



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Rancang Bangun Kunci Elektronik Tervalidasi dengan Suara dan Foto Pengakses melalui Aplikasi Telegram

S. Alam^{a,1}, A. S. Repelianto^b, S. Purwiyanti^c, A. Sedjahtera^d, A. S. Samosir^e

^{a,b,c,d,e}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima 11/11/2024

Direvisi 13/01/2025

Dipublish 22/05/2025

Kata kunci:

ESP32-CAM

Telegram

Prototype

Solenoid

Voice Recognition V3

Penelitian ini bertujuan untuk membangun prototype sistem kunci elektronik menggunakan modul voice recognition v3 dengan sistem validasi oleh pemilik otoritas melalui foto yang dikirim via aplikasi telegram. Ada dua kunci (solenoid door lock) yang perlu terbuka agar dapat membuka pintu. Kunci diakses dengan pertama memvalidasi suara dengan modul voice recognition. Validasi ini berdasarkan kata kunci yang sesuai. Kesesuaian ini bukan hanya pada kata, tapi juga intonasi dan kejernihan suara. Jika sesuai, maka salah satu kunci akan terbuka. Selain itu, bersamaan dengan validasi suara itu, foto pengakses akan diambil oleh modul ESP32 Cam dan dikirim melalui aplikasi telegram ke pemilik otoritas untuk memperoleh validasi kedua. Jika diizinkan, maka pemilik otoritas akan mengirim sinyal kendali melalui aplikasi itu untuk membuka kunci yang kedua. Pemilik otoritas dapat mengendalikan kunci baik untuk membuka maupun mengunci pintu. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sistem pengaman pintu telah berhasil bekerja dengan baik. Modul voice recognition v3 dapat beroperasi baik di jarak 10 - 80 cm yang memiliki tingkat pengenalan suara dengan satu suku kata sebesar 95% hingga 100%. Selain itu, suara yang diterima perlu sesuai dengan intonasi dan warna suara yang telah direkam ke modul itu terlebih dulu. Sistem pengambilan dan pengiriman foto oleh ESP32-Cam juga bekerja dengan baik, demikian pula pengendalian kunci baik membuka maupun mengunci melalui aplikasi telegram.

1. Pendahuluan

Masalah keamanan kunci adalah masalah yang sangat penting untuk sebuah gedung. Salah satu bagian penting dari penjagaan keamanan adalah terjaganya akses bagi orang-orang yang memiliki izin untuk memasuki gedung tersebut. Pengamanan ini akan semakin penting terutama jika berkaitan dengan ruangan yang sangat penting atau

memuat sesuatu yang berharga. Selama ini, berbagai jenis sistem keamanan sudah dikembangkan mulai dari sistem mekanik hingga elektronik.

Secara umum, sistem konvensional yang ada masih mengandung banyak kelemahan. Sistem kunci mekanik secara umum membutuhkan kunci fisik sehingga semakin banyak pintu, akan semakin banyak kunci yang

¹ Penulis korespondensi.

E-mail: syaiful.alam@eng.unila.ac.id

diperlukan. Sistem kunci elektronik secara umum juga memerlukan semacam kunci yang perlu disertakan ketika akan mengakses pintu, mulai dari pin, password atau semacam kartu seperti RFID (Hamdani dkk., 2019) Untuk semua sistem elektronik yang disebutkan tersebut masih ada potensi terlupakan atau terabaikan. Untuk mengatasi masalah tersebut kemudian dikembangkan solusi menggunakan biometrik yang digunakan sebagai kunci. Karena biometrik memanfaatkan karakteristik fisik biologis, maka kunci ini tak akan terlupakan. Salah satu kunci biometrik yang digunakan adalah sidik jari (Hengky, 2019). Selain itu yang potensial digunakan adalah wajah, iris mata dan suara (Dzulfikar, 2019).

Penggunaan suara sebagai kunci telah banyak dikembangkan. Dalam penerapannya, suara biasanya dikombinasikan dengan teknologi lainnya untuk meningkatkan level kehandalan dan keamanannya seperti dengan teknologi bluetooth (Ratih dan Leonardo, 2023), atau dengan teknologi IoT (Maria dkk, 2021; Anita H., 2020; Dadi, 2023), bahkan dengan AI (Ari dkk., 2016). Selain itu, pengenalan suara juga dikombinasikan dengan modul keypad untuk mengakses pintu (Dimas, 2015). Rancang bangun prototipe yang dikembangkan di atas semuanya bekerja secara mandiri di depan pintu atau gerbang yang akan diakses sehingga keamanan kunci sangat bergantung pada kehandalan sistem kunci.

