

Sistem Buka Tutup Pintu Otomatis Berbasis Sensor Wajah

Irfandi Gusman*)¹, Riki Mukhaiyar²

^{1,2}Prodi Teknik Elektro Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*)Corresponding author, email: gusmanirfandi15@gmail.com

Abstrak

Kegiatan sehari-hari kadang memaksa seseorang untuk meninggalkan rumah atau toko dalam keadaan kosong, seperti halnya di saat jam kerja ataupun sekolah. Hal ini mengakibatkan rumah atau toko menjadi rentan untuk dibobol dan terjadi tindakan pencurian. Penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah sistem baru yang berfungsi untuk mencegah tindak pembobolan dan pencurian rumah karena lemahnya tingkat pengaman kunci atau gembok. Sehingga terciptalah gagasan inovasi sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah menggunakan metode fisherface tentunya memiliki keamanan yang lebih baik dibandingkan pengaman kunci atau gembok. Kendali sistem dikendalikan dengan python dengan metode tensorflow dengan menghubungkan catu daya dengan sumber listrik PLN, setelah sistem aktif dan semua alat menyala dan dilakukan pengaktifan program di python dan dilanjutkan dengan percobaan pendeteksian wajah. Berdasarkan hasil penelitian *Camera web* dapat mengenali wajah selama 0,5 detik hingga 1 detik ketika posisi *camera* dan wajah berhadapan lurus dengan jarak maksimal 50 cm. Pencahayaan pada wajah atau cahaya sekeliling yang menyinari dapat menjadi salah satu faktor keberhasilan maupun kegagalan *Camera* untuk mengenali wajah penggunanya.

INFO.

Info. Artikel:

No. 400

Received. July, 06, 2023

Revised. July, 17, 2023

Accepted. August, 02, 2023

Page. 511 – 518

Kata kunci:

- ✓ Camera
- ✓ Face Recognition
- ✓ SelenoidLockdoor
- ✓ Tensorflow
- ✓ Raspberry Pi

Abstract

Daily activities sometimes force a person to leave the house or shop empty, as is the case during work or school hours. This results in the house or shop being vulnerable to being broken into and theft occurring. This research was conducted to create a new system that functions to prevent acts of burglary and house theft due to weak security levels of padlocks or padlocks. So that the idea of innovating a door security system based on face recognition using the fisherface method is created, of course it has better security than lock or lock security. System control is controlled in python with the tensorflow method by connecting the power supply to a PLN power source, after the system is active and all tools are turned on and the program is activated in python and continued with face detection experiments. Based on the research results, the web camera can recognize faces for 0.5 seconds to 1 second when the camera and face are facing straight with a maximum distance of 50 cm. The lighting on the face or the ambient light that illuminates it can be a factor in the success or failure of the Camera to recognize the user's face.

PENDAHULUAN

Kegiatan sehari-hari kadang memaksa seseorang untuk meninggalkan rumah atau toko dalam keadaan kosong, seperti halnya di saat jam kerja ataupun sekolah. Hal ini mengakibatkan rumah atau toko menjadi rentan untuk dibobol dan terjadi tindakan pencurian, bahkan ketika rumah atau toko sudah terkunci atau tergeblok dengan rapat. beberapa orang memang sangat mudah dan terampil untuk membuka kunci atau gembok hanya dengan seutas kawat kecil. Saat ini telah ditemukannya solusi untuk pengaman pintu rumah namun 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.

Oleh karena itu diperlukannya gagasan inovasi sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah menggunakan metode fisherface tentunya memiliki keamanan yang lebih baik dibandingkan pengaman kunci atau gembok. sebuah sistem identifikasi yang lebih fleksibel dan bersifat otomatis yang dapat mencegah pencurian dan juga dapat memudahkan pemilik rumah untuk mengakses pintu masuk tanpa harus kesulitan mencari kunci rumah, mengingat password pintu ataupun hal lainnya. Tentu untuk menunjang inovasi tersebut dibutuhkan sistem untuk mengenali dan mengidentifikasi wajah. Sistem yang dapat menjembatani kebutuhan tersebut dengan menggunakan bagian tubuh manusia sebagai kepastian pengenalan adalah biometric. [1]

