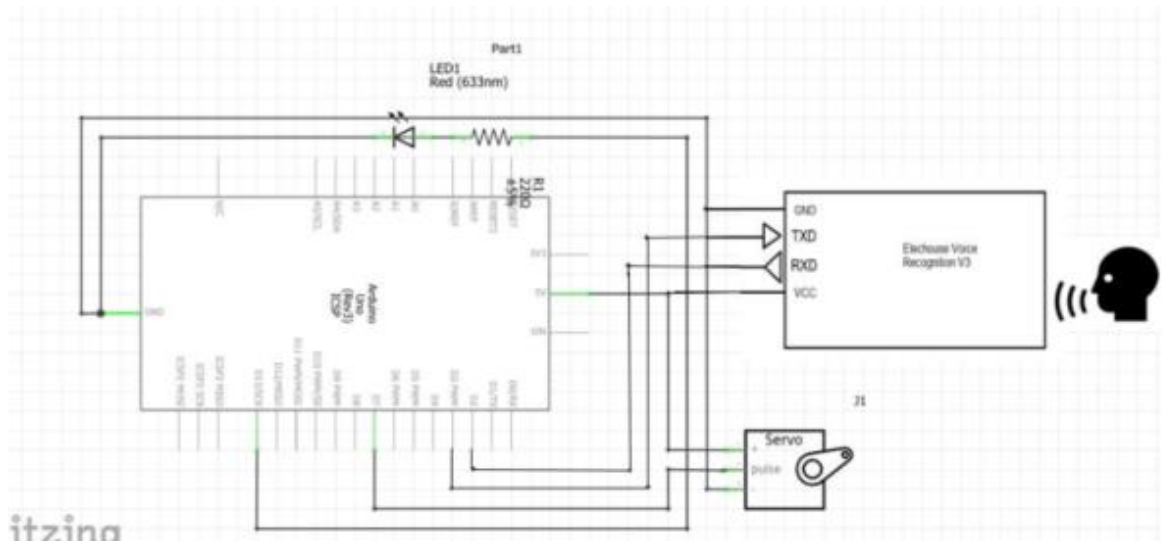


Gambar 2. Sistem Pengunci Lemari dengan Pengenalan Suara

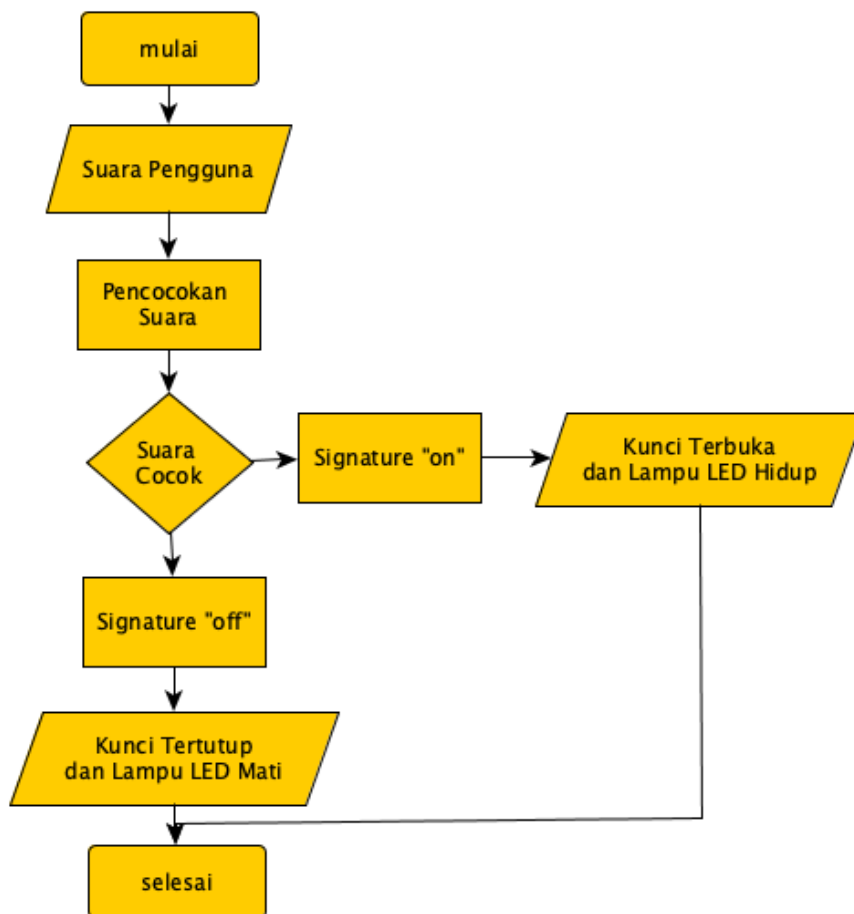
Perancangan sistem pengunci lemari dengan pengenalan suara terlihat pada Gambar 2. Sistem penguncian ini hanya merespon suara yang sama dengan suara yang telah terekam. Suara tersebut memiliki akses untuk membuka dan menutup kunci lemari. Apabila suara pengguna yang terdeteksi cocok dengan suara yang tersimpan, maka suara dikirimkan menuju Arduino Uno melewati jalur UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) dengan komunikasi serial RX (received) dan TX (transmitted). Suara yang diterima modul voice recognition selanjutnya dikirimkan

