

SKRIPSI
RANCANG BANGUN SMART DOOR LOCK FINGERPRINT
BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP8266
TERINTEGRASI WEBSISTE

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer



Disusun Oleh :
ZULVA FAUZIAH
NIM : 0402219010

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON
2025 M / 1447 H



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON
LEMBAR PENGESAHAN STATUS SKRIPSI



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON
LEMBAR PENGESAHAN STATUS SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN SMART DOOR LOCK FINGERPRINT
BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP8266
TERINTEGRASI WEBSITE

SAYA : ZULVA FAUZIAH

NIM : 0402219010

Mengizinkan Skripsi Sarjana Komputer ini disimpan di Perpustakaan Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon dengan syarat – syarat kegunaan sebagai berikut :

1. Skripsi adalah hak milik Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon.
2. Perpustakaan Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon dibenarkan membuat salinan untuk referensi saja.
3. Perpustakaan juga dibenarkan membuat salinan skripsi ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pendidikan tinggi.
4. Berikan tanda √ pada kategori skripsi dibawah ini :
 - ☐ Sangat rahasia (mengandung isi tentang keselamatan atau kepentingan negara Indonesia).
 - ☐ Rahasia (mengandung isi tentang kerahasiaan dari sesuatu organisasi / badan dimana penelitian skripsi ini dikerjakan).
 - ☐ Biasa.

Disahkan oleh

Dicky Andika Sulaeman, S.T., M.Kom.

Tanggal : 11 September 2025

Abdul Kohar, M.Kom.

Tanggal : 11 September 2025



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PERNYATAAN PENULIS



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PERNYATAAN PENULIS

**JUDUL : RANCANG BANGUN SMART DOOR LOCK FINGERPRINT
BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP8266
TERINTEGRASI DENGAN WEBSITE**

SAYA : ZULVA FAUZIAH

NIM : 0402219010

"Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk membatalkan gelar Sarjana Komputer saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut".

Cirebon, 13 September 2025

ZULVA FAUZIAH

NIM : 0402219010



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**JUDUL : RANCANG BANGUN SMART DOOR LOCK FINGERPRINT
BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP8266
TERINTEGRASI WEBSITE**

SAYA : ZULVA FAUZIAH

NIM : 0402219010

Skripsi ini telah di periksa dan disetujui,

Cirebon, 11 September 2025

Pembimbing I

Dicky Andika Sulaeman, S.T., M.Kom.
NIDN. 040906940

Pembimbing II

Abdul Kohar, M.Kom.
NIDN. 0412068704

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika

H. Sukarsa, S.T., M.Kom.
NIDN. 0418117605



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN SMART DOOR LOCK FINGERPRINT
BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP8266
TERINTEGRASI WEBSITE
SAYA : ZULVA FAUZIAH
NIM : 0402219010

Skripsi ini telah diujikan dan di pertahankan dihadapan Dewan Penguji pada sidang skripsi tanggal 26 September 2025. Menurut pandangan kami, skripsi ini memadai untuk penganugerahan gelar Sarjana Komputer (S.Kom).

	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing I <u>Dicky Andika Sulaeman, S.T.,M.Kom.</u> NIDN. 040906940	20 Oktober 2025	
Pembimbing II <u>Abdul Kohar, M.Kom.</u> NIDN. 0412068704	20 Oktober 2025	
Penguji I <u>H. Sukarsa, S.T.,M.Kom.</u> NIDN. 0415028303	20 Oktober 2025	
Penguji II <u>Rosidin, S.Kom.,M.Kom.</u> NIDN. 0418117605	20 Oktober 2025	

Mengetahui
Dekan Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

Teguh Arlovin, S.Kom.,M.Kom.
NUPTK. 7839776677130182

MOTTO

“Maka sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(Qs.Al-Insyirah, 94:5-6)

Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah sendiri-sendiri
(Besok Mungkin Kita Sampai)
-Daniel Baskara Putra Mahendra – Hindia

“Semua jatuh bangunmu hal yang biasa, angan dan pertanyaan waktu yang
menjawabnya, berikan tenggat waktu bersedihlah secukupnya, rayakan
perasaanmu sebagai manusia”
(Mata Air)
-Daniel Baskara Putra Mahendra – Hindia

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah kepada penulis, sehingga dalam penyusunan skripsi ini penulis dapat menyelesaikan tanpa mengalami hambatan yang berarti.

Tersusunnya skripsi ini merupakan hasil partisipasi dan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil, oleh karena itu pada kesempatan yang berharga ini, penulis memohon kepada Allah SWT semoga Allah memberikan balasan kepada Bapak, Ibu serta rekan-rekan yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Farihin Nur, M.Pd selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon.
2. Bapak Teguh Arlovin, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon.
3. Bapak H. Sukarsa, S.T., M. Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika
4. Bapak Dicky Andika Sulaeman, ST.,M. Kom, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Abdul Kohar, M. Kom, selaku Dosen Pembimbing II.
6. Dosen – dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya serta mendidik penulis selama masa kuliah.
7. Seluruh civitis akademik Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon khususnya para dosen, terimakasih atas segala ilmu dan bimbinganya.
8. Teman – teman Angkatan 2021, yang telah berjuang Bersama untuk meraih mimpinya, terimakasih atas kenangan dan pengalamannya.

9. Untuk kedua Orang Tua Tercinta Drs. Badruddin dan Hj. Ulpah S.Ag sebagai tanda bakti dan hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga ku persembahkan karya kecil ini kepada ibu dan ayah yang telah memberikan kasih sayang dan segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang hanya dapat ku balas dengan selembar kertas ini yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat ibu dan ayah bahagia. Terimakasih banyak telah memberi banyak motivasi, selalu mendo'akanku, selalu menyirami kasih sayang dan selalu menasehatiku untuk menjadi lebih baik.
10. Terimakasih untuk kakaku Zuhri Aunurrafiq S.Sos yang selalu menjadi kompas dalam menjalani kehidupan atas semangat dan apresiasi disetiap pencapaian penulis, arahan dan motivasi yang selalu penulis dengan untuk berproses dalam kehidupan yang lebih baik kedepannya sehingga dapat membuat penulis bisa bersemangat dan menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Terimakasih kepada diri saya sendiri Zulva Fauziah yang telah berusaha sebaik mungkin menyelesaikan proses ini. Terimakasih atas ketabahan, kesabaran, dan keberanian untuk terus melangkah meskipun tidak selalu mudah.
12. Serta terima kasih kepada Daniel Baskara Putra Mahendra yang sudah membuat lirik lagu dengan makna yang dalam untuk memberikan semangat, do'a, dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Terimakasih kepada Seseorang yang tidak kusebut namanya, yang telah menjadi bagian dalam perjalanan perkuliahan penulis. Terimakasih telah menjadi rumah untuk melepas keluh kesah, segala usaha yang diberikan mulai dari waktu, dukungan, do'a dan support dalam proses penyusunan skripsi ini sampai selesai.
14. Sahabat-sahabat terbaik Mayaza Auliani, Fauziah Yasmin dan Zulfiah Azzahro terimakasih senantiasa selalu ada sejak awal

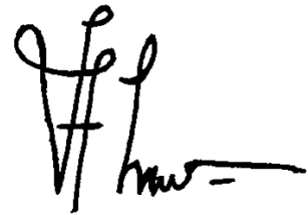
perkuliahan dan memberikan dukungan satu sama lain hingga berakhirnya masa perkuliahan.

Segala rintangan dan hambatan yang penulis alami selama penyusunan skripsi ini tidaklah membuat penulis putus asa dan putus harapan. Penulis mengaharp kritik dan saran yang bersifat membangun demi kemanfaatan tesis ini.

Akhir kata hanya kepada Allah penulis berserah diri semoga petunjuknya selalu menyertai kita semua sehingga kita selalu berada di jalan ridho-Nya.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapatkan berkah dari Allah SWT. Akhir kata penulis ini mohon maaf apabila masih banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan. Aamiin.

Cirebon, 13 September 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Zulva Fauziah' with a stylized flourish at the end.

Zulva Fauziah
NIM. 0402219010

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN STATUS SKRIPSI.....	II
LEMBAR PERNYATAAN PENULIS.....	III
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	IV
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	V
MOTTO	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR GAMBAR.....	XIV
DAFTAR TABEL	XV
ABSTRAK	XVI
ABSTRACT	XVII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Identifikasi Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Metode & Teknik Penelitian	4
1.8 Kerangka Berfikir	6
1.9 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Keterkaitan Dalam Al-Qur'an	12
2.3 Smart door lock	14
2.4 Sensor Fingerprint	14
2.5 <i>Internet Of Things (IoT)</i>	15
2.6 Arduino IDE	16
2.7 Bahasa C/C++	17
2.8 Node MCU ESP 8266	19

2.9 Selenoid	21
2.10 Kabel Jumper.....	21
2.11 Relay	23
2.12 Kabel USB	23
2.13 Motor Servo SG90	23
2.14 Webserver	24
2.14.1 Web Browser	24
2.15 Database MySQL	24
2.16 Bahasa Pemrograman	25
2.16.1 PHP (Hypertext Preprocessor)	25
2.16.2 CSS	26
2.16.3 HTML	26
2.16.4 Bootstrap.....	27
2.17 Tools Aplikasi Pengembangan	27
2.17.1 Xampp	27
2.17.2 Visual Studio Code	28
2.17.3 Firebase API	29
2.18 Tools Perancangan	31
2.18.1 Unified Modeling Language (UML)	31
2.18.2 Use Case Diagram	31
2.18.3 Activity Diagram	32
2.18.4 Sequence Diagram.....	33
2.18.5 Class Diagram	34
2.19 Figma	35
2.20 Black Box Testing.....	36
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	38
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	38
3.1.1 Tempat	38
3.1.2 Waktu.....	38
3.2 Analisis Sistem	38
3.2.1 Analisis Masalah	38
3.2.2 Analisis Pengguna	39
3.2.3 Analisis Data Guru	39
3.2.4 Analisis Kebutuhan	41
3.2.5 Analisis Kebutuhan Perangkat	42
3.3 Flowchart	43

3.3.1 Flowchart Alur Sistem	43
3.3.2 Use Case Diagram	45
3.3.3 Activity Diagram	46
3.3.4 Perancangan Alat	46
3.3.5 Perancangan Alur Sistem	48
3.3.6 Perancangan Sistem Database Tabel Users	48
3.5 Perancangan Database di Firebase.....	49
3.5.1 Acces_log	49
3.5.2 Delete_Trigger.....	50
3.5.3 Door_Status	50
3.5.4 Enrool_Status	50
3.5.5 Enroll_Trigger	51
3.5.6 Fingerprints	51
3.5.7 Door_Status	52
3.6 Tampilan Mockup	53
3.6.1 Rancangan Tampilan Login	53
3.6.2 Rancangan Tampilan Dashboard	54
3.6.3 Rancangan Tampilan Status Pintu.....	55
3.6.4 Rancangan Tampilan Manajemen User	56
3.6.5 Rancangan Tampilan LogAkses.....	58
3.7 Perancangan Pengujian Black Box.....	58
BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN	61
4.1 Implementasi Sistem	61
4.1.1 Implementasi Alur Alat Sistemnya.....	61
4.1.2 Implementasi Alat.....	67
4.2 Implementasi Halaman Website Admin	68
4.2.1 Halaman Login.....	68
4.2.2 Halaman Dashboard	69
4.2.3 Halaman Status Pintu	70
4.2.4 Halaman Manajemen User	71
4.2.5 Halaman Log Akses	72
4.3 Pengujian Sistem	73
4.3.1 Pengujian Alat	74
4.3.2 Pengujian Web	76
BAB V PENUTUP.....	79
5.1 Kesimpulan	79

5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kerangka Berfikir.....	6
Gambar 3. 1 Flowchart Alur Sistem	43
Gambar 3. 2 Use Case Diagram.....	45
Gambar 3. 3 Activity Diagram.....	46
Gambar 3. 4 Rangkaian Alat.....	47
Gambar 3. 5 Perancangan Alur Sistem	48
Gambar 3. 6 Tampilan Login	53
Gambar 3. 7 Tampilan Dashboard	54
Gambar 3. 8 Tampilan Status Pintu	55
Gambar 3. 9 Tampilan Manajemen User	56
Gambar 3. 10 Tampilan Tambah User	57
Gambar 3. 11 Tampilan LogAkses	58
Gambar 4. 1 Implementasi Alat	67
Gambar 4. 2 Login	68
Gambar 4. 3 Dashboard.....	69
Gambar 4. 4 Status Pintu.....	70
Gambar 4. 5 Manajemen User	71
Gambar 4. 6 Tambah User Baru	72
Gambar 4. 7 Log Akses.....	72
Gambar 4. 8 Kondisi Fingerprint dalam Keadaan Aktif.....	75
Gambar 4. 9 Kondisi Fingerprint dalam Keadaan Tidak Aktif.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	8
Tabel 2. 2 Use Case Diagram.....	32
Tabel 2. 3 Activity Diagram.....	33
Tabel 2. 4 Sequence Diagram	34
Tabel 2. 5 Class Diagram	34
Tabel 3. 1 Waktu Pengerjaan	38
Tabel 3. 2 Analisis Pengguna.....	39
Tabel 3. 3 Analisis Data Guru.....	40
Tabel 3. 4 Data Nama Guru	40
Tabel 3. 5 Kebutuhan Fungsional	41
Tabel 3. 6 Kebutuhan Non-Fungsional	41
Tabel 3. 7 Table Users	48
Tabel 3. 8 Acces_log.....	49
Tabel 3. 9 Delete_Trigger	50
Tabel 3. 10 Door_Status.....	50
Tabel 3. 11 Enrool_Status	50
Tabel 3. 12 Enroll_Trigger.....	51
Tabel 3. 13 Fingerprint.....	51
Tabel 3. 14 Door_Status.....	52
Tabel 3. 15 Pengujian BlackBox.....	59

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* Keamanan akses pintu menjadi kebutuhan penting di lingkungan rumah dan kantor. Penelitian ini merancang smart door lock berbasis fingerprint menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan website, memungkinkan kontrol pintu dan pemantauan akses secara real-time. Sistem dilengkapi manajemen user berbasis peran, pencatatan log akses, serta indikator status pintu, sehingga memudahkan pengelolaan dan meningkatkan keamanan. Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model prototyping, meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian fungsi melalui black box testing. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengenali fingerprint secara akurat, mengendalikan pintu dari jarak jauh, dan mencatat aktivitas user secara real-time. Sistem ini memberikan solusi praktis dan aman untuk pengelolaan akses pintu modern.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT), Smart Door Lock, Fingerprint, NodeMCU ESP8266.

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology makes door access security a crucial need in home and office environments. This study designs a fingerprint-based smart door lock using NodeMCU ESP8266 integrated with a website, enabling real-time door control and access monitoring. The system is equipped with role-based user management, access log recording, and door status indicators, thus facilitating management and improving security. The research method uses a Research and Development (R&D) approach with a prototyping model, including needs analysis, design, hardware and software implementation, and functional testing through black box testing. The test results show that the system is able to recognize fingerprints accurately, control doors remotely, and record user activity in real-time. This system provides a practical and secure solution for modern door access management.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Smart Door Lock, Fingerprint, NodeMCU ESP8266.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan *Internet of Things (IoT)* telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk keamanan dan otomasi, baik di lingkungan rumah maupun perkantoran. Teknologi ini memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet, memfasilitasi pengumpulan dan analisis data secara waktu nyata (*real-time*). Di Indonesia, adopsi IoT semakin meningkat, terutama dalam bidang keamanan, di mana sistem mampu memantau dan mengendalikan akses secara efisien (Utomo Budiyanto et al., 2021).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem keamanan yang lebih modern, *smart door lock* muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Sistem ini mengintegrasikan teknologi biometrik seperti sidik jari, memungkinkan akses yang lebih aman dan terkelola. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk dihubungkan dengan website, sehingga memudahkan pengelolaan data pengguna. Penelitian oleh (Kurniasyah et al., 2025) menunjukkan bahwa penggunaan *smart door lock* berbasis Bluetooth Low Energy dan protokol MQTT dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan akses pintu.

Namun, di balik berbagai keuntungannya, sistem ini juga memiliki beberapa permasalahan. Salah satunya adalah risiko keamanan data biometrik, di mana data sidik jari yang disimpan bisa menjadi target serangan jika tidak dilindungi dengan baik (Nila Dewi & Anggara Wijaya, 2022).

Kondisi tersebut tercermin di kantor MI Wathoniyah Waruduwur, yang masih mengandalkan kunci konvensional. Sistem ini sangat rentan terhadap kehilangan, duplikasi, dan penyalahgunaan. Ketidadaan otentikasi biometrik membuat akses ke ruangan menjadi kurang terkontrol, yang meningkatkan risiko terhadap keamanan aset dan data penting. Tidak adanya sistem pemantauan akses secara *real-time* juga menyulitkan pengelola untuk mengawasi aktivitas keluar-masuk.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi inovasi yang dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi di kantor MI Wathoniyah Waruduwur.