Biometrik yang sekarang ini sering digunakan adalah biometrik wajah. Contohnya pada beberapa smartphone dapat dijumpai aplikasi face recognition lock screen (pengenalan wajah untuk penguncian layar).[2] Pengenalan wajah (Face recognition) adalah salah satu teknik identifikasi teknologi biometrik dengan menggunakan wajah individu yang bersangkutan sebagai parameter utamanya.[3] Face recognition mengambil karakteristik alami yang ada pada tiap – tiap wajah untuk dikenali. Sistem biometrik akan melakukan pengenalan secara otomatis atas suatu ciri biometrika dengan mencocokkan diri tersebut dengan ciri biometrika yang telah disimpan pada basis data.[4] Sistem biometrika mampu memutuskan apakah hasil pengenalan itu sah atau tidak sah, diterima atau ditolak, dikenali atau tidak dikenali. [2]

Teknik dan metode dalam pengenalan wajah dapat dikelompokkan ke dalam tiga pendekatan berdasarkan data yang dibutuhkan, yaitu Pendekatan Holistik, Pendekatan feature-based, Pendekatan hybrid.[5] Pada pendekatan holistik seluruh bagian atau ciri-ciri global wajah digunakan sebagai data masukan untuk pengenalan wajah misalnya eigenface, fisherface, nearest feature line (NFL), dan support vector machine (SVM).[6] Pada pendekatan feature based wajah terbagi berdasarkan ciri-ciri lokal wajah seperti hidung, mulut, mata, dan lainnya yang kemudian digunakan sebagai data masukan misalnya Hidden Markov Model dan Dynamic Link Architecture.[7] Pada pendekatan hybrid menggunakan seluruh bagian wajah dan ciri-ciri lokal wajah sebagai data masukan misalnya modular eigenface dan hybrid local feature. [3]

Pada penelitian ini, penulis mengajukan sebuah system buka tutup pintu otomatis berbasis sensor wajah. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk meningkatkan sistem pengamanan pintu dengan teknologi yang dapat mempermudah pemilik rumah dan merasa lebih aman. Dengan manfaat yang bisa dirasakan oleh setiap orang yang menggunakannya

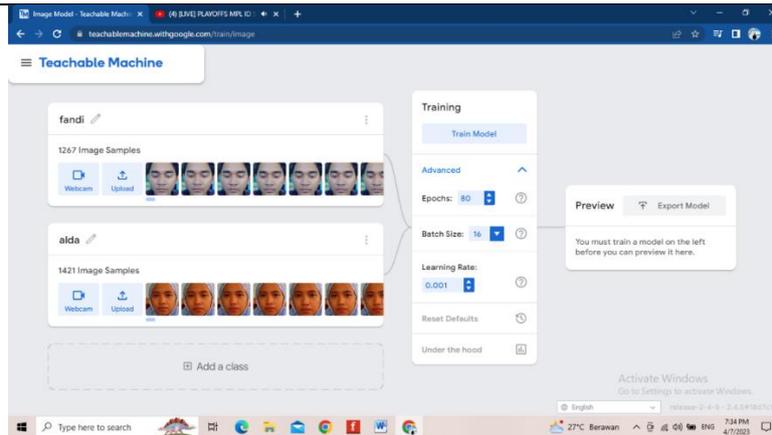
DASAR TEORI

Pengenalan Wajah (*Face Detection*)

Pengenalan wajah (*Face recognition*) adalah salah satu teknik identifikasi teknologi biometrik dengan menggunakan wajah individu yang bersangkutan sebagai parameter utamanya. Pengenalan ini dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu : “Dikenali” dan “Tidak Dikenali”. Setelah dilakukan dengan pola yang sebelumnya disimpan didalam database. Sistem ini juga harus bisa mengenali objek selain wajah.[8] Masalah deteksi wajah dapat dirumuskan sebagai berikut: diberikan masukan sebuah citra digital semua barang, maka sistem akan mendeteksi apakah ada wajah manusia di dalam citra tersebut. Jika ada maka sistem akan memberitahu berapa wajah yang ditemukan dan lokasi wajah-wajah tersebut dalam citra.[9] Keluaran dari sistem adalah posisi sub citra berisi wajah yang berhasil dideteksi.

