

Implementasi Kunci Otomatis Menggunakan Face Recognition dan Pintu Otomatis Menggunakan Speech Recognition Berbasis *Raspberry Pi*

Implementation Of Automatic Lock Using Face Recognition And Automatic Door Using Speech Recognition Based On Raspberry Pi

Ali Ar Ridho¹, Endro Ariyanto, S.T., M.T.², Erwid Musthofa Jadied, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹aliridho.170995@gmail.com, ²endroariyanto@telkomuniveristy.co.id, ³jadied@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Home Automation merupakan sistem yang mempermudah pekerjaan manusia yang menggunakan teknologi sehingga memberikan rasa nyaman dan hidup yang lebih mudah. Banyak metode yang digunakan pada *home automatin* dalam hal kunci dan pintu rumah tetapi belum bisa mengatasi orang disabilitas misalnya orang yang tidak memiliki tangan atau tidak dapat menggerakkan tangan serta masalah lain pada kunci saat ini bila tiba-tiba kunci rumah hilang dan mengakibatkan pemilik rumah tidak dapat masuk rumah. Pada tugas akhir ini, diimplementasi kunci otomatis menggunakan *face recognition* dengan metode *eigenface* dan pintu otomatis menggunakan *speech recognition* dengan metode *hidden markov model* (HMM) berbasis *Raspberry Pi* untuk mengatasi masalah tersebut. Beberapa user melakukan uji coba sistem ini memiliki logat yang berbeda-beda. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada sistem buka pintu, pintu dan kunci dapat terbuka pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter dengan rata-rata akurasi sebesar 67,2% dan *response time* sebesar 7,87 detik Sedangkan pada rata-rata akurasi pada kondisi terbaik sebesar 90,0% dan rata-rata *response time* sebesar 7,74 detik. Sistem keamanan buka pintu sangat baik karena berhasil menolak semua *user* yang tidak tersimpan di *database*. Untuk sistem tutup pintu, pintu dan kunci dapat tertutup pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter dengan rata-rata akurasi sebesar 55,3% dan rata-rata *response time* 4,99 detik. Sedangkan rata-rata akurasi pada kondisi terbaik sebesar 70,0% dan rata-rata *response time* sebesar 4,93 detik. Akurasi yang didapatkan sangat dipengaruhi oleh jarak, sudut, intensitas cahaya, intensitas suara dan logat, sedangkan *response time* sangat dipengaruhi oleh jarak, intensitas suara, logat dan kecepatan *user* mengatakan perintah suara setelah suara *beep* serta metode *speech recognition* yang digunakan.

Kata kunci : *Home Automation, Face Recognition, Eigenface, HMM*

Abstract

Home Automation is a system that used technology to facilitate human work to provide a sense of comfort, easier life and more leisure time, especially for the elderly and have physical deficiencies. Many methods are used in *home automatin* in terms of locks and home doors but can not overcome people with disabilities such as people who have no hands or can not move their hands. This final project implemented the automatic key using *face recognition* and *speech recognition* based on *Raspberry Pi* to solve the problem. The *face recognition* method that used in this system is *eigenface*, while the *speech recognition* method that used is *hidden markov model* (HMM). The *face recognition* only can open by the user's face and word that recognized by the database, while the *speech recognition* only can open and close the door by voice that recognized in database. From the results of the tests conducted can be concluded on the system open the door, door and lock can open at a distance of 0.3 to 0.7 meters with the average accuracy of open door status reached 67.2% and response time reached 7.87 seconds and At normal times the average accuracy of open door status reaches 70.0% and response time reaches 7.97 seconds. In closed systems, doors and locks can close at a distance of 0.3 to 0.7 meters with an average closed-door status accuracy of 55.3% as well as response time of 4.98 seconds and at normal times the average accuracy of open door status reached 80.0% and response time reached 4.67 seconds.