melalui pin TX modul voice recognition menuju pin digital 2 Arduino Uno yang dijadikan sebagai RX untuk menerima masukan (input) dari modul voice recognition seperti terlihat pada Gambar 3.

Suara pengguna yang masuk ke dalam mikrokontroler dikondisikan menjadi 2. Kondisi pertama untuk membuka kunci dan menghidupkan lampu LED. Kondisi kedua untuk menutup kunci dan mematikan lampu LED. Kunci lemari digerakkan oleh motor servo berdasarkan suara yang telah dikenali. Lampu LED membutuhkan resistor agar tidak mendapatkan muatan yang berlebih.



Gambar 3. Rangkaian Pengunci Lemari menggunakan Suara



Gambar 4. Flowchart Sistem Pengunci Lemari dengan Pengenalan Suara

Flowchart pada Gambar 4 merupakan alur kerja dari pengunci lemari dengan pengenalan suara untuk mengunci dan membuka kunci. Masukan suara yang masuk ke dalam mikrokontroller didefinisikan sebagai “rekaman”. Rekaman untuk membuka kunci dan menutup kunci seperti dengan kondisi yang telah dibuat. Jika suara yang masuk terdefinisi sebagai rekaman dengan *signature* “off” maka kunci lemari akan bergerak mengunci lemari dan lampu LED akan mati. Jika suara yang masuk terdefinisi sebagai rekaman dengan *signature* “on” maka kunci lemari akan bergerak membuka kunci lemari dan lampu LED akan menyala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap rancangan sistem pengunci lemari dilakukan berdasarkan 4 nilai *baud rate* yang berbeda-beda yaitu 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, dan 19200 bps. Setiap pengujian nilai *baud rate* dilakukan 10 kali percobaan sehingga total percobaan yang dilakukan sebanyak 40 kali. Pada pengujian ini digunakan masing-masing dua kata untuk membuka dan menutup kunci. Kata “buka” dan “alpha” digunakan untuk membuka kunci. Kata “tutup” dan “beta” digunakan untuk menutup kunci. Pengujian pertama dengan nilai *baud rate* sebesar 2400 bps diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Perancangan dengan Nilai *Baud Rate* sebesar 2400 bps

Suara Pengguna	Pengujian	Hasil Percobaan Yang Berhasil	<i>Delay</i>	<i>Sigtrain</i>	Persentase Keberhasilan	Kondisi Kunci
Buka	1	7	< 2 detik	On	70%	Terbuka
Tutup	1	6	< 2 detik	Off	60%	Tertutup
Alpha	1	6	< 2 detik	On	60%	Terbuka
Beta	1	7	< 2 detik	Off	70%	Tertutup
Buka	2	7	< 2 detik	On	70%	Terbuka
Tutup	2	7	< 2 detik	Off	70%	Tertutup
Alpha	2	7	< 2 detik	On	70%	Terbuka
Beta	2	7	< 2 detik	Off	70%	Tertutup

