

Mengukur Keandalan Smart Dorm Key: Uji Performa Face Recognition dan Sensor Ultrasonik dalam Berbagai Kondisi

1st Rexy Yusuf Ramadhana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ryuramadhana@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rita Purnamasari
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ritapurnamasari@telkomuniversity.ac.id

3rd Efri Suhartono
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
esuhartono@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Keamanan di asrama merupakan hal yang sangat penting, terutama di lingkungan dengan jumlah penghuni yang tinggi seperti di asrama Universitas Telkom. Penelitian ini mengeksplorasi pengembangan dan evaluasi sistem *Smart Dorm Key* yang mengintegrasikan teknologi pengenalan wajah dan sensor ultrasonik untuk meningkatkan keamanan. Sistem ini memanfaatkan metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan *Haar Cascade* untuk pengenalan wajah, dikombinasikan dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi kondisi keluar. Melalui pengujian yang ketat dalam berbagai kondisi, termasuk pencahayaan normal, pencahayaan redup, dan penggunaan aksesoris, sistem ini menunjukkan keandalan tinggi dalam kondisi optimal namun mengungkap area yang memerlukan perbaikan, terutama dalam lingkungan yang menantang.

Kata kunci – Asrama, Keamanan, Pengenalan Wajah, Pengujian

I. PENDAHULUAN

Asrama Universitas Telkom menghadapi tantangan keamanan yang signifikan akibat tingginya jumlah penghuni dan kehadiran pengunjung luar yang tidak terkendali. Langkah-langkah keamanan tradisional seperti *logbook* manual dan CCTV memiliki keterbatasan dalam menyediakan keamanan yang efektif dan *real-time*. Untuk mengatasi tantangan ini, kami mengusulkan pengembangan sistem *Smart Dorm Key* yang mengintegrasikan teknologi pengenalan wajah dan sensor ultrasonik. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan asrama dengan menyediakan akses terkontrol berdasarkan pengenalan wajah dan deteksi otomatis untuk keluar menggunakan sensor ultrasonik. Penelitian ini menyajikan desain, implementasi, dan evaluasi sistem *Smart Dorm Key*, dengan fokus pada performanya dalam berbagai kondisi pengujian.

II. METODOLOGI

Sistem *Smart Dorm Key* dikembangkan menggunakan *Raspberry Pi 4 Model B*, dengan modul

kamera untuk pengenalan wajah dan sensor ultrasonik untuk deteksi kondisi keluar. Modul pengenalan wajah menggunakan metode HOG dan *Haar Cascade*, yang dipilih karena keseimbangan antara akurasi dan efisiensi komputasinya. Performa sistem diuji dalam berbagai kondisi, termasuk pencahayaan normal, pencahayaan redup, dan penggunaan aksesoris seperti kaca mata atau topi. Selain itu, sensor ultrasonik diuji untuk mengukur akurasi dalam mendeteksi keberadaan objek di dekat pintu.



GAMBAR 1.
Alat yang diujikan

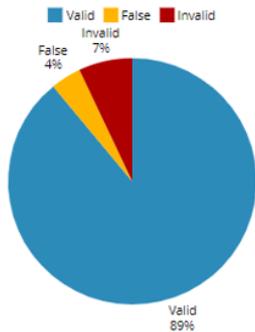
III. DATA HASIL PENGUJIAN

Penelitian ini melibatkan 10 sampel, di mana setiap sampel terdiri dari 20 hingga 25 dataset, sehingga terkumpul sekitar 250 data. Berdasarkan data tersebut, peneliti melaksanakan serangkaian uji coba untuk mengukur tingkat keakuratan sistem. Setiap sampel diuji sebanyak 10 kali guna memastikan konsistensi hasil serta untuk mendapatkan gambaran yang lebih akurat mengenai kinerja sistem.

A. Pengujian dalam Kondisi Normal

TABEL 1.
Hasil Pengujian Percobaan pada Kondisi Normal

No.	Nama	Percobaan										Total (Q)
		V = Valid T = Tidak Valid S = Salah Validasi										
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	Ke-7	Ke-8	Ke-9	Ke-10	
1.	Miky	V	V	V	T	V	V	V	V	V	V	9
2.	Indra	T	V	V	T	V	V	V	V	V	V	9
3.	Ryu	V	V	V	V	V	V	V	V	T	V	9
4.	Amri	V	T	V	V	V	V	S	V	V	V	8
5.	Mhd. Abdi	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	10
6.	Abdillah	T	V	V	S	V	V	V	V	V	V	8
7.	Chika	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	10
8.	Novan	V	V	S	V	V	V	S	V	V	V	8
9.	Fadhlan	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	10
10.	Irfan	V	V	T	V	V	T	V	V	V	V	8