Keywords: *Home Automation, Face Recognition, Eigenface, HMM*

1. Pendahuluan

Home automation merupakan suatu cara untuk mempermudah pekerjaan manusia yang menggunakan teknologi sehingga dapat memberikan rasa nyaman, hidup yang lebih mudah dan lebih mempunyai waktu luang, khususnya untuk para orang tua (lansia) dan yang memiliki kekurangan fisik [1]. Banyak metode yang digunakan pada *home automation* dalam hal kunci dan pintu rumah. Sekarang, metode yang banyak digunakan yaitu menggunakan RFID, password dan *fingerpint*. Namun pada tiga metode tersebut tidak dapat mengatasi masalah untuk orang disabilitas misalnya orang yang tidak dapat menggunakan tangan atau tidak memiliki tangan serta masalah lain pada kunci saat ini bila tiba-tiba kunci rumah hilang dan mengakibatkan pemilik rumah tidak dapat masuk rumah. Salah satu metode yang dapat mengatasi masalah tersebut dengan biometrik yaitu menggunakan *face recognition* [2] atau *speech recognition* [3]. Pada metode *face recognition* memiliki kekurangan, bila wajah user tidak sengaja terdeteksi dan dikenali oleh sistem maka sistem akan mengeksekusi perintah. Untuk mengurangi kekurangan penulis menambahkan fungsi dengan *speech recognition* pada sistem tersebut.

Jadi pada tugas akhir ini dikembangkan dan diimplementasikan kunci serta pintu otomatis dengan 2 metode yaitu *face recognition* dengan metode *eigenface* dan *speech recognition* dengan metode *Hidden Markov Model* (HMM) untuk orang disabilitas dalam melakukan suatu kegiatan, contohnya dalam hal membuka dan menutup kunci pintu. *Face recognition* serta *speech recognition* dinilai dapat mengurangi kekurangan pada metode kunci dan pintu yang sudah ada saat ini. Adapun hal lain yang perlu diperhatikan dalam membuka atau menutup pintu yaitu *response time* agar *user* tidak menunggu lama dan dapat memberi kenyamanan dalam membuka serta menutup kunci pintu.

Metode *eigenface* adalah suatu metode bagaimana cara menguraikan informasi yang relevan dari sebuah citra wajah, kemudian mengubahnya ke dalam satu *set* kode yang paling efisien dan membandingkan kode wajah tersebut dengan *database* berisi beragam wajah yang telah dikodekan secara serupa [4]. Metode *eigenface* digunakan untuk membuka kunci otomatis. Metode HMM adalah sebuah model dari kumpulan deretan state yang transisi antar state dilakukan berdasarkan masukan observasi yang diasumsikan sebuah proses markov dengan parameter yang tidak diketahui. Metode HMM digunakan untuk membuka dan menutup pintu secara otomatis.

2. Dasar Teori

2.1. Face Recognition

Face Recognition atau pengenalan wajah merupakan salah satu yang paling populer dari teknologi biometrik. Bila dibandingkan dengan teknologi biometrik lainnya, seperti sidik jari, pengenalan suara, dan pemindaian retina, pengenalan wajah dapat dianggap lebih alami [5]. Pada interaksi social, wajah merupakan ciri khas dari tubuh manusia yang menjadi perhatian. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa wajah manusia memiliki peran penting dalam menunjukkan identitas. Pada *face recognition* metode yang digunakan yaitu *eigenface*. Metode *eigenface* dibandingkan metode lain akurasi *eigenface* lebih besar daripada metode lain dengan akurasi tertinggi 95,79% untuk *eigenface*, 95,38% untuk metode *fisherface* dan 91,59% untuk *laplacianface* [6].

2.2. Eigenface

Kata *eigenface* berasal dari bahasa Jerman yaitu "*eigenwert*", dimana "*eigen*" artinya karakteristik dan "*wert*" artinya nilai. Metode *eigenface* merupakan metode bagaimana cara menguraikan informasi yang relevan dari sebuah pola wajah, kemudian mengubahnya ke dalam satu *set* kode yang paling efisien dan membandingkan kode wajah tersebut dengan *database* berisi beragam wajah yang telah dikodekan secara serupa [4].

