



SMART LOCK DOOR MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION DENGAN METODE VIOLA-JONES BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)

Pramudani Akbar Kurniawan

Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

Ahmad Heru Mujiyanto

Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

Aries Dwi Indriyanti

Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

Reza Augusta Jannatul Firdaus

Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

Alamat: Jl. Irian Jaya 55 TebuirengTromolPos IX Jombang Jawa Timur

Korespondensi penulis: pkurniawan@mhsunhasy.ac.id

Abstract. *Technological advances in the modern era encourage the implementation of digital-based security systems, one of which is a smart door lock system. This study develops a smart lock door system using facial recognition technology with the Viola-Jones method integrated with the Internet of Things (IoT). This system is designed to provide a higher level of security while increasing user convenience in managing door access. The Viola-Jones method was chosen as the main algorithm for detecting faces because of its advantages in speed and detection accuracy. This system is designed to identify the faces of users who have been registered in the database and unlock the door automatically if the user's face is verified. The test results show that the system is able to detect and recognize faces with an accuracy level of 100% with facial samples of 5 different people. However, there are challenges in facial recognition in low-light environments and certain facial positions, which affect the accuracy of the system.*

Keywords: *Smart Door Locks, Facial Recognition, Viola-Jones Method, and the Internet of Things*

Abstrak. Kemajuan teknologi di era modern mendorong penerapan sistem keamanan berbasis digital, salah satunya adalah sistem pengunci pintu pintar (*smart lock door*). Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem *smart lock door* menggunakan teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) dengan metode Viola-Jones yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi sekaligus meningkatkan kenyamanan pengguna dalam mengelola akses pintu. Metode Viola-Jones dipilih sebagai algoritma utama untuk mendeteksi wajah karena keunggulannya dalam kecepatan dan akurasi deteksi. Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi wajah pengguna yang telah terdaftar dalam database dan membuka kunci pintu secara otomatis jika wajah pengguna terverifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan mengenali wajah dengan tingkat akurasi sebesar 100% dengan sampel wajah 5 orang yang berbeda. Namun, terdapat tantangan pada pengenalan wajah di lingkungan dengan pencahayaan rendah dan posisi wajah tertentu, yang memengaruhi akurasi sistem.

Kata kunci: Smart Door Locks, Facial Recognition, Viola-Jones Method, and the Internet of Things

LATAR BELAKANG

Era globalisasi saat ini, perkembangan teknologi semakin pesat dan memengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia. Munculnya berbagai inovasi dalam ilmu pengetahuan, budaya, ekonomi, hingga perubahan sosial merupakan hasil dari perkembangan teknologi informasi (Pringgar & Sujatmiko, 2020). Salah satu teknologi yang mencerminkan kemajuan tersebut adalah Internet of Things (IoT), yaitu sistem

tertanam yang memungkinkan konektivitas internet pada berbagai objek di dunia nyata seperti peralatan rumah tangga, elektronik, dan sensor, yang dapat berbagi data dan dikendalikan dari jarak jauh.¹

Indonesia, sebagai salah satu negara dengan jumlah penduduk yang besar, dihadapkan pada permasalahan serius seperti tingkat pengangguran yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Menurut data BPS pada tahun 2017, jumlah pengangguran mencapai 7,04 juta orang. Masalah ini berdampak pada meningkatnya angka kejahatan, termasuk kasus pencurian rumah yang sering terjadi karena sistem keamanan rumah yang belum memadai, terutama penggunaan kunci konvensional yang rentan dibobol.

Data dari e-MP robinopsnal Bareskrim Polri menunjukkan bahwa jumlah terlapor dalam kasus pencurian berat meningkat dari tahun 2019 hingga 2021, meskipun menurun pada tahun 2022–2023. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pengembangan sistem keamanan rumah yang lebih canggih dan efektif, salah satunya dengan menerapkan sistem kunci pintu pintar berbasis teknologi pengenalan wajah, yang bertujuan untuk menciptakan kehidupan yang nyaman, efisien, dan modern. Sistem kunci pintu pintar (*smart lock door*) adalah salah satu teknologi yang berkembang dalam konteks ini, memungkinkan pengguna untuk mengakses rumah tanpa kunci fisik, serta memiliki berbagai fitur keamanan tambahan.