Tensorflow

Tensorflow adalah library perangkat lunak yang dikembangkan oleh Tim Google, yang bertujuan untuk mengerjakan pembelajaran mesin dan jaringan syaraf dalam penelitiannya.[10] Tensorflow menggabungkan aljabar komputasi dengan teknik optimasi kompilasi, yang memfasilitasi perhitungan banyak ekspresi matematika. Untuk mengenali atau menemukan solusi untuk skenario kehidupan nyata yang kompleks, kami memerlukan perceptron berlapis-lapis.[11] Kita dapat menggunakan model sekuensial Keras yang sebenarnya merupakan tumpukan linier dari lapisan perceptron tersebut. Berbicara tentang perceptron multi-layer. Itu terdiri dari lapisan yang berbeda di mana yang pertama adalah lapisan masukan yang merupakan sumber untuk mendapatkan dan mengumpulkan data, kemudian beberapa lapisan tersembunyi untuk manipulasi dan perhitungan, dan akhirnya lapisan keluaran untuk meneruskan informasi.



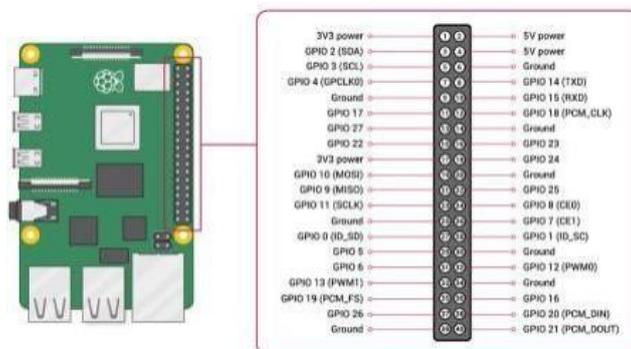
Gambar 1. Web Metode Tensorflow

RaspberryPi

Raspberry Pi Adalah sebuah modul SBC (single board computer) yang ukurannya sebesar kartu kredit yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry PidiInggris (UK) dengan tujuan memicu pembelajaran ilmu komputer di sekolah-sekolah.[12] *RaspberryPi* menggunakan rangkaian LPDDR4-3200 SDRAM yang kompatibel dengan *Systemon Modules* (SoM) yang berisi prosesor, memori, eMMCFlash (padavariannon-Lite) dan mendukung sirkuit daya. Modul-modul ini memungkinkan seorang *desainer* (perancang) untuk memanfaatkan tumpukan perangkat keras dan perangkat lunak 18 RaspberryPi dalam sistem.[13]



Gambar 2. Front Sind Raspberry Pi 4b



Gambar 3. Pin GPIO Raspberry Pi 4

Solenoid

Solenoid Door Lock adalah salah satu solenoid yang difungsikan khusus sebagai solenoid untuk pengunci pintu secara elektronik.[14] Didalam solenoid terdapat kawat yang melingkar pada inti besi.[15] Ketika arus listrik mengalir melalui kawat ini, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan energi yang akan menarik inti besi ke dalam.



Gambar 4. Selenoid Lock Door

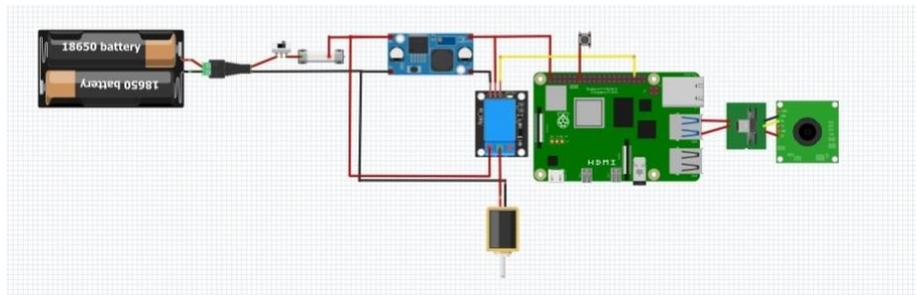
METODE PENELITIAN

Prinsip Kerja

Pada perancangan pembuatan alat ini dimana alat ini berkerja secara otomatis, dimana sistem bekerja dengan adanya kontrol dari luar sistem. kendali sistem dikendalikan dengan python dengan metode tensorflow Prinsip kerja dari alat ini yaitu, dimulai dari menghubungkan catu daya dengan sumber listrik PLN, setelah sistem aktif dan semua alat menyala dan dilakukan pengaktifan program di python dan dilanjutkan dengan percobaan pendeteksian wajah, jika wajah yang dideteksi belum ter verifikasi maka lampu LED berwarna merah akan menyala sebaliknya jika wajah sudah ter verifikasi maka lampu LED warna hijau akan menyala dan pintu akan terbuka.

