

RANCANG BANGUN SMART SECURITY DI KANTOR KEAMANAN PUTRA PONDOK PESANTREN SALAFIYAH SYAFI'YAH SUKOREJO BERBASIS IOT MENGUNAKAN FINGERPRINT DAN FOTO SELFIE

Moch Maulana Ridho Kurniawan¹, Farihin Lazim², Ahmad Hamdani³

Universitas Ibrahimy

maulanaridho030603@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IOT) telah memberikan kontribusi besar dalam pengembangan sistem keamanan yang lebih modern, otomatis dan terintegrasi. Salah satu permasalahan yang terjadi di Bagian Perizinan Putra Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo adalah masih digunakannya sistem perizinan manual yang rentan terhadap penyalahgunaan wewenang, pemalsuan izin, serta lemahnya pengawasan akses petugas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem smart security berbasis IoT menggunakan autentikasi fingerprint dan foto selfie guna meningkatkan keamanan, akuntabilitas, dan transparansi proses penerbitan surat izin. Sistem dirancang menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama, sensor fingerprint sebagai autentikasi biometrik, ESP32-CAM sebagai pengambil foto selfie sekaligus modul IoT, relay dan solenoid door lock sebagai pengunci otomatis, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan pencatatan data secara real-time. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan Engineering Design Process (EDP) yang meliputi identifikasi masalah, perancangan, pembuatan, pengujian, dan evaluasi sistem. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah terciptanya sistem keamanan yang mampu memverifikasi identitas petugas secara akurat, merekam aktivitas akses sebagai audit trail digital, serta meminimalkan terjadinya pelanggaran penerbitan surat izin tidak sah. Dengan adanya sistem ini, diharapkan keamanan dan integritas proses perizinan di lingkungan pondok pesantren dapat meningkat secara efektif dan efisien.

Internet of Things (IoT)

Kata kunci: IoT, Keamanan Pintar, Sistem Perizinan, Sidik Jari, ESP32-CAM

ABSTRACT

The advancement of Internet of Things (IoT) technology has significantly contributed to the development of modern, automated, and integrated security systems. A specific issue faced by the Male Student Permit Division at the Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo Islamic Boarding School is the continued use of a manual permit system; this system is vulnerable to the abuse of authority and permit forgery, while also suffering from inadequate oversight of staff access. This research aims to design and build an IoT-based smart security system utilizing fingerprint authentication and selfie capture to enhance the security, accountability, and transparency of the permit issuance process. The system is designed using an Arduino Mega 2560 as the main controller, a fingerprint sensor for biometric authentication, an ESP32-CAM for capturing selfies and serving as the IoT module, a relay and solenoid door lock for automated locking, and the Blynk application for real-time monitoring and data logging. The research employs the Research and Development (R&D) method with an Engineering Design Process (EDP) approach, encompassing problem identification, design, construction, testing, and system evaluation. The expected outcome is a security system capable of accurately verifying staff identity, recording access activities as a digital audit trail, and minimizing unauthorized permit issuance. Implementing this system is expected to effectively and efficiently improve the security and integrity of the permit process within the Islamic boarding school environment.

Keyword: IoT, Smart Security, Licensing System, Fingerprint, ESP32-CAM

Pendahuluan

Perkembangan teknologi khususnya dibidang komputerisasi dan elektronika saat ini sangat pesat kemanan sebuah ruangan menjadi faktor penting dalam mengamankan barang – barang berharga dan dokumen – dokumen penting tersebut [1]. Lemahnya sistem kemanan pada ruangan tempat menyimpan barang tersebut memberikan peluang dan kesempatan kepada orang lain yang tidak berhak mengambol barang-barang tersebut [2]. Sejumlah sistem pengaman modern telah diciptakan antara lain dengan menggunakan fingerprint sensor pada handle pintu, atau dengan sistem suara [3].