Selain meningkatkan level keamanan sistem kunci juga bisa dikombinasikan dengan sistem pemantauan terutama menggunakan kamera. Saat ini telah tersedia berbagai kamera pemantauan yang dilengkapi berbagai fitur keamanan. Untuk keperluan penelitian, salah satu kamera yang banyak digunakan adalah ESP32-Cam. Kamera ini berada pada development board yang dilengkapi mikrokontroler yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan pengaturan dalam pemantauan (Rio, 2022).

Kelemahan sistem-sistem yang telah disebutkan sebelumnya adalah bahwa walaupun telah memiliki cukup kehandalan dan sistem pemantauan, peluang untuk membuka pintu masih cukup dimungkinkan. Karena itu sistem yang diusulkan dalam penelitian ini menggunakan validasi dari pemilik otoritas untuk dapat mengakses sehingga tingkat keamanannya diharapkan lebih baik. Karena itu, setelah melalui proses verifikasi, pengakses masih tetap perlu validasi itu. Bahkan validasi ini memperoleh prioritas yang paling tinggi dalam sistem keamanan yang dirancang.

Prototipe Sistem yang dibangun dalam penelitian ini adalah termasuk sistem keamanan elektronik yang menggunakan pengenalan suara. Suara disampaikan dalam bentuk kata kunci. Sistem pengamanan ini juga dilengkapi sistem pemantauan (monitoring) sehingga setiap akses ke pintu akan dapat dipantau oleh pemilik otoritas. Untuk meningkatkan keamanan, maka kata kunci yang dikenali (terverifikasi) masih memerlukan

validasi dari pemilik otoritas untuk dapat mengakses pintu atau gerbang tersebut. Baik pemantauan maupun pengendalian oleh pemilik otoritas dilakukan melalui aplikasi Telegram. Pemanfaatan aplikasi ini dipilih karena memiliki fitur bot. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk memberi instruksi-instruksi yang dapat dijalankan oleh aplikasi Telegram (Irsyam, 2019). Dengan demikian pemilik otoritas tetap mengendalikan akses secara penuh.

Prinsip akses seperti yang diusulkan dapat diterapkan untuk berbagai sistem keamanan yang memerlukan validasi dari pemilik otoritas misalnya Satpam. Dengan demikian, mereka tak perlu berada di lokasi pintu atau gerbang untuk memberi akses tapi sudah diwakili oleh kamera dan kendali kunci.

2. Metodologi

2.1. Alat dan bahan

Rancang bangun sistem menggunakan alat dan bahan utama sebagai berikut. Arduino Uno adalah development board yang digunakan untuk mengendalikan relay dan kunci (solenoid) serta menangani output dari modul Voice Recognition V3. Modul ini digunakan untuk mengenali kata kunci yang diucapkan untuk membuka kunci. ESP32-Cam adalah development board yang berbasis ESP32 dengan perlengkapan kamera. Selain itu, juga digunakan LED untuk indikator serta push button. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE dan aplikasi Telegram.

2.2. Prosedur Percobaan

Rancangan sistem ini terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut :

1. Bagian validasi suara
Komponen utama pada bagian ini adalah modul voice recognition V3. Modul ini dilengkapi dengan mikrofon sehingga pengakses dapat menyebutkan kata kunci dan kemudian melakukan validasi dengan membandingkan kata kunci yang disebutkan dengan yang tersimpan dalam modul ini sebelumnya. Bagian ini terhubung dengan board Arduino untuk mengendalikan salah satu kunci solenoid di pintu.
2. Bagian validasi gambar
Komponen utamanya adalah ESP32-Cam yang akan mengambil gambar (foto) dari pengakses pintu atau gerbang. Gambar itu kemudian dikirim ke pemilik otoritas pintu.
3. Bagian komunikasi
Aplikasi yang digunakan untuk melaksanakan komunikasi antara otoritas pintu dengan bagian pengendali pintu adalah Telegram. Pemilik otoritas dapat mengirim perintah buka (*unlock*)

