

SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS FACE RECOGNITION

Muhamad Handika Indriawan ¹⁾, Fildzah Shabrina ²⁾, Akalily Mardhiyya ³⁾

^{1,3} Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Borobudur, Jl. Raya Kalimalang No. 1 Jakarta Timur

email : handikawan@gmail.com ¹⁾, akalily@borobudur.ac.id ²⁾,

² Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Borobudur, Jl. Raya Kalimalang No. 1 Jakarta Timur

email : fildzah@borobudur.ac.id ²⁾

Abstract. *Security is very necessary in daily activities, especially when it comes to authority or privacy. Traditional security systems require keys, passwords, RFID cards or ID cards to gain access. The downside is that it is difficult to remember, can be duplicated, or stolen by others. Therefore, the author makes a prototype of a Face Recognition-based home door security system to increase security in certain rooms that involve authority or privacy. A form of security that is difficult to imitate, open or modify by others is to use automatic identification of biological characteristics that are always owned and characterized by every human being. Such identification is known as biometrics. These characteristics can be seen from physical characteristics, such as fingerprints, facial expressions, eye retina, and voice. Facial recognition is one of the most popular biometric methods. Faces are more difficult to imitate, modify, or steal when compared to keys or passwords in non-biometric security.*

Keywords: *Lock, House Door, Face Recognition, Esp32 Camera, Microcontroller, Solenoid Doorlock, Telegram.*

PENDAHULUAN

Mengenalinya dalam sebuah gambar atau foto bagi manusia merupakan hal yang mudah. Tetapi tidak demikian untuk komputer, agar dapat mengenalinya manusia diperlukan perlakuan khusus sehingga ketika diberi input sebuah gambar atau foto, komputer dapat mendeteksi apakah dalam gambar tersebut terdapat sebuah gambar wajah atau tidak dan mengenalinya tersebut.

Teknologi biometrik merupakan suatu teknologi terapan yang menggunakan ciri-ciri fisik yang khas dari tubuh seseorang sebagai ukuran yang membedakannya dengan orang lain, misalnya sidik jari, sidik mata, suara ataupun wajah. Dalam penelitian ini wajah digunakan sebagai kunci untuk membedakan seseorang. Adapun alasan menggunakan wajah karena wajah merupakan bagian tubuh yang memiliki ciri – ciri atau keunikan tertentu. Selain itu wajah tidak mudah untuk dilakukan manipulasi atau penduplikasian melalui sistem. Namun dalam hal ini diperlukannya sistem untuk mengenalinya dan mengidentifikasi wajah tersebut. Untuk mengidentifikasi wajah seseorang dalam mengenalinya.

Biometrik yang sekarang ini sering digunakan adalah biometrik wajah. Contohnya pada beberapa smartphone dapat dijumpai aplikasi face recognition lock screen (pengenalannya wajah untuk penguncian layar). Face recognition (pengenalannya wajah) sendiri adalah proses pengenalannya manusia berdasarkan pada pola wajah. Sistem biometrik akan melakukan pengenalannya secara otomatis atas suatu ciri biometrika dengan mencocokkan diri tersebut dengan ciri biometrika yang telah disimpan pada basis data. Sistem biometrika mampu memutuskan apakah hasil pengenalannya itu sah atau tidak sah, diterima atau ditolak, dikenali atau tidak dikenali.

Face recognition adalah salah satu teknik biometrik yang memungkinkan komputer untuk mengenal wajah manusia. Salah satu aplikasi dari pengenalan wajah adalah pengenalan banyak wajah, yaitu pengenalan wajah dari suatu citra yang terdiri dari banyak wajah. Untuk membedakan beberapa wajah manusia dalam suatu citra sangat sulit bagi sistem pengenalan wajah. Selain itu juga terdapat beberapa masalah pada sistem pengenalan wajah otomatis, yaitu ekspresi wajah, iluminasi atau pencahayaan dan jarak. Sistem pengenalan banyak wajah merupakan salah satu solusi dari permasalahan ini.