Sistem kemanan konvensional yang masih menggunakan kunci manual, kartu akses, maupun password memiliki berbagai kelemahan seperti risiko kehilangan, pencurian, duplikasi, serta penyalahgunaan akses oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem keamanan yang lebih aman dan mampu melakukan autentikasi pengguna secara akurat. Teknologi biometrik seperti fingerprint dan face recognition menjadi solusi yang banyak digunakan karena memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional [4].

Fingerprint merupakan salah satu metode autentikasi biometrik yang memanfaatkan pola sidik jari manusia sebagai identitas unik setiap individu. Teknologi ini banyak diterapkan pada sistem keamanan karena memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dan sulit dipalsukan. Selain itu, penggunaan fingerprint pada sistem keamanan berbasis IoT dapat membantu proses identifikasi pengguna secara cepat dan otomatis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem keamanan menggunakan fingerprint mampu meningkatkan efektivitas pengamanan akses pintu maupun penyimpanan barang [5].

Selain fingerprint, teknologi face recognition atau pengenalan wajah juga berkembang pesat dalam sistem keamanan modern. Teknologi ini bekerja dengan mendeteksi dan mengenali

karakteristik wajah seseorang menggunakan kamera dan algoritma tertentu. Penggunaan foto selfie sebagai bagian dari autentikasi keamanan memberikan lapisan keamanan tambahan karena sistem dapat melakukan verifikasi visual terhadap pengguna yang mengakses sistem. Dengan adanya integrasi ESP32-CAM dan IoT, proses monitoring dapat dilakukan secara real-time serta data pengguna dapat tersimpan secara otomatis pada database maupun cloud storage [6]

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem keamanan yang modern dan sesuai dengan kebutuhan Bagian Perizinan Putra di Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai pengaman akses fisik ke ruangan, tetapi juga sebagai pengaman akses logik ke sistem penerbitan surat izin. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pembangunan sistem smart security berbasis IoT dengan menggunakan fingerprint dan foto selfie sebagai metode autentikasi untuk pengamanan Bagian Perizinan Putra Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo. Sistem ini diharapkan dapat mencegah terulangnya pelanggaran penerbitan surat izin tidak sah, meningkatkan akuntabilitas petugas, serta melindungi integritas proses perizinan di lingkungan pondok pesantren.

Penelitian mengenai sistem keamanan berbasis IoT menggunakan kombinasi fingerprint dan face recognition telah banyak dilakukan dan menunjukkan hasil yang cukup efektif. Sistem dual biometrik dinilai mampu meningkatkan keamanan karena pengguna harus melewati dua tahap autentikasi sebelum mendapatkan akses. Selain itu, penggunaan notifikasi real-time dan penyimpanan data berbasis cloud memberikan kemudahan dalam proses monitoring keamanan dari jarak jauh melalui smartphone maupun website.

Materi dan Metode

Sensor *fingerprint* adalah perangkat elektronik yang menangkap gambar digital sidik jari [7]. ESP32-CAM merupakan salah

satu perangkat pemrosesan yang banyak dimanfaatkan dalam eksperimen pengolahan gambar karena dilengkapi dengan kamera digital dan mendukung pemrograman tingkat lanjut menggunakan berbagai bahasa [8]. Arduino Mega 2560 adalah sebuah Board Arduino yang menggunakan ic Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART [9].

Pada jenis penelitian ini yang digunakan adalah menggunakan penelitian dan pengembangan Research and Development (R&D). Penelitian dan Pengembangan (Research and Development atau R&D) merupakan pendekatan sistematis dalam dunia akademik dan industri yang bertujuan menghasilkan inovasi berupa produk, sistem, atau model baru yang aplikatif. Penelitian dan Pengembangan atau Research and Development (R&D) adalah metode yang bertujuan untuk menghasilkan dan menguji efektivitas suatu produk tertentu, baik berupa perangkat lunak, perangkat keras, media pembelajaran, kurikulum, maupun model instruksional [10].