GAMBAR 2.
Grafik Hasil Percobaan pada Kondisi Normal

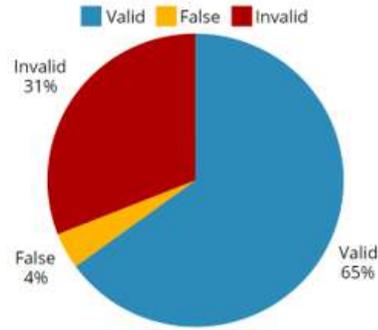
TABEL 2.
Detail Hasil Percobaan pada Kondisi Normal

No.	Nama Terdaftar	Tingkat Validasi dari 10 kali percobaan (Q)			Persentase (%)
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Salah pengenalan	
1.	Miky	9	1	-	90%
2.	Indra	9	1	-	90%
3.	Ryu	9	1	-	90%
4.	Amri	8	1	1	80%
5.	Mhd. Abdi	10	-	-	100%
6.	Abdillah	8	1	1	80%
7.	Chika	10	-	-	100%
8.	Novan	8	-	2	80%
9.	Fadhlan	10	-	-	100%
10.	Irfan	8	2	0	80%
Rata-rata				89%	

B. Pengujian dengan Menggunakan Aksesoris

TABEL 3.
Hasil Percobaan dengan Menggunakan Aksesoris

No.	Nama	Percobaan										Total (Q)
		V = Valid T = Tidak Valid S = Salah Validasi										
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	Ke-7	Ke-8	Ke-9	Ke-10	
1.	miky	V	T	T	V	V	V	T	V	V	V	7
2.	indra	T	V	V	V	T	T	S	V	V	V	6
3.	ryuu	V	V	V	V	V	V	T	T	V	V	8
4.	amrii	V	V	V	V	S	T	T	V	T	V	6
5.	mhdabdi	V	V	V	V	T	V	V	V	V	S	8
6.	abdillah	V	V	V	V	T	T	V	V	V	T	7
7.	chika	T	T	V	T	V	T	V	V	V	T	5
8.	novan	T	T	T	T	V	V	V	V	V	S	5
9.	fadhlan	V	V	V	T	T	T	V	V	T	V	6
10.	irfan	V	V	V	V	V	T	T	V	T	V	7



GAMBAR 3.
Grafik Hasil Percobaan dengan Menggunakan Aksesoris

C. Pengujian dalam Kondisi Pencahayaan Redup

TABEL 4.
Hasil Percobaan dalam Kondisi Pencahayaan Redup

No.	Nama Terdaftar	Intensitas Cahaya (Lux)										Keterangan
		V = Valid, T = Tidak, Valid S = Salah Validasi										
		0 Lux	2 Lux	10 Lux	20 Lux	30 Lux	40 Lux	50 Lux	60 Lux	80 Lux	100 Lux	
1.	Miky	T	T	T	T	V	V	V	V	V	V	>40 Lux terdeteksi valid
2.	Indra	T	T	T	S	V	V	V	V	V	V	Salah validasi (Fadhlan)
3.	Ryu	T	T	T	S	V	T	V	V	V	V	Salah validasi (Irfan)
4.	Amri	T	T	S	T	V	V	V	V	V	V	Salah validasi (Abdillah)
5.	Mhd. Abdi	T	T	T	T	V	V	V	V	V	V	>40 Lux terdeteksi valid
6.	Abdillah	T	T	S	V	T	V	V	V	V	V	Salah validasi (Amri)
7.	Chika	T	T	T	V	T	V	V	V	V	V	20 & >30 Lux terdeteksi valid
8.	Novan	T	T	T	T	V	T	V	V	V	V	20 & >30 Lux terdeteksi valid
9.	Fadhlan	T	T	S	S	V	V	V	V	V	V	Salah validasi (Indra, Abdi)
10.	Irfan	T	T	T	S	V	V	V	V	V	V	Salah validasi (Ryu)

D. Pengujian Konsistensi Deteksi oleh Sensor Ultrasonik

TABEL 5.
Hasil Percobaan Sensor Ultrasonik

No	Durasi	Percobaan										Total (Q)
		V = Terdeteksi X = Tidak Terdeteksi										
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	Ke-7	Ke-8	Ke-9	Ke-10	
1.	1-10 Menit	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	10
2.	1 jam	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	10
3.	2 jam	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	10
4.	4 jam	V	V	X	V	V	V	V	V	V	V	9
5.	6 jam	V	X	V	V	V	V	X	V	V	V	8

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Hasil Pengujian dan Analisis dalam Kondisi Normal

1. Hasil Pengujian dalam Kondisi Normal:
Sistem pengenalan wajah berfungsi dengan baik dalam kondisi normal, mencapai tingkat akurasi 89%. Tingkat kesalahan validasi dan kasus wajah yang tidak terdeteksi masing-masing berada di angka 4% dan 7%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali wajah dengan andal dalam kondisi pencahayaan yang ideal, menjadikannya potensial untuk digunakan secara efektif dalam situasi serupa.