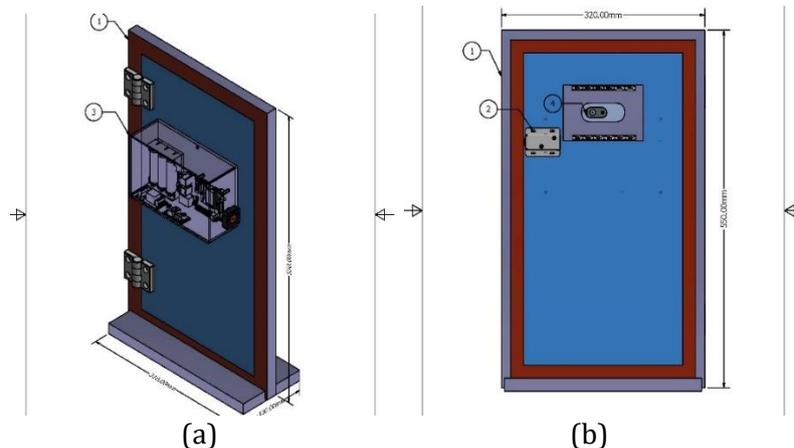
Perancangan Hardware dan Software

Perancangan hardware merupakan suatu tahapan atau proses dalam pembuatan suatu perangkat keras.[16] Karena dengan adanya perancangan hardware barulah sistem dapat diuji secara nyata apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak.[17] Rancangan elektronik pada tugas akhir ini menampilkan pemasangan komponen elektronik.



Gambar 5. Skematik Rangkaian

Perancangan mekanik ini dibuat dalam bentuk 3D untuk penempatan posisi komponen atau part agar dapat berfungsi seperti yang dikehendaki saat program dijalankan dan mempermudah proses perakitan.



Gambar 6. Perancangan 3D (a)Tampak Belakang (b) Tampak Depan

Software sendiri menggunakan bahasa pemrograman python yang langsung di program pada raspberry Pi sebagai controller utama. Pemrograman dilakukan melalui laptop menggunakan software Open CV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk memberikan penilaian terhadap sistem yang telah dikerjakan untuk mencapai kinerja yang lebih baik dengan melakukan perbaikan pada rangkaian yang menunjukkan kekurangan pada saat pengujian. Setelah sistem dirangkai sesuai dengan rancangan alat yang telah dibuat, maka sistem siap untuk diuji. Pengujian merupakan langkah penting untuk mengetahui apakah perangkat dan program berfungsi sebagaimana mestinya. Rancangan alat yang dibuat menggunakan battery 2000 mAh, pengujian hardware menggunakan alat ukur voltmeter yang didapatkan hasil alat dapat hidup selama lebih kurang 3 jam serta dapat di cas denan power supplay. Dalam mengetahui apakah relay dapat bekerja dengan baik dilakukan pengujian pada relay selenoid *doorlock* yang didapatkan hasil tegangan NC yang terukur yaitu 12,11V DC dan tegangan COM yang terukur 12,12V DC.

Tabel 1. Solenoid Lock Door

Pin Relay	Tegangan Pemakaian	Tegangan Terukur	Kondisi Relay Solenoid
NC (<i>Normally close</i>)	12V DC	12,11V DC	Hidup
NO (<i>Normally open</i>)	0	0	Mati
COM	12V DC	12,12V DC	Hidup Dan Mati

Setelah memastikan *hardware* dapat bekerja selanjutnya adalah menguji program yang dibuat. Program merupakan bagian induk sistem kendali yang akan dibuat. *Software* dari alat ini menggunakan aplikasi pemrograman Open cv atau Visual studio code dan *Rasspy* sebagai *control*. Pengujian ini menguji fungsi alat dalam pengenalan wajah (*face recognition*) untuk sistem keamanan pintu. Pengujian ini dilakukan secara berulang kali untuk melihat tingkat akurasi dan waktu pendeteksian. Dalam pengujian ini saya melakukan count untuk bisa menghasilkan yang terbaik saya melakukan uji count dengan jumlah count 3 kali maka baru pintu terbuka dengan probability value 0.999 ini bisa di ubah dengan yang kita mau semakin tinggi probability value semakin maka tingkat akurasi semakin bagus. Ini tergantung hasil dari penelitian kita dan tergantung dari cahaya yang dihasilkan seperti berikut ini.