Untuk membangun sistem ini diperlukan tahapan-tahapan yang harus diselesaikan. Dengan menggunakan metode ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP). Engineering Design Process (EDP) adalah salah satu strategi yang tersedia untuk mengimplementasikan pendidikan STEM [11]. Dalam pendapat ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) menjelaskan EDP adalah proses merancang suatu sistem, komponen, atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan [12].

Hasil dan Pembahasan



Pengujian sensor fingerprint dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam membaca dan mengenali sidik jari pengguna yang telah terdaftar pada database sistem. Pengujian dilakukan terhadap 10 pengguna dengan beberapa kondisi berbeda, yaitu sidik jari terdaftar dan sidik jari tidak terdaftar

1. Hasil Pengujian Sensor Fingerprint

Pengujian sensor fingerprint dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam membacakan mengenali sidik jari pengguna yang telah terdaftar pada database sistem. Pengujian dilakukan terhadap 10 pengguna dengan beberapa kondisi berbeda, yaitu sidik jari terdaftar dan sidik jari tidak terdaftar.

Table 1. Hasil Pengujian Sensor Fingerprint

No	Kondisi Pengujian	Hasil Pembacaan	Status Sistem
1.	Sidik Jari Terdaftar	Terdeteksi	Akses Diterima
2.	Sidik Jari Terdaftar	Terdeteksi	Servo Membuka
3.	Sidik Jari Terdaftar	Terdeteksi	Notifikasi Blynk Terkirim
4.	Sidik Jari Tidak Terdaftar	Tidak Dikenali	Akses Ditolak
5.	Sidik Jari Salah	Tidak Cocok	Buzzer Aktif
6.	Sidik Jari Terdaftar	Terdeteksi	LCD menampilkan "Akses Diterima"
7.	Sidik Jari	Tidak	LCD

	Tidak Tendaftar	Dikenali	menampilkan “Akses Ditolak”
8.	Sidik Jari Tendaftar	Berhasil	ESP32-CAM aktif
9.	Sidik Jari Tendaftar	Berhasil	Foto Selfie Tersimpan
10.	Sidik Jari Tendaftar	Stabil	Sistem Bekerja Normal

2. Hasil Pengujian ESP32-CAM dan Foto Selfie

Pengujian ESP32-CAM dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengambil gambar pengguna saat proses autentikasi berlangsung.

Tabel 2. Hasil Pengujian ESP32-CAM

No	Kondisi Pengujian	Hasil	Status
1.	Fingerprint Valid	Kamera Aktif	Berhasil
2.	Pengambilan Foto	Foto Tersimpan	Berhasil
3.	Pengiriman Data ke Blynk	Data Terkirim	Berhasil
4.	Monitoring Realtime	Tampilan Muncul	Berhasil
5.	Akses Ditolak	Kamera Tetap Standby	Normal

3. Hasil Pengujian Servo

Pengujian servo motor dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membuka dan menutup mekanisme kunci pintu secara otomatis

Tabel 3. Hasil Pengujian Servo Motor

No	Kondisi Pengujian	Hasil	Status
1.	Fingerprint Valid	Servo Bergerak	Pintu Terbuka
2.	Delay Selesai	Servo Kembali	Pintu Tertutup
3.	Fingerprint Tidak Valid	Servo Tidak Bergerak	Pintu Tetap Tertutup
4.	Sistem Standby	Servo Posisi Awal	Aman

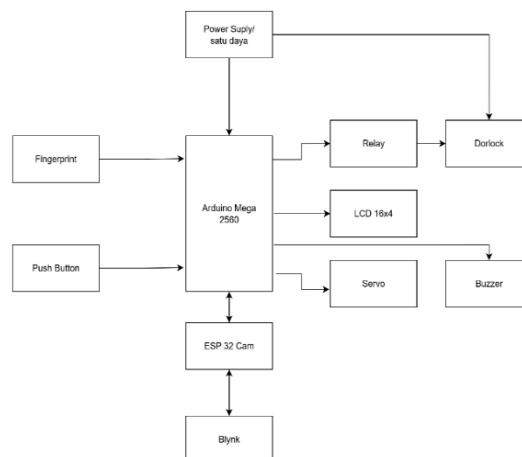
4. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui fungsi LCD sebagai media informasi dan buzzer sebagai indikator suara

Tabel 4. Hasil Pengujian LCD dan Buzzer.