2. Analisis Pengujian Sistem Pengenalan Wajah dalam Kondisi Normal

Sistem ini menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam kondisi normal, dengan tingkat akurasi mencapai 89%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem berfungsi optimal ketika pencahayaan dan kondisi lingkungan berada dalam situasi yang ideal. Namun, terdapat kesalahan validasi sebesar 4% yang disebabkan oleh beberapa faktor.

Kemiripan wajah dalam dataset dapat mempengaruhi proses pengenalan, begitu juga dengan perbedaan bentuk wajah antara data yang tersimpan dan saat pemindaian, seperti sudut rahang atau bentuk hidung. Selain itu, perubahan ekspresi wajah, seperti senyum atau kerutan pada dahi, juga dapat mengakibatkan kesalahan. Faktor lainnya adalah posisi dan sudut wajah; wajah yang tidak menghadap langsung ke kamera atau berada pada sudut tertentu lebih sulit dikenali, ditambah dengan latar belakang yang kompleks yang dapat mengganggu proses pengenalan.

Selain itu, terdapat kasus wajah yang tidak terdeteksi sebesar 7%. Beberapa penyebabnya adalah kualitas gambar yang buram atau beresolusi rendah, yang dapat mempengaruhi deteksi. Kondisi pencahayaan yang tidak ideal juga turut berperan dalam kesalahan ini. Wajah yang sebagian tertutup oleh rambut, tangan, atau aksesori lainnya juga dapat menghalangi proses deteksi secara efektif.

B. Hasil Pengujian dan Analisis dalam Kondisi Memakai Aksesori

1. Hasil Pengujian ketika Menggunakan Aksesori:

Saat pengguna memakai aksesori seperti kacamata, keakuratan sistem pengenalan wajah mengalami penurunan signifikan hingga menjadi 65%. Selain itu, tingkat wajah yang tidak terdeteksi meningkat hingga 31%, sedangkan kesalahan deteksi bertambah sedikit menjadi 4%. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan aksesori dapat mengurangi efektivitas sistem dalam mengenali wajah, terutama jika data sampel awal tidak mencakup penggunaan aksesori tersebut.

2. Analisis Pengujian Menggunakan Aksesori:

Penggunaan aksesori seperti kacamata menyebabkan penurunan akurasi sistem pengenalan wajah secara signifikan, yaitu hingga 65%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem mengalami kesulitan mengenali wajah dengan tepat ketika terdapat gangguan tambahan seperti kacamata. Selain itu, kasus wajah yang tidak terdeteksi meningkat secara signifikan hingga mencapai 31%, yang artinya hampir sepertiga waktu sistem gagal mengenali wajah saat pengguna memakai kacamata. Kesalahan validasi juga mengalami sedikit peningkatan hingga 4%, meskipun angka ini kecil, tetap menunjukkan bahwa sistem menjadi lebih rentan terhadap kesalahan saat pengguna menggunakan kacamata.

Beberapa faktor penyebab permasalahan ini di antaranya adalah adanya hambatan visual yang

mengubah tampilan wajah dengan menambahkan elemen baru yang dapat menutupi bagian penting dari wajah, seperti mata. Refleksi cahaya pada kacamata juga dapat mengurangi kejernihan gambar atau mengaburkan fitur wajah yang krusial. Selain itu, kurangnya data sampel dalam dataset pelatihan yang mencakup wajah dengan aksesori seperti kacamata turut berkontribusi terhadap masalah ini.

C. Hasil Pengujian dan Analisis dalam Kondisi Pencahayaan Redup

1. Hasil Pengujian dalam Kondisi Pencahayaan Redup:

Dalam kondisi pencahayaan redup, sistem pengenalan wajah hanya berhasil mencapai tingkat validasi sebesar 58%. Namun, tingkat kesalahan validasi meningkat hingga 7%, dan kasus wajah yang tidak terdeteksi cukup tinggi, mencapai 35%. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun sistem mampu mengenali wajah dalam pencahayaan minim, pencahayaan yang memadai, yaitu di atas 20 *Lux*, tetap diperlukan untuk mengurangi kesalahan validasi dan meningkatkan akurasi pengenalan wajah.