Smart lock door bukanlah konsep baru, namun semakin banyak diterapkan terutama di kawasan perumahan elit. Sistem ini dirancang dengan kemampuan multi mode, yaitu mendukung banyak pengguna dan tingkatan akses yang berbeda. Keunggulan lain dari sistem ini adalah hemat biaya, memiliki antarmuka pengguna yang ramah, serta fungsionalitas tinggi yang menjadikannya cocok untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.² Salah satu fitur utama *smart lock door* adalah pengenalan wajah (*face recognition*). Dalam sistem ini, proses pendeteksian wajah dilakukan terlebih dahulu sebelum pengenalan wajah. Salah satu algoritma yang umum digunakan adalah *Viola-Jones*, yang mampu mendeteksi wajah secara cepat dengan akurasi tinggi. Algoritma ini bekerja dengan memanfaatkan fitur *Haar Like Feature* dan teknik *adaptive boosting* (*adaboost*) untuk memilih fitur-fitur penting dari citra wajah.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan prototipe sistem keamanan rumah berbasis Raspberry Pi dengan *face recognition*, namun hasilnya belum optimal. Hal ini disebabkan oleh kualitas kamera yang rendah dan resolusi pengolahan citra yang tidak memadai, sehingga sistem sulit mengenali wajah dengan akurat. Penelitian ini menjadi acuan bahwa masih diperlukan pengembangan lebih lanjut agar sistem dapat bekerja secara maksimal. Sebagai solusi dari permasalahan keamanan rumah dan keterbatasan penelitian sebelumnya, penelitian ini mengembangkan *Smart Lock Door* menggunakan *face recognition* dengan metode *Viola-Jones* berbasis IoT. Sistem ini diharapkan dapat memberikan keamanan yang lebih baik, efisiensi penggunaan, serta kenyamanan bagi pemilik rumah dengan teknologi yang lebih canggih dan terpercaya. Sistem *smart lock door* berbasis IoT ini memiliki berbagai keunggulan seperti efisiensi, kemampuan pemantauan real-time, serta menciptakan kesan rumah modern

KAJIAN TEORITIS

Internet of things (IoT)

¹ Prakarsa, G., Nursyanti, R., & Nasution, V. M. (2023),.

² Mujiyanto, A. H., Sucipto, H., Mashuri, C., Permadi, G. S., & Vitadiar, T. Z. (2020).

Internet of Things (IoT), yaitu teknologi yang memanfaatkan koneksi internet dan sistem informasi untuk menghubungkan berbagai perangkat secara otomatis tanpa memerlukan interaksi langsung antar benda. IoT memungkinkan objek fisik untuk saling berkomunikasi dan bertukar data secara real-time melalui jaringan internet, seperti dalam penelitiannya tentang sistem pengendali lampu berbasis IoT, yang menyebutkan bahwa hampir semua benda, termasuk pintu dan jendela, dapat terhubung dengan internet.³

Smart Lock Door

Smart lock door merupakan perangkat kunci pintar yang menggantikan sistem kunci tradisional dengan teknologi digital, memungkinkan pengguna membuka dan mengunci pintu melalui berbagai metode seperti aplikasi smartphone, pengenalan wajah, kode PIN, kartu RFID, atau sidik jari. Perangkat ini dapat diintegrasikan dengan sistem rumah pintar (*smart home*), sehingga memungkinkan kontrol akses secara jarak jauh melalui koneksi internet atau Wi-Fi. Keunggulan utama smart lock terletak pada kemudahan akses dan peningkatan keamanan, karena tidak lagi memerlukan kunci fisik serta dilengkapi fitur tambahan seperti notifikasi otomatis saat pintu dibuka atau adanya aktivitas mencurigakan. Beberapa perangkat bahkan mampu mengunci pintu secara otomatis saat pengguna meninggalkan rumah. Meski demikian, *smart lock* memiliki tantangan seperti risiko peretasan apabila tidak dilindungi oleh protokol keamanan yang kuat. Kendati ada kekurangan, teknologi ini terus berkembang dan menjadi solusi populer dalam meningkatkan keamanan rumah secara modern dan efisien.⁴