Secara garis besar langkah-langkah metode *eigenface* adalah sebagai berikut :

- Foto wajah akan direpresentasikan ke dalam sebuah himpunan matrik
- Mencari nilai rata-rata dan digunakan untuk mengekstraksi *eigenvector* serta *eigenvalue* dari himpunan matrik
- Menghitung nilai matrik kovarian (C)
- Menghitung *eigen value* (\ddot{e}) dan *eigen vector* (V) dari matrik kovarian (C)
- Menghitung *eigenface*

2.3. Speech Recognition

Speech recognition adalah suatu sistem yang berfungsi menerjemahkan suatu bahasa lisan menjadi suatu bentuk data dalam komputer. Prinsip kerja ASR adalah dengan menyaring informasi yang didapat dari perangkat audio seperti mikrofon kemudian membandingkannya dengan *database* yang tersedia [7]. Metode yang digunakan untuk *speech recognition* yaitu *Hidden Markov Model* (HMM). HMM memiliki *response time* yang baik untuk *speech recognition* dibandingkan metode lain dengan *response time* 0,46 detik/kata untuk metode HMM [8] dan 3,58 detik untuk *Google Cloud Speech API* [3]. Proses *speech recognition* memiliki beberapa tahapan, berikut ini tahapan proses *speech recognition* [9]:

1. *Signal capture*

Bagian ini berguna untuk menangkap sinyal suara yang dihasilkan oleh saluran vocal manusia berupa serangkaian gelombang.



Gambar 2-1 Langkah penangkapan sinyal

Sinyal suara yang di-capture berupa sinyal analog. Sampling dilakukan untuk mencuplik sinyal analog menjadi bit-bit sinyal analog diskrit yang nantinya untuk memudahkan dalam pemrosesan dan hasilnya berupa sampel-sampel bilangan biner (sinyal digital) yang merupakan informasi dari sinyal asli.

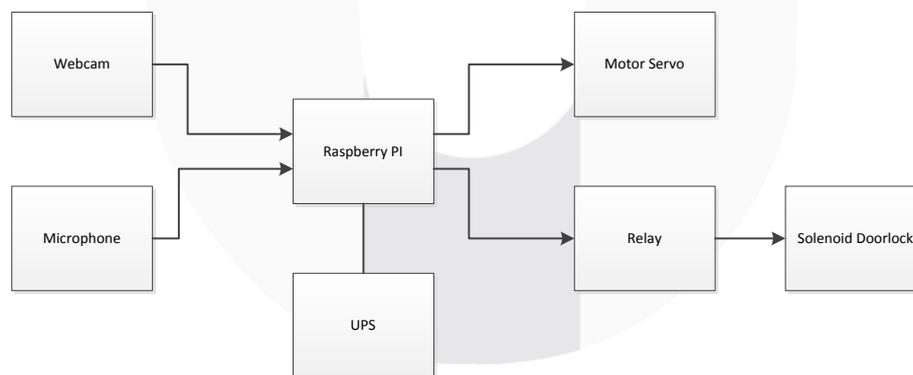
2. *Endpointing*
Bagian ini berguna untuk mengidentifikasi bagaimana hasil sinyal suara yang sudah di-capture tadi dapat diproses dan agar dapat menghindari suara-suara yang tidak diinginkan masuk ke sistem saat pengenalan suara.
3. *Feature extraction*
Bagian ini berguna mengekstraksi ciri atau pengambilan ciri dari suatu sinyal informasi yang nantinya nilai yang didapatkan akan dianalisis untuk proses selanjutnya. Setiap informasi memiliki ciri yang berbeda (unik). Prinsip kerja *feature extraction* adalah dengan mengkonversi sinyal suara ke dalam beberapa parameter, dimana sebagian informasi yang tidak berguna dibuang tanpa menghilangkan arti sesungguhnya dari sinyal suara tersebut. Hasil keluaran dari *feature extraction* ini menjadi masukan pada proses pengenalan pola.
4. *Matching*
Bagian ini berguna untuk proses pengenalan pola dari hasil *feature extraction*. Metode yang digunakan dalam pengenalan pola yaitu metode *hidden markov model* (HMM). Pola yang didapat akan dicocokkan dengan berbagai macam model.

2.4. Hidden Markov Model (HMM)

Hidden markov model disebut juga sebagai *Markov Chain* atau *Markov Process*. HMM merupakan sebuah model dari kumpulan deretan state yang transisi antar state dilakukan berdasarkan masukan observasi yang diasumsikan sebuah proses markov dengan parameter yang tidak diketahui. Pada HMM *user* harus menentukan parameter-parameter tersembunyi (state) dari parameter-parameter yang dapat diamati. Parameter-parameter yang ditentukan kemudian dapat digunakan untuk analisis yang lebih jauh [10]. Pada kondisi tertentu tidak semua kejadian dapat diamati secara langsung, namun dapat dievaluasi dari kejadian lain yang dapat diamati secara langsung. Untuk masalah seperti ini diperlukan modifikasi dari rantai Markov yang disebut dengan HMM [8].