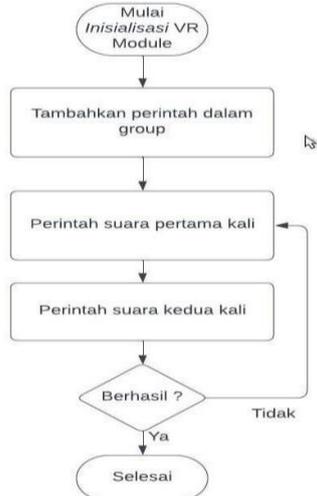
jika pengakses diizinkan atau perintah tutup (*lock*) jika tidak diizinkan, melalui aplikasi ini.

4. Bagian kendali kunci

Terdapat 2 kunci selenoid yang perlu terbuka agar pintu dapat dibuka. Kedua kunci ini dapat dikendalikan oleh pemilik otoritas melalui aplikasi Telegram untuk memberi izin atau tidak.

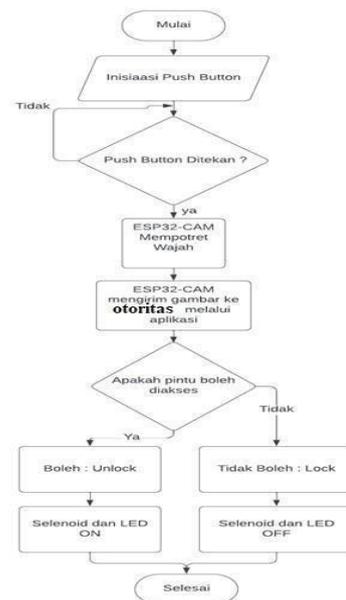
2.3. Diagram Blok Sistem

Sistem ini dimulai dengan perekaman kata kunci ke dalam modul V3 seperti gambar 1.



Gambar 1. Perekaman sampel suara kata kunci

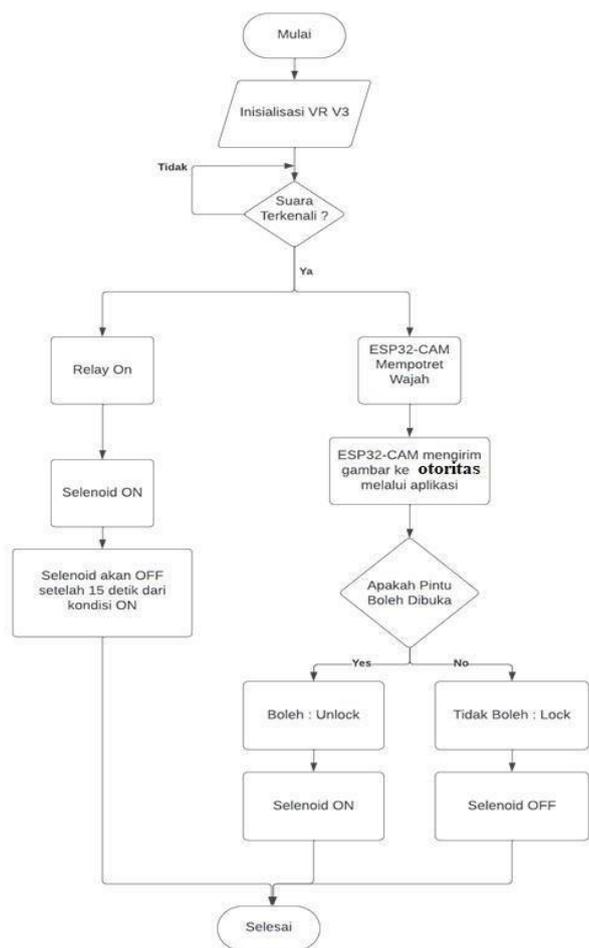
Suara kata kunci direkam ke dalam modul V3 melalui mikrofon. Perekaman ini dilakukan melalui Arduino IDE dengan memberi perintah train. Pengambilan *sample* suara dilakukan sebanyak 2 kali dengan kondisi ideal atau tidak ada *noise*. Kata kunci akan disimpan dan tertampil pesan berupa *train success* apabila pada pengambilan pertama dan kedua sama. Jika pengambilan suara pertama dan kedua berbeda maka akan gagal dan akan ditampilkan pesan *can't matched* sampai pengambilan pertama dan kedua sukses.