Perancangan sistem *smart door lock* berbasis sidik jari yang terintegrasi dengan website menjadi jawaban atas kebutuhan ini (Abdul Hakim Prima Yuniarto et al., 2023). Solusi ini tidak hanya menyediakan otentikasi biometrik yang aman berkat penggunaan hashing, tetapi juga memungkinkan pengelolaan akses pengguna dan pemantauan aktivitas secara *real-time* melalui platform terpusat. Dengan demikian, sistem ini diharapkan mampu menjawab tantangan keamanan modern dan memberikan kendali yang lebih baik bagi pihak pengelola.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem smart door lock fingerprint berbasis IoT yang dapat meningkatkan keamanan akses pintu di kantor MI Wathoniyah Waruduwur?
2. Bagaimana mengintegrasikan fingerprint sensor dengan mikrokontroler IoT agar dapat mengendalikan pintu secara otomatis?
3. Bagaimana merancang dan membangun website yang dapat digunakan untuk monitoring log akses pintu serta pengaturan pengguna fingerprint secara real time?

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem smart door lock ini hanya menggunakan sensor fingerprint sebagai metode autentikasi utama untuk membuka dan menutup pintu.
2. Komponen hardware yang digunakan dalam system ini meliputi NodeMCU ESP8266, sensor fingerprint, relay, dan Solenoid door lock sebagai penggerak kunci pintu.
3. Website yang dibangun berfungsi sebagai antarmuka admin untuk menambahkan dan menghapus data sidik jari pengguna, serta mengirimkan perintah ke perangkat NodeMCU melalui jaringan Wi-Fi.
4. Firebase hanya digunakan sebagai backend untuk penyimpanan data fererensial pengguna seperti ID, status akses, dan log aktivitas autentikasi. Data sisik jari tetap disimpan secara local di perangkat mikrokontroler (NodeMCU) untuk menjaga keamanan iometrik. Selain itu, firebase authentication

digunakan untuk login admin melalui website agar dapat menambah/menghapus pengguna, serta mengakses riwayat pengguna system secara real-time.

5. Penelitian ini hanya dilakukan untuk pengguna di lingkungan jantro MI Wathoniyah Waruduwur dan tidak membahas pengembangan system untuk skala industry atau multi-ruangan,

1.4 Identifikasi Masalah

1. Sistem keamanan kantor masih menggunakan kunci manual.
2. Akses ruangan belum menggunakan autentikasi sidik jari.
3. Tidak ada pemantauan akses masuk ruangan.
4. Admin belum bisa menambah atau menghapus akses pengguna dengan mudah.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan membangun sistem smart door lock fingerprint berbasis IoT sebagai solusi peningkatan keamanan akses pintu di kantor MI Wathoniyah Waruduwur.
2. Mengintegrasikan perangkat fingerprint dengan mikrokontroler IoT agar dapat mengatur autentikasi dan pengendalian pintu secara otomatis.
3. Mengembangkan website yang terhubung dengan perangkat IoT sehingga administrator dapat melakukan monitoring log akses pintu serta pengelolaan pengguna secara terpusat dan real time.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan diatas maka manfaat yang bisa diambil pada tiap bagian diantaranya :

1) Manfaat Bagi Mahasiswa

1. Menjadi sarana untuk menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama studi, khususnya dalam bidang Internet Of Things (IoT), sistem keamanan dan pengembangan website.
2. Menambah wawasan dan pengalaman praktis dalam merancang dan membangun sistem keamanan berbasis biometric (fingerprint) yang terintegrasi dengan teknologi IoT.

3. Meningkatkan kemampuan teknis dalam penggunaan perangkat mikrokontroler (ESP8266), sensor biometric, serta komunikasi data berbasis internet.
- 2) Manfaat Bagi Perguruan Tinggi
1. Menjadi salah satu referensi akademik dalam pengembangan teknologi IoT dan biometric dalam bidang keamanan digital.
 2. Memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas penelitian mahasiswa di lingkungan kampus, khususnya dalam bidang teknologi terapan.
- 3) Manfaat bagi Instansi / Mi Wathoniyah Waruduwur
1. Meningkatkan sistem keamanan kantor melalui penggunaan teknologi kunci pintu digital berbasis fingerprint dan control akses otomatis.
 2. Memberikan kemudahan dalam pengelolaan akses ruangan kantor secara digital dan terpantau melalui website.
 3. Menjadi solusi terhadap permasalahan kunci manual yang selama ini masih digunakan serta mempercepat proses akses masuk bagi pengguna yang terdaftar.

1.7 Metode & Teknik Penelitian

1.7.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode (*Research and Development*) atau *R&D* yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk berupa sistem smart door lock berbasis fingerprint dan website untuk pengelolaan akses pintu di kantor MI Wathoniyah Waruduwur. Metode ini dipilih karena sesuai untuk mengembangkan dan menguji kelayakan produk teknologi informasi dalam lingkup nyata.

1.7.2 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode *prototyping*, dimana sistem dikembangkan dalam bentuk rancangan awal, kemudian diuji dan diperbaiki berdasarkan masukan dari pengguna. Adapun tahapan metode *prototyping* yang diterapkan dalam pengembangan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan : Mengidentifikasi kebutuhan sistem smart door lock berbasis fingerprint dan IoT, baik dari sisi perangkat keras (NodeMCU

ESP8266, fingerprint, relay, solenoid lock, motor servo SG90) maupun perangkat lunak (Arduino IDE, Firebase, dan Website PHP/MySQL).

2. Perancangan Sistem : Melakukan perancangan skema perangkat keras dan antarmuka website sebagai alat kontrol dan pemantau akses pintu secara real-time.
3. Implementasi : Melaksanakan pengkodean dan integrasi antara hardware dan software, termasuk pengiriman data sensor ke server dan tampilan data ke website.
4. Pengujian Sistem : Melakukan pengujian secara menyeluruh terhadap seluruh fungsi system menggunakan metode black-box testing, untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi.
5. Pemeliharaan dan Evaluasi : Melakukan evaluasi dan penyempurnaan system berdasarkan hasil pengujian dan masukan pengguna (admin kantor).
6. Penerapan dan Dokumentasi : Sistem dijalankan secara operasional dan dokumentasi.

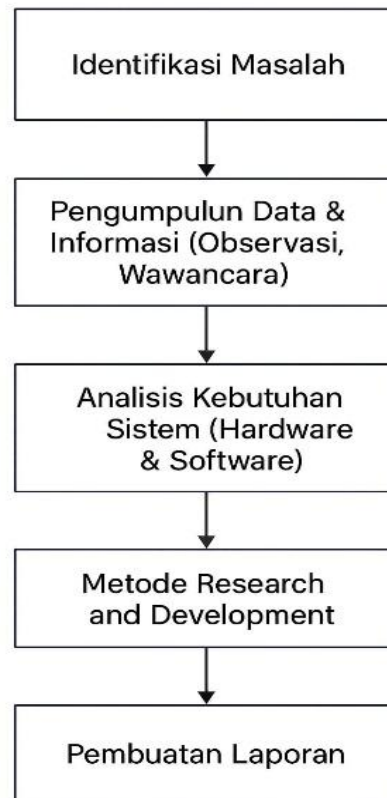
1.7.3 Teknik Penelitian

Berikut adalah point-point yang digunakan dalam Teknik penelitian :

1. Observasi
Observasi dilakukan di lingkungan kantor MI Wathoniyah Waruduwur untuk mengetahui sistem keamanan yang sedang digunakan, serta mengidentifikasi permasalahan yang ada. Selain itu, wawancara dilakukan dengan pihak pengelola kantor untuk menggali kebutuhan sistem keamanan dan fitur yang diharapkan. Data ini digunakan sebagai dasar analisis kebutuhan sistem yang akan dirancang.
2. Wawancara
Dilakukan kepada pihak terkait untuk mengetahui kebutuhan smart door lock fingerprint.
3. Studi Literatur
Tahap ini dilakukan untuk mengkaji teori, konsep, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem keamanan berbasis IoT, fingerprint sensor, serta pengembangan Website. Studi ini menjadi dasar dalam menyusun kerangka

teori dan menentukan arah rancangan sistem. Hasil kajian literatur akan dijabarkan lebih lanjut pada Bab II.

1.8 Kerangka Berfikir



Gambar 1. 1 Kerangka Berfikir

1.9 Sistematika Penulisan

Adapun Sistematika penulisan skripsi ini di susun sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengembangan, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas landasan teori yang relevan dengan topik penelitian, seperti konsep sistem keamanan pintu, teknologi fingerprint, Internet of Things (IoT), mikrokontroler (ESP8266), Website serta hasil-hasil penelitian terdahulu yang mendukung.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, yaitu metode Research and Development (R&D), serta tahapan-tahapan dalam proses pengembangan sistem mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implemtasi, pengujian, hingga pemeliharaan sistem

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan Menyajikan hasil perancangan dan implementasi sistem smart door lock fingerprint berbasis IoT, termasuk penjelasan teknis sistem, hasil pengujian menggunakan black-box testing, serta analisis efektivitas penggunaan sistem di kantor MI Wathoniyah Waruduwur.

5. BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem lebih lanjut atau penerapan pada lingkup yang lebih luas.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penulisan skripsi ini, peneliti mengumpulkan informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari penelitian-penelitian tersebut. Selain itu, peneliti juga mencari informasi dari beberapa sumber yang berkaitan dengan teori-teori yang relevan dengan judul penelitian, sebagai dasar teori ilmiah.

Berikut adalah ringkasan dari beberapa penelitian sebelumnya yang berhasil dikumpulkan :

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No	Judul, Penulis, Tahun	Permasalahan	Solusi	Metode	Hasil
1)	"Perancangan smofi (smoke detector and fingerprint door lock berbasis IoT untuk keamanan dan keselamatan kelas “ Susana Dwi Yuianti, Devina Anggraini, Itsar Hevara, Alfarizki Nurachman / Tahun 2024	Tidak mampu memberikan respon cepat terhadap situasi darurat dan kunci fisik atau kartu akses mudah disalahgunakan atau di retas.	Perancangan dan pengembangan sistem SmoFI (Smoke Detector and Fingerprint Door Lock) berbasis IoT untuk mendeteksi asap dan mengontrol akses masuk kelas melalui verifikasi sidik jari yang terintegrasi dengan aplikasi web	Penelitian ini menggunakan metode <i>prototype</i> dengan tahapan perancangan, pengembangan, implementasi, dan pengujian sistem menggunakan sensor sidik jari. Dilakukan perancangan arsitektur sistem yang mengintegrasikan sensor sidik jari dan sensor asap	Sistem berhasil diuji dan menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan keamanan dan kemudahan akses pengguna

No	Judul, Penulis, Tahun	Permasalahan	Solusi	Metode	Hasil
			secara real-time.	dengan mikrokontroler, serta skema rangkaian elektronik yang dibutuhkan.	
2)	"Protoype system smart door lock dengan time dan fingerprint sebagai alat autentikasi berbasis arduino uno pada ruangan “ / Erick febriyanto padeli, Danang suprayogi / Tahun 2023	Keamanan ruangan masih rendah karena penggunaan kunci konvensional yang mudah dibobol dan pengguna sering lupa mengunci pintu, meskipun sudah hada CCTV.	Mengembangkan sistem pengunci pintu otomatis berbasis waktu (timer) yang terintegrasi dengan sensor sidik jari (fingerprint) sebagai metode autentikasi.	Metode yang digunakan pada penelitian ini yakni metode penelitian studi pustaka dan observasi.	Prototype berhasil dibuat dan dapat meningkatkan keamanan ruangan dengan penguncian otomatis berdasarkan waktu dan pembukaan pintu hanya oleh sidik jari yang terdaftar.
3)	"Rancang bangun smart door lock menggunakan fingerprint dan mikrokontroler Arduino uno di BMT NU Jangkar “ / Ahmad zainur rohman, Sunardi, Akhlis	Keamanan ruangan brankas di BTM NU Jangkar masih menggunakan kunci konvensional yang rawan hilang dan tidak bisa membatasi	Merancang dan membangun sistem <i>smart door lock</i> menggunakan fingerprint dan mikrokontroler Arduino Uno untuk membatasi	Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan perancangan sistem. Fokusnya merancang,	Sistem berhasil dibuat dan diuji. Fingerprint dapat membuka pintu dalam 2 detik dan solenoid terbuka selama 3

No	Judul, Penulis, Tahun	Permasalahan	Solusi	Metode	Hasil
	munazilin / Tahun 2023	akses masuk secara teratur.	akses hanya pada orang yang terdaftar.	membangun, dan menguji prototipe smart door lock berbasis fingerprint dan Arduino Uno.	detik hanya untuk sidik jari yang telah terdaftar, sehingga meningkatkan keamanan ruangan
4)	“Pengembangan system keamanan pintu menggunakan fingerprint dengan system notifikasi berbasis IoT “ / Yusuf mappeasses, Hilda ashari, Hasrul bakri / Tahun 2023	Sistem keamanan pintu masih menggunakan kunci konvensional yang mudah dilumpuhkan dan rawan lupa dikunci, sehingga sering terjadi pencurian di ruang dosen Universitas Negri Makassar.	Mengembangkan sistem smart doorlock berbasis fingerprint dan smartphone yang terhubung dengan Internet of Things (IoT), serta sistem notifikasi dan pencatatan akses.	Penelitian ini menggunakan metode R&D dengan model prototype. Sistem smart door lock berbasis fingerprint dan IoT diuji dengan functionality dan usability testing berdasarkan standar ISO/IEC 25010, dan hasilnya dinilai sangat baik	Sistem berhasil dibangun dan diuji. Pengguna bisa membuka pintu dengan sidik jari atau aplikasi smartphone. Sistem berfungsi baik dengan respon solenoid membuka pintu selama 3 detik, pencatatan akses berhasil, dan dinilai “sangat baik” dalam pengujian

No	Judul, Penulis, Tahun	Permasalahan	Solusi	Metode	Hasil
					functionalit y dan usability.
5)	"Rancang bangun smart door lock fingerprint berbasis IoT dan recording data pada firebase" / M. adonis, Slamet winardi / Tahun 2025	Keamanan ruangan kurang terjamin karena masih menggunakan kunci manual yang mudah diakses orang tidak bertanggung jawab, serta tidak ada pencatatan siapa yang masuk.	Merancang sistem Smart door lock berbasis IoT menggunakan fingerprint scanner dan ESP32 yang dapat mencatat data akses ke Firebase secara otomatis.	Penelitian ini menggunakan metode R&D dengan model prototype untuk merancang smart door lock berbasis fingerprint dan ESP32 yang terhubung dengan IoT. Sistem dilengkapi.	Sistem berhasil diuji dan berjalan sesuai fungsinya. Pengguna dapat membuka pintu dengan sidik jari yang valid, solenoid merespons, dan data akses terekam di Firebase dengan baik.

Penelitian yang di usulkan					
No	Judul, Penulis, Tahun	Permasalahan	Solusi	Metode	Hasil
6)	"Rancang Bangun Smart Door Lock Fingerprint Berbasis IoT dengan NodeMCU	Sistem keamanan pintu di kantor MI Wathoniyah Waruduwur masih	Merancang smart door lock berbasis fingerprint dan IoT yang	Penelitian menggunakan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan	Sistem berhasil dibangun dan diuji, fingerprint bekerja

ESP8266 Terintegrasi Website” / Zulva Fauziah / Tahun 2025	menggunakan kunci manual yang mudah disalahgunaka n dan belum terhubung dengan jaringan internet. Kondisi ini menyebabkan akses pintu tidak dapat dipantau secara real time serta tidak ada pencatatan aktivitas pengguna, sehingga pengelolaan keamanan menjadi kurang efektif.	terintegrasi dengan Website untuk meningkatkan keamanan dan mencatat akses pengguna.	n prototyping. Tahapan penelitian dimulai dari analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, kemudian dilakukan perancangan skema sistem serta antarmuka website.	akurat, pintu terbuka otomatis melalui servo, data akses tercatat, dan keseluruhan sistem berjalan stabil serta lebih aman dibanding kunci konvensional.
--	---	--	---	---

2.2 Keterkaitan Dalam Al-Qur'an

Al-Qur'an berasal dari kata “qaraa” yang berarti “membaca” atau “yang dibaca”. Secara umum, Al-Qur'an adalah sebuah kitab yang berisi perkataan Allah, sebuah mukjizat yang turun kepada Nabi Muhammad SAW melalui malaikat Jibril. Isinya ditulis dalam mushaf yang selalu terjaga keasliannya. Membaca Al-Qur'an dianggap sebagai bentuk ibadah. Selain itu, Al-Qur'an juga menjadi pedoman hidup bagi manusia di dunia dan di akhirat (Syarifah, 2022).

Dalam penelitian ini, sistem smart door lock fingerprint berbasis IoT dengan integrasi Website dirancang untuk meningkatkan keamanan serta membatasi akses hanya kepada pengguna yang berhak .

Allah SWT. Berfirman dalam QS. An-Nisa ayat 58 :

إِنَّ اللَّهَ يَأْمُرُكُمْ أَنْ تُؤَدُّوا الْأَمَانَاتِ إِلَىٰ أَهْلِهَا وَإِذَا حَكَمْتُمْ بَيْنَ النَّاسِ أَنْ تَحْكُمُوا بِالْعَدْلِ إِنَّ اللَّهَ نِعِمَّا يَعِظُكُمْ بِهِ إِنَّ اللَّهَ كَانَ سَمِيعًا ۝٥٨

Artinya : “ Sesungguhnya Allah menyuruh kamu menyampaikan amanah kepada pemiliknya. Apabila kamu menetapkan hukum di antara manusia, hendaklah kamu tetapkan secara adil. Sesungguhnya Allah memberi pengajaran yang paling baik kepadamu. Sesungguhnya Allah maha Mendengar lagi Maha Melihat “ (Qs. An-Nisa : 58).