Tabel 2. Pengujian Face Recognition

Jenis Pengujian	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3	
	Waktu (s)/count 3x	Status	Waktu (s)/count 3x	Status	Waktu (s)/count 3x	Status
Posisi Wajah Frontal (0°)	1(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI	1(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI	1(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI
Jarak wajah 30 cm	1(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI	1(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI	1(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI
Jarak wajah 45 cm	2(s)/0.99 probability value	TERDETEKSI	2(s)/0.99 probability value	TERDETEKSI	3(s)/0.99 probability value	TERDETEKSI
Jarak wajah 60 cm	-	TIDAK TERDETEKSI	-	TIDAK TERDETEKSI	-	TIDAK TERDETEKSI
Posisi wajah (30°)	1(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI	1(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI	2(s)/0.999 probability value	TERDETEKSI
Posisi wajah (45°)	2(s)/0.999 probability value	TERBACA	2(s)/0.999 probability value	TERBACA	3(s)/0.999 probability value	TERBACA
Posisi wajah (90°)	-	TIDAK TERBACA	-	TIDAK TERBACA	-	TIDAK TERBACA

Setelah mendapatkan informasi bahwa *hardware* bekerja dengan baik serta dapat terintegrasi dengan *software*. Kemudian pengujian mengumpulkan data-data dan dilakukan analisis terhadap proses kerja tersebut untuk melihat sejauh mana hasil kerja dari alat yang dirancang apakah bekerja dengan baik atau tidak, apakah *software* yang diproduksi bekerja dengan baik atau tidak, untuk mendapatkan hasil dan perbandingan dari apa yang dirancang sebelumnya. Pengujian ini dilakukan dengan tahap penerapan variasi jarak antara wajah yang akan diidentifikasi dengan kamera, serta objek pengganggu terhadap pendeteksian kamera. Pada kondisi awal, saat sistem mulai dijalankan pada aplikasi IDLE, akan mulai mendeteksi wajah *user* yang ada. Jika wajah dapat terdeteksi maka *user* bisa ditambahkan dan disimpan pada sistem, dimana *user* tersebut terintegrasi pada sistem sehingga dapat mengenali wajah tersebut.

Pada tabel 3 pengujian pertama dilakukan dengan jarak 30 cm antara wajah pengguna dengan kamera, didapat tampilan video secara *realtime* bahwa wajah pengguna berhasil terdeteksi dan solenoid (pintu) dapat terbuka dengan tanda lampu yang *on*. Selanjutnya pada pengujian kedua dilakukan dengan jarak 60 cm antara wajah pengguna dengan kamera. Pada pengujian kedua hasil tampilan video secara *realtime* bahwa wajah pengguna tidak dapat terdeteksi dengan tanda lampu yang *off* serta solenoid (pintu) yang tertutup

Selanjutnya dilakukan pengujian ketiga dengan jarak 80 cm antara wajah pengguna dengan kamera. Pada pengujian ketiga ini hasil yang didapatkan pada tampilan video secara *realtime* bahwa wajah juga tidak berhasil terdeteksi, lampu tidak menyala dan solenoid (pintu) tertutup. Semakin jauhnya objek pengguna menghadap kamera, *face recognition* tidak dapat mendeteksi adanya bentuk wajah, karena jarak yang terlalu mempengaruhi pendeteksian terhadap objek, serta pencahayaan terhadap wajah juga dapat mempengaruhi keberhasilan ataupun kegagalan dari camera untuk mengenali wajah yang berada di depan kamera. Setelah dilakukan pengujian dengan jarak selanjutnya dilakukan pengujian dengan adanya suatu objek penghalang. Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan menutup sebagian wajah pengguna dengan tangan sehingga diperoleh hasil bahwa objek tidak dapat terdeteksi, solenoid (pintu) pun tertutup dan tanda nyala lampu *off*. Dari hasil pengujian dengan beberapa percobaan yang dilakukan diketahui bahwa jarak ideal antara wajah dengan kamera maksimal 50 cm