Face recognition mengambil karakteristik alami yang ada pada tiap – tiap wajah untuk dikenali. Ada tiga tahap untuk melakukan face recognition, yaitu deteksi wajah, ekstraksi ciri dan klasifikasi. Deteksi wajah adalah suatu langkah dalam face recognition untuk menemukan posisi wajah dari sebuah citra yang akan di ekstraksi selanjutnya. Ekstraksi ciri adalah langkah untuk menentukan karakteristik alami dari suatu wajah yang selanjutnya akan diklasifikasi atau dikenali.

LANDASAN TEORI

Face Recognition

Face Recognition adalah salah satu teknik biometrik yang memungkinkan komputer untuk mengenal wajah manusia. Salah satu dari aplikasi dari pengenalan wajah adalah pengenalan banyak wajah, yaitu pengenalan dari suatu citra yang terdiri dari banyak wajah. Untuk membedakan beberapa wajah manusia dalam suatu citra sangat sulit bagi sistem pengenalan wajah, selain itu juga terdapat beberapa masalah pada sistem pengenalan wajah otomatis, yaitu ekspresi wajah, iluminasi atau pencahayaan dan jarak. Sistem pengenalan banyak wajah merupakan salah satu dari solusi permasalahan ini. Face Recognition atau pengenalan wajah adalah suatu sistem atau metode yang berorientasikan pada wajah. 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 (Rahmat, 2021).

Tahap awal dalam pengenalan bentuk wajah (face recognition) yang sangat penting dilakukan adalah tahap pendeteksian wajah (face detection). Dan bidang-bidang dalam penelitian yang berkaitan dengan pemrosesan wajah (face processing) antara lain adalah (Yosi, 2017):

1. Pengenalan wajah (face recognition) yaitu proses membandingkan sebuah citra wajah masukan dengan database wajah dan menemukan database wajah yang paling cocok dengan citra masukan tersebut.
2. Autentikasi wajah (face authentication) yaitu menguji keaslian/kesamaan suatu wajah dengan data wajah yang telah diinputkan sebelumnya.
3. Lokalisasi wajah (face localization) yaitu pendeteksian wajah namun dengan asumsi hanya ada satu wajah didalam citra.
4. Penjejakan wajah (face tracking) yaitu memperkirakan lokasi suatu wajah didalam video secara real time.
5. Pengenalan ekspresi wajah (facial expression recognition) untuk mengenali kondisi emosi manusia.

Saat ini sistem pengenalan wajah telah menjadi salah satu aplikasi pengolahan citra yang cukup populer terutama di dalam bidang keamanan seperti verifikasi kartu kredit dan identifikasi penjahat. Sistem pengenalan citra wajah umumnya mencakup empat modul utama (Ison, 2020):

1. Deteksi wajah (face detection).
2. Penyelarasan wajah (face alignment)

3. Ekstraksi fitur (feature extraction)
4. Pencocokan (matching)

Pada sebuah penelitian dijelaskan bahwa ada beberapa tantangan yang dihadapi pada masalah deteksi wajah disebabkan oleh adanya faktor-faktor berikut :

1. Terhalang objek lain. Citra wajah dapat terhalangi sebagian oleh objek atau wajah lain, misalnya pada citra berisi sekelompok orang.
2. Kondisi pengambilan citra. Citra yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti intensitas cahaya ruangan, arah sumber cahaya, dan karakteristik sensor dan lensa kamera.
3. Posisi wajah. Posisi wajah di dalam citra dapat bervariasi karena posisinya bisa tegak, miring, menoleh, atau dilihat dari samping.
4. Komponen-komponen pada wajah yang bisa ada atau tidak ada, misalnya kumis, jenggot, dan kacamata.
5. Ekspresi wajah. Penampilan wajah sangat dipengaruhi oleh ekspresi wajah seseorang, misalnya tersenyum, tertawa, sedih, berbicara, dan sebagainya.