Menurut tafsir Ibnu Katsir, ayat ini menegaskan pentingnya menjaga amanah dan menyerahkannya hanya kepada yang berhak. Amanah tersebut dalam konteks penelitian ini dapat dimaknai sebagai hak akses ruangan, yang hanya boleh diberikan kepada orang tertentu. Smart door lock fingerprint membantu mewujudkan hal ini karena hanya sidik jari yang telah terdaftar yang dapat membuka pintu.

Ilmu atau pengetahuan adalah usaha yang disadari untuk mencari tahu, menemukan, dan mengingat apa yang dimengerti manusia tentang berbagai hal dalam kehidupan manusia. Hal-hal tersebut dibatasi agar bisa dihasilkan jawaban yang pasti. Ilmu memberikan kepastian dengan membatasi cara pandanganya, dan kepastian dalam ilmu diperoleh karena adanya batasan tersebut. (Afifah et al., 2020).

Surat An-Nur Ayat 27 :

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَدْخُلُوا بُيُوتًا غَيْرَ بُيُوتِكُمْ حَتَّىٰ تَسْتَأْذِنُوا وَتُسَلِّمُوا عَلَىٰ أَهْلِهَا ۚ ذَٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ

Artinya : “ Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu memasuki rumah yang bukan rumahmu sebelum kamu meminta izin dan memberi salam kepada penghuninya. Yang demikian itu lebih baik bagimu agar kamu selalu ingat ”. (QS. An-Nur : 27)

Ayat ini menegaskan larangan memasuki rumah atau ruangan tanpa izin dari pemiliknya. Tafsir Kemenag menjelaskan bahwa perintah meminta izin bertujuan menjaga privasi, keamanan, dan kehormatan penghuni. Prinsip ini sejalan dengan fungsi smart door lock fingerprint yang memastikan hanya orang yang memiliki izin (sidik jari terdaftar) yang bisa mengakses pintu, sehingga mencegah pihak yang tidak berwenang untuk masuk. Dengan demikian, penggunaan smart door lock fingerprint berbasis IoT bukan hanya sebuah inovasi teknologi, tetapi juga menjadi bentuk implementasi nilai-nilai Al-Qur'an dalam menjaga amanah dan keamanan dengan cara yang lebih modern.

Dari penjelasan di atas, menekankan larangan memasuki rumah tanpa izin. Tafsir menjelaskan bahwa amanah mencakup hak atau wewenang yang harus dijaga, dan izin masuk bertujuan melindungi privasi serta keamanan. Hal ini sejalan dengan sistem smart door lock fingerprint berbasis IoT, yang memastikan hanya pengguna dengan sidik jari terdaftar yang dapat mengakses pintu, sehingga menjadi bentuk penerapan nilai Al-Qur'an dalam menjaga amanah, privasi, dan keamanan.

2.3 Smart door lock

Smart door lock adalah istilah dalam bahasa Inggris yang terdiri dari kata "smart" yang berarti pintar dan "door lock" yang artinya kunci pintu. Smart door lock adalah jenis kunci pintu modern yang menggunakan teknologi canggih untuk beroperasi. Pada dasarnya, cara kerjanya menggunakan sistem RFID (*Radio Frequency Identification*). Tujuan utama dari *smart door lock* adalah membatasi siapa saja yang bisa membuka pintu, hanya orang-orang yang memiliki izin tertentu saja. Dengan adanya *smart door lock*, kita bisa lebih yakin tentang keamanan dan kenyamanan di rumah atau tempat kerja (Siswanto et al., 2020).

2.4 Sensor Fingerprint

Sensor fingerprint adalah alat elektronik yang digunakan untuk mengambil gambar digital dari sidik jari. Gambar yang dihasilkan disebut sebagai pemindaian langsung. Proses pemindaian langsung ini melibatkan pengolahan gambar sidik jari digital untuk membuat template sidik jari yang disimpan dan digunakan untuk membandingkan dengan sidik jari lainnya. Sensor ini mampu membaca sidik jari dengan sangat sensitif, baik saat tangan basah maupun kering. Alat ini juga cepat

dalam melakukan pemindaian, pencarian, dan perbandingan pola sidik jari (Setyawan et al., 2021).

Fingerprint merupakan sistem pengaman pintu yang menggunakan autentifikasi biometrik sidik jari. Sistem ini memiliki kelebihan daripada menggunakan RFID maupun tombol keypad karena tidak dapat hilang, tidak dapat lupa karena sidik jari melekat pada manusia dengan keunikannya yang berbeda-beda, dan tidak mudah untuk dipalsukan (Sunardi et al., 2022). Mekanisme kerja dari fingerprint yaitu menempelkan sidik jari ke sensor fingerprint yang Sebelumnya sidik jari sudah terdaftar dalam sistem sebagai database. Setelah sidik jari cocok dengan database, mikrokontroler akan memproses dan membuka kunci secara otomatis.

2.5 Internet Of Things (IoT)

IoT (Internet of Things) adalah konsep yang bertujuan meningkatkan manfaat dari koneksi internet yang selalu aktif. Dalam konsep ini, benda-benda atau perangkat bisa dianggap sebagai entitas virtual yang memiliki identitas unik dalam sistem berbasis internet. Interaksi antar perangkat yang terhubung bisa berlangsung secara otomatis tanpa perlunya campur tangan manusia, baik dalam jarak dekat maupun jauh.

Cara kerja IoT adalah dengan memberi perangkat yang terhubung kemampuan untuk berinteraksi secara otomatis tanpa perlu campur tangan manusia. Internet berperan sebagai jembatan yang menghubungkan antar perangkat tersebut. Sementara itu, pengguna bertugas sebagai orang yang mengatur dan mengawasi agar semua perangkat bekerja dengan baik. Keuntungan dari penggunaan konsep IoT adalah tugas-tugas dapat diselesaikan lebih cepat, lebih mudah, dan lebih efisien (Rahmadhani & Widya Arum, 2022).

Konsep IoT juga mengacu pada skenario dimana objek-objek atau perangkat dapat mentransfer data melalui jaringan tanpa interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Perangkat *IoT* dapat berupa berbagai perangkat dengan sensor internal yang memiliki kemampuan untuk mengumpulkan dan mentransfer data melalui jaringan tanpa intervensi manual. Teknologi yang tertanam dalam objek membantu perangkat IoT berinteraksi dengan kondisi di dalam dan di luar

lingkungan, sehingga memudahkan proses pengambilan keputusan (Yusman et al., 2019).

Beberapa manfaat dan bidang implementasi dari IoT dalam kehidupan sehari-hari meliputi sektor pembangunan, energi, rumah tangga, kesehatan, industri, transportasi, perdagangan, keamanan, serta teknologi dan jaringan. Dengan penerapan IoT, banyak proses dapat menjadi lebih efisien dan memberikan dampak positif dalam berbagai sektor kehidupan manusia.

2.6 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat, mengedit, dan mengirimkan program ke board Arduino. IDE ini berperan sebagai alat untuk mengembangkan aplikasi atau program yang berjalan di *board* Arduino.

Dalam Arduino IDE, pengguna dapat menulis kode pemrograman menggunakan bahasa pemrograman C/C++ dengan dukungan library khusus yang disebut "*Wiring*." Library ini menyediakan fungsi-fungsi untuk melakukan operasi input/output secara mudah pada *board* Arduino. *Wiring library* membuat pemrograman pada *board* Arduino menjadi lebih sederhana karena menyediakan fungsi-fungsi yang telah siap pakai untuk berbagai perangkat dan fitur yang ada di *board* tersebut.

Arduino IDE juga memiliki fitur untuk mengunggah program yang sudah dibuat ke papan Arduino dengan mudah. Proses ini memungkinkan pemrogram untuk melihat hasil kerja program secara langsung di *board* dan melakukan debugging jika diperlukan.

Selain itu, Arduino IDE juga menyediakan berbagai alat bantu seperti syntax highlighting, auto-completion, dan serial monitor untuk memudahkan proses pemrograman dan pengujian program pada *board* Arduino.

Secara keseluruhan, Arduino IDE adalah alat yang penting dan sangat berguna bagi para pengembang dan hobiis yang ingin menciptakan berbagai macam proyek menggunakan *board* Arduino (Fathur Rizky et al., 2023).

Di setiap sketch pada Arduino IDE, terdapat dua fungsi penting yang selalu ada, yaitu ``void setup`` dan ``void loop``.

- 1) `void setup`: Fungsi `void setup` berfungsi untuk melakukan inisialisasi atau konfigurasi awal pada program. Fungsi ini hanya akan dilakukan satu kali pada awal program saat *board* Arduino dinyalakan atau di-reset. Di dalam fungsi `void setup`, biasanya dilakukan penyiapan awal untuk pin digital, pin analog, atau perangkat lain yang akan digunakan dalam program.
- 2) `void loop`: Fungsi `void loop` adalah inti dari program Arduino. Setelah `void setup` dijalankan satu kali, fungsi `void loop` akan terus dijalankan secara berulang tanpa henti. Di dalam fungsi `void loop`, kode program yang ingin dijalankan secara terus-menerus atau dalam pola berulang dapat ditempatkan di sini.

Dengan adanya fungsi `void setup` dan `void loop`, program Arduino dapat melakukan inisialisasi awal dan menjalankan kode program secara berulang untuk menciptakan interaksi dan respons yang diinginkan dari board Arduino terhadap lingkungan atau input yang diberikan.

2.7 Bahasa C/C++

Dalam Bahasa C++ adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Bjarne Stroustrup pada tahun 1983 sebagai perpanjangan dari bahasa C. C++ mendukung pemrograman berorientasi objek, yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak yang mudah untuk dikelola. Bahasa ini memungkinkan pemrogram untuk mengontrol hardware secara langsung, membuatnya ideal untuk pengembangan aplikasi yang membutuhkan kinerja tinggi, seperti sistem mikrokontroler NodeMCU ESP8266. C++ memiliki library yang tersedia di Arduino, memudahkan pengembangan berbagai fungsi seperti komunikasi Wi-Fi, pengendalian relay, dan integrasi dengan layanan web.

C++ adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi perangkat lunak dan sistem komputer. Sebagai turunan dari bahasa C, C++ memperkenalkan fitur-fitur tambahan seperti abstraksi data, overloading operator, dan polymorphism, yang membuatnya ideal untuk membangun aplikasi yang besar dan kompleks. Tujuan utama C++ adalah menyediakan bahasa yang kuat dan fleksibel untuk mengembangkan perangkat lunak yang efisien dan cepat. Dikenal karena kecepatannya, C++ memungkinkan

akses langsung ke memori dan pengoptimalan kode, yang berkontribusi pada peningkatan kinerja dan efisiensi. Selain itu, C++ dirancang untuk mendukung portabilitas antar platform, sehingga kode yang ditulis di satu sistem operasi dapat dijalankan di sistem operasi lain tanpa perlu modifikasi (Kinasih, 2023).

2.7.1 Fungsi C++

1. Pemrograman Sistem

C++ dikenal dengan kecepatan dan efisiensi dalam penggunaan memori, membuatnya ideal untuk pengembangan sistem operasi, driver perangkat keras, dan aplikasi real-time. C++ juga memungkinkan akses langsung ke perangkat keras, memberikan tingkat kontrol yang tinggi atas sistem komputer.

2. Pengembangan Perangkat

C++ digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak untuk sistem embedded, seperti mikrokontroler dan perangkat IoT, karena efisiensi dan kemampuan untuk mengontrol hardware. Serta C++ adalah pilihan populer untuk pengembangan game karena kemampuannya dalam menghasilkan grafis berkualitas tinggi, menangani kompleksitas logika permainan, dan mencapai kinerja optimal.

3. Pemrograman Berorientasi Objek (OOP)

C++ mendukung OOP, memungkinkan pemrograman dengan menggunakan objek, kelas, dan pewarisan, meningkatkan keterbacaan dan pemeliharaan kode. Konsep OOP dalam C++ memungkinkan pembuatan kode yang dapat digunakan kembali dalam proyek yang berbeda.

4. Kinerja Tinggi

C++ dikenal sebagai bahasa yang cepat, membuatnya cocok untuk aplikasi yang membutuhkan kinerja tinggi, seperti simulasi, pemrosesan gambar, dan aplikasi ilmiah. C++ memberikan kontrol penuh atas manajemen memori, memungkinkan pengembang untuk mengoptimalkan penggunaan memori sesuai kebutuhan.

5. Portabilitas

C++ dapat dijalankan pada berbagai platform, termasuk Windows, macOS, Linux, dan sistem operasi lainnya.

2.7.2 Tipe Data Pada C++

Tipe data dalam C++ adalah cara untuk menentukan jenis nilai yang akan disimpan dalam sebuah variabel. Tipe data ini mempengaruhi cara penggunaan variabel dan cara yang digunakan untuk mengoperasikan nilai yang disimpan di dalamnya. Berikut adalah beberapa tipe data yang umum digunakan dalam C++:

1. Boolean (bool) : Digunakan untuk nilai logika yang hanya memiliki dua nilai, yaitu true dan false.
2. Character (char) : Digunakan untuk karakter tunggal, seperti huruf, angka, atau symbol.
3. Integer (int) : Digunakan untuk bilangan bulat, seperti 1, 2, 3, 4, 5, dan seterusnya.
4. Floating Point (float) : Digunakan untuk nilai bilangan decimal seperti 3.14 atau -0.5.
5. Double (double) : Digunakan untuk nilai bilangan desimal yang lebih presisi, seperti 3.14159.
6. Valueless (void) : Digunakan untuk nilai yang tidak memiliki nilai, seperti fungsi yang tidak mengembalikan nilai.
7. String (string) : Digunakan untuk nilai teks yang dapat berupa kalimat, nama, atau kata – kata.
8. Wide Character (wchar_t) : Digunakan untuk nilai karakter yang lebih luas dari karakter biasa, seperti karakter Unicode.

2.8 Node MCU ESP 8266

NodeMCU adalah papan pengembangan untuk produk Internet of Things (IoT) yang menggunakan firmware eLua dan chip ESP8266-12E sebagai System on a Chip (SoC). ESP8266 adalah chip WiFi yang memiliki protocol stack TCP/IP lengkap. NodeMCU bisa dianggap sebagai versi Arduino dari ESP8266. Menggunakan ESP8266 memang agak rumit karena perlu teknik pengkabelan tertentu dan modul tambahan USB to serial untuk mengunduh program. Namun, NodeMCU sudah mengemas ESP8266 ke dalam sebuah papan yang kecil, lengkap dengan fitur seperti mikrokontroler dan kemampuan akses WiFi serta komunikasi USB to serial. Jadi, untuk memprogram NodeMCU cukup menggunakan kabel data

USB yang sama seperti yang digunakan untuk mengisi daya ponsel. Penulis memilih NodeMCU ESP8266 karena mudah dalam penggunaannya, memiliki cukup pin I/O, dan mampu mengakses jaringan internet untuk mengirim atau menerima data melalui koneksi WiFi (Assa & Sompie, 2021).

Pin-pin yang kita gunakan untuk menghubungkan sensor-sensor dan aktuator ke mikrokontroler serta ke Internet :

1. Micro USB : Semua pasti sudah tahu bagian ini. Fungsinya sebagai sumber daya yang bisa terhubung ke port USB. Selain itu, biasanya juga digunakan untuk mengirimkan sketch atau melihat data serial melalui serial monitor di aplikasi Arduino IDE.
2. 3.3V : Digunakan sebagai tegangan untuk perangkat lainnya. Ada 3 tempat untuk 3.3V. Biasanya juga ditulis hanya 3V (sebenarnya tetap 3,3V).
3. GND : Ground. Sebagai tegangan 0 atau nilai negatif untuk mengalirkan arus listrik.
4. Vin : Sebagai sumber daya eksternal yang akan memengaruhi output dari semua pin. Cara penggunaannya adalah dengan menghubungkannya ke tegangan 7 hingga 12 volt.
5. EN, RST : Pin yang digunakan untuk mereset program di mikrokontroler. A0 : Pin analog, digunakan untuk membaca input secara analog.
6. GPIO 1 – GPIO 16 : Pin yang dapat digunakan sebagai input dan output. Pin ini bisa melakukan pembacaan dan pengiriman data secara analog juga.
7. SD1, CMD, SD0, CLK : Pin SPI untuk komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface), di mana kita menggunakan clock untuk sinkronisasi deteksi bit pada receiver.
8. TXD0, RXD0, TXD2, RXD2 : Sebagai interface UART. Pasangannya adalah TXD0 dengan RXD0 dan TXD2 dengan RXD2. TXD1 digunakan untuk upload firmware atau program.
9. SDA, SCL (I2C Pins) : Digunakan untuk perangkat yang membutuhkan komunikasi I2C.

2.9 Solenoid

Solenoid door lock adalah salah satu solenoid yang digunakan khusus untuk mengunci dan membuka pintu. Solenoid ini mempunyai dua sistem kerja, yaitu Normally Close (NC) dan Normally Open (NO). Perbedaanannya adalah jika cara kerja solenoid NC apabila diberi tegangan, maka solenoid NO adalah kebalikannya dari solenoid NC. Biasanya kebanyakan Solenoid door lock Solenoid door lock membutuhkan input tegangan 12V DC, tetapi ada juga solenoid door lock yang hanya membutuhkan input tegangan output dari pin IC digital (Suwartika & Sembada, 2020).