Gambar 2. Alur untuk membuka kunci selenoid 1 2655-

Untuk train suara diperlukan waktu 3 detik pada speak now dan 3 detik speak again sehingga memerlukan waktu 6 detik untuk menyimpan suara pada modul *voice recognition* V3. Suara inilah yang akan menjadi referensi untuk mengakses pintu.

Gambar 2 adalah diagram alir untuk membuka selenoid 1. Akses ini adalah akses langsung ke pemilik otoritas untuk membuka kunci selenoid pertama (1). Untuk membuka kunci selenoid pertama, dimulai dengan inisialisasi push button (tombol tekan), apabila push button ditekan maka ESP32-Cam akan mempotret wajah pengakses dan mengirimkan gambar menuju pemilik otoritas melalui aplikasi Telegram.



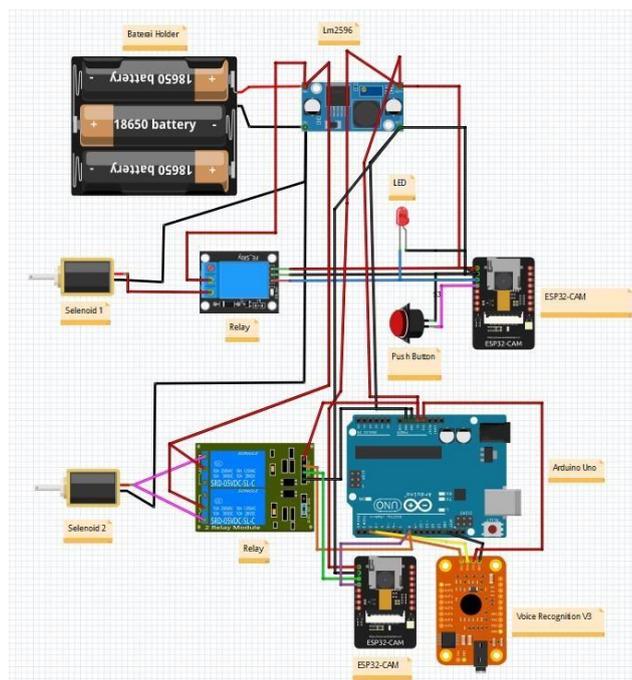
Gambar 3. Alur untuk membuka kunci solenoid 2

Jika pengakses memperoleh izin, maka pemilik otoritas akan memberi perintah unlock sehingga pintu akan terbuka dan LED akan aktif untuk memberi informasi bahwa pintu siap dibuka. Jika tidak ada izin, maka LED akan tetap off.

Untuk membuka kunci solenoid kedua (2) dimulai dengan inisialisasi komponen voice recognition V3 seperti ditunjukkan pada gambar 3. Jika suara dikenali maka relay akan aktif selama 15 detik dan ESP32-CAM akan memotret wajah pengakses lalu akan dikirimkan hasil pemotretan tersebut ke pemilik otoritas melalui aplikasi sehingga diketahui siapa yang ingin mengakses pintu tersebut. Jika diizinkan, maka pemilik otoritas akan membuka pintu dengan memberi perintah unlock melalui aplikasi, apabila tidak, akan diberikan perintah lock sehingga pintu tetap terkunci. Apabila suara yang telah diinisiasi tidak dikenali, voice recognition V3 tidak akan menanggapi suara tersebut.

2.4. Rancangan Sistem

Sumber energi untuk sistem ini adalah 3 baterai yang diseri sehingga diperoleh 12V. Modul LM2596 akan menurunkan tegangan ini menjadi 5V yang dibutuhkan oleh modul-modul lainnya dalam sistem ini seperti Arduino, ESP32-Cam dan lainnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