Pengenalan Wajah

Secara Pengenalan wajah merupakan teknologi biometrik yang berfungsi untuk memverifikasi identitas seseorang melalui gambar digital dengan mencocokkan tekstur dan lengkung wajah dengan data yang telah tersimpan di dalam database. Teknologi ini memiliki aplikasi luas, terutama dalam situasi yang melibatkan banyak individu seperti pencarian orang hilang atau identifikasi dalam daftar pencarian orang (DPO). Proses pengenalan wajah terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu: *face detection*, *feature extraction* dan *face recognition*.⁵

Komponen Rangkaian Sistem Sistem Smart Lock Door

Salah satu komponen utama adalah *solenoid door lock*, yaitu kunci pintu berbasis elektromagnetik yang memungkinkan pembukaan dan penutupan pintu secara otomatis melalui sinyal listrik, dengan keunggulan respons cepat dan kemudahan integrasi ke sistem keamanan modern. Sistem ini dikendalikan oleh Raspberry Pi, sebuah komputer mini berdaya rendah buatan Inggris yang pada penelitian ini menggunakan model B, lengkap dengan fitur Wi-Fi, Bluetooth, dan dukungan penyimpanan eksternal untuk menyimpan hasil tangkapan kamera. Bahasa pemrograman Python digunakan untuk pengembangan perangkat lunak karena sifatnya yang fleksibel dan mudah digunakan, terutama dalam pengolahan data dan penerapan algoritma pembelajaran mesin seperti deteksi wajah. Selain itu, sistem dilengkapi dengan relay sebagai saklar elektronik yang bertugas menerima sinyal dari mikrokontroler dan mengaktifkan *solenoid door lock*. Komponen terakhir adalah webcam, yang berfungsi menangkap gambar wajah pengguna secara real-time dan mengirimkannya ke Raspberry Pi untuk diproses sebagai bagian dari mekanisme autentikasi sistem.⁶

³ Ibadillah, A. F., Ulum, M., & Safitri, M. (2022)

⁴ Sucipto, A., Wulandari, S. A., Rosyady, A. F., Prasetya, F. R., Prayoga, B., Nugroho, D. A., & Laila, A. F. (2024)

⁵ Setiawan, I. I., Jaenul, A., & Priyokusumo, D. (2020)

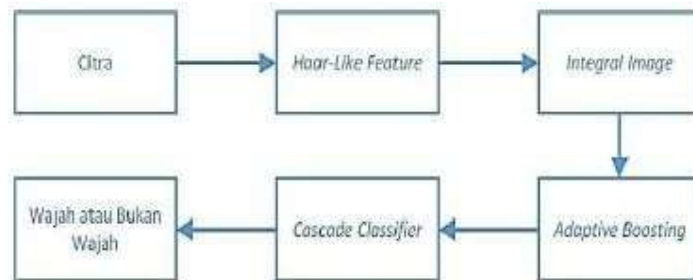
⁶ Sahfitri, I., Simanjuntak, M., & Nurhayati, N. (2021)

Algoritma Viola-Jones

Algoritma *Viola-Jones* merupakan salah satu algoritma paling populer dan banyak digunakan dalam deteksi wajah karena kemampuannya memproses gambar dengan sangat cepat dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Algoritma ini memperkenalkan kerangka kerja deteksi wajah real-time yang efisien dengan memanfaatkan fitur *Haar-like*, yaitu serangkaian fitur sederhana yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi objek seperti wajah. Framework ini dilengkapi dengan berbagai library yang mempermudah seleksi dan klasifikasi fitur dalam proses deteksi, metode ini bekerja dengan mengklasifikasikan gambar berdasarkan nilai-nilai fitur sederhana dibandingkan langsung memproses pixel gambar. Pendekatan ini lebih unggul karena mampu mengkodekan pengetahuan domain *ad-hoc* yang tidak mudah dipelajari dari data pelatihan terbatas serta memungkinkan proses klasifikasi yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan pendekatan berbasis pixel, sehingga menjadikannya ideal untuk aplikasi real-time.⁷