2.10 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel yang pendek dan digunakan untuk menghubungkan bagian-bagian perangkat elektronik atau titik-titik dalam rangkaian pada breadboard atau prototipe. Kabel ini memungkinkan penghubungan listrik sementara tanpa perlu penyolderan. Terdapat beberapa jenis kabel jumper, seperti male to male, male to female, dan female to female, yang masing-masing memiliki ujung konektor logam atau soket untuk koneksi yang berbeda. Konektor biasanya terbuat dari logam seperti tembaga atau baja berlapis emas untuk memastikan konduktivitas yang baik, dan dilindungi oleh plastik atau bahan insulasi lainnya untuk mencegah korsleting. Kabel jumper juga dilapisi oleh bahan isolasi seperti PVC untuk mencegah kontak listrik yang tidak diinginkan dan tersedia dalam berbagai panjang untuk memenuhi kebutuhan konfigurasi rangkaian yang berbeda (Prastyo, 2022).

Kabel jumper sangat berguna dalam tahap pengembangan dan pengujian prototipe, karena memungkinkan perubahan cepat dalam rangkaian tanpa memerlukan penyolderan. Dalam breadboarding, kabel jumper digunakan untuk membuat sambungan antar komponen di breadboard. Kabel jumper adalah alat yang sangat berguna bagi pelajar dan orang yang hobi dengan elektronika untuk membuat dan memodifikasi rangkaian dengan mudah dan aman. Misalnya, saat membuat rangkaian LED sederhana di breadboard, kabel jumper male-to-male dapat digunakan untuk menghubungkan pin output dari mikro kontroler seperti Arduino ke resistor, dan dari resistor ke anoda LED, serta menghubungkan katoda

LED ke ground (GND) pada breadboard. Dengan menggunakan kabel jumper, perubahan konfigurasi rangkaian atau penggantian komponen dapat dilakukan dengan mudah tanpa memerlukan alat khusus atau penyolderan, membuat proses pengembangan dan pengujian jauh lebih efisien dan fleksibel.

2.10.1 Fungsi Kabel Jumper

1. Memungkinkan pengembangan dan pengujian sirkuit elektronik tanpa menyolder komponen secara permanen, yang memungkinkan perubahan dan pengujian sirkuit dengan cepat
2. Kabel jumper menghubungkan berbagai komponen dalam sebuah prototipe sirkuit, seperti resistor, kapasitor, IC, dan modul lainnya. Ini memungkinkan aliran listrik mengalir di antara komponen tersebut.
3. Ada kemampuan untuk digunakan dalam pendidikan dan eksperimen, membantu pengembang memahami konsep dasar elektronik dengan membangun dan menguji sirkuit sederhana.
4. Menggabungkan mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi dengan perangkat seperti sensor, motor, dan modul komunikasi.

2.10.2 Jenis – jenis kabel jumper

1. Male to Male

Kabel jumper laki-laki ke laki-laki (M-M) adalah kabel pendek dengan dua konektor jantan di kedua ujungnya yang sering digunakan dalam elektronika, terutama untuk menghubungkan komponen ke breadboard atau protoboard. Mereka sangat fleksibel dan mudah digunakan untuk membuat rangkaian sementara atau prototipe.

2. Female to Male

Dalam elektronika, kabel jumper *female to male* adalah jenis kabel pendek yang digunakan untuk menghubungkan komponen ke rangkaian. Salah satu fungsi utama dari kabel jumper *male to male* adalah untuk menghubungkan komponen yang memiliki konektor yang berbeda. Namun, kabel jumper *female to male* memiliki dua ujung, masing-masing dengan konektor jantan. seperti menghubungkan input modul betina ke output modul jantan.

3. Female to Female

Kabel jumper *Female to Female* adalah kabel pendek yang memiliki konektor betina di kedua ujungnya. Penggunaan kabel ini umum di dalam bidang elektronika, terutama untuk mengaitkan peranti-peranti yang mempunyai kepala atau pin. Tujuan utama kabel jumper *Female to Female* adalah untuk menyambungkan bagian-bagian yang memiliki header pria di kedua ujungnya. Contohnya, apabila ingin menyambungkan dua sensor yang memiliki header jantan, gunakanlah kabel jumper *Female to Female*.

2.11 Relay

Sensor Relay adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan rangkaian listrik. Saat mendapat masukan arus listrik, relay akan menggerakkan bagian mekanisnya. Relay bekerja berdasarkan prinsip gaya elektromagnetik, sehingga bisa berfungsi sebagai saklar yang dikontrol oleh arus listrik (Siswanto et al., 2020).

2.12 Kabel USB

Kabel USB merupakan komponen krusial dalam penggunaan Aurdino, berfungsi tidak hanya sebagai alat untuk mengunggah program atau sketsa ke papan Aurdino, tetapi juga sebagai sumber daya untuk memberikan daya ke papan tersebut, sehingga memungkinkan pengoperasian tanpa memerlukan daya tambahan. Selain itu, kabel USB juga memungkinkan komunikasi serial antara Aurdino dan komputer, memfasilitasi pertukaran data yang penting dalam berbagai proyek elektronik (T, 2018).

2.13 Motor Servo SG90

Motor servo adalah jenis motor yang memiliki sistem umpan balik tertutup, artinya posisi motor akan diberitahukan kembali ke sistem kontrol di dalam motor tersebut. Input yang diberikan ke sistem kontrol bisa berupa sinyal analog atau digital. Secara umum, motor servo digunakan sebagai aktuator yang membutuhkan presisi dalam menentukan posisi putaran motor. Sudut putaran sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal pada kabel motor. Biasanya, motor servo hanya bergerak sampai mencapai sudut tertentu saja dan tidak berputar terus-menerus. Namun, untuk keperluan tertentu, motor servo bisa dimodifikasi agar bisa bergerak secara kontinu. Komponen potentiometer pada

motor servo SG 90 berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu motor tersebut (Salim et al., 2020).

2.14 Webserver

Web server adalah sistem yang memberikan layanan sesuai dengan permintaan pengguna melalui internet. Web server terdiri dari perangkat keras server, sistem operasi, dan aplikasi yang membantu proses komunikasi menggunakan protokol HTTP. Web server juga disebut sebagai server internet karena memberikan layanan kepada pengguna melalui jaringan internet. Tugas utama web server adalah menerima permintaan dari pengguna dan memberikan respons sesuai dengan permintaan tersebut. Saat ada permintaan untuk dokumen tertentu, web server akan mencari directory dokumen yang diminta, kemudian mengarahkan ke file yang dimaksud untuk permintaan statis, lalu mengirimkan file tersebut dari penyimpanan lokal ke pengguna. Jika permintaan mengenai halaman dinamis, web server akan mentafsirkan permintaan tersebut menjadi program, lalu menjalankan program tersebut dan mengirimkan hasil outputnya ke pengguna internet (Adnan & Kusnawi, 2019).

2.14.1 Web Browser

Web Browser atau biasa disebut browser merupakan suatu program yang dirancang untuk mengambil informasi-informasi dari suatu server komputer pada jaringan internet. Jadi untuk mengakses web diperlukan suatu program yaitu web browser, berkat kemajuan teknologi saat ini web browser dapat digunakan pada mobile. Hal tersebut menjadikan para pengembang web bersaing untuk berinovasi menciptakan web browser, untuk saat ini web browser yang populer adalah Chrome, Opera Mini, dan UC Browser (Abdiati et al., 2021).

2.15 Database MySQL

MySQL adalah program yang biasa dipakai untuk mengelola database. SQL berarti Structured Query Language. MySQL bisa digunakan secara gratis dan memiliki berbagai fitur yang memudahkan dalam mengurus database (Nurhayati et al., 2023).

Menurut Faizal dan Irnawati dalam (Handayani dkk., 2019) MySQL adalah perangkat lunak sistem manajemen database berbasis SQL, atau disebut juga

DBMS. MySQL ini memiliki kemampuan multithread dan multi-user serta telah terinstal sekitar 6 juta kali di berbagai negara di dunia.

2.16 Bahasa Pemrograman

2.16.1 PHP (Hypertext Preprocessor)

PHP adalah bahasa pemrograman yang perintahnya dijalankan oleh server lalu hasilnya ditampilkan di komputer pengguna. *PHP* juga terintegrasi dengan *HTML*, artinya kode *PHP* ditulis bersamaan dengan kode *HTML*. *PHP* dan *HTML* bekerja sama sebagai dua bahasa pemrograman yang saling mendukung. Meskipun ada orang yang menganggap *HTML* bukanlah bahasa pemrograman. *PHP* sendiri adalah bahasa pemrograman sumber terbuka yang bisa didownload secara gratis (Nila Dewi & Anggara Wijaya, 2022).

Beberapa kelebihan bahasa pemrograman *PHP* sebagai berikut (Wijaya et al., 2022) :

1. Keamanan

Keamanan program tidak hanya bergantung pada sistem operasi, tetapi juga sangat penting. *PHP* menyediakan tiga metode otentikasi pengguna, yaitu otentikasi *HTTP*, cookie, dan sesi. Selain itu, *PHP* juga memiliki beberapa fungsi untuk keamanan, seperti *crc32*, *crypt*, *md5*, *base64-decode*, *base64-encode*, dan masih banyak lagi.

2. Integritas dan Database

PHP terutama mendukung integritas *database*, kecepatan dan efisiensi dengan menggunakan database relasional seperti *MySQL*, *PostgreSQL*, *Oracle*, *SQLite*, dan lain-lain.

3. Cross-Platform

PHP mendukung berbagai sistem operasi seperti *Linux*, *Windows*, *Mac OS* dan lain-lain.

4. Reliabilitas

PHP adalah bahasa pemrograman berbasis *web*. Alasan utamanya adalah dukungan dokumentasi yang lengkap, keamanan informasi dan komunitas *helpdesk* yang besar yang membantu pengembang web sistem menggunakan *PHP*.

5. Harga

PHP dilisensikan di bawah *GPL (GNU Public License)*. Artinya *PHP* bebas digunakan dan dibagikan serta gratis. Ada juga banyak hosting gratis dan tidak terbatas di luar sana sekarang mendukung *PHP*.

6. Kemudahan bermigrasi

Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja dan menambahkan fitur baru. Keunggulan ini karena dukungan *PHP* yang besar, sehingga *PHP* terus dikembangkan.

2.16.2 CSS

Cascading Style Sheet (CSS) adalah aturan yang digunakan untuk mengatur berbagai bagian dalam sebuah website agar tampil lebih terorganisir dan memiliki kesatuan. CSS bukan termasuk dalam kategori bahasa pemrograman. Seperti halnya *style* dalam program pengolah teks seperti Microsoft Word, CSS juga bisa mengatur berbagai gaya, seperti judul, subjudul, teks utama, footer, gambar, serta gaya lainnya yang bisa digunakan secara bersamaan dalam beberapa file. Secara umum, CSS digunakan untuk menata tampilan halaman web yang dibuat dengan bahasa HTML dan XHTML. CSS juga bisa mengontrol ukuran gambar, warna bagian teks, warna tabel, ukuran dan warna border, warna tautan, warna saat mouse menghover, jarak antara paragraf, jarak antar teks, serta margin kiri, kanan, atas, dan bawah, dan parameter lainnya. CSS adalah bahasa style sheet yang digunakan untuk mengatur tampilan dokumen. Dengan adanya CSS memungkinkan kita untuk menampilkan halaman yang sama dengan format yang berbeda (Saputra, George, et al., 2023).

2.16.3 HTML

Hyper Text Markup Language (HTML) merupakan bahasa markah standar yang digunakan untuk membuat dan merancang halaman web. HTML berfungsi sebagai kerangka dasar dari sebuah laman web yang terdiri atas elemen-elemen seperti teks, gambar, tautan (link), serta struktur dokumen lainnya. Dalam pengembangannya, HTML bekerja sama dengan Cascading Style Sheets (CSS) dan JavaScript untuk menciptakan tampilan serta interaktivitas pada halaman web. Hypertext Markup Language atau disingkat HTML. Disebut hypertext karena

dalam script HTML kita bisa membuat teks menjadi tautan, sehingga pengguna bisa menjelajah ke halaman lain dengan mengklik teks tersebut. Teks yang berisi tautan ini disebut hypertext karena sebenarnya sebuah website adalah dokumen yang memiliki banyak tautan untuk menghubungkan satu dokumen dengan dokumen lainnya. Disebut markup language karena script HTML menggunakan tanda-tanda, dalam bahasa Inggris disebut "mark", untuk menandai bagian-bagian teks agar teks itu bisa ditampilkan atau memiliki fungsi tertentu. Dalam praktiknya, tanda-tanda atau mark ini disebut dengan istilah "tag". HTML sendiri merupakan bahasa dasar dalam pembuatan website (Saputra, Pakpahan, et al., 2023).

2.16.4 Bootstrap

Bootstrap adalah paket aplikasi yang sudah siap digunakan untuk membuat bagian depan (*frontend*) sebuah website. Dalam hal ini, *Bootstrap* bisa dianggap sebagai template desain web dengan berbagai fitur tambahan. *Bootstrap* dibuat agar proses pembuatan desain website lebih mudah, baik untuk pemula maupun pengguna yang sudah berpengalaman. Dengan memahami dasar-dasar HTML dan CSS, Anda sudah bisa menggunakan *Bootstrap*. Paket *Bootstrap* terdiri dari berbagai file CSS, font, dan *JavaScript* yang bisa diintegrasikan ke dalam dokumen HTML dengan cara tertentu. Dokumen HTML yang dihasilkan akan berjalan secara dinamis. tampil dalam layout yang disesuaikan dengan ukuran layar piranti pengunjung. Daya tarik *bootstrap* terletak pada kemudahan dan kepraktisan penggunaannya. Tata *layout* dan pewarnaannya juga bersih, simpel, indah, dan berkesan modern. Selain itu, mengingat akses web *viapiranti mobile* semakin meningkat tajam, maka pendekatan desain web *responsive* dan *mobile-friendly* yang ditawarkan *Bootstrap* pun juga menjadi solusi praktis dan murah bagi para pengembang web (Dwi Pritama & Hidayat, 2020).

2.17 Tools Aplikasi Pengembangan

2.17.1 Xampp

XAMPP adalah paket perangkat lunak yang memberikan lingkungan pengembangan web lengkap dan siap digunakan. Kata "X" dalam XAMPP mewakili dukungan untuk berbagai platform seperti Windows, Linux, macOS, dan lainnya. Di dalamnya terdapat Apache sebagai server web, MySQL sebagai sistem

manajemen basis data, PHP sebagai bahasa pemrograman, serta Perl sebagai bahasa pemrograman tambahan.

XAMPP dirancang agar mudah digunakan dan dikonfigurasi, sehingga memudahkan Anda dalam mengembangkan dan menjalankan aplikasi web secara lokal. Dengan XAMPP, Anda bisa menginstal dan menjalankan server web Apache, server basis data MySQL, layanan FTP, serta bahasa pemrograman PHP dan Perl di komputer Anda. Hal ini memungkinkan Anda menguji dan mengembangkan aplikasi web secara mandiri sebelum memasangnya di server nyata (Parlaungan S. & Wisnu, 2020).

2.17.2 Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah alat untuk menulis kode yang ringan dan bisa digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan. Alat ini dibuat oleh perusahaan Microsoft dan menjadi salah satu pilihan favorit banyak pembuat perangkat lunak. VS Code dirancang agar bisa digunakan dengan berbagai bahasa pemrograman dan sistem, serta memiliki berbagai fasilitas yang membantu dalam proses pembuatan aplikasi. Berikut beberapa fitur utama dari Visual Studio Code :

1. Visual Studio Code memiliki antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan. Ini menawarkan tata letak yang bersih dan sederhana, dengan fitur-fitur yang mudah diakses melalui bilah alat dan menu konteks.
2. Visual Studio Code juga memeriksa kesalahan saat Anda menulis kode, memberi saran perbaikan dan pemberitahuan tentang kesalahan yang bisa membantu Anda menemukan dan memperbaiki bug.
3. Visual Studio Code memiliki fitur otomatisasi tugas yang bisa mempercepat proses pengembangan. Anda bisa membuat dan menjalankan tugas dengan satu klik untuk melakukan kompilasi kode, menjalankan skrip, atau melakukan tugas lainnya. Selain itu, Visual Studio Code juga menyediakan fitur debugging yang terintegrasi, sehingga memudahkan Anda dalam menganalisis dan memperbaiki bug di dalam kode.

Visual Studio Code bisa digunakan untuk mengembangkan berbagai jenis aplikasi, seperti aplikasi web, aplikasi mobile, aplikasi desktop, dan lainnya. Dengan dukungan ekstensi yang kuat, pengguna bisa menyesuaikan editor sesuai dengan

preferensi mereka dan meningkatkan efisiensi alur kerja pengembangan mereka (Kurniawan & Romzi, 2022).

2.17.3 Firebase API

Firebase merupakan layanan dari Google yang memberikan kemudahan bagi para pengembang aplikasi dalam proses pengembangannya. Sebagai *BaaS* (Backend as a Service), Firebase menawarkan solusi yang mempercepat pekerjaan para pengembang. Dengan menggunakan Firebase, para pengembang aplikasi dapat lebih fokus mengembangkan fitur-fitur aplikasi tanpa harus mengalokasikan banyak tenaga untuk mengurus bagian backend.