No	Kondisi Pengujian	Hasil	Status
1.	Sistem Aktif	Sistem Siap	Mati
2.	Akses Diterima	Pintu Terbuka	Bunyi Singkat
3.	Akses Ditolak	Akses Ditolak	Bunyi Panjang
4.	Pintu Tertutup	Pintu Tertutup	Mati

a. Diagram Blok Sistem



Gambar. 1 Blok Diagram

Blok diagram sistem pada penelitian ini menggambarkan hubungan kerja antar perangkat keras dan perangkat lunak dalam membangun sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT). Sistem menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama untuk memproses seluruh data input dan output dari komponen yang terhubung.

Sumber daya sistem berasal dari power supply yang menyuplai tegangan ke seluruh komponen agar bekerja secara stabil. Input sistem berasal dari sensor fingerprint sebagai autentikasi pengguna dan push button sebagai kontrol manual tambahan. Sensor fingerprint berfungsi membaca dan mencocokkan sidik jari pengguna dengan data yang tersimpan di sistem.

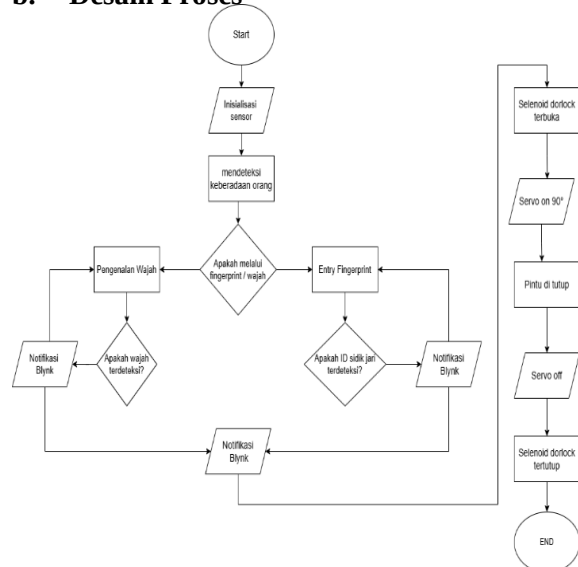
Apabila autentikasi berhasil, Arduino Mega 2560 akan mengaktifkan relay untuk mengendalikan door lock sehingga pintu dapat terbuka secara otomatis. Servo motor digunakan untuk membantu mekanisme buka dan tutup pintu sesuai perintah sistem.

Sistem juga dilengkapi LCD 16x4 untuk menampilkan status sistem secara real-time, seperti akses diterima atau ditolak. Selain itu, buzzer digunakan sebagai indikator suara saat proses autentikasi berlangsung.

Sebagai pendukung monitoring berbasis IoT, digunakan ESP32-CAM untuk mengambil foto selfie pengguna dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk. Dengan demikian, kondisi sistem keamanan dapat dipantau secara real-time melalui smartphone yang terhubung ke internet.

Dengan integrasi seluruh komponen tersebut, sistem diharapkan mampu memberikan keamanan pintu yang lebih efektif, otomatis, dan mudah dipantau.

b. Desain Proses



Gambar 2. Flowchart Sistem

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja sistem keamanan pintu berbasis mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) mulai dari proses inisialisasi hingga sistem selesai bekerja. Sistem diawali dengan inisialisasi seluruh perangkat seperti sensor fingerprint, LCD, buzzer, relay, servo motor, dan ESP32-CAM. Setelah proses inisialisasi