2. Hasil Pengujian dalam Kondisi Cahaya Redup:

Dalam kondisi cahaya redup, dari 100 percobaan, hanya 41 yang berhasil tervalidasi dengan benar, menghasilkan tingkat validasi sebesar 58%. Hal ini menunjukkan penurunan signifikan dalam kinerja sistem dibandingkan dengan kondisi pencahayaan ideal. Sebanyak 35% percobaan tidak berhasil mendeteksi wajah sama sekali, yang berarti lebih dari sepertiga percobaan gagal dalam kondisi pencahayaan rendah. Ini menandakan bahwa sistem sangat bergantung pada pencahayaan yang memadai untuk berfungsi dengan baik. Selain itu, terdapat 7% percobaan yang mengalami kesalahan validasi, di mana wajah dikenali namun salah diidentifikasi. Kesalahan ini kemungkinan disebabkan oleh bayangan atau *noise* pada gambar yang dihasilkan dalam kondisi cahaya rendah.

Beberapa penyebab masalah ini di antaranya adalah penurunan kualitas gambar dalam kondisi cahaya redup, yang menyulitkan sistem untuk mengenali fitur wajah dengan tepat. Selain itu, kurangnya pencahayaan mengurangi jumlah informasi visual yang tersedia untuk sistem, sehingga deteksi dan validasi wajah menjadi kurang akurat. Cahaya redup juga sering menimbulkan bayangan yang tidak diinginkan dan *noise* pada gambar, yang dapat mengganggu proses pengenalan wajah.

D. Hasil Pengujian dan Analisis Konsistensi Sensor Ultrasonik

1. Hasil Pengujian Konsistensi Sensor Ultrasonik:

Sensor ultrasonik menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi dalam mendeteksi objek atau penghalang, yaitu mencapai 94%. Sensor ini juga mempertahankan kinerjanya dengan konsisten dalam berbagai durasi pengujian, mulai dari 1 hingga 10 menit hingga 6 jam. Meskipun terdapat beberapa kegagalan

deteksi pada durasi 4 dan 6 jam, jumlahnya sangat sedikit, yaitu hanya 3 dari 50 percobaan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor ini umumnya dapat diandalkan untuk penggunaan jangka panjang.

2. Analisis Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik:

Sensor ultrasonik menunjukkan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi, yaitu mencapai 94%, yang mengindikasikan konsistensi dalam mendeteksi objek atau penghalang pada berbagai durasi pengujian, mulai dari 1-10 menit hingga 6 jam. Meskipun terdapat beberapa kegagalan deteksi pada durasi 4 dan 6 jam, jumlah kegagalan ini relatif kecil, yaitu hanya 3 dari 50 percobaan, sehingga sensor ini umumnya dapat diandalkan untuk penggunaan jangka panjang. Untuk memastikan kinerja sensor tetap optimal, disarankan untuk memilih lokasi pemasangan yang strategis dan bebas dari gangguan seperti pantulan yang dapat mengurangi akurasi deteksi, serta melakukan kalibrasi secara rutin.

V. KESIMPULAN

Sistem pengenalan wajah mencapai akurasi 89% dalam kondisi pencahayaan normal, dengan kesalahan validasi sebesar 4% dan kegagalan mendeteksi wajah sebesar 7%. Namun, akurasi menurun menjadi 65% saat pengguna memakai aksesori dan lebih jauh menurun menjadi 58% dalam kondisi cahaya redup. Sensor ultrasonik menunjukkan tingkat keberhasilan deteksi sebesar 94% dalam berbagai durasi pengujian. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem *Smart Dorm Key* efektif dalam kondisi optimal, tetapi memerlukan perbaikan dalam lingkungan dengan pencahayaan rendah dan dalam menangani variasi penampilan pengguna.

REFERENSI

- [1] M.-H. & K. D. & A. N. Yang, " Detecting Faces in Images: A Survey.," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions*, no. Volume 24, pp. 34 - 58, 2002.
- [2] A. K. JAIN, R. SHARMA and A. SHARMA, "A Review of Face Recognition System Using *Raspberry Pi* in the Field of IoT.," *In: Proceedings on International Conference on Emerg.*, pp. 7-14, 2018.
- [3] Dalal, N., & Triggs, B. (2005). Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. *Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*.
- [4] Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*.