Produk Firebase yang pertama adalah Realtime Database. Realtime Database digunakan oleh para developer untuk menyimpan data dan melakukan sinkronisasi ke banyak pengguna (Ilhami, 2018).

Ada Jenis atau fitur tersedia dari Firebase, antara lain:

1. Firebase Analytics

Fitur Analytics adalah salah satu fitur di Firebase yang digunakan untuk mengumpulkan data dan membuat laporan mengenai aplikasi Android atau iOS. Data yang dikumpulkan bisa beragam. Misalnya, kamu bisa membuat laporan hanya untuk pengguna di Indonesia atau negara lain seperti Singapura. Kamu juga bisa mengetahui bagian mana di aplikasi yang paling sering digunakan oleh pengguna. Fitur ini memiliki keuntungan yang memungkinkan kita untuk membagi pengguna menjadi kelompok-kelompok berdasarkan atribut pengguna. Atribut pengguna adalah suatu parameter yang bisa digunakan sebagai filter untuk tujuan laporan dan pengiriman notifikasi. Contohnya pada aplikasi toko online. Dengan atribut pengguna, kamu bisa mengetahui berapa banyak pengguna yang membeli handphone merek "O" atau bahkan mengetahui jam berapa transaksi yang dilakukan pengguna sering terjadi.

2. Authentication

Firebase Authentication adalah salah satu layanan back-end, fitur untuk Android dan iOS, SDK yang mudah digunakan, serta antarmuka yang sudah siap digunakan untuk mengautentikasi pengguna ke aplikasi yang kamu buat. Firebase Authentication mendukung metode autentikasi menggunakan nomor telepon, kata

sandi, serta penyedia identitas populer seperti Google, Facebook, dan lainnya. Firebase Authentication juga terintegrasi dengan berbagai fitur layanan Firebase lainnya. Sistem ini menggunakan berbagai standar industri seperti OAuth 2.0 dan OpenID Connect, sehingga memudahkan integrasi dengan backend yang kamu kembangkan sendiri. Kamu juga bisa memudahkan pengguna untuk masuk ke aplikasi dengan menggunakan Firebase UI, sebagai alternatif yang bisa langsung digunakan tanpa perlu mengembangkan ulang fitur autentikasi.

3. Cloud Firestore

Cloud Firestore adalah database yang bersifat fleksibel dan terukur untuk pengembangan perangkat seperti seluler, web, dan server di Firebase dan Google Cloud Platform. Seperti halnya Firebase Realtime Database, Cloud Firestore membuat data kamu tetap terhubung di aplikasi pengguna melalui fitur listener real-time, serta menawarkan layanan bekerja secara offline untuk aplikasi mobile dan web. Dengan cara ini, kamu bisa membuat aplikasi yang kuat, responsif, dan mampu berjalan tanpa tergantung pada kualitas koneksi internet. Cloud Firestore adalah database NoSQL yang disimpan di awan dan bisa diakses melalui SDK yang resmi oleh aplikasi iOS, Android, dan web.

4. Firebase Cloud Messaging and Notifications

FCM (*Firebase Cloud Messaging*) memberikan koneksi yang stabil dan hemat baterai antar server maupun perangkat. Dengan demikian, kamu bisa mengirim serta menerima pesan dan notifikasi di Android, iOS, dan web tanpa perlu bayar biaya. Untuk mengirim pesan ke audiens tertentu, kamu bisa memilih segmen yang sudah ditentukan sebelumnya, seperti berdasarkan demografi atau perilaku pengguna. Kamu juga bisa mengirim pesan hanya ke satu perangkat untuk mendapatkan data yang lebih detail, biasanya digunakan saat melakukan uji coba. Pesan notifikasi ini sudah terintegrasi dengan *Google Analytics for Firebase*, sehingga kamu bisa melihat interaksi dan pelacakan konversi secara rinci. Dengan begitu, kamu bisa memantau efektivitasnya dari satu dashboard saja tanpa harus menulis kode atau membuat program sendiri.

5. Real-time Database

Real-time Database adalah jenis basis data yang dirancang untuk memproses dan mengelola data secara langsung, tanpa penundaan. Berikut adalah penjelasan sederhana tentang Real-time Database.

Firebase Realtime Database adalah database NoSQL yang di-hosting di cloud dan dapat digunakan untuk menyimpan dan menyinkronkan data antarpengguna secara real time.

2.18 Tools Perancangan

2.18.1 Unified Modeling Language (UML)

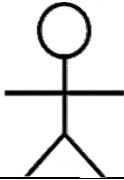
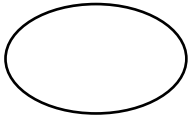
UML (Unified Modeling Language) Merupakan sebuah bahasa yang divisualisasikan dalam bentuk gambar atau grafik yang berfungsi untuk memberikan gambaran dan spesifikasi dalam pembangunan dan dokumentasi dari sebuah pengembangan sistem berorientasi objek (*object oriented*) (Narulita et al., 2024).

Pada penelitian ini, penggunaan UML tidak hanya berfungsi untuk menggambarkan sistem yang berorientasi objek, tetapi juga sebagai alat bantu untuk memvisualisasikan alur kerja, interaksi pengguna, dan proses sistem Smart Door Lock berbasis IoT. UML digunakan agar rancangan sistem dapat lebih mudah dipahami secara visual dan terstruktur.

2.18.2 Use Case Diagram

Diagram use case adalah salah satu jenis diagram UML yang digunakan untuk menunjukkan bagaimana sistem berinteraksi dengan para pengguna atau aktor. Use case menjelaskan berbagai jenis interaksi yang terjadi antara pengguna sistem dan sistem itu sendiri. Simbol pada Use Case Diagram dapat dilihat pada tabel berikut ini :

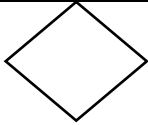
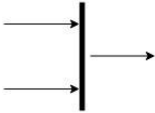
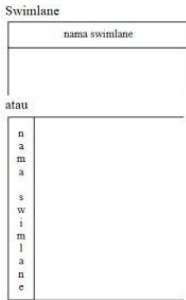
Tabel 2. 2 Use Case Diagram

No.	Simbol	Keterangan
1.		Aktor Simbol ini mewakili set peran pengguna saat menghubungkan atau interaksi dengan kasus penggunaan.
2.		<i>Use Case</i> Deskripsi interaksi atau hubungan antara aktor dengan sistem.
3		Asosiasi Penghubung antara objek dengan objek lainnya.
4.		<i>Ektend</i> Menjelaskan jika use case memiliki kondisi terpenuhi maka use case lainnya adalah tambahan fungsional
5.		<i>Include</i> Menjelaskan jika use case sudah selesai adalah fungsionalitas dari use case lain
6.		Generalisasi Menggambarkan spesialisasi aktor untuk dapat berpartisipasi dengan use case.

2.18.3 Activity Diagram

Activity Diagram merupakan penggambaran alur kerja (workflow) dan juga aktivitas lain dari suatu sistem atau proses bisnis yang ada pada perangkat tersebut perangkat lunak.

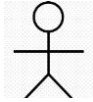
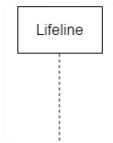
Tabel 2. 3 Activity Diagram

No.	Simbol	Keterangan
1.		Node Awal Keadaan awal suatu objek pada sistem.
2.		Aktivitas Aktivitas satu sistem agar menjadi berinteraksi satu sama lain.
3.		Percabangan / <i>Decision</i> Cabang yang digunakan jika ada tindakan atau apa pun keputusan lebih dari satu akan diambil.
4.		Penggabungan / <i>Join</i> Menggabungkan lebih dari satu aktivitas.
5.		<i>Final</i> Keadaan akhir suatu objek pada sistem
6.		<i>Swimlane</i> Tunjukkan organisasi penjamin emisi bertanggung jawab atas aktivitas masa lalu terjadi.

2.18.4 Sequence Diagram

Sequence Diagram menggambarkan aktivitas antara suatu objek dengan objek lain melalui pesan yang dikirim dan diterima antar objek.

Tabel 2. 4 Sequence Diagram

No.	Simbol	Keterangan
1.		<i>Actor</i> Pengguna yang berinteraksi dengan sistem.
2.		<i>LifeLine</i> Antarmuka untuk awal dan akhir pesan.
3.		<i>Message</i> Sebuah pesan dari satu objek ke objek lain.
4.		<i>Message to self</i> Aktivitas atau pesan yang berisi aktivitas diri.

2.18.5 Class Diagram

Class Diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antar kelas dalam model desain suatu sistem, perbedaannya cukup mendasar antara satu kelas dengan kelas lainnya, dan juga menjelaskan di mana subsistem itu berada kelas itu. Diagram kelas menunjukkan tanggung jawab entitas yang akan menentukan perilaku sistem.

Tabel 2. 5 Class Diagram

No.	Simbol	Keterangan
1.		<i>Generalization</i> Ini adalah relasi atau hubungan antar kelas memiliki arti umum.
2.		<i>Collaboration</i> Deskripsi urutan tindakan ditampilkan oleh sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi seorang aktor.

3.		<i>Class</i> Class dalam struktur sistem.
4.		<i>Realization</i> Suatu kelas harus diwajibkan untuk mengikuti aturan yang telah ditetapkan kelas lain karena sudah memiliki hubungan.
5.		<i>Dependency</i> Kelas relasi yang memiliki ketergantungan dengan kelas lain karena tidak memiliki elemen mandiri.
6.		<i>Association</i> Hubungan antara satu kelas dengan kelas lainnya.

2.19 Figma

Figma adalah alat desain berbasis web yang digunakan untuk membuat antarmuka pengguna (UI), desain web, prototipe, dan memungkinkan kolaborasi tim secara real-time. Figma memudahkan desainer dan tim untuk bekerja bersama dalam satu proyek tanpa harus mengirim file berulang kali, karena semua pekerjaan tersimpan di cloud.

Figma adalah salah satu tool berbasis web yang memungkinkan desainer bekerja kapan saja dan di mana saja melalui internet. Biasanya, Figma digunakan untuk merancang antarmuka aplikasi. Dalam pengembangan aplikasi baru, Figma memungkinkan tim untuk berkolaborasi dalam proses desain. Figma dapat dijalankan di sistem operasi Windows dan macOS untuk versi desktop (Thomas Albert, 2021).

Fitur utama Figma berfokus pada desain UI dan UX, membantu merancang tampilan aplikasi dan menciptakan pengalaman pengguna yang baik saat menggunakan aplikasi. Beberapa tools yang memiliki kemiripan seperti Figma adalah Sketch dan Adobe XD dan yang membedakannya hanya pada fitur. Berikut adalah fitur – fitur utama yang ada pada figma:

1. Desain Vector-Based : Mirip seperti Adobe XD atau Sketch, Figma menggunakan desain berbasis vektor sehingga desain yang dihasilkan bisa diubah ukurannya tanpa kehilangan kualitas.
2. Kolaborasi Real-time : Figma memungkinkan banyak orang mengerjakan desain yang sama secara bersamaan, mirip dengan Google Docs. Setiap perubahan yang dibuat dapat langsung dilihat oleh anggota tim lainnya.
3. Prototyping : Figma juga mendukung pembuatan prototipe interaktif, di mana pengguna dapat membuat animasi sederhana untuk menunjukkan alur pengguna (user flow).

Integrasi dengan Developer : Figma menyediakan alat bagi developer untuk melihat dan mengambil spesifikasi desain (misalnya, ukuran, warna, font) untuk membantu mereka mengimplementasikan desain ke dalam kode. Berikut beberapa fungsi yang ditawarkan oleh figma :

1. Membuat Wireframe Aplikasi

Sebelum memulai desain aplikasi, para UI/UX Designer biasanya membuat gambaran kasar atau kerangka desain terlebih dahulu.

Kerangka ini disebut dengan wireframe. Tujuannya adalah untuk menampilkan struktur dasar desain sebelum diubah menjadi bentuk yang lebih visual.

2. Desain UI Aplikasi dan Website

Salah satu fungsi utama dari figma adalah membuat desain antarmuka pengguna (UI) untuk aplikasi, baik website.

2.20 Black Box Testing

Blackbox testing adalah cara menguji perangkat lunak yang menekankan pada pengujian fungsi dan cara kerja luar sistem tanpa perlu tahu bagian dalam atau cara sistem bekerja secara rinci. Dalam metode ini, sistem dianggap seperti kotak

hitam, artinya hanya input dan output yang diamati, bukan bagaimana sistem memproses input untuk menghasilkan output.

Tujuan utama blackbox testing adalah memastikan sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan yang ditentukan, serta menemukan masalah atau kelemahan dalam fungsionalitas sistem. Pendekatan ini memungkinkan tim pengujian untuk memandang sistem dari perspektif pengguna eksternal yang tidak tahu detail kode atau desain internal sistem.

Keuntungan blackbox testing adalah tidak memerlukan pengetahuan mendalam tentang kode atau struktur sistem, sehingga bisa dilakukan oleh tim pengujian yang bekerja sendiri tanpa melibatkan tim pengembang. Namun, kekurangannya adalah cakupan pengujian bergantung pada pemahaman yang baik tentang spesifikasi dan kebutuhan sistem yang diuji (Febriyanti et al., 2021).

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Penulis melakukan penelitian berdasarkan fokus penelitian fakta – fakta yang ada dilapangan :

- a. Tempat : MI Wathoniyah Warduwur
- b. Alamat : Waruduwur, jl pangeran sedalautan no 7 Waruduwur, Kec. Mundu, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat 45173

3.1.2 Waktu

Tabel 3. 1 Waktu Pengerjaan

No	Kegiatan	Bulan				
		Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1	Penyusunan dan pengajuan proposal					
2	Izin penelitian					
3	Pengumpulan data					
4	Pembuatan aplikasi					
5	Penyusunan laporan					

3.2 Analisis Sistem

3.2.1 Analisis Masalah

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan studi literatur yang dilakukan di kantor MI Wathoniyah Waruduwur, ditemukan beberapa permasalahan utama pada sistem keamanan akses ruang kantor :

1. Sistem keamanan pintu masih bersifat manual dan menggunakan kunci konvensional, sehingga rentan terhadap kehilangan, penggandaan kunci, dan penyalahgunaan oleh pihak yang tidak berkepentingan.
2. Tidak tersedia autentikasi berbasis biometrik seperti sensor fingerprint yang dapat memastikan hanya pengguna terdaftar yang memiliki akses.

3. Tidak ada pemantauan akses secara real-time, sehingga aktivitas masuk ruangan tidak terdokumentasi dengan baik.
4. Admin tidak dapat melakukan pengelolaan data akses (menambah atau menghapus hak akses pengguna) secara mudah dan terpusat melalui platform digital.
5. Kinerja yang sepenuhnya manual menyebabkan kurang efisien dan tidak sesuai dengan kebutuhan modernisasi kantor.

Permasalahan tersebut memerlukan pengembangan keamanan pintu berbasis IoT dan teknologi biometrik yang lebih canggih dan terintegrasi.

3.2.2 Analisis Pengguna

Pengguna smart door lock fingerprint berbasis IoT ini dapat dikategorikan sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Analisis Pengguna

Pengguna	Kebutuhan
Admin / Pengelola Kantor	1. Menambah/menghapus data sidik jari pengguna 2. Melihat riwayat akses pintu secara realtime. 3. Mengontrol status kunci pintu dari website.
Pegawai/Staff Kantor	1. Melakukan autentikasi pintu menggunakan sidik jari. 2. Mendapatkan akses yang cepat dan aman ke ruangan kantor.

3.2.3 Analisis Data Guru

Data guru yang digunakan dalam sistem smart door lock fingerprint merupakan komponen penting dalam proses autentikasi dan pengelolaan akses ke ruangan kantor. Setiap guru atau pegawai yang memiliki hak akses akan didaftarkan ke dalam sistem menggunakan data identitas dan data biometrik (sidik jari). Adapun data yang dianalisis dan digunakan :

Tabel 3. 3 Analisis Data Guru

No	Jenis Data	Deskripsi
1.	ID Sidik Jari	Nomor unik yang merepresentasikan setiap pengguna dalam sistem
2.	Nama Guru	Nama lengkap guru atau pegawai yang terdaftar di sistem.
3.	Waktu Pendaftaran	Timestamp saat sidik jari didaftarkan ke dalam sistem.
4.	Status Akses	Menunjukkan apakah guru memiliki akses aktif atau sudah dihapus.

Data ini akan disimpan dalam struktur database Firebase pada node fingerprints, yang mencatat setiap ID sidik jari, nama pemilik, dan waktu pendaftaran. Saat guru melakukan autentikasi menggunakan fingerprint, sistem akan mencocokkan sidik jari dengan data yang tersimpan untuk menentukan apakah akses diizinkan atau ditolak.

Sistem juga mencatat log aktivitas setiap kali guru melakukan akses, termasuk waktu akses dan hasil autentikasi (berhasil/gagal), yang disimpan di node access_log. Informasi ini berguna bagi admin untuk memantau kehadiran, aktivitas akses, serta sebagai bagian dari evaluasi keamanan dan kehadiran pegawai.