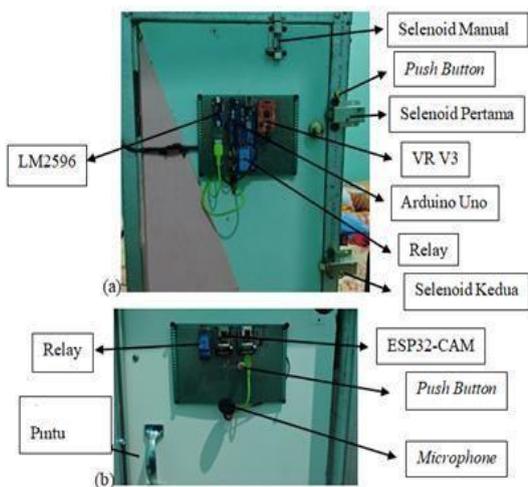
Gambar 4. Rangkaian Perancangan Sistem

Dari gambar 4, disamping komponen utama, juga terdapat komponen LED sebagai indikator yang menunjukkan bahwa kunci salah satu kunci telah terbuka. Demikian pula push button (tombol tekan) yang akan langsung mengaktifkan kamera ESP untuk mengambil gambar. Juga terdapat modul konverter tegangan baterai dari 12V menjadi 5V untuk mencatu modul-modul yang digunakan dalam rangkaian. Untuk menggerakkan dua kunci solenoid digunakan relay untuk masing-masing kunci.

Prototipe rangkaian perancangan sistem itu dalam penelitian ini kemudian direalisasikan dengan dua papan rangkaian yang terletak dibagian luar pintu dan bagian dalam seperti terlihat pada gambar 5. Modul voice recognition V3 terdapat di bagian dalam pintu, sementara mikrofonnya diletakkan di luar pintu. Modul ESP serta tombol tekan juga diletakkan di luar pintu. Tentu realisasi ini hanya untuk keperluan penelitian saja. Jika direalisasikan dalam konteks yang sebenarnya, sistem ini tak perlu terlihat seperti dalam konteks penelitian ini

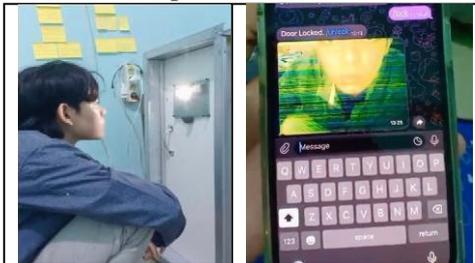
3. Hasil dan pembahasan

Gambar 5 menunjukkan realisasi prototipe sistem untuk penelitian. Realisasi ini sesuai dengan rancangan di awal penelitian. Sistem ini menggunakan 2 kunci solenoid. Pintu hanya akan terbuka jika kedua kunci tersebut terbuka.



Gambar 5. Prototipe Sistem pada Pintu (a) dari dalam, (b) dari luar.

Pengujian prototipe sistem yang ditunjukkan pada gambar 6 dilakukan untuk menguji pengambilan gambar oleh modul ESP32-Cam. Modul ini akan aktif dan mengambil foto pengakses pintu yang menekan tombol tekan pada pintu atau kata kunci yang disebutkan pada mikrofon tervalidasi oleh sistem. Gambar atau foto tersebut langsung dikirim melalui aplikasi Telegram kepada pemilik otoritas pintu itu. Jika kata kunci yang disebutkan tervalidasi, maka salah satu kunci selenoida akan terbuka. Kunci kedua akan terbuka jika memperoleh izin dari pemilik otoritas.



Gambar 6. Pengambilan foto (kiri); Foto yang diterima melalui Telegram (kanan)



Gambar 7. Pengendalian kunci melalui Telegram

Jika diizinkan, maka seperti terlihat pada gambar 7 sebelah kiri, pemilik otoritas akan mengirimkan (menekan) perintah unlock untuk membuka kunci. Demikian pula sebaliknya, dia dapat mengirimkan perintah lock untuk menutup kunci. Jika ketika itu pintu

tertutup, maka akan ada pemberitahuan bahwa pintu sudah terkunci seperti terlihat pada gambar sebelah kanan. Semua komunikasi ini dilakukan melalui aplikasi Telegram. Karena menggunakan aplikasi ini, maka kelancaran komunikasi akan sangat bergantung pada ketersediaan sinyal internet sebagai pendukung. Gambar 6 dan 7, masing-masing menunjukkan keberhasilan kinerja modul ESP32-Cam dan aplikasi Telegram.