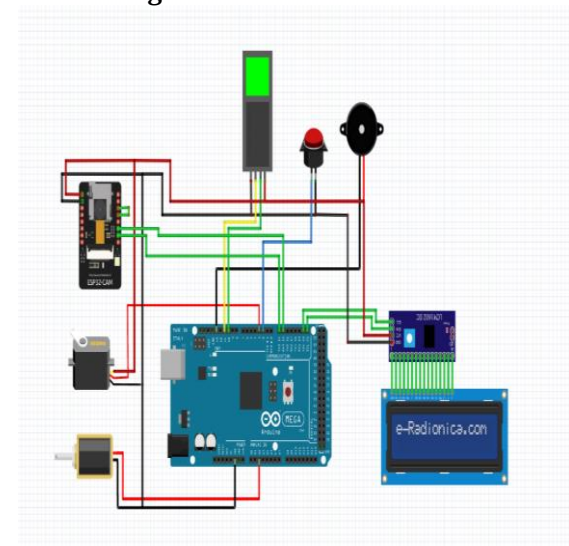
selesai, sistem berada dalam kondisi siap digunakan.

Pengguna kemudian melakukan autentikasi dengan menempelkan sidik jari pada sensor fingerprint. Sistem akan mencocokkan data sidik jari dengan data yang telah tersimpan. Jika sidik jari tidak dikenali, akses akan ditolak dan sistem mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Blynk.

Apabila sidik jari valid, Arduino Mega 2560 akan mengaktifkan servo motor untuk membuka kunci pintu serta menampilkan status "Pintu Terbuka" pada LCD. Setelah beberapa saat, servo kembali ke posisi awal sehingga pintu terkunci kembali dan LCD menampilkan status "Pintu Terkunci".

Selain itu, ESP32-CAM digunakan untuk mendukung monitoring dan pengiriman data ke aplikasi Blynk secara real-time. Dengan alur tersebut, sistem mampu melakukan autentikasi dan pengendalian akses pintu secara otomatis serta terintegrasi dengan teknologi IoT.

c. Ilustrasi Rangkaian Skematik Perangkat Keras



Gambar 3. Desain Fritzing

Komponen yang digunakan :

1. ESP32-CAM

Berfungsi sebagai modul IoT dan Kamera. Digunakan untuk pengambilan gambar saat proses akses berlangsung dan mengirim data dan status ke aplikasi Blynk.

2. Sensor Fingerprint
Berfungsi sebagai alat autentikasi penggunaserta membaca dan mencocokkan sidik jari dengan data yang tersimpan.
3. Push Button
Berfungsi sebagai input manual tambahan. Digunakan sebagai tombol darurat atau alternatif pembuka pintu serta memberikan kontrol manual selain melalui sensor wajah dan fingerprint.
4. Buzzer
Berfungsi sebagai indikator suara.
Memberikan notifikasi:
 - a. Bunyi pendek → akses diterima
 - b. Bunyi panjang → akses ditolak
5. Arduino Mega 2560
Berfungsi sebagai pengendali utama sistem. Untuk mengolah data dari sensor fingerprint dan push button serta mengendalikan output berupa servo motor, buzzer, LCD dan Doorlock.
6. LCD 16x2 (12c Module)
Alat ini digunakan untuk menampilkan data yang diperoleh dari sensor. Sedangkan modul 12c mempermudah koneksi dengan hanya menggunakan dua pin (SDA dan SCL).
7. Servo Motor
Berfungsi sebagai aktuator mekanik untuk menggerakkan mekanisme kunci pintu untuk membuka dan menutup pintu.
8. Power Supply.
Menyediakan sumber tegangan tambahan untuk komponen seperti servo.
Penting karena servo butuh arus lebih besar.
9. Jalur Power (VCC & GND)
 - a. Merupakan distribusi listrik ke seluruh komponen.
 - b. Menghubungkan semua perangkat agar mendapat tegangan yang