Tabel 3. 4 Data Nama Guru

NO	Data Nama Guru
1.	Ulpah, S.Ag
2.	Idah Faridah, S.Pd
3.	Khuriyah, S.Pd
4.	Nurjannah, S.Pd.I
5.	Sri Utami, S.E
6.	Intan Permatasari
7.	Nurul Kholifah
8.	Toin, S.Pd.I
9.	Makhmud, S.Ak
10.	Mohammad Ali

3.2.4 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil analisis masalah dan identifikasi kebutuhan pengguna, sistem yang akan dikembangkan memiliki beberapa kebutuhan utama yang harus dipenuhi agar dapat berfungsi secara optimal dan sesuai dengan tujuan penelitian. Kebutuhan sistem ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

Tabel 3. 5 Kebutuhan Fungsional

No	Kebutuhan Fungsional
1.	Sistem harus dapat melakukan autentikasi pengguna melalui sensor fingerprint yang terpasang di pintu
2.	Sistem harus memverifikasi sidik jari dengan cepat dan akurat.
3.	Sistem harus membuka kunci pintu secara otomatis menggunakan relay dan solenoid setelah autentikasi sukses.
4.	Sistem mencatat hasil autentikasi (berhasil/gagal) ke firebase secara real-time.
5.	Website harus menyediakan fitur untuk menambah dan menghapus data pengguna.
6.	Website harus dapat digunakan untuk mendaftar sidik jari pengguna baru
7.	Admin dapat mengelola hak akses pengguna melalui antarmuka website.
8.	Admin dapat melihat riwayat autentikasi pengguna website.
9.	Admin dapat mengontrol status kunci pintu secara online melalui website.
10.	NodeMCU harus mampu berkomunikasi dengan Firebase untuk sinkronisasi status dan kontrol.
11.	Sistem mencatat waktu akses, identitas pengguna, dan hasil autentikasi secara lengkap.

Tabel 3. 6 Kebutuhan Non-Fungsional

No	Kebutuhan Non-Fungsional
1.	Penyimpanan data sidik jari dilakukan secara lokal pada sensor fingerprint untuk menjaga kerahasiaan.
2.	Sistem harus tetap berfungsi dengan baik pada jaringan Wi-Fi dengan bandwidth terbatas.
3.	Protokol komunikasi dan sinkronisasi data harus dioptimalkan untuk respons yang cepat.

4.	Waktu respon maksimal dari tempel sidik jari hingga pintu terbuka adalah 3 detik.
5.	Website harus mendukung autentikasi admin menggunakan Firebase Authentication.
6.	Antarmuka website harus responsif dan mudah digunakan tanpa keahlian teknis khusus.

3.2.5 Analisis Kebutuhan Perangkat

1. Perangkat Keras (Hardware)

Berikut ini adalah perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan system yaitu :

A. Laptop dan Spesifikasi :

1. Windows 11 Home Single Language
2. *Processor* Intel(R) Celeron(R) N4020 CPU @ 1.10GHz 1.10 GHz
3. RAM 4,00 GB (3,65 GB usable)

B. Komponen yang dibutuhkan :

1. NodeMCU ESP8622 : Mikrokontroler utama untuk mengontrol sistem.
2. Sensor Fingerprint : Sebagai autentikasi biometrik.
3. Relay Modul : Untuk mengontrol arus solenoid door lock.
4. Solenoid Door Lock : Mekanisme pengunci pintu utama.
5. Motor Servo SG90 : Sebagai penggerak tambahan (misalnya sebagai pengunci cadangan atau indikator posisi pintu).
6. Power Supply 5V DC : Sumber daya untuk seluruh sistem.
7. Breadboard dan Kabel Jumper : Media perakitan rangkaian.
8. Buzzer : Alrm saat sidik jari masuk atau tidak terdeteksi

2. Perangkat Lunak (Software)

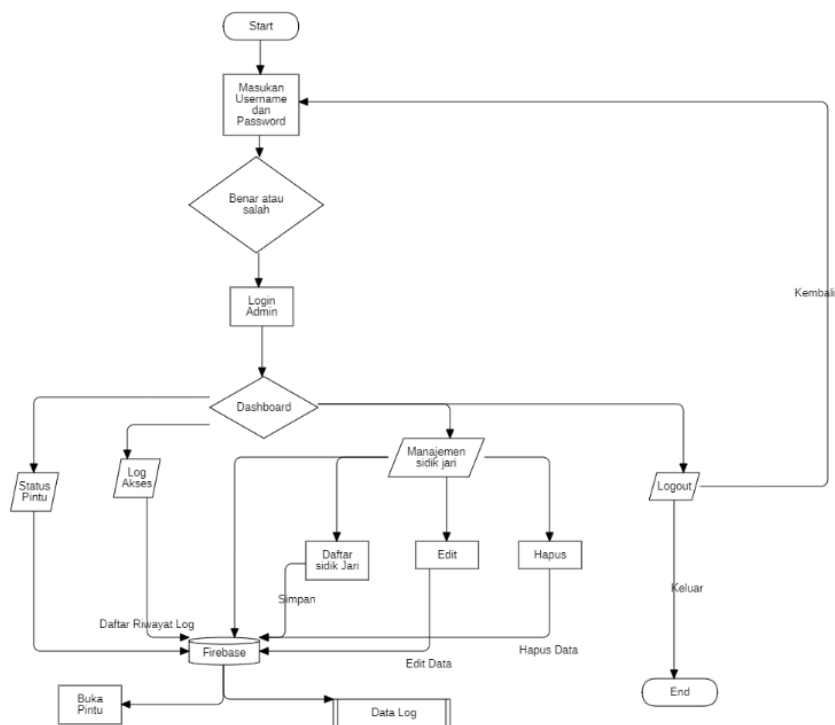
Berikut ini adalah perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem yaitu :

1. Arduino IDE : Untuk pemrograman NodeMCU ESP8266 menggunakan bahasa C++.
2. Firebase : Sebagai backend penyimpanan data pengguna, riwayat akses, dan autentikasi admin website.

3. Website (PHP/MySQL atau Firebase Realtime Database) : Untuk antarmuka pengelolaan pengguna dan monitoring akses.
4. Browser Web : Sebagai media akses website admin.

3.3 Flowchart

3.3.1 Flowchart Alur Sistem



Gambar 3. 1 Flowchart Alur Sistem

Flowchart ini mengilustrasikan alur kerja sebuah sistem manajemen akses, dimulai dari titik "Start".

Pertama, pengguna diminta untuk "Masukan Username dan Password". Sistem kemudian akan memvalidasi input tersebut dengan percabangan "Benar atau salah". Jika kredensial benar, pengguna akan diarahkan ke "Login Admin", yang kemudian akan membawa mereka ke "Dashboard".

Dari "Dashboard", pengguna memiliki beberapa pilihan utama:

1. Status Pintu: Pengguna dapat melihat "Status Pintu". Dari sini, ada opsi untuk "Buka Pintu". Tindakan ini, seperti yang diindikasikan oleh garis

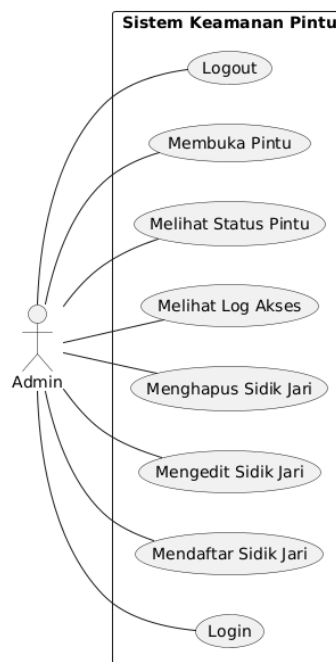
panah, akan berinteraksi dengan "Firebase" (kemungkinan untuk memperbarui status atau mencatat aktivitas) dan "Data Log".

2. Log Akses: Pengguna dapat mengakses "Log Akses", yang juga akan berinteraksi dengan "Firebase" untuk menampilkan data log terkait.
3. Manajemen Sidik Jari: Opsi ini memungkinkan pengguna untuk mengelola data sidik jari. Di dalamnya terdapat sub-opsi:
 - a) "Daftar sidik jari": Untuk mendaftarkan sidik jari baru, yang akan disimpan ke "Firebase".
 - b) "Edit": Untuk mengubah data sidik jari yang sudah ada.
 - c) "Hapus": Untuk menghapus data sidik jari. Operasi "Edit" dan "Hapus" ini juga akan berinteraksi dengan "Firebase" untuk memodifikasi atau menghapus data.

Akhirnya, dari "Dashboard", pengguna dapat memilih "Logout" untuk mengakhiri sesi, yang akan membawa alur ke titik "End". Secara keseluruhan, "Firebase" berperan sebagai pusat penyimpanan data utama untuk berbagai fungsi sistem ini, termasuk status pintu, log akses, dan manajemen sidik jari.

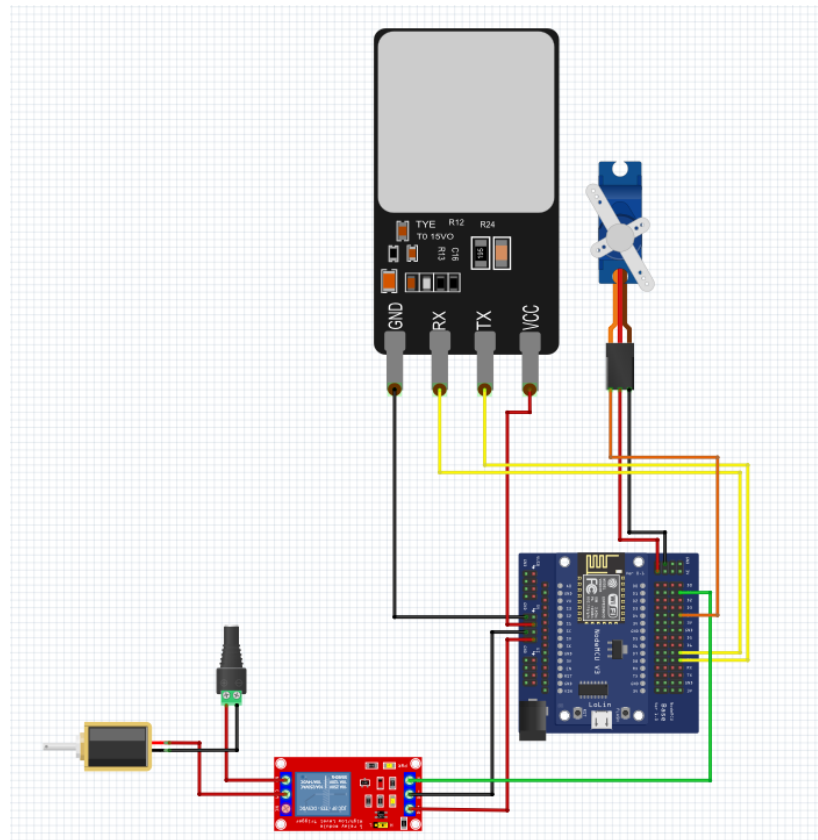
3.3.2 Use Case Diagram

Sistem berinteraksi dengan penggunanya (actor). Interaksi ini digambarkan dalam use case diagram.



Gambar 3. 2 Use Case Diagram

Gambar tersebut adalah sebuah Use Case Diagram yang memvisualisasikan fungsionalitas dari sebuah "Sistem Keamanan Pintu". Dalam diagram ini, dapat dilihat ada satu pengguna utama atau Aktor, yaitu Admin. Admin memiliki hak akses penuh untuk berinteraksi dengan semua fitur yang disediakan oleh sistem. Fitur-fitur tersebut mencakup fungsi-fungsi esensial seperti, Login untuk masuk ke dalam sistem dan Logout untuk keluar. Selain itu, Admin dapat melakukan manajemen data sidik jari yang menjadi inti dari sistem, meliputi kemampuan untuk Mendaftar Sidik Jari baru, Mengedit Sidik Jari yang sudah ada, serta Menghapus Sidik Jari. Untuk fungsi pemantauan dan kontrol, Admin juga diberikan wewenang untuk Melihat Status Pintu, Melihat Log Akses atau riwayat keluar-masuk, dan Membuka Pintu secara langsung melalui sistem.

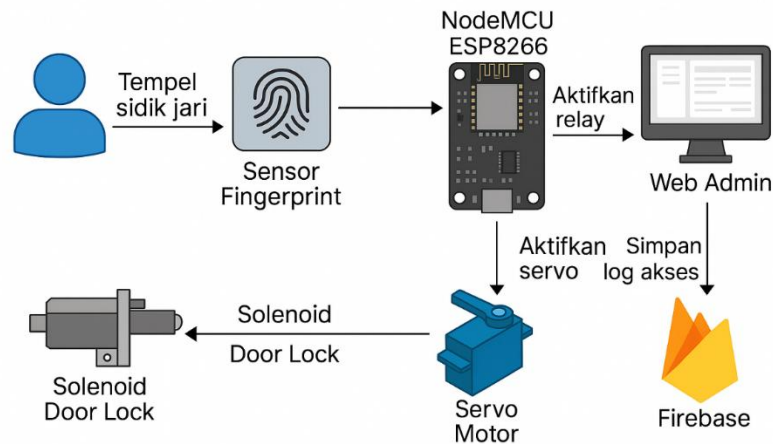


Gambar 3. 4 Rangkaian Alat

Rancang bangun alat ini akan membahas mengenai perancangan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*) serta flowchart perancangan sistem. Perancangan alat sangat penting karena akan menghasilkan sistem yang baik, serta menghasilkan sinkronisasi antara perangkat keras (*hardware*) dengan perangkat lunak (*software*). Perancangan alat ini memerlukan alat-alat pendukung serta bahan-bahan yang digunakan antara lain:

1. NodeMCU ESP8266.
2. Sensor Fingerprint.
3. Relay.
4. Solenoid Door Lock.
5. Motor Servo SG90.
6. Power Supply 5v.
7. Breadboard dan Kabel Jumper.
8. Buzzer.

3.3.5 Perancangan Alur Sistem



Gambar 3. 5 Perancangan Alur Sistem

Gambar di atas menunjukkan alur kerja sistem smart door lock berbasis fingerprint. Pengguna menempelkan sidik jari pada sensor fingerprint untuk verifikasi. Jika data valid, NodeMCU ESP8266 akan mengaktifkan relay sehingga solenoid lock membuka pintu dan motor servo bergerak sebagai indikator. Data akses kemudian dikirim ke Firebase dan dapat dipantau melalui website admin secara real-time.

3.3.6 Perancangan Sistem Database Tabel Users

Tabel 3. 7 Table Users

Nama Field	Tipe	Size	Keterangan
id	int	11	Primary Key (Kunci Utama)
username	varchar	50	Untuk menyimpan nama pengguna
password	varchar	255	Untuk menyimpan kata sandi pengguna

Tabel users di atas memiliki tiga kolom, yaitu id, username, dan password, yang masing-masing memiliki tipe data dan fungsi spesifik. Kolom id bertipe integer dengan panjang maksimal 11 digit, berfungsi sebagai primary key untuk mengidentifikasi setiap pengguna secara unik dalam sistem. Kolom username bertipe varchar(50), yang menyimpan nama pengguna dengan panjang maksimum 50 karakter, digunakan untuk keperluan login pengguna. Kolom password bertipe varchar(255), yang menyimpan kata sandi pengguna, umumnya dalam bentuk yang sudah di-hash untuk keamanan. Dengan struktur ini, tabel users dirancang untuk menyimpan informasi dasar yang diperlukan untuk proses otentikasi pengguna dalam aplikasi.

3.5 Perancangan Database di Firebase

3.5.1 Acces_log

Tabel 3. 8 Acces_log

Nama Field	Tipe	Size	Keterangan
id	int	11	Primary Key (Kunci Utama)
logs	timestamp	50	Untuk mencatat waktu ketika pintu dibuka

Gambar tersebut menunjukkan sebuah table yang merinci struktur dari sebuah tabel database bernama Acces_log. Tabel ini dirancang untuk menyimpan riwayat atau catatan akses. Di dalamnya terdapat dua kolom (field). Kolom pertama adalah id dengan tipe data int berukuran 11, yang berfungsi sebagai *Primary Key* (Kunci Utama) untuk memastikan setiap catatan memiliki nomor identifikasi yang unik. Kolom kedua adalah logs dengan tipe data timestamp, yang digunakan secara spesifik untuk mencatat dan menyimpan informasi waktu ketika sebuah pintu diakses atau dibuka.

3.5.2 Delete_Trigger

Tabel 3. 9 Delete_Trigger

Nama Field	Tipe	Size	Keterangan
Id	Int	11	Primary Key (Kunci Utama)
Trigger	boolean	1	Menyimpan status trigger (true = aktif false = tidak aktif)

Gambar tersebut juga merincikan struktur dari sebuah tabel database. Tabel ini memiliki dua kolom: id dan trigger. Kolom pertama, id, menggunakan tipe data int dengan ukuran 11 dan ditetapkan sebagai *Primary Key* (Kunci Utama) untuk menjadi penanda unik bagi setiap baris data. Kolom kedua, trigger, menggunakan tipe data boolean yang berfungsi untuk menyimpan status. Berdasarkan keterangan, kolom ini akan menyimpan nilai true jika statusnya aktif, dan false jika statusnya tidak aktif.

3.5.3 Door_Status

Tabel 3. 10 Door_Status

Nama Field	Tipe	Size	Keterangan
status	varchar	20	Menyimpan status pintu contoh : “ open “ atau “ close “

Gambar ini menampilkan rancangan untuk satu field (kolom) dalam sebuah tabel database. Field tersebut bernama status dan memiliki tipe data varchar dengan ukuran maksimum 20 karakter. Sesuai dengan kolom keterangan, field status ini berfungsi untuk menyimpan data teks yang menunjukkan kondisi sebuah pintu, misalnya dengan nilai "open" yang berarti terbuka atau "closed" yang berarti tertutup.