Biometrik

Pada dasarnya setiap manusia memiliki sesuatu yang unik dan hanya dimiliki oleh dirinya sendiri. Hal ini memunculkan ide untuk menjadikan keunikan manusia tersebut sebagai identitas unik. Hal ini perlu didukung oleh teknologi secara otomatis yang bisa mengenali seseorang. Teknologi biometrik adalah sistem yang menggunakan bagian tubuh manusia sebagai pengenalan, bagian tubuh manusia yang digunakan antara lain seperti sidik jari, mata, dan wajah seseorang (Nia, 2019).

Biometrik mengacu pada identifikasi manusia berdasarkan karakteristik atau ciri – ciri unik yang dimiliki seseorang individu tersebut antara lain :

1. Universality. Setiap orang harus memiliki sifat tersebut.
2. Uniqueness. Sifat harus berbeda antara dari satu individu dengan yang lain dalam sebuah populasi.
3. Permanence. Sifat tersebut harus terukur sangat baik tahan terhadap penuaan dan varian lainnya dari waktu ke waktu.
4. Collectability. Kemudahan akuisi atau pengukuran terhadap sifat.
5. Performance. Berkaitan dengan akurasi, kecepatan dan ketahanan teknologi yang digunakan.
6. Acceptability. Berkaitan dengan penerimaan oleh masyarakat terhadap teknologi tersebut hingga mereka bersedia sifat biometrik tersebut digunakan.
7. Circumvention. Berkaitan dengan kemudahan suatu sifat biometrik tersebut ditiru atau dipalsukan.

Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah setiap bentuk pengolahan sinyal dimana input adalah gambar, seperti foto atau video , sedangkan output dari pengolahan gambar dapat berupa gambar atau sejumlah karakteristik atau parameter yang berkaitan dengan gambar (Dwi, 2018).

Pengolahan citra digital (Digital Image Processing) merupakan sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari kamera). Digital yang dimaksud disini adalah pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer, Pengolahan citra digital adalah manipulasi dan interpretasi digital dari citra dengan bantuan komputer (Ahmad, 2017). Pengolahan citra bertujuan untuk :

1. Memperbaiki kualitas gambar, dilihat dari aspek radiometric dan aspek geometric. Aspek radiometric terdiri dari peningkatan kontras, restorasi citra, transformasi warna sedangkan aspek geometric terdiri dari rotasi, skala, translasi, transformasi geometric.
2. Melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra.
3. Melakukan pemulihan citra ciri (feature images) yang optimal untuk tujuan analisis.
4. Melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data.

Operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan bila:

1. Perbaikan atau memodifikasi citra dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra/menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung dalam citra (imageenhancement). Contoh: Perbaikan kontras gelap/terang, perbaikan tepian objek, penajaman, dan pemberian waran semu.
2. Adanya cacat pada citra sehingga perlu dihilangkan/diminimumkan (image restoration). Contoh: penghilang kesamaran (debluring) citra tampak kabur karena pengaturan fokus lensa tidak tepat / kamera goyang, penghilangan noise.
3. Elemen dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan atau di ukur (image segmentation).
4. Diperlakukannya ekstraksi ciri-ciri tertentu yang dimiliki citra untuk membantu dalam pengidentifikasian objek (image analysis).
5. Sebagai citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain (image reconstruction).
6. Citra perlu dimampatkan (image compression).
7. Menyembunyikan data rahasia (berupa teks/citra) pada citra sehingga keberadaan data rahasia tersebut tidak diketahui orang (stenoграфи & watermarking).