Pengujian modul voice recognition V3 ditunjukkan pada tabel-tabel berikut. Tabel 1 adalah data hasil pengujian penggunaan kata kunci dengan satu, dua dan tiga suku kata. Dengan menggunakan satu suku kata sebagai kata kunci, maka keberhasilan validasinya adalah 95%. Persentasi ini diperoleh dari 20 kali percobaan. Penggunaan suku kata kunci yang semakin banyak, pada pengujian ini, akan mengurangi tingkat keberhasilan validasi. Keberhasilan validasi yang dimaksud adalah penyebutan kata kunci yang benar dari pengakses yang dapat menyebabkan kunci selenoid terbuka.

Tabel 1. Pengujian Modul V3 dengan 1, 2 dan 3 suku kata kunci

Uji ke-	Berhasil (✓) atau Gagal (✗)		
	Jumlah suku kata kunci		
	1	2	3
1	✓	✓	✓
2	✓	✗	✓
3	✓	✓	✗
4	✓	✓	✗
5	✓	✗	✓
6	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓
8	✓	✓	✗
9	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓
11	✗	✓	✗
12	✓	✓	✓
13	✓	✓	✓
14	✓	✓	✗
15	✓	✗	✓
16	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓
18	✓	✓	✗
19	✓	✗	✗
20	✓	✗	✓
	95%	75%	65%

Tabel 2 menunjukkan data pengujian modul V3 dari 5 orang pengakses pintu. Percobaan ini dilakukan untuk menunjukkan bahwa keberhasilan validasi pengakses tidak sama di antara mereka. Data ini menimbulkan praduga bahwa keberhasilan validasi tidak hanya

ditentukan oleh semata-mata kebenaran kata kunci yang disebutkan. Fenomena mendorong untuk melakukan pengujian validasi dengan keberadaan keadaan lingkungan yang mengiringi penyebutan kata kunci. Data ini dapat dilihat di tabel 3.

Tabel 2. Pengujian Modul V3 dengan 5 pengakses yang berbeda

Uji ke-	Berhasil (✓) atau Gagal (✗)				
	Pengakses ke -				
	1	2	3	4	5
1	✓	✓	✓	✗	✓
2	✓	✓	✗	✓	✓
3	✗	✗	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✗
5	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✗	✓
7	✓	✓	✗	✗	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓
11	✓	✓	✓	✓	✓
12	✓	✗	✓	✓	✓
13	✓	✓	✓	✗	✓
14	✗	✓	✓	✓	✗
15	✓	✓	✓	✓	✓
16	✓	✓	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓	✓	✓
18	✓	✗	✓	✗	✓
19	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✗	✓	✗
	90%	85%	85%	75%	85%

Tabel 3. Pengaruh lingkungan pada validasi suara kata kunci

Uji ke-	Berhasil (✓) atau Gagal (✗)			
	Nada Berbeda	Noise	Rekaman	Rekaman + Noise
1	✗	✓	✓	✗
2	✗	✓	✓	✗
3	✗	✓	✓	✗
4	✗	✓	✓	✗
5	✗	✓	✓	✗
6	✗	✓	✓	✗
7	✗	✓	✓	✗
8	✗	✓	✗	✗
9	✗	✓	✓	✗
10	✗	✗	✓	✗
11	✗	✓	✓	✗
12	✗	✓	✓	✗
13	✗	✗	✓	✗
14	✗	✗	✓	✗
15	✗	✓	✓	✗
16	✗	✗	✓	✗
17	✓	✓	✓	✗
18	✗	✓	✓	✗
19	✗	✗	✓	✗
20	✗	✓	✓	✗
	5 %	75 %	85 %	0 %

Tabel 3 adalah data hasil pengujian penyebutan kata kunci dengan nada yang berbeda, dengan noise berupa suara hujan rata-rata, dengan menggunakan suara rekaman dengan kualitas suara yang baik dan dengan menggunakan rekaman yang ditambah dengan noise. Data ini menunjukkan bahwa keberhasilan validasi kata kunci sangat ditentukan oleh ketepatan dan kejernihan penyebutannya. Ketepatan yang dimaksud adalah menggunakan nada dan intonasi yang sama dengan sampel suara yang direkam pada modul V3. Demikian pula bebas dari suara lingkungan berupa noise.