3.5.4 Enrool_Status

Tabel 3. 11 Enrool_Status

Nama Field	Tipe	Size	Keterangan
Status	varchar	20	Menyimpan melihat status ketika mendaftar sidik jari ketika sudah menyimpan muncul notif “ Pendaftaran Selesai “

Gambar yang terakhir ini juga menjelaskan rancangan untuk sebuah field (kolom) pada database yang bernama status. Kolom ini menggunakan tipe data varchar dengan panjang maksimal 20 karakter untuk menyimpan data berupa teks. Berdasarkan keterangannya, kolom status ini memiliki fungsi untuk menyimpan status yang muncul selama proses pendaftaran sidik jari. Contohnya, kolom ini akan menyimpan teks notifikasi seperti "Pendaftaran selesai." sebagai penanda bahwa data sidik jari telah berhasil disimpan.

3.5.5 Enroll_Trigger

Tabel 3. 12 Enroll_Trigger

Nama Field	Tipe	Size	Keterangan
Id	Int	11	Primary Key (Kunci Utama)
trigger	boolean	1	Status trigger pendaftaran (false = nonaktif)

Gambar ini menampilkan rancangan sebuah tabel database yang memiliki dua kolom. Kolom pertama adalah id dengan tipe data int (integer) berukuran 11, yang berfungsi sebagai Kunci Utama (*Primary Key*) untuk memastikan setiap data unik. Kolom kedua adalah trigger dengan tipe data boolean, yang digunakan untuk menyimpan status dari sebuah pemicu pendaftaran. Sesuai keterangan, jika nilainya false, maka status pemicu tersebut adalah nonaktif.

3.5.6 Fingerprints

Tabel 3. 13 Fingerprint

Nama Field	Tipe	Size	Keterangan
id	Int	11	ID sidik jari unik (misal: 1,4,5,6)
name	varchar	50	Nama pemilik sidik jari (jika ada)
registered	int	11	Waktu pendaftaran (dalam satuan detik/timestamps sistem)

Gambar tersebut menjelaskan rancangan sebuah tabel database yang dirancang khusus untuk menyimpan data pendaftaran sidik jari. Tabel ini terdiri dari tiga kolom utama: id, name, dan registered_at. Kolom id yang bertipe int berfungsi sebagai ID unik untuk setiap sidik jari. Selanjutnya, terdapat kolom name yang

menggunakan tipe varchar untuk menyimpan nama pemilik sidik jari (jika tersedia). Terakhir, kolom `registered_at` yang juga bertipe `int` digunakan untuk mencatat waktu pendaftaran dalam format *timestamp* sistem (satuan detik).

3.5.7 Door_Status

Tabel 3. 14 Door_Status

Nama Field	Tipe	Size	Keterangan
Open_door	boolean	1	Status pintu : true jika pintu terbuka, false jika tertutup

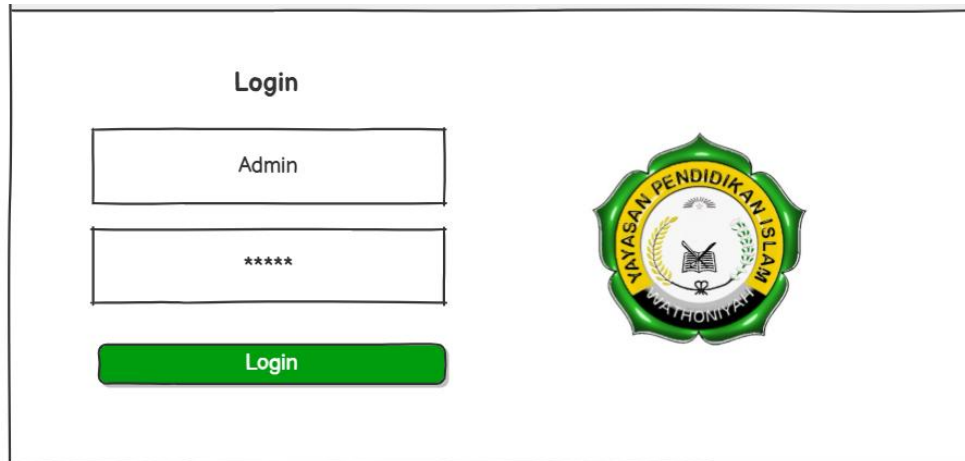
Gambar ini menampilkan rancangan untuk sebuah kolom database bernama `open_door`. Kolom ini menggunakan tipe data boolean, yang berfungsi untuk menyimpan status sebuah pintu. Sesuai dengan keterangannya, kolom ini akan bernilai `true` jika pintu dalam keadaan terbuka dan akan bernilai `false` jika pintu dalam keadaan tertutup.

Tampilan di atas menunjukkan struktur database Firebase Realtime Database yang digunakan untuk aplikasi smart door lock. Struktur ini terdiri dari beberapa node atau entitas yang masing-masing memiliki fungsi spesifik.

- `access_log` mencatat riwayat akses ke pintu, yang mungkin menyimpan informasi kapan dan siapa yang mengaksesnya.
- `delete_trigger` kemungkinan menyimpan status atau trigger untuk proses penghapusan data atau entitas terkait.
- `door_status` menyimpan status pintu, apakah terbuka atau tertutup.
- `enroll_status` menunjukkan status pendaftaran, mungkin berhubungan dengan status apakah pengguna atau sidik jari sudah terdaftar di sistem.
- `enroll_trigger` kemungkinan berfungsi untuk memicu proses pendaftaran, seperti menambah sidik jari pengguna baru.
- `fingerprints` menyimpan data sidik jari pengguna yang telah terdaftar, yang digunakan untuk otentikasi dalam membuka pintu.
- `open_door` menunjukkan bahwa pintu dalam keadaan terbuka berdasarkan nilai boolean `true`.

3.6 Tampilan Mockup

3.6.1 Rancangan Tampilan Login

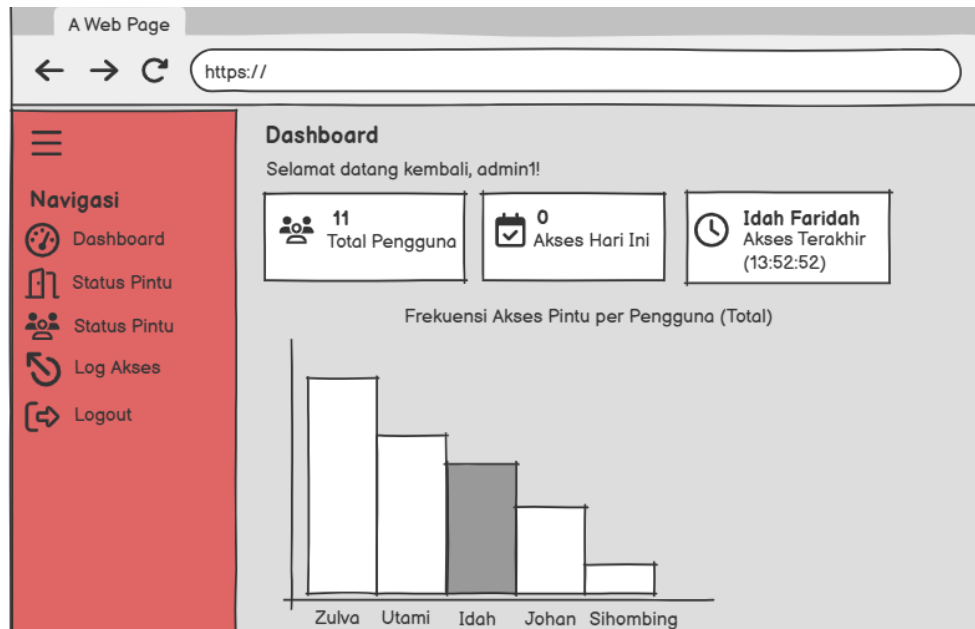


The image shows a login form mockup within a rectangular frame. At the top center, the word "Login" is displayed. Below it, there are two input fields: the first contains the text "Admin" and the second contains six asterisks "*****". Under these fields is a green button with the text "Login". To the right of the input fields is a circular logo with a green border. The logo contains a white circle with a black cross and the text "YAYASAN PENDIDIKAN ISLAM WATHONIYAH" around it.

Gambar 3. 6 Tampilan Login

Tampilan Mockup Login berfungsi sebagai gerbang awal untuk mengakses sistem Smart Door Lock. Pada halaman ini terdapat dua kolom input, yaitu username dan password, yang harus diisi oleh admin sebelum masuk ke sistem. Setelah data diisi, pengguna menekan tombol Login untuk melakukan verifikasi akun. Di sisi kanan halaman terdapat logo Yayasan Pendidikan Islam Wathoniyah, yang menandakan identitas lembaga tempat sistem ini digunakan. Desain tampilan login dibuat sederhana, dengan kombinasi warna yang kontras dan tombol berwarna hijau agar mudah dikenali. Tujuannya agar proses masuk ke sistem dapat dilakukan dengan cepat, mudah.

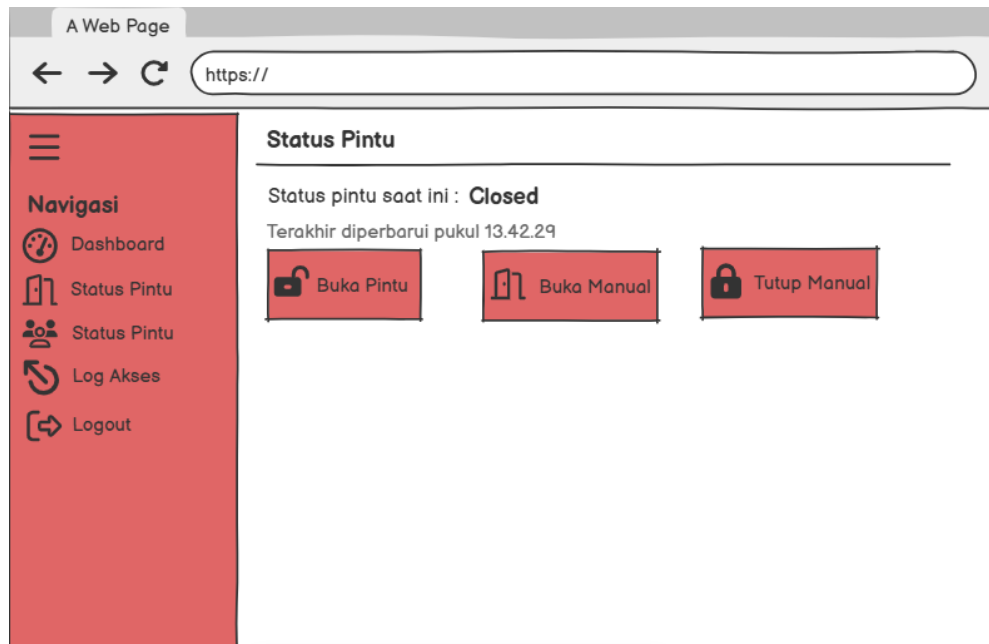
3.6.2 Rancangan Tampilan Dashboard



Gambar 3. 7 Tampilan Dashboard

Tampilan Mockup Dashboard merupakan halaman utama yang menampilkan ringkasan informasi sistem Smart Door Lock secara real-time. Pada halaman ini ditampilkan sambutan admin, jumlah total pengguna, jumlah akses pintu pada hari tersebut, serta informasi pengguna terakhir yang melakukan akses. Selain itu, terdapat grafik batang yang menampilkan frekuensi akses pintu per pengguna. Desain dashboard dibuat sederhana dan informatif agar admin dapat memantau aktivitas sistem dengan mudah dan efisien.

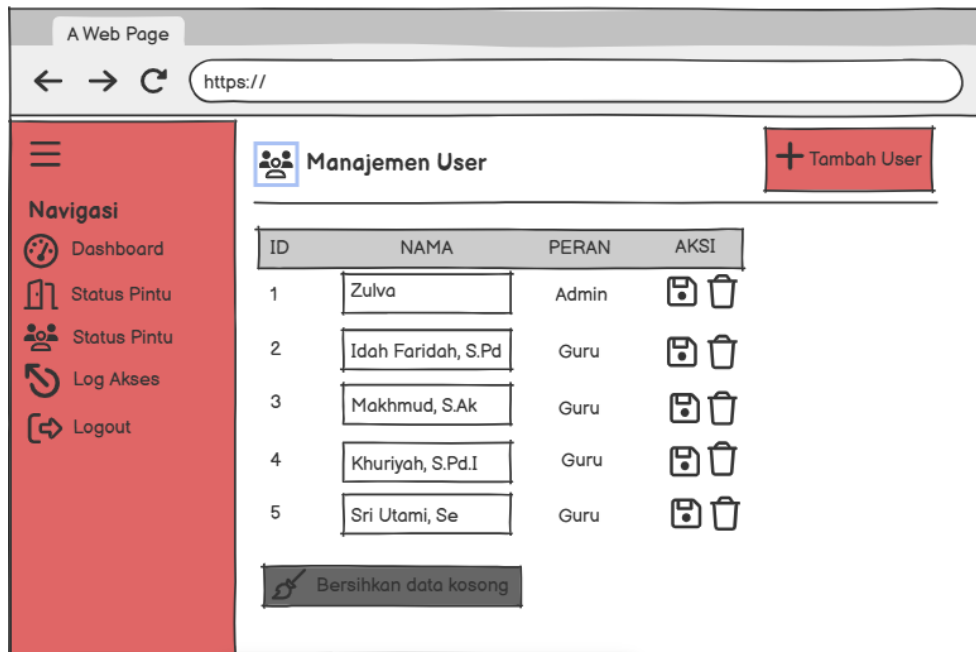
3.6.3 Rancangan Tampilan Status Pintu



Gambar 3. 8 Tampilan Status Pintu

Tampilan Mockup Status Pintu menampilkan kondisi terkini pintu serta menyediakan kontrol untuk membuka atau menutup pintu secara otomatis maupun manual. Pada bagian kiri terdapat menu navigasi berwarna merah yang berisi *Dashboard*, *Status Pintu*, *Log Akses*, dan *Logout*. Bagian utama halaman menampilkan status pintu (*Opened* atau *Closed*), waktu pembaruan terakhir, serta tiga tombol kontrol yaitu *Buka Pintu*, *Buka Manual*, dan *Tutup Manual*. Agar pengguna dapat memantau serta mengendalikan pintu secara real-time dengan cepat.

3.6.4 Rancangan Tampilan Manajemen User



Gambar 3. 9 Tampilan Manajemen User

Tampilan Mockup Manajemen User digunakan admin untuk mengatur data pengguna dalam sistem. Pada halaman ini terdapat tombol “Tambah User” untuk menambah pengguna baru serta tabel yang menampilkan daftar pengguna beserta ID, nama, dan peran. Setiap data memiliki tombol simpan dan hapus agar mudah diperbarui atau dihapus. Selain itu, ada tombol “Bersihkan data kosong” untuk menghapus data yang tidak lengkap.

A Web Page

https://

Manajemen User + Tambah User

Tambah User Baru

ID User (Otomatis)

11

Nama Lengkap

Contoh : Budi Santoso

Peran

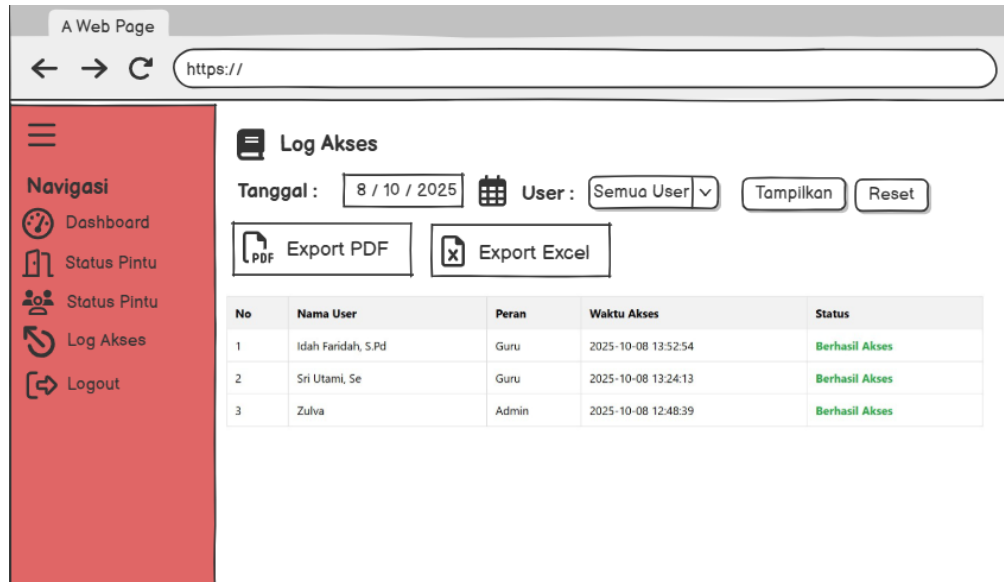
Pilih Peran ▼

Bersihkan data kosong

Gambar 3. 10 Tampilan Tambah User

Tampilan Mockup Tambah User Baru berfungsi untuk menambahkan data pengguna baru ke dalam sistem Smart Door Lock. Halaman ini muncul ketika admin menekan tombol “Tambah User” pada menu manajemen user. Pada tampilan ini terdapat beberapa elemen form input, seperti ID User (Otomatis) yang akan terisi secara otomatis oleh sistem tanpa perlu diketik oleh admin. Selanjutnya terdapat kolom Nama Lengkap yang digunakan untuk mengisi nama pengguna baru, misalnya Budi Santoso. Selain itu, terdapat menu dropdown Peran yang memungkinkan admin memilih peran pengguna, seperti Admin atau Guru, sesuai kebutuhan sistem. Agar proses penambahan pengguna dapat dilakukan dengan cepat dan efisien. Dengan adanya halaman ini, admin dapat mengelola data pengguna baru secara terstruktur tanpa harus menambahkan data secara manual di database.