Mikrokontroler Esp32 Cam

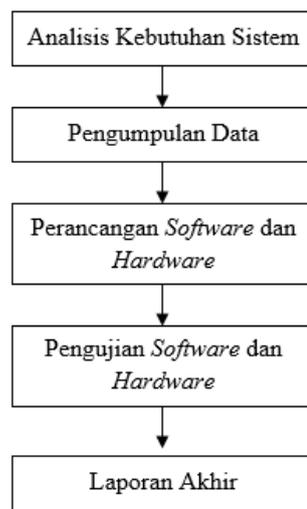
ESP32 CAM adalah papan pengembangan mode ganda WIFI + bluetooth yang menggunakan antena dan inti papan PCB berbasis chip ESP32. Modul ini dapat bekerja secara independen sebagai sistem minimum. Modul ini merupakan sebuah modul WIFI yang sudah dilengkapi dengan kamera ov2640. Dari modul ini bisa digunakan untuk berbagai keperluan, contoh untuk CCTV, mengambil gambar, dan sebagainya. Fitur lainnya yaitu bisa mendeteksi wajah (face detection) dan pengenalan wajah (face recognition) (Adjie, 2020). Maka dengan demikian modul ESP32 Cam ini dapat digunakan untuk mengambil gambar, dan juga dapat digunakan sebagai modul WIFI untuk mengirim data (Wicaksono, 2020). Dapat dilihat ESP32 Cam pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. ESP32 CAM
(Sumber : <https://www.studiopieters.com>)

METODE PENELITIAN

Diawali dengan menganalisa kebutuhan sistem lalu mengumpulkan data dengan mencari serta mempelajari data-data dan teori yang bersangkutan dengan sistem keamanan pintu rumah menggunakan *Face Recognition* dan *ESP32Cam* dengan menggunakan teknologi saat ini, yang akhirnya akan digunakan sebagai bahan penunjang dalam perancangan dan pembuatan alat prototipe sistem keamanan pintu rumah berbasis *face recognition*. Kemudian dilanjutkan dengan menganalisa kebutuhan sistem, mengumpulkan data, setelah data terkumpul dilanjutkan dengan perancangan sistem. Setelah perancangan sistem selesai, masuk ke tahap pengujian, jika pada saat pengujian sistem yang dibangun tidak menghadapi masalah dilanjutkan ke tahap terakhir yaitu pembuatan laporan akhir.



Gambar 2. Metode Penelitian

Tahap Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem merupakan tahapan menentukan kebutuhan komponen perangkat dengan melakukan analisis atau menjabarkan fitur-fitur yang diinginkan dari komponen yang akan digunakan nantinya dalam penelitian ini sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil yang baik. Adapun tahap analisis dibagi menjadi dua yaitu analisis hardware dan software yang dibutuhkan dalam pengerjaan sistem.

Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini, pengumpulan data hanya dilakukan dengan satu cara yaitu, studi literatur. Studi literatur berfungsi untuk mengumpulkan dan memahami beberapa referensi penelitian serta berbagai data dan informasi. Studi literatur ini diperoleh dari buku, jurnal dan artikel penelitian sejenis yang telah dipublikasikan sebelumnya. Tujuan digunakannya studi literatur ini yaitu untuk mencari data – data mengenai sistem perancangan keamanan pintu rumah berbasis face recognition dan data mengenai informasi yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan alat.

Tahap Perancangan Software Dan Hardware

Dalam merancang sebuah alat sistem pengaman pintu rumah berbasis Face Recognition ini, peneliti melakukan dan menentukan aplikasi program atau software yang dapat dijalankan mikrokontroler, kemudian menentukan sistem operasi yang dapat menjalankan aplikasi program tersebut. Setelah itu dilanjutkan dengan perancangan hardware dimulai dengan merancang bentuk skematik, setelah didapat bentuk fisik tersebut selanjutnya

dilakukan perancangan rangkaian elektronika yang dibagi menjadi beberapa bagian yaitu rangkaian pada alat yang dipasang antara lain, ESP32 Cam sebagai input, Mosfet Irf520 sebagai pembuka engsel, Solenoid Door Lock sebagai pembuka tutup pintu, Telegram untuk mengirim notifikasi bahwa pintu aman atau tidak. Kemudian rangkaian mikrokontroler, setelah menyelesaikan perancangan hardware dilanjutkan dengan merancang alur kerja dan logika program yang akan dijalankan pada mikrokontroler Arduino uno.