3. Perancangan Sistem

3.1. Gambaran Umum



Gambar 3-1. Gambaran Umum Sistem

Sistem ini dibuat untuk membantu orang yang tidak dapat menggunakan tangan atau tidak memiliki tangan. Pada gambar 3.1, saat *user* ingin membuka kunci terlebih dahulu untuk melihat ke arah webcam agar webcam dapat mengenali *user* serta diproses bahwa *user* tersebut dikenal dan jika *user* dikenal kunci Buka. Sebaliknya, jika tidak dikenali kunci tidak akan Buka. Selain itu, setelah mengenali wajah *user* serta kunci Buka, *user* dapat membuka pintu secara otomatis dengan perintah suara yang dikenal oleh database. Sistem ini juga dilengkapi dengan UPS untuk memberikan suplai listrik saat terjadi pemadaman listrik ke *raspberry pi* agar masih dapat mengendalikan kunci dan pintu.

3.2. Rancangan Sistem

3.2.1. Konfigurasi Sistem Face Recognition dan Speech Recognition

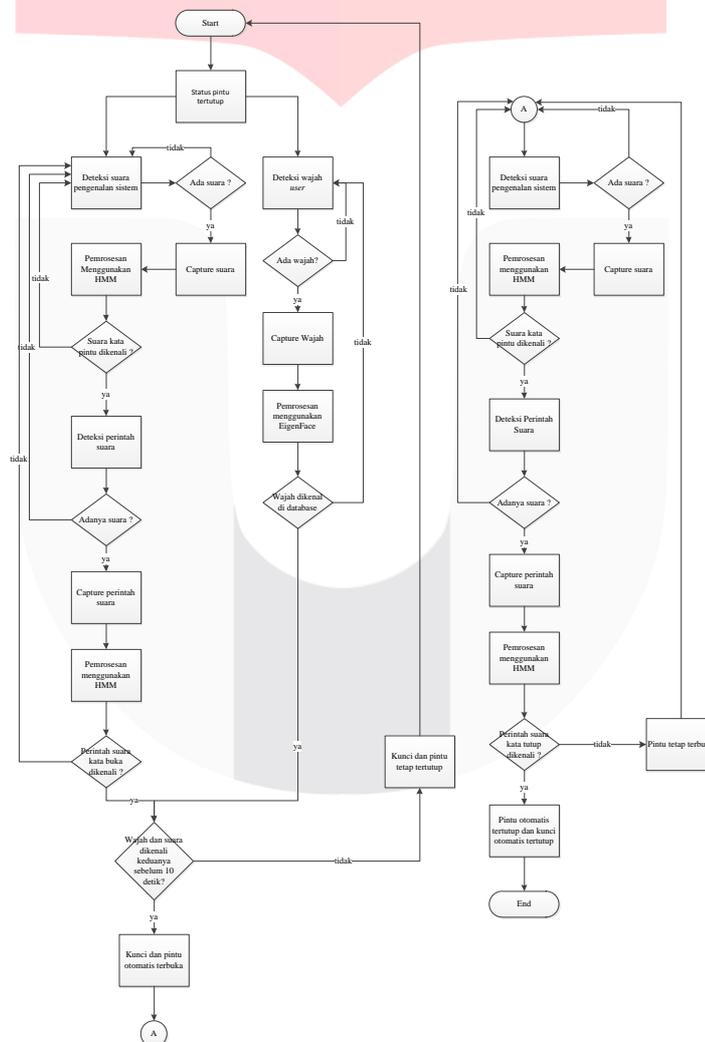
a. Face Recognition

Pada sistem *face recognition* dilakukan konfigurasi yang sebelumnya menggunakan pixel 92x112 dan nilai *threshold* 3500, penulis mengganti pixel tersebut menjadi 25x25 dikarenakan pixel menjadi kecil maka nilai *threshold* semakin kecil menjadi 800. Nilai *threshold* didapatkan dengan uji coba *user* yang tersimpan pada *database* dan tidak tersimpan pada *database*. Nilai *threshold* ini digunakan untuk keakuratan sistem mengenali *user*, bila nilai *threshold* kurang dari 800 maka sistem dapat mengenali *user* tersebut dan bila nilai *threshold* lebih dari 800 maka sistem tidak mengenali *user* tersebut.