Pengujian untuk modul V3 juga meneliti pengaruh jarak suara dari mikrofon untuk melakukan validasi penyebutan kata kunci. Dari 20 pengujian untuk berbagai jarak, mulai dari 10 cm hingga 100 cm seperti terlihat pada tabel 4, ditemukan bahwa jarak yang memberikan hasil terbaik adalah pada 10 cm hingga 80 cm. Untuk jarak 100 cm, keberhasilan validasi hanya tinggal 30%.

Tabel 4 Pengujian berbagai Jarak dari Mikrofon

Uji ke-	Berhasil (✓) atau Gagal (✗)						
	Jarak (cm)						
	10	15	20	25	30	50	80
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	95%	95%	95%	95%	100	95%	85%

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan prototipe sistem kendali kunci selenoid dan pengaman kunci menggunakan modul V3. Modul V3 ini dapat merespon suara dengan baik jika kata kunci, nada, dan intonasi yang diucapkan sesuai dengan yang tersimpan pada modul. Fenomena yang diamati dari hasil pengujian adalah makin banyak suku kata yang digunakan sebagai kata kunci, maka keberhasilan validasinya juga makin berkurang. Modul ini berfungsi dengan baik pada jarak 10 cm hingga 80 cm dengan

tingkat keberhasilan validasi sebesar 95% hingga 100%. Pengendalian buka/tutup kunci selenoid melalui aplikasi Telegram juga berhasil dengan baik.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh Universitas Lampung melalui hibah penelitian DIPA FT tahun 2024.

Daftar Pustaka

- Anita Hendri, 'Sistem Kendali Rumah Pintar Menggunakan Voice Recognition Module V3 Berbasis Mikrokontroler dan IOT', *JTEV (JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL)*, vol. 6, no. 2, pp. 2302–3309, 2020, [Online].
- Ari Ilham Tedy, 'Prototype Kunci Otomatis Pada Pintu Berdasarkan Suara Pengguna Menggunakan Metode KNN (K-Nearest Neighbor)', *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, vol. 4, no. 1, pp. 45–46, 2016.
- Dadi Supriyadi Andini, 'Alat Pengaman Kendaraan Bermotor Berbasis Internet Of Things', *ORBITH*, vol. 19, no. 3, pp. 231–243, 2023.
- Dimas Diah Harso, 'Home Door Security System Using Voice Recognition and Keypad Matrix Module', *JTECS : Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem dan Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 29–36, Feb. 2015, doi: 10.32503/jtecs.v2i1.2015.
- Dzulfikar, E. Haryatmi, and T. A. Riyadi, 'Rancang Bangun Purwarupa Sistem Pengunci Lemari Dengan Pengenalan Suara', *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 24, no. 3, pp. 216–225, 2019, doi: 10.35760/tr.2019.v24i3.2398.
- Hamdani R., I. Heni Puspita, and B. R. Dedy Wildan, 'Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (RFID)', *INDEPT*, vol. 8, no. 2, pp. 56–63, 2019.
- Henky Putra, 'Rancang Bangun Pengaman Pintu Personal Room Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino', *VOTEKNIKA*, vol. 7, no. 2, pp. 2302–3295, 2019.
- Ipanhar A., T. K. Wijaya, and P. Gunoto, 'Perancangan Sistem Monitoring Pintu Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32-Cam', *Sigma Teknika*, vol. 5, no. 2, pp. 333–350, 2022.
- Irsyam M., A. Tanjung, and P. Studi Teknik Elektro Universitas Riau Kepulauan Batam, 'Sistem Otomasi Penyiraman Tanaman Berbasis Telegram', *Sigma Teknika*, vol. 2, no. 1, pp. 81–94, 2019.
- Maria Danu Maxi, 'Sistem Kendali Kunci Pintu Menggunakan Voice Command Berbasis Internet Of Things (IOT)', *PROTEKTIF*, vol. 2, no. 1, 2021, [Online].
- Ratih dan Leonard, 'Rancang Bangun Prototype Sistem Kontrol Kunci Pintu Berbasis Voice Recognition Arduino Uno & Sensor Bluetooth Bisnis Nusantara Jl. Pulomas Timur 3A Blok A No. 2 Pulo Gadung Jaktim

INDONESIA', *Jurnal Esensi Infokom*, vol. 7, no. 2, pp. 78–85, 2023.

Rio Edidas, 'Perancang dan Pembuatan Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet Of Things Menggunakan ESP32-CAM', *Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang*, vol. 6, no. 1, pp. 1135–1141, 2022