Tahap Pengujian Software dan Hardware

Pada tahap ini peneliti akan melakukan pengujian terhadap software dan alat yang telah dibuat. Pengujian pertama peneliti melakukan pengujian software Arduino IDE. Pada pengujian perangkat lunak dilakukan dengan menguji keseluruhan program yang telah dibuat menggunakan software Arduino IDE. Hal ini untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat mengalami error atau tidak saat dikompilasi, lalu mengintegrasikan semua komponen pendukung dengan mikrokontroler ESP32 CAM. Selanjutnya, menguji inputan wajah dan posisi wajah pada ESP32 CAM dengan variasi posisi sudut pandang wajah yang berbeda – beda, Hal ini untuk mengetahui apakah sistem dapat mengenali wajah pengguna dan bukan pengguna, serta pengiriman notifikasi yang telah diproses oleh Telegram. Apakah ESP32 CAM dapat memproses dan mengirimkan data ke Telegram sesuai dengan program yang dibuat.

Tahap Pembuatan Laporan Akhir

Pembuatan laporan penelitian berdasarkan kerangka yang telah dirancang. Kerangka laporan hasil penelitian terdiri dari : Analisis kebutuhan sistem, pengumpulan data, perancangan software dan hardware, pengujian software dan hardware, dan penutup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhubungan dengan pembuatan sistem keamanan pintu rumah menggunakan ESP32 Cam berbasis algoritma pengenalan wajah (Face Recognition). Sistem dirancang dengan tujuan agar pemilik rumah lebih mudah mengakses pintu yang diproteksi dengan algoritma pengenalan wajah melalui verifikasi wajah dengan benar.

Input dari sistem ini terdiri dari sebuah ESP32Cam yang berfungsi untuk mengenali wajah penghuni rumah dan membedakannya dengan yang bukan penghuni rumah. Untuk memastikan perbedaan antara wajah penghuni rumah dan yang bukan penghuni rumah, setiap orang yang ingin mengakses pintu harus memosisikan wajahnya didepan kamera agar dapat diverifikasi oleh algoritma pengenalan wajah secara otomatis.

Jika wajah terverifikasi oleh algoritma pengenalan wajah, maka kunci pintu akan dapat terbuka secara otomatis. Kelebihan yang dimiliki oleh sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah (face recognition) yaitu sistem akan memberitahukan kepada pemilik rumah siapa yang telah mengakses pintu melalui aplikasi Telegram.



Gambar 3. Alat keamanan pintu rumah menggunakan ESP32 Cam.

Pengujian Jarak Akses ESP32 Cam

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak baca kamera untuk membuka pintu, Data pengujian jarak kamera ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jarak ESP32 Cam

No	Jarak (cm)	Tingkat Pengenalan (%)
1	0 – 5 cm	0
2	5 – 10 cm	0
3	10 – 15 cm	0
4	15 – 20 cm	0
5	20 – 25 cm	40
6	25 – 30 cm	70
7	30 – 35 cm	100
8	35 – 40 cm	90
9	40 – 45 cm	80
10	45 – 50 cm	60
11	50 – 55 cm	40
12	55 – 60 cm	30

Pengujian Identifikasi yang terdaftar dan tidak terdaftar

Pengujian dilakukan untuk membuktikan bahwa ESP32Cam berfungsi sesuai dengan data yang terdaftar dan tidak terdaftar. Tabel 5 Hasil pengujian identifikasi tag RFID.

Tabel 2. Tabel keberhasilan membaca wajah pada posisi Solenoid.