b. Speech Recognition

Pada sistem *speech recognition* dilakukan konfigurasi kata pengenalan sistem yang sebelumnya dengan kata “jasper”, diganti dengan kata “pintu” untuk pengenalan sistemnya. Pada sistem untuk buka pintu dan tutup pintu dalam bentuk *script python* dengan suara pengenalan sistem dengan kata “pintu”, selanjutnya pada pengenalan perintah suara untuk buka pintu dengan kata “buka” dan untuk tutup pintu dengan kata “tutup”. Pada sistem *speech recognition*, *user* terlebih dahulu melakukan suara pengenalan sistem, saat pengenalan sistem dikenali maka sistem akan memberikan *feedback* suara *beep*, selanjutnya *user* melakukan perintah suara untuk buka pintu atau tutup pintu dan pada saat perintah suara dikenali maka sistem akan memberikan *feedback* suara *okay*, sedangkan bila perintah suara salah sistem akan memberikan *feedback* suara *no*.

3.2.2. Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3-2. Flowchart buka dan tutup pintu

Cara kerja sistem berdasarkan gambar 3.3 memiliki beberapa proses yaitu Pada awal status pintu Tutup setelah itu sistem akan mendeteksi adanya wajah yang berada di depan kamera, setelah itu sistem akan men-*capture* atau mengambil gambar wajah yang terdeteksi, selanjutnya sistem akan memproses hasil wajah dengan menggunakan metode *eigenface*. Sistem juga akan mendeteksi suara, dengan mula-mula melakukan pendeteksian suara pengenalan

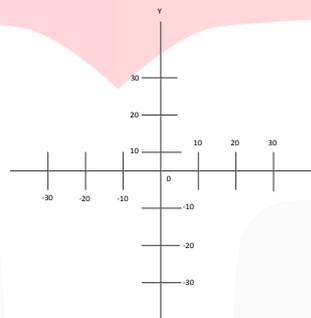
sistem dengan kata “pintu” selanjutnya akan di-*capture* oleh *microphone*, setelah itu sistem akan memproses suara pengenalan sistem dengan menggunakan metode HMM, jika suara pengenalan sistem dikenali sistem akan memberikan *feedback* suara *beep* dan selanjutnya sistem akan mendeteksi perintah suara dengan kata “buka” selanjutnya akan di-*capture* oleh *microphone*, setelah itu sistem akan memproses perintah suara dengan menggunakan metode HMM, jika perintah suara dikenali sistem akan memberikan *feedback* suara *okay*. Jika perintah suara yang dikenali dan wajah dikenali sebelum 10 detik maka kunci serta pintu akan otomatis Buka sebaliknya jika wajah tidak dikenali maka kunci solenoid dan pintu akan tetap Tutup.

Pada saat user ingin menutup pintu maka sistem akan mendeteksi suara dengan mula-mula melakukan pendeteksian suara pengenalan sistem dengan kata “pintu” selanjutnya akan di-*capture* oleh *microphone*, setelah itu sistem akan memproses suara pengenalan sistem dengan menggunakan metode HMM, jika suara pengenalan sistem dikenali sistem akan memberikan *feedback* suara *beep* dan selanjutnya sistem akan mendeteksi perintah suara dengan kata “buka” selanjutnya akan di-*capture* oleh *microphone*, setelah itu sistem akan memproses perintah suara dengan menggunakan metode HMM, jika perintah suara dikenali sistem akan memberikan *feedback* suara *okay* jika perintah suara yang dikenali maka kunci dan pintu akan otomatis Tutup sebaliknya jika perintah suara yang tidak dikenali sistem tidak melakukan apa-apa atau pintu dan kunci masih Buka.

3.3. Skenario Pengujian Sistem

a. Training

Training dilakukan pada *face recognition* dengan 5 data wajah (menggambarkan dari 1 keluarga dengan 1 ibu, 1 ayah dan 3 anak). Foto didapatkan dari sudut -30° sampai 30° yang dapat dinyatakan pada koordinat $(-30,0)$ sampai $(30,0)$ serta koordinat $(0,-30)$ sampai $(0,30)$ dan foto diambil setiap per-10 koordinat sebanyak 1 foto.