Tahapan Algoritma Viola-Jones

Berikut merupakan tahapan algoritma *Viola-Jones* yang tergambar dalam bentuk diagram



Algoritma Viola-Jones memiliki empat tahapan utama dalam mendeteksi wajah pada sebuah citra. Tahapan pertama adalah *Haar-Like Feature*, yaitu proses awal yang mengubah citra menjadi grayscale dan menyeleksi setiap sub-window melalui sejumlah tingkatan classifier bertingkat; jika sebuah sub-window berhasil melewati semua tingkatan, maka diasumsikan sebagai citra wajah. Selanjutnya, digunakan *Integral Image*, yaitu teknik untuk menghitung jumlah pixel dalam area tertentu pada citra secara cepat, yang kemudian diekstraksi menggunakan sistem *Adaboost* untuk menentukan bobot fitur. *Adaboost* sendiri merupakan algoritma yang menggabungkan beberapa classifier lemah (*weak classifiers*) menjadi satu classifier kuat (*strong classifier*) guna meningkatkan akurasi pendeteksian. Tahap akhir adalah *Cascade Classifier*, yang menyusun proses klasifikasi dalam bentuk bertingkat untuk menyaring fitur wajah secara bertahap melalui tiga tahap klasifikasi, sehingga hanya fitur yang paling meyakinkan yang akan dianggap sebagai wajah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk membuat sebuah sistem smart lock door menggunakan menggunakan face recognition dengan metode Viola Jones berbasis IoT. Pada penelitian kali ini peneliti akan menguji keseluruhan sistem yang meliputi pengujian intensitas cahaya pada saat malam hari, pengujian sistem berdasarkan sudut dengan pencahayaan optimal, dan pengujian pendeteksian wajah berdasarkan jarak. Studi

⁷ Sahfitri, I., Simanjuntak, M., & Nurhayati, N. (2021)

SMART LOCK DOOR MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION DENGAN METODE VIOLA-JONES BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)

literatur yang dilakukan ini adalah melalui jurnal, e-book, buku, skripsi dan berbagai sumber online yang dapat mendukung dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem yang dilakukan oleh peneliti ini merupakan pengujian terhadap perangkat keras serta perangkat lunak dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui kerja dari sistem berjalan dengan baik atau tidak baik. Berikut adalah hasil prototipe *smart lock door* menggunakan *face recognition* yang telah dibuat oleh peneliti



Pengaruh Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh, dimulai dari proses *face detection* hingga *face recognition* dengan menggunakan sampel lima wajah yang telah terdaftar dalam sistem. Untuk mendukung pengujian ini, digunakan beberapa perangkat utama yaitu Raspberry Pi 3 sebagai pusat pemrosesan, kamera *webcam* dan *ring lighting* sebagai alat input visual, laptop untuk antarmuka pengujian, program khusus untuk proses *dataset*, *trainer*, dan *recognition*, *power supply* 5V/1A sebagai sumber daya, serta koneksi *Remote Desktop Connection* untuk mengakses Raspberry Pi dari jarak jauh. Berikut ini adalah tahapan-tahapan pengujian sistem:

1. Power Supply 5V/1A disambungkan pada Raspberry Pi.
2. Kamera Webcam disambungkan pada slot USB Raspberry Pi.
3. Jika Raspberry Pi sudah aktif, dilakukan koneksi *Remote Desktop Connection* pada IP Raspberry Pi.
4. Membuka program *Face Recognition*.
5. Klik *connect* dan *start* kamera.
6. Ketika didepan kamera, pastikan wajah terekam secara sempurna.
7. Muncul kotak untuk memberi nama pada user dan harus diisi.
8. Tunggu beberapa saat sampai muncul kotak pemberitahuan bahwa wajah telah sukses atau berhasil didaftarkan dan pada LCD keypad muncul nama yang sudah didaftarkan.
9. Desktop akan memunculkan frame hijau dengan nama yang memunculkan tulisan apabila wajah terdeteksi maupun tidak.