ID	Pengujian ke-					Posisi Solenoid	
	1	2	3	4	5	Membuka	Mengunci
Vickry	Y	Y	Y	Y	Y	Y	T
Vicky	T	T	T	T	T	T	Y

Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian dilakukan setelah semua komponen terpasang pada sistem dan perangkat lunak keseluruhan telah diunggah pada Arduino. Setelah semua wajah yang akan digunakan dan

terdaftar maka percobaan dimulai dengan menggunakan ESP32Cam. Jika wajah yang telah terdaftar di depan kamera maka solenoid akan menarik lidah pengunci pintu sehingga pintu dapat dibuka. Sedangkan jika wajah yang di depan kamera tidak terdaftar maka pintu tidak akan terbuka karena dikunci oleh solenoid. Setelah diuji coba dengan beberapa wajah yang berbeda maka dapat disimpulkan bahwa sistem pengunci dengan ESP32Cam bekerja dengan baik dengan hasil yang maksimal dan kesalahan nol.

SIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa jarak optimal *ESP32Cam* dalam mendeteksi yaitu 30cm – 35cm, sistem dapat mendeteksi wajah yang terdaftar maupun yang tidak terdaftar dengan waktu respon rata-rata 1,2 detik, dan pintu akan terbuka ketika wajah pemilik rumah yang sudah terdaftar sebelumnya dan mengirimkan notifikasi *Telegram* kepada pemilik rumah. Tentunya masih terdapat banyak kekurangan hal yang bisa dikembangkan kembali yaitu untuk pengembangannya bisa menggunakan tambahan sensor biometrik yang lebih akurat lagi, seperti Sidik jari/Fingerprint atau Pengenalan suara/voice recognition.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjie (2020). Menangani Esp32Cam Module Kamera Arduino. <http://Indomaker.Com/Index.Php/2020/03/23/Menangani-Esp32-CamModule-Kamera-Arduino/>
- Ahmad Rifaldi (2017) Sistem Deteksi Dan Estimasi Jarak Lubang Pada Pedestrian Dengan Teknik Pengolahan Citra Menggunakan Mono Kamera. Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar. http://digilib.unhas.ac.id/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/ZTRkMzY3NjMwMzJhNDQ3YTMwN2I3YjQ5MDk1MzBkZjU5ZjQ0MwViNA==.pdf
- Anggoro Beno Lukito, Rendy Munadi, Sussi (2021) Impelementasi Pengenalan Wajah Untuk Keamanan Rumah Berbasis Iot Menggunakan Raspberry Pi. ISSN: 2355-9365 e-Proceeding of Engineering: Vol.8, No.4 Agustus 2021 | Page 3857 [online] [diakses: 18 Desember 2021] <https://docplayer.info/218795604-Impelementasi-pengenalan-wajah-untuk-keamanan-rumah-berbasis-iot-menggunakan-raspberry-pi.html>
- Bagus Septian Aditya Wijayanto, Fitri Utaminigrum, Issa Arwani (2019) Face Recognition Untuk Sistem Pengaman Rumah Menggunakan Metode HOG dan KNN Berbasis Embedded. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X Vol. 3, No. 3, Maret 2019, hlm. 2774-2781 Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Dwi Prasetyo (2018) Aplikasi Pendeteksi Jerawat Di Wajah Dengan Menggunakan Teknik Pengolahan Citra Pada Foto. Program Studi Teknik Informatika – Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/10492/Laporan%20Tugas%20Akhir.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fadel Muhammad (2018) Sistem Keamanan Akses Pintu Masuk Menggunakan Face Recognition Berbasis Raspberry Pi 3. Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar. http://digilib.unhas.ac.id/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/YTk3NTVhMmYxYjU2OTU2YjEzOGViMwMzNmNmMjliNmVhMDgxMjIhOQ==.pdf
- Habiburrahman, Ichsana Kurniawan, Tri Irfan (2019) Sistem Presensi Berbasis Face Recognition. *Electrices* Vol 1 No 1 Oktober 2019, Program Studi Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus

Baru UI, Depok, 16424, Indonesia

<https://jurnal.pnj.ac.id/index.php/electrices/article/download/1911/pdf>

Iron Imam Setiawan, Arie Jaenul, Dwi Priyokusumo (2020) Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Face Recognition Berbasis Raspberry Pi 4, ISBN: 978-602-51450-2-5 SNITT- Politeknik Negeri Balikpapan. [online] [diakses: 10 Januari 2022]
<https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1064/667>