Gambar 3-2 Koordinat sudut wajah

Setiap *user* akan di-*capture* oleh *webcam* pada jarak 0,3 meter sebanyak 13 foto, 0,5 meter sebanyak 13 serta 0,7 meter sebanyak 13 foto dan setiap jarak menggunakan 2 kategori intensitas cahaya berbeda sebagai berikut [23]:

- Penerangan rendah kurang dari 150 lx (Malam)
- Penerangan tinggi 200 lx hingga 299 lx (Siang)

Berdasarkan pengujian *face recognition* dimulai pada jarak 0,3 meter dikarenakan *speech* pada saat suara pelan hanya dikenali pada jarak 0,3 dan berakhir pada jarak 0,7 meter dikarenakan pada jarak lebih dari 0,7 meter wajah user tidak dapat terdeteksi lagi pada intensitas gelap.

b. Uji fungsi

Adapun uji fungsi sistem yang akan dilakukan adalah :

- Buka pintu

Pengujian buka pintu berguna untuk membuka kunci serta pintu dengan menggunakan 5 data wajah dan suara dengan *user* berbeda yang tersimpan pada database. Pengujian dilakukan pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter, sudut -30° sampai 30° , cahaya Tinggi dan rendah serta dengan kategori suara sebagai berikut [12]:

- Pelan 20 dB sampai 39 dB
- Sedang 40 dB sampai 60 dB
- Keras 60 dB sampai 80 dB

Dengan pengujian ini nantinya akan didapatkan akurasi dan *response time*. Pengukuran *response time* sistem buka pintu menggunakan program, pengukuran dilakukan pada saat salah satu sistem *face recognition* atau *speech recognition* terdeteksi sampai dengan kunci dan pintu dapat terbuka, selain itu pengukuran akurasi sistem menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah_data_benar}}{\text{Jumlah_data_keseluruhan}} \times 100\% \quad (3.1)$$

- Tutup pintu

Pengujian tutup pintu bertujuan untuk menutup kunci dan pintu dengan 5 suara *user* yang berbeda dengan mengikuti perintah suara yang tersimpan di database. Pengujian ini dilakukan pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter serta suara tenang, sedang dan keras dengan pengujian ini nantinya akan didapatkan akurasi dan *respon time*. Pengukuran *response time* sistem dilakukan pada saat user mengucapkan kata “pintu” sampai dengan sistem menutup kunci dan pintu dengan menggunakan program, selain itu pengukuran akurasi sistem menggunakan persamaan (3.1).

4. Pengujian dan Analisa

4.2. Pengujian Buka Pintu

Pengujian buka pintu dilakukan dengan 5 orang dengan wajah yang tersimpan pada *database* dan 5 orang dengan wajah yang tidak tersimpan pada *database* dengan kata yang tersimpan pada database.

Tabel 4-1 Hasil pengujian buka pintu pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter

Jarak	Rata-rata akurasi (%)	Rata-rata <i>response time</i> (detik)
0,3	71,1	7,75
0,5	65,0	7,96
0,7	60,0	7,73
Keseluruhan	67,2	7,88

Pada tabel 4-1, pengujian yang dilakukan pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter didapatkan rata-rata akurasi pada jarak 0,3 meter sebesar 71,1%, jarak 0,5 meter sebesar 65,0% dan jarak 0,7 meter sebesar 60,0% serta rata-rata *response time* pada jarak 0,3 meter sebesar 7,75 detik, jarak 0,5 meter sebesar 7,96 detik dan jarak 0,7 meter sebesar 7,73 detik. Jika untuk akurasi serta *response time* untuk keseluruhan jarak maka rata-rata akurasi sebesar 67,2% dan rata-rata *response time* sebesar 7,88 detik.

Pengujian ini dilakukan pada jarak yang tidak terlalu dekat dengan *webcam*, intensitas cahaya yang bagus, sudut dan intensitas suara yang sering dipakai *user*. Pengujian diambil yang telah dilakukan pada tabel 4-2 dengan jarak 0,5 meter, sudut 0°, intensitas cahaya Tinggi dan intensitas suara keras serta sedang.