Pengujian dibutuhkan jaringan internet apabila tidak tersedianya layar LCD sebagai monitor *face recognition*, maka laptop perlu terhubung dengan *Anydesk* pada Raspberry Pi. Jika sudah tersedia LCD monitor maka tidak perlu jaringan internet untuk

menyambungkannya

Pengujian Recognitif

Pada pengujian *recognition* ini, peneliti mengambil 5 data wajah yang sudah terdaftar untuk menguji kecocokan terhadap sistem yang bisa membedakan atau tidak wajah user yang sudah terdaftar dan hasilnya dimuat dalam tabel berikut:

No	Pengujian	Status
1	Orang pertama user pramm	Terdeteksi
2	Orang kedua user syarif	Terdeteksi
3	Orang ketiga user hambali	Terdeteksi
4	Orang keempat user ibu	Terdeteksi
5	Orang kelima user arga	Terdeteksi
Tingkat Keberhasilan		100%

Dari pengujian yang telah dilakukan peneliti dapat kesimpulan yaitu semua user yang sudah terdaftar dapat dikenali oleh sistem 100% dengan batasan 5 orang.

Pengujian Wajah Berdasarkan Titik Sudut

Pengujian ini merupakan suatu pengujian terhadap sistem yang menggunakan HaarCasaade pada OpenCV, apakah mampu mendeteksi wajah atau objek berdasarkan titik sudut dengan baik atau tidak. Berikut adalah hasil pengujian wajah berdasarkan titik sudut:

No	Pengujian Objek (Derajat)	Status
1	0°	Terdeteksi
2	30° ke kanan	Terdeteksi
3	45° ke kanan	Tidak Terdeteksi
4	30° ke kiri	Terdeteksi
5	45° ke kiri	Tidak Terdeteksi
6	30° ke atas	Terdeteksi
7	45° ke atas	Tidak Terdeteksi
8	30° ke bawah	Terdeteksi
9	45° ke bawah	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan tabel tersebut, peneliti menyimpulkan bahwa hanya ada 1 titik sudut wajah yang tidak terdeteksi oleh sistem yaitu pada 45°, sedangkan pada titik sudut 0° dan 30° sistem dapat mendeteksi dengan baik

Pengujian Pendeteksi Dengan Menggunakan Aksesoris

Pada pengujian ini aksesoris yang digunakan diantaranya yaitu topi, kacamata dan masker. Berikut adalah tabel hasil dari pengujian pendeteksi menggunakan aksesoris:

No	Pengujian	Status
1	Menggunakan topi	Berhasil
2	Menggunakan kacamata	Berhasil
3	Menggunakan topi dan kacamata	Tidak Berhasil
4	Menggunakan masker	Tidak Berhasil

Berdasarkan tabel tersebut, peneliti menyimpulkan bahwa hanya ada 1 titik sudut wajah yang tidak terdeteksi oleh sistem yaitu pada 45°, sedangkan pada titik sudut 0° dan 30° sistem dapat mendeteksi dengan baik.

Pengujian Face Recognition

Face Recognition merupakan suatu pengujian terhadap sistem yang digunakan apakah mampu mendeteksi wajah atau objek dengan baik atau tidak. Pada pengujian ini ada 1 objek yang sudah didaftarkan sebelumnya dan ada 1 objek yang tidak didaftarkan sebelumnya. Berikut adalah hasil pengujian *face recognition* pada penelitian ini

No	Objek	Status
1	Objek pertama sudah terdaftar	Terdeteksi User
2	Objek kedua belum terdaftar	Tidak Terdeteksi

Hasil pengujian pada tabel, *recognition* bekerja dengan baik, wajah yang belum terdaftar tidak dapat dikenali sebagai user. Wajah yang sudah terdaftar dikenali sebagai user.