Tabel 3. Pengujian Keseluruhan

Tampilan Video	Jenis Pengujian Wajah	Status Wajah	Solenoid (pintu)	Lampu	Relay NC/NO
	Jarak 30 cm	TERDETEKSI	TERBUKA	ON	NC

<pre> 0.999553 fandi 0.999553 fandi count fandi: 2 0.8712562 yaya 0.9984718 fandi 0.9984718 fandi count fandi: 1 0.99122965 fandi count fandi: 2 0.98785186 fandi 0.99151836 fandi 0.99151836 fandi count fandi: 1 0.9967898 fandi 0.9967898 fandi count fandi: 2 0.9780523 fandi 0.9121763 fandi 0.9551735 fandi 0.9767332 fandi 0.9585491 fandi 0.8845566 fandi 0.8475176 fandi 0.81813286 fandi 0.7829392 fandi 0.9597373 fandi 0.92526746 fandi 0.78946614 fandi 0.7419986 fandi 0.6209765 fandi 0.77494925 fandi 0.68656686 fandi 0.85875684 fandi 0.72466344 fandi 0.8824980 fandi 0.65589017 fandi 0.6897339 fandi 0.8116295 fandi </pre>		<p>Jarak 60 cm</p>	<p>TIDAK TERDETEKSI</p>	<p>TERTUTUP</p>	<p>OFF</p>	<p>NO</p>
<pre> 0.9450552 fandi 0.94494383 fandi 0.9641852 fandi 0.95232787 fandi 0.9488642 fandi 0.9460872 fandi 0.94597278 fandi 0.9587454 fandi 0.9449568 fandi 0.9508744 fandi 0.9599618 fandi 0.96595955 fandi 0.97295535 fandi 0.974141 fandi 0.97179 fandi 0.9709946 fandi 0.9702153 fandi 0.96961874 fandi 0.9115861 fandi 0.921876 fandi 0.93013424 fandi 0.8898729 fandi 0.9105676 fandi 0.92427295 fandi 0.9159653 fandi 0.8502398 fandi 0.8848860 fandi 0.88566977 fandi 0.91066233 fandi 0.9157864 fandi 0.91628346 fandi 0.95382206 fandi 0.95016136 fandi 0.9676991 fandi 0.972794 fandi 0.9719322 fandi 0.96489593 fandi 0.9682841 fandi 0.97924054 fandi </pre>		<p>Jarak 80 cm</p>	<p>TIDAK TERDETEKSI</p>	<p>TERTUTUP</p>	<p>OFF</p>	<p>NO</p>
<pre> 0.9915966 fandi 0.9948293 fandi count fandi: 1 0.9959596 fandi 0.9959596 fandi count fandi: 2 0.9938845 fandi 0.9938845 fandi count fandi: 3 0.9924845 fandi 0.9948197 fandi 0.9948197 fandi count fandi: 1 0.9954787 fandi 0.9954787 fandi count fandi: 2 0.9953975 fandi 0.9953975 fandi count fandi: 3 0.9953975 fandi 0.9959584 fandi 0.9959584 fandi count fandi: 1 0.9718884 fandi 0.9648798 fandi 0.9313847 fandi 0.9091805 fandi 0.9572262 fandi 0.87188144 fandi 0.938628 fandi 0.97182784 fandi 0.9771723 fandi 0.85677876 fandi 0.92128880 fandi 0.9499290 fandi 0.9556684 fandi 0.84827966 fandi 0.94873524 fandi </pre>		<p>Objek Penghalang</p>	<p>TIDAK TERDETEKSI</p>	<p>MATI</p>	<p>OFF</p>	<p>NO</p>