Tabel 4-2 Hasil pengujian buka pintu dengan wajah tersimpan di database pada saat terbaik

Percobaan orang ke-	Jarak (meter)	Sudut (°)	Intensitas cahaya	Intensitas suara	Status pintu	Hasil	<i>Respon time</i> (detik)
1	0,3	0	Tinggi	Keras	Buka	Sesuai	6,32
2				Keras	Buka	Sesuai	7,19
3				Keras	Buka	Sesuai	8,51
4				Keras	Buka	Sesuai	6,43
5				Keras	Buka	Sesuai	7,97
1	0,3	0	Tinggi	Sedang	Buka	Sesuai	8,52
2				Sedang	Tutup	Tidak sesuai	-
3				Sedang	Buka	Sesuai	8,93
4				Sedang	Buka	Sesuai	7,40
5				Sedang	Buka	Sesuai	8,43

Pada tabel 4-2, pengujian buka pintu yang dilakukan pada saat terbaik. Pengujian pada saat terbaik dilakukan pada jarak 0,3 meter, sudut 0°, intensitas cahaya Tinggi, intensitas suara keras dan sedang didapatkan akurasi status pintu terbuka sebesar 90,0% serta *response time* sebesar 7,74 detik.

Pada hasil pengujian buka pintu terhadap jarak, sudut, intensitas cahaya serta intensitas suara berbeda, dapat disimpulkan bahwa status pintu sangat dipengaruhi oleh jarak, sudut, intensitas cahaya, intensitas suara, noise suara dan logat, sedangkan *response time* sangat dipengaruhi oleh logat, jarak, intensitas suara dan kecepatan *user* mengatakan perintah suara setelah suara *beep* serta metode *speech recognition* yang digunakan.

4.3. Pengujian Tutup pintu

Tabel 4-3 Hasil pengujian tutup pintu pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter

Jarak	Rata-rata akurasi (%)	Rata-rata <i>response time</i> (detik)
0,3	62,7	4,55
0,5	50,0	5,1
0,7	44,0	5,12
Keseluruhan	55,3	4,99

Pada tabel 4-1, pengujian yang dilakukan pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter didapatkan rata-rata akurasi pada jarak 0,3 meter sebesar 62,7%, jarak 0,5 meter sebesar 50% dan jarak 0,7 meter sebesar 44% serta rata-rata *response time* pada jarak 0,3 meter sebesar 4,55 detik, jarak 0,5 meter sebesar 5,1 detik dan jarak 0,7 meter sebesar 5,12 detik. Jika untuk akurasi serta *response time* untuk keseluruhan jarak maka rata-rata akurasi sebesar 55,3% dan rata-rata *response time* sebesar 4,99 detik.

Tabel 4-3 Hasil pengujian tutup pintu pada jarak saat terbaik

Percobaan orang ke-	Intensitas suara	Jarak	Jumlah Pengujian	Jumlah kata yang benar	Status pintu	Akurasi (%)	Rata-rata <i>Response time</i> (detik)
1	Keras	0,3	5	4	Tutup	80	4,74
2		0,3	5	3	Tutup	60	4,52
3		0,3	5	4	Tutup	80	4,72
4		0,3	5	4	Tutup	80	4,71
5		0,3	5	5	Tutup	100	4,66
1	Sedang	0,3	5	3	Tutup	60	4,89
2		0,3	5	2	Tutup	40	5,01
3		0,3	5	3	Tutup	60	5,04
4		0,3	5	3	Tutup	60	5,06
5		0,3	5	4	Tutup	80	4,97

Pada tabel 4-11, pengujian tutup pintu dan kunci pada saat terbaik dengan jarak 0,3 meter dengan intensitas suara keras serta sedang didapatkan rata-rata akurasi status pintu tertutup sebesar 70,0% (35 sesuai dari 50 pengujian) dengan *response time* sebesar 4,93 detik.

Pada pengujian dilakukan dapat disimpulkan bahwa intensitas suara, jarak, logat dan kecepatan *user* mengatakan perintah suara setelah suara *beep* serta metode *speech recognition* yang digunakan sangat mempengaruhi akurasi dan *response time* yang didapatkan.