Pada Tabel 1 ditunjukkan berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan *baud rate* sebesar 2400 bps dengan persentase keberhasilan pengenalan suara hingga kunci dapat terbuka dan tertutup sebesar 60% dan 70% pada pengujian pertama. Persentase keberhasilan pengenalan suara hingga kunci dapat terbuka dan tertutup sebesar 70% pada pengujian yang kedua. Pengenalan suara berhasil

membuka dan menutup kunci lemari. *Delay* yang dihasilkan antara pengucapan dengan kondisi kunci sebesar kurang dari 2 detik.

Pengujian kedua dengan dengan nilai *baud rate* sebesar 4800 bps diperlihatkan pada Tabel 2. Hasil pengujian dengan menggunakan nilai *baud rate* sebesar 4800 bps pada Tabel 2 memperlihatkan tingkat keberhasilan pengenalan suara hingga kunci terbuka dan tertutup

sebesar 40% dan 50% pada pengujian pertama. Pengujian kedua diperoleh tingkat keberhasilan pengucapan suara dengan kondisi kunci sebesar 50%. *Delay* yang dihasilkan antara pengucapan dan kondisi kunci masih kurang dari 2 detik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Perancangan dengan Nilai *Baud Rate* sebesar 4800 bps

Suara Pengguna	Pengujian	Hasil Percobaan Yang Berhasil	<i>Delay</i>	<i>Sigtrain</i>	Persentase Keberhasilan	Kondisi Kunci
Buka	1	5	< 2 detik	On	50%	Terbuka
Tutup	1	4	< 2 detik	Off	40%	Tertutup
Alpha	1	5	< 2 detik	On	50%	Terbuka
Beta	1	4	< 2 detik	Off	40%	Tertutup
Buka	2	5	< 2 detik	On	50%	Terbuka
Tutup	2	5	< 2 detik	Off	50%	Tertutup
Alpha	2	5	< 2 detik	On	50%	Terbuka
Beta	2	5	< 2 detik	Off	50%	Tertutup

Pengujian ketiga dengan menggunakan nilai *baud rate* sebesar 9600 bps. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil pengujian pertama dan kedua dengan *baud rate* 9600 bps pada Tabel 3 memperlihatkan persentase keberhasilan pengenalan suara dengan kondisi kunci sebesar 30% dan 40%. *Delay* antara pengucapan dan kondisi kunci dibawah 2 detik. Walaupun tingkat keberhasilannya rendah, namun kondisi kunci masih memperlihatkan hasil yang sesuai dengan *sigtrain*.

Tabel 3. Hasil Pengujian Perancangan dengan Nilai *Baud Rate* sebesar 9600 bps

Suara Pengguna	Pengujian	Hasil Percobaan Yang Berhasil	<i>Delay</i>	<i>Sigtrain</i>	Persentase Keberhasilan	Kondisi Kunci
Buka	1	4	< 2 detik	On	40%	Terbuka
Tutup	1	3	< 2 detik	Off	30%	Tertutup
Alpha	1	4	< 2 detik	On	40%	Terbuka
Beta	1	4	< 2 detik	Off	40%	Tertutup
Buka	2	3	< 2 detik	On	30%	Terbuka
Tutup	2	4	< 2 detik	Off	40%	Tertutup
Alpha	2	4	< 2 detik	On	40%	Terbuka
Beta	2	3	< 2 detik	Off	30%	Tertutup

Pengujian terakhir dengan menggunakan *baud rate* sebesar 19200 bps diperlihatkan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 persentase keberhasilan pengenalan suara dan kondisi kunci dengan *baud rate* sebesar 19200 bps adalah 20% dan 30%. Dibandingkan dengan nilai *baud rate* yang lain maka pada *baud rate* 19200 bps memiliki keberhasilan paling kecil. *Delay* antara pengenalan suara dan kondisi kunci masih dibawah 2 detik.