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis dapat disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan, dimana proses pemrogramannya baik dalam mengenali wajah. *Camera web* dapat mengenali wajah selama 0,5 detik hingga 1 detik ketika posisi *camera* dan wajah berhadapan lurus dengan jarak maksimal 50 cm. Saat wajah berada di jarak 60 cm depan camera, wajah tidak dapat dideteksi. Pencahayaan pada wajah atau cahaya sekeliling yang menyinari dapat menjadi salah satu faktor keberhasilan maupun kegagalan *Camera* untuk mengenali wajah penggunanya. Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan bahwa sistem bisa dikembangkan menjadi lebih baik lagi seperti dengan meningkatkan kualitas kamera atau ketelitian pembuatan rangka mekanik sehingga alat dapat bekerja lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Setiawan, Darmawan Mega Permana, and Agus Fitro Handoko, "Aplikasi Keamanan Pintu Berbasis Arduino Uno R3 Atmega 328p Menggunakan Fingerprint Dan Ultrasonik," *J. Bangkit Indones.*, vol. 8, no. 1, pp. 34–38, 2019, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v8i1.145.
- [2] M. Handika Indriawan, F. Shabrina, and A. Mardhiyya, "Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Face Recognition," *J. Penerapan Ilmu-ilmu Komput.*, vol. Volume 8 N, no. 2, pp. 34–42, 2022.

-
- [3] R. A. Saragih, "Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Fisherface," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 50–62, 2007.
- [4] R. Candra Noor Santi, "Identifikasi Biometrik Sidik Jari dengan Metode Fraktal," *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. XIII, no. 1, pp. 68–72, 2008.
- [5] B. M. Susanto, F. E. Purnomo, and M. F. I. Fahmi, "Sistem Keamanan Pintu Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Fisherface," *J. Ilm. Inov.*, vol. 17, no. 1, 2017, doi: 10.25047/jii.v17i1.464.
- [6] F. Y. Sitorus, A. Ahmad, and D. Maryopi, "Desain Dan Implementasi Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Face Recognition Dengan Metode Fisherface," *e-Proceeding Eng.*, vol. 9, no. 4, pp. 1885–1893, 2022.
- [7] A. Alwendi and M. Masriadi, "Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia Pada Citra Menggunakan Metode Fisherface," *J. Digit*, vol. 11, no. 1, p. 01, 2021, doi: 10.51920/jd.v11i1.174.
- [8] T. Susim and C. Darujati, "Pengolahan Citra untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV," *J. Heal. Sains*, vol. 2, no. 3, pp. 534–545, 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i3.202.
- [9] S. Prayogi, E. Puspita, M. Kom, R. S. S. Si, and M. Si, "Sistem Deteksi Wajah Pada Sistem Pengaman Lingkungan Berdasarkan Deteksi Obyek Bergerak Menggunakan Kamera," *Elektronika*, pp. 1–6, 2017.
- [10] D. Untuk, P. Skripsi, M. Sebagian, and S. Guna, "Penerjemah Bahasa Isyarat Menggunakan Tensorflow Skripsi," pp. 151–156, 2022.
- [11] A. Pedananto and A. U. Zailani, "Penerapan Deep Learning Pada Aplikasi Prediksi Penyakit Pneumonia Berbasis Convolutional Neural Networks," Universitas Pamulang, 2019.
- [12] N. Wahyuawaludin and P. Painem, "Raspberry Pi 3 Sebagai Sistem Keamanan Gudang Pt. Karya Andalan Mandiri Jaya Menggunakan Sensor Pir Dan Kamera Pi Via Telegram," *Skatika*, vol. 4, no. 2, pp. 36–43, 2021, doi: 10.36080/skatika.v4i2.2099.
- [13] B. A. Pramono, A. Hendrawan, and A. F. Daru, "Raspberry Pi Dengan Modul Kamera Dan Motion Sensor Sebagai Solusi Cctv Lab Ftik Univ. Semarang," vol. 14, no. 1, pp. 5–9, 2018.
- [14] A. Jufri, "Rancang Bangun dan Implementasi Kunci Pintu Elektronik Menggunakan Arduino dan Android," *STT STIKMA Int.*, vol. 7, no. 1, pp. 40–51, 2018.
- [15] A. Yudhana, A. Dahlan, and Priyatno, "Perancangan Pengaman Pintu Rumah Berbasis Sidik Jari Menggunakan Metode Uml," *J. Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 131–138, 2018.
- [16] Mukhaiyar, R., & Safitri, R. (2019, July). Implementation of artificial neural network: Back propagation method on face recognition system. In *2019 16th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering* (pp. 1-5). IEEE.
- [17] Chairi, A., & Mukhaiyar, R. Sistem Kontrol Color Sorting Machine Dengan Pengolahan Citra Digital. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 387-396. 2023.