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian sistem kunci otomatis menggunakan *face recognition* dengan metode *eigenface* dan pintu otomatis menggunakan *speech recognition* dengan metode *hidden markov model* (HMM), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian sistem buka pintu, sistem dapat membuka kunci serta pintu jarak 0,3 sampai 0,7 meter dengan rata-rata akurasi sebesar 67,2% dan *response time* mencapai 7,87 detik. Sedangkan untuk pengujian pada kondisi terbaik diperoleh rata-rata akurasi sebesar 90,0% dan rata-rata *response time* 7,74 detik.
2. Berdasarkan pengujian sistem keamanan buka pintu, sistem berhasil menolak *user* yang tidak tersimpan di database dengan rata-rata akurasi mencapai 100%.
3. Berdasarkan pengujian sistem tutup pintu, sistem dapat menutup kunci serta pintu pada jarak 0,3 sampai 0,7 meter dengan rata-rata akurasi sebesar 55,3% dan *response time* 4,99 detik. Sedangkan rata-rata akurasi pada kondisi terbaik mencapai 70,0% dan rata-rata *response time* 4,93 detik.
4. Akurasi yang didapatkan sangat dipengaruhi oleh jarak, sudut, intensitas cahaya, intensitas suara dan logat yang dipakai, sedangkan *response time* sangat dipengaruhi oleh jarak, intensitas suara, logat dan kecepatan *user* mengatakan perintah suara setelah suara *beep* serta metode *speech recognition* yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] T. P. Tambak and T. A. Bahriun, "Perancangan Sistem Home Automation Berbasis Arduino Uno," *Singuda ENSIKOM*, vol. 10, pp. 121-126, 2015.
- [2] L. I. L. M. H. W. B. Felix Hantoro Tan, "Pengembangan Sistem Absensi Berbasis Face Recognition Dengan Metode LDA," Universitas Bina Nusantara, Jakarta Barat.
- [3] R. L. H. Pakpahan, D. W. Sudiharto and A. G. P. Satwiko, "The Prototype of Automated Doors and Windows by Using Voice Commands," Universitas Telkom, Bandung, 2016.
- [4] D. Suprianto, R. N. Hasanah and P. B. Santosa, "Sistem Pengenalan Wajah Secara Real-Time dengan Adaboost, Eigenface PCA & MySQL," *Jurnal EECCIS*, vol. 7, no. 2, pp. 179-184, Desember 2013.
- [5] Y. Januzaj, A. Luma, Y. Januzaj and V. Ramaj, "Real Time Access Control Based on Face Recognition," *International Conference on Network security & Computer Science (ICNSCS-15)*, p. 7, Juni 2015.
- [6] F. G. Prakoso, G. Budiman and S. A. Wibowo, "Analisis Perbandingan Metode Eigenface, Fisherface dan Laplacianface Pada Sistem Pengenalan Wajah," Universitas Telkom, Bandung, 2012.
- [7] D. P. GINTING, "Perancangan dan Implementasi Speech Recognition Untuk Merubah Nada Dasar Instrumen Gong Pada Keteng-Keteng Eelektronik," Universitas Telkom, Bandung, 2016.
- [8] A. F. PERMANA, "Implementasi Hidden Markov Model Untuk Aplikasi Pengenalan Ucapan Sebagai Kendali Gerak Robot Mobil," IPB (Bogor Agricultural University), Bogor, 2011.
- [9] I. K. Suryadharma, S. M. Gelar Budiman and S. Budhi Irawan, "Perancangan Aplikasi Speech To Text Bahasa Inggris Ke Bahasa Bali Menggunakan Pocketsphinx Berbasis Android," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 1, no. 1, p. 229, 2014.
- [10] A. S. Aminah, A. N. Jati and A. Novianty, "Implementasi dan Analisis Pengolahan Kata Menggunakan Algoritma Hidden Markov Model Dengan Pocketsphinx," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 2, no. 3, p. 7422, 2015.
- [11] I. F. Romadhon, "Evaluasi Kualitas Penerangan Dan Penentuan Letak Lampu Serta Jenis Lampu Pada Ruang Perkuliahan E2 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang," Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2009.
- [12] N. R. Putra, "Pembuatan Alat Sekat Peredam Kebisingan Semi Permanen Dalam Rangka Upaya Menurunkan Kebisingan (Syudi Kasus CV.Rakabu Furniture)," Universitas Sebelas Maret , Surakarta, 2011.