Pengujian Pendeteksi Wajah Berdasarkan Jarak

Pengujian pendeteksian wajah berdasarkan jarak bertujuan untuk menguji tingkat ukuran jarak dalam mendeteksi wajah dengan ketinggian kamera 70 cm dan sudut 0 derajat dan hasil yang dimuat oleh penulis pada tabel berikut

No	Jarak (cm)	Status
1	30	Terdeteksi
2	60	Terdeteksi
3	80	Terdeteksi
4	100	Terdeteksi
5	110	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa hanya ada 1 jarak yang tidak terdeteksi oleh sistem yaitu pada saat objek berjarak 110cm, sedangkan saat 30cm hingga 100cm terdeteksi dengan baik

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tahapan perancangan, implementasi dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Pengujian pada penelitian ini sistem mampu membedakan objek yang telah didaftarkan dan berhasil dikenali menggunakan metode Viola-Jones. Sistem berhasil mengenali wajah dengan metode Viola-Jones secara 100%. Dengan mengambil sampel wajah sebanyak 5 wajah. Metode Viola-Jones dapat mengenali wajah dengan menggunakan fitur *HaarCascade*, dan fungsi *Adaboost* dan *Integral Image*. Adapun saran untuk peneliti selanjutnya adalah Kamera yang memiliki resolusi tinggi dapat mempengaruhi sistem dalam mendeteksi wajah, menggunakan Raspberry pi dengan spesifikasi RAM yang lebih tinggi.

DAFTAR REFERENSI

Faizani, S. N., & Indriyanti, A. D. (2021). Analisis Pengaruh Technology Readiness terhadap Perceived Usefulness dan Perceived Ease of Use terhadap Behavioral Intention dari Quick Response Indonesian Standard (QRIS) untuk Pembayaran Digital (Studi Kasus: Pengguna Aplikasi e-Wallet Go-Pay, DANA, OV). *Journal of Emerging Information System and Business Intelligence (JEISBI)*, 2(2), 85-93.
<https://doi.org/https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JEISBI/article/view/39738>

- Ibadillah, A. F., Ulum, M., & Safitri, M. (2022). Metode Viola-Jones Rancang Bangun Smart Door Lock Pintu Laboratorium Menggunakan Viola Jones. *Multitek Indonesia*, 15(2), 1-12.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24269/mtkind.v15i2.2428>
- Mujianto, A. H., Sucipto, H., Mashuri, C., Permadi, G. S., & Vitadiar, T. Z. (2020). Implementasi Online Market Place Pada Industri Rumahan Di Desa Mojodanu Ngusikan Jombang. *Abidumasy Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 13-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.33752/abidumasy.v1i1.651>
- Nur, M., Sulistyowati, H. S., & Nurrohman, A. (2024). Penerapan Face Recognition Untuk Model Smart Lock Door Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informasi dan Digital*, 2(1), 152-166.
- Prakarsa, G., Nursyanti, R., & Nasution, V. M. (2023). Prototype dan Implementasi Smart Lock dengan Akses E-KTP untuk Keamanan Rumah Berbasis Internet Of Things. *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat*, 14(1), 67.
<https://doi.org/https://doi.org/10.36448/jsit.v14i1.3100>
- Pringgar, R. F., & Sujatmiko, B. (2020). Penelitian Kepustakaan (Library Research) Modul Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pada Pembelajaran Siswa. *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 5(01), 317-329.
- Sahfitri, I., Simanjuntak, M., & Nurhayati, N. (2021). Penerapan Metode Viola Jones Dalam Sistem Mendeteksi Wajah. *Seminar Nasional Informatika (SENATIKA)*, 473-480.
- Setiawan, I. I., Jaenul, A., & Priyokusumo, D. (2020). Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Face Recognition Berbasis Raspberry Pi 4. *Prosiding Snitt Poltekba*, 4(1), 496-501.
- Sucipto, A., Wulandari, S. A., Rosyady, A. F., Prasetya, F. R., Prayoga, B., Nugroho, D. A., & Laila, A. F. (2024). Penerapan Sistem Keamanan Otomatis Kunci Pintu Rumah Dengan Microcontroller ESP32 Berbasis Website. *Journal of Electrical, Electronic, Mechanical, Informatic and Social Applied Science*, 3(1), 1-8.