Tabel 4. Hasil Pengujian Perancangan dengan Nilai *Baud Rate* sebesar 19200 bps

Suara Pengguna	Pengujian	Hasil Percobaan Yang Berhasil	<i>Delay</i>	<i>Sigtrain</i>	Persentase Keberhasilan	Kondisi Kunci
Buka	1	2	< 2 detik	On	20%	Terbuka
Tutup	1	3	< 2 detik	Off	30%	Tertutup
Alpha	1	2	< 2 detik	On	20%	Terbuka
Beta	1	2	< 2 detik	Off	20%	Tertutup
Buka	2	3	< 2 detik	On	30%	Terbuka
Tutup	2	3	< 2 detik	Off	30%	Tertutup
Alpha	2	2	< 2 detik	On	20%	Terbuka
Beta	2	2	< 2 detik	Off	20%	Tertutup

Berdasarkan percobaan yang dilakukan terhadap empat nilai baud rate, nilai *baud rate* sebesar 2400 bps memperlihatkan hasil yang paling baik dibandingkan dengan nilai lainnya. Hal ini dikarenakan tingkat keberhasilan pengenalan suara terhadap kondisi kunci lebih tinggi yaitu hingga 70% dari 10 kali pengujian untuk setiap kata yang diucapkan. Nilai *baud rate* sebesar 19200 bps menghasilkan tingkat keberhasilan pengenalan pengucapan dengan kondisi kunci hanya sebesar 20% - 30% dari 10 kali pengujian untuk setiap kata yang diucapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian maka sebuah sistem pengunci lemari dengan pengenalan suara telah berhasil dibuat. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa dengan *baud rate* sebesar 2400 bps, suara lebih banyak dikenali yaitu hingga 70% dari 10 kali pengujian dibandingkan dengan suara yang memiliki nilai *baud rate* lainnya yang telah diuji. Sistem berhasil mengenali

suara untuk membuka dan menutup kunci lemari. *Delay* yang dihasilkan dari semua pengujian antara pengucapan suara dengan kondisi kunci dibawah 2 detik. Hal tersebut menunjukkan perancangan sistem sudah baik.

Hasil pengujian pada penelitian ini hanya mencapai 70%, sehingga sistem ini perlu dirancang ulang supaya tingkat keberhasilan hingga 100%. Pada penelitian selanjutnya sistem pengunci lemari dengan pengenalan suara dapat dikembangkan menggunakan modul pengenalan suara lainnya yang telah dibuat sendiri atau yang tersedia dipasaran sehingga sistem pengunci lemari menjadi lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Pratama, *Merancang pengantar-mukaan kunci pembuka pintu mobil berbasis mikrokontroller*. Universitas Gunadarma: Jakarta, 2013.
- [2] R. Ulansari, "Perancangan Keamanan Akses Ruang Menggunakan Verifikasi Biometrik Pengenalan Wajah dan Sidik

- Jari,” *Tesis*, Universitas Gunadarma, Jakarta, 2015.
- [3] M. S. Alam, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Benda Museum Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535,” *Skripsi*, Universitas Gunadarma, Jakarta, 2013.
- [4] A. Imario, D. W. Sudiharto, dan E. Ariyanto, “Uji Validasi Suara Berbasis Pengenalan Suara (Voice Recognition) Menggunakan Easy Vr 3.0,” *Prosiding SNATIF ke 4*, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus, 2017, hal. 801 – 806.
- [5] A. N. Seppiawan, Nurussa'adah, dan P. Siwindarto, “Sistem Keamanan Pintu Pagar Otomatis Menggunakan Voice Recognition,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya*, vol. 2, no. 6, hal. 1 – 6, 2014.
- [6] A. W. Dani, A. Adriansyah, dan D. Hermawan, “Perancangan Aplikasi Voice Command Recognition Berbasis Android dan Arduino Uno,” *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, vol. 7, no. 1, hal. 11 – 19, 2016.
- [7] A. B. Nugroho, H. Setyawan, dan L. A. Basuki, “Pembuatan prototype robot beroda berbasis mikrokontroler dan sensor easy voice recognition sebagai alat bantu penderita disabilitas,” *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, vol. 2, no. 1, hal. 37 – 41, 2016.