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem Smart Security berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan fingerprint dan foto selfie berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik

menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama. Sistem mampu melakukan autentikasi pengguna melalui sensor fingerprint, membuka dan mengunci pintu secara otomatis menggunakan servo motor, mengambil foto selfie menggunakan ESP32-CAM, serta melakukan monitoring secara realtime melalui aplikasi Blynk. Dengan demikian, sistem yang dirancang dapat meningkatkan keamanan akses pintu secara lebih efektif, otomatis, dan modern dibandingkan sistem keamanan konvensional.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy atas dukungan akademik selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pengelola Kantor Keamanan Putra Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo yang telah memberikan izin, kesempatan, serta bantuan selama proses pengambilan data dan implementasi sistem. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, seluruh pihak yang telah memberikan masukan, serta rekan-rekan yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung hingga penelitian ini dapat terselesaikan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan sistem keamanan berbasis Internet of Things serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

- [1] A. A. Mahfudh, S. Ramadhani, and M. A. R. Fathoni, "Sistem Keamanan Ruang Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Sensor PIR dan Fingerprint," *Walisongo Journal of Information Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 95–106, Dec. 2021, doi: 10.21580/wjit.2021.3.2.9616.
- [2] F. Elsa Safitri, "Rancang Bangun Pengaman Pintu Otomatis Menggunakan

- Sidik Jari (Fingerprint) dan Password Berbasis Arduino,” *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 425–436, 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i2.269.
- [3] R. D. Safitri, A. Susanto, R. Rino, and L. W. Kusuma, “Rancang Bangun Aplikasi Absensi Sekolah Minggu Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) Pada Gereja Gbi Modernland,” *ALGOR*, vol. 2, no. 2, pp. 31–40, Jun. 2021, doi: 10.31253/algor.v2i2.567.
- [4] Bedari, A., Wang, S., & Yang, W. (2022). A secure online fingerprint authentication system for industrial IoT devices over 5G networks. *Sensors*, 22(19), 7609. <https://doi.org/10.3390/s22197609>.
- [5] Kurniawan, P. A., Mujiyanto, A. H., Indriyanti, A. D., & Firdaus, R. A. J. (2024). Smart lock door menggunakan face recognition dengan metode Viola-Jones berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, 3(4). <https://doi.org/10.61722/jipm.v3i4.1065>.
- [6] Rahman, E. S., Zain, S. G., & Adam, A. H. (2022). Pengembangan sistem keamanan pintu menggunakan fingerprint dengan sistem notifikasi berbasis Internet of Things. *Jurnal Media Elektrik*, 20(1). <https://doi.org/10.59562/metrik.v20i1.43350>.
- [7] Setyawan, B., Yasi, R. M., & Suryadhiyanto, U. (2021). Rancang Bangun Alat Presensi Fingerprint Berbasis Website Menggunakan NodeMCU ESP8266 di SMK NU Darussalam. *Journal Zetroem (Vol. 3 No. 2, pp. 10-15)*.
- [8] Y. Jiang, W. Li, J. Zhang, F. Li, and Z. Wu, “YOLOv4-dense: A smaller and faster YOLOv4 for real-time edge-device based object detection in traffic scene,” *IET Image Process.*, vol. 17, no. 2, pp. 570–580, 2023, doi: 10.1049/ipr2.12656.
- [9] Future Electronic Corporation FEC. 2015. Arduino Mega. China : Future Electronic Corporation.
- [10] Zulfikar, R., Sukardi, S., Mukhaiyar, R., & Myori, D. E. (2023). Rancang bangun keamanan pintu otomatis menggunakan face recognition berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2), 445–453. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.385>.
- [11] S. N. Aini, D. N. Munahefi, A. S. Pramasdyahsari, and R. D. Setyowati, “Engineering Design Process STEM :
Projek Miniatur Gazebo Joglo,” *Prism. Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 7, pp. 37–43, 2024, [Online]. Available: <https://proceeding.unnes.ac.id/prisma>.
- [12] T. F. Schubert Jr., F. G. Jacobitz and E. M. Kim, Student perceptions and learning of the engineering design process: an assessment at the freshmen level, *Research in Engineering Design*, vol. 23, pp. 177–190, 2012.