3.6.5 Rancangan Tampilan Log Akses



Gambar 3. 11 Tampilan Log Akses

Tampilan Mockup Log Akses berfungsi untuk menampilkan riwayat aktivitas pengguna saat membuka pintu. Admin dapat memfilter data berdasarkan tanggal dan nama pengguna, lalu menampilkannya dalam tabel berisi nama, peran, waktu akses, dan status. Halaman ini juga dilengkapi fitur Export PDF dan Export Excel untuk menyimpan data.

3.7 Perancangan Pengujian Black Box

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing, yaitu pengujian yang difokuskan pada fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan struktur internal kode. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap fungsi dalam sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan kebutuhan fungsional yang telah dirancang. Berikut adalah tabel rancangan pengujian Black Box untuk sistem yang dikembangkan:

Tabel 3. 15 Pengujian BlackBox

No	Fitur yang Diuji	Input	Ekspektasi Output	Hasil yang Diharapkan
1.	Login Admin	Username & Password valid	Admin berhasil masuk ke dashboard	Berhasil login
2.	Autentikasi Fingerprint.	Sidik jari terdaftar	Pintu terbuka, data log disimpan ke Firebase	Autentikasi sukses
3.	Autentikasi Fingerprint	Sidik jari tidak terdaftar	Pintu tidak terbuka, notifikasi akses ditolak	Autentikasi gagal
4.	Tambah Data Sidik Jari	Input ID dan nama valid	Data sidik jari berhasil disimpan di Firebase	Data tersimpan
5.	Hapus Data Sidik Jari	Pilih dan konfirmasi data	Data sidik jari terhapus dari sistem	Data terhapus
6.	Buka Pintu Manual	Klik tombol "Buka Pintu" di web	Status pintu berubah menjadi terbuka di Firebase	Pintu terbuka
7.	Lihat Status Pintu	Akses halaman status pintu	Status pintu tampil dengan kondisi terkini	Status tampil
8.	Lihat Log Akses	Akses halaman log akses	Akses halaman log akses	Log tampil lengkap

9.	Logout Admin	Klik tombol logout	Admin kembali ke halaman login	Logout berhasil
----	--------------	-----------------------	--------------------------------------	--------------------

BAB IV

IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi Sistem

implementasi sistem pintu pintar berbasis sidik jari yang melibatkan beberapa komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Proses dimulai ketika pengguna menempelkan sidik jari mereka pada sensor fingerprint. Sensor ini akan membaca sidik jari dan mengirimkan data ke NodeMCU ESP8266, yang berfungsi sebagai mikrokontroler utama dalam sistem ini. NodeMCU akan memverifikasi sidik jari yang terdeteksi, dan jika cocok, sistem akan mengaktifkan relay untuk membuka kunci pintu.

Selanjutnya, web admin yang terhubung dengan sistem ini dapat memantau dan mengontrol status pintu melalui antarmuka berbasis web. Admin dapat mengaktifkan atau menonaktifkan servo motor yang berfungsi membuka pintu. Selain itu, log akses setiap kali pintu dibuka atau ditutup akan disimpan dalam Firebase, yang berfungsi untuk menyimpan data secara real-time, memudahkan pemantauan dan pelacakan aktivitas pengguna pada sistem smart door lock ini.

Komponen Solenoid door lock bertugas mengunci dan membuka kunci pintu berdasarkan sinyal yang diberikan oleh relay yang dikendalikan oleh NodeMCU. Dengan adanya integrasi antara perangkat keras seperti servo motor, solenoid, dan sensor fingerprint, serta perangkat lunak berupa web admin dan Firebase, sistem ini menawarkan tingkat keamanan yang lebih tinggi dengan pemantauan dan pengelolaan yang mudah melalui platform berbasis web.

4.1.1 Implementasi Alur Alat Sistemnya

Alur implementasi sistem dimulai dengan proses otentikasi sidik jari pengguna melalui sensor fingerprint. Berikut adalah langkah-langkah rinci dari alur alat sistem ini:

1. Pemindaian Sidik Jari:

Pengguna menempelkan sidik jari mereka pada sensor fingerprint yang terpasang pada perangkat. Sensor ini berfungsi untuk membaca pola sidik jari dan mengonversinya menjadi data digital yang dapat diproses lebih lanjut.

2. Verifikasi Data Sidik Jari:

Data sidik jari yang diambil oleh sensor kemudian dikirimkan ke NodeMCU ESP8266. NodeMCU berfungsi sebagai mikrokontroler yang memproses data sidik jari dan membandingkannya dengan data sidik jari yang sudah terdaftar di sistem. Jika sidik jari cocok, maka sistem akan melanjutkan ke tahap berikutnya.

3. Aktivasi Relay:

Jika verifikasi sidik jari berhasil, NodeMCU ESP8266 akan mengaktifkan relay untuk mengirimkan sinyal pembukaan kunci. Relay ini akan menghubungkan dan memutuskan sirkuit yang mengontrol perangkat mekanis pengunci pintu.

4. Pencatatan Log Akses:

Setiap kali pengguna berhasil membuka pintu, sistem akan mencatat log akses di Firebase. Data yang disimpan dapat berupa waktu akses dan identitas pengguna, yang memungkinkan pemantauan aktivitas pintu secara real-time melalui platform berbasis web.

5. Pengoperasian Pintu:

Setelah relay diaktifkan, servo motor yang terhubung ke sistem akan berfungsi untuk memutar mekanisme pengunci dan membuka pintu. Solenoid door lock akan terbuka, memungkinkan pintu dapat dibuka oleh pengguna yang terotorisasi.

6. Monitoring dan Kontrol Admin:

Di sisi web admin, pengguna yang memiliki hak akses dapat memantau status pintu, mengatur konfigurasi sistem, dan melihat log akses yang tersimpan di Firebase. Admin juga dapat mengendalikan sistem secara manual, seperti mengaktifkan atau menonaktifkan servo motor atau relay untuk tujuan pemeliharaan atau pengaturan sistem.

1. Perakitan Perangkat Keras (Hardware)

Langkah-Langkah pertama adalah menghubungkan semua komponen fisik ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

A. Hubungkan Sensor Fingerprint (Adafruit Fingerprint Sensor) :

- 1) Sambungkan pin VCC pada sensor ke pin 3.3V pada NodeMCU ESP8266.
- 2) Sambungkan pin GND pada sensor ke pin GND ESP8266.
- 3) Sambungkan pin TX dari sensor ke pin D7 (GPIO13) pada ESP8266.
- 4) Sambungkan pin RX dari sensor ke pin D6 (GPIO12) pada ESP8266.

B. Hubungkan Motor Servo (SG90) :

- 1) Sambungkan kabel VCC (merah) pada servo ke pin 5V di ESP8266.
- 2) Sambungkan kabel GND (coklat) ke pin GND di ESP8266.
- 3) Sambungkan kabel Sinyal (orange) ke pin D4 (GPIO2) pada ESP8266.

C. Hubungkan Modul Relay :

- 1) Sambungkan pin VCC modul relay ke pin 5V di ESP8266.
- 2) Sambungkan pin GND ke pin GND ESP8266.
- 3) Sambungkan pin IN ke pin D1 (GPIO5) pada ESP8266.
- 4) Hubungkan output relay (NO dan COM) ke kabel positif dari solenoid door lock.

D. Hubungkan Solenoid Door Lock :

- 1) Sambungkan kabel positif solenoid ke terminal NO (Normally Open) pada relay.
- 2) Sambungkan kabel negatif solenoid ke terminal negatif adaptor 12V DC
- 3) Sambungkan kabel positif adaptor ke terminal COM pada relay.

E. Catu Daya Sistem :

- 1) NodeMCU ESP8266 mendapatkan daya dari kabel USB atau adaptor 5V.
- 2) Solenoid door lock mendapatkan daya dari adaptor eksternal 12V DC yang terhubung melalui relay.

2. Konfigurasi Firebase Realtime Database

Firebase akan menjadi jembatan antara perangkat keras dan website dashboard.

- a) Buat Proyek: Buka [Firebase Console](#), buat proyek baru.
- b) Buat Database: Di menu proyek, pilih Realtime Database dan klik "Create Database". Mulai dalam mode terkunci (locked mode) atau mode uji (test mode).
- c) Dapatkan Kredensial: Salin URL Database (contoh: `https://nama-proyek-default-rtdb.firebaseio.com/`). Anda juga akan memerlukan Kunci Rahasia Database (Database Secret) yang bisa ditemukan di `Project Settings > Service accounts > Database secrets`.
- d) Atur Aturan (Rules): Untuk permulaan, Anda bisa mengatur aturan agar bisa dibaca dan ditulis oleh siapa saja (hanya untuk pengembangan, tidak aman untuk produksi).

```
{
  "rules": {
    ".read": "true",
    ".write": "true" }
}
```

3. Pemograman Mikrokontroller Nodemcu Esp8266

Ini adalah bagian inti di mana logika sistema dibuat menggunakan Arduino IDE.

1. Instalasi Library : menu Sketch → Include Library → Manage Libraries, lalu instal beberapa library berikut:
 - a) Adafruit Fingerprint Sensor Library – digunakan untuk membaca dan mendaftarkan data sidik jari dari sensor.
 - b) ESP8266WiFi – untuk menghubungkan NodeMCU ke jaringan Wi-Fi.

- c) Firebase ESP8266 Client – digunakan untuk mengirim dan menerima data dari Firebase Realtime Database.
 - d) Servo.h – untuk mengontrol pergerakan motor servo.
 - e) NTPClient dan WiFiUdp – untuk mendapatkan waktu real-time (WIB) dari server NTP.
2. Tulis kode (Sketch) : Setelah library terpasang, buat *sketch baru* dan tuliskan logika sistem sesuai tahapan berikut.
- a) Inisialisasi Awal
 - 1) Masukkan kredensial Wi-Fi (*SSID* dan *Password*) agar NodeMCU dapat terhubung ke jaringan.
 - 2) Masukkan *Firebase Host* dan *Database Secret Key* untuk menghubungkan alat dengan Realtime Database.
 - 3) Definisikan pin yang digunakan untuk setiap komponen:
 - Pin RX dan TX untuk sensor fingerprint (D6 dan D7)
 - Pin D4 untuk motor servo
 - Pin D1 untuk modul relay
 - 4) Inisialisasi waktu melalui NTP agar log akses pintu memiliki timestamp sesuai zona WIB.
 - b) Fungsi setup()
 - 1) Mulai komunikasi serial untuk *debugging* (Serial.begin).
 - 2) Inisialisasi koneksi Wi-Fi agar NodeMCU terhubung ke jaringan.
 - 3) Hubungkan NodeMCU ke Firebase menggunakan host dan secret key.
 - 4) Inisialisasi servo dalam posisi tertutup.
 - 5) Pastikan sensor fingerprint sudah terdeteksi dan siap digunakan.
 - 6) Atur status awal pintu dan log akses pada Firebase agar sistem sinkron.

c) Fungsi loop()

- 1) Membaca Sidik Jari : NodeMCU memeriksa data dari sensor fingerprint. Jika ditemukan sidik jari yang cocok dengan data terdaftar, sistem memberikan perintah membuka pintu.
- 2) Mengendalikan Pintu Otomatis : Saat sidik jari valid, servo bergerak membuka kunci dan relay aktif untuk menyalakan solenoid lock. Setelah beberapa detik, servo kembali ke posisi awal untuk mengunci pintu otomatis.
- 3) Menyimpan Log Akses ke Firebase : Setiap kali pintu dibuka, NodeMCU mengirimkan data ke Firebase berupa Nama pengguna (diambil berdasarkan ID sidik jari), Waktu dan tanggal (dari NTP), Status pintu (terbuka/tertutup).
- 4) Membaca Perintah dari Firebase : NodeMCU secara periodik memantau node `/open_door` di Firebase. Jika admin mengubah statusnya menjadi `true`, NodeMCU akan membuka pintu dari jarak jauh
- 5) Menutup Pintu Otomatis : Setelah waktu tertentu (misalnya 5 detik), pintu akan menutup otomatis dan status di Firebase diperbarui menjadi “tertutup”.
- 6) Membuka Pintu Manual : Ketika pintu dibuka menggunakan perintah manual, pintu akan tetap terbuka dan tidak menutup otomatis sampai ada perintah lain.
- 7) Menutup Pintu Manual : Setelah pintu dibuka secara manual, pengguna bisa menutupnya kembali dengan menekan tombol “Menutup” agar pintu kembali ke posisi tertutup.

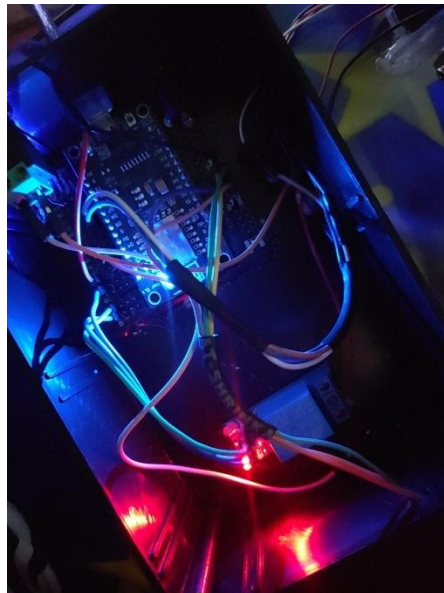
3. Uji Program

Setelah kode berhasil diunggah ke NodeMCU:

- 1) Pastikan koneksi Wi-Fi dan Firebase berjalan dengan baik.

- 2) Coba daftarkan sidik jari baru melalui perintah dari Firebase.
- 3) Tempelkan sidik jari yang terdaftar pada sensor untuk menguji pembukaan pintu.
- 4) Periksa Firebase untuk memastikan log akses tersimpan dengan waktu yang sesuai.
- 5) Uji juga fitur buka pintu manual dari website untuk memastikan kontrol jarak jauh berfungsi.

4.1.2 Implementasi Alat



Gambar 4. 1 Implementasi Alat

Gambar di atas menunjukkan bentuk fisik alat Smart Door Lock Fingerprint berbasis IoT yang telah dibuat. Seluruh rangkaian ditempatkan di dalam kotak hitam agar rapi dan terlindung. Di dalamnya terdapat NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor fingerprint, motor servo, dan modul relay. Relay berfungsi mengatur arus ke solenoid door lock, sedangkan servo menggerakkan pengunci pintu otomatis. Lampu LED pada relay dan NodeMCU menandakan alat aktif serta sudah terhubung ke jaringan Wi-Fi. Prototype ini dibuat sebagai tahap uji coba sebelum diterapkan di kantor MI Wathoniyah Waruduwur.

1. Komponen Utama:

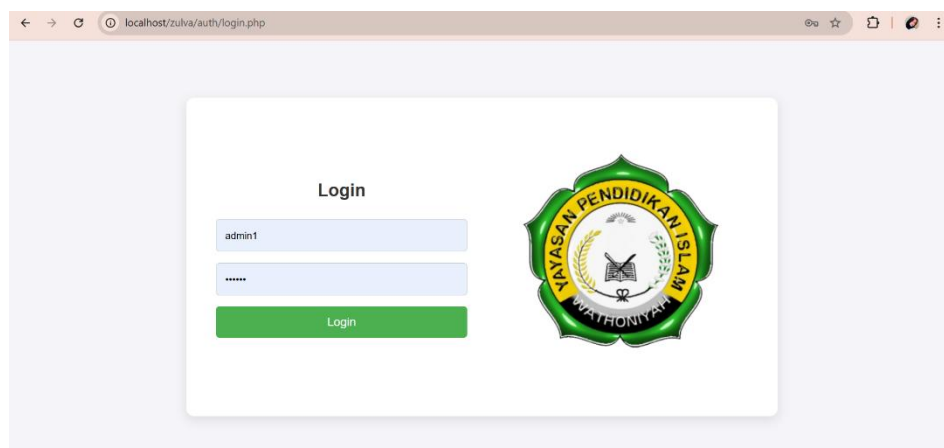
- a) NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama dan penghubung ke Firebase.
- b) Sensor Fingerprint untuk membaca dan mengenali sidik jari pengguna.
- c) Motor Servo SG90 sebagai penggerak mekanisme kunci pintu.
- d) Relay untuk mengontrol arus listrik ke solenoid.
- e) Solenoid Door Lock sebagai pengunci dan pembuka pintu otomatis.

2. Komponen Pendukung:

- a) Kabel jumper sebagai penghubung antar komponen.
- b) Adaptor 12V DC untuk memberi daya ke solenoid.
- c) Kabel USB untuk menyalakan dan memprogram NodeMCU.
- d) Kotak proyek sebagai wadah dan pelindung rangkaian.
- e) Lampu LED sebagai indikator bahwa alat dalam keadaan menyala.

4.2 Implementasi Halaman Website Admin

4.2.1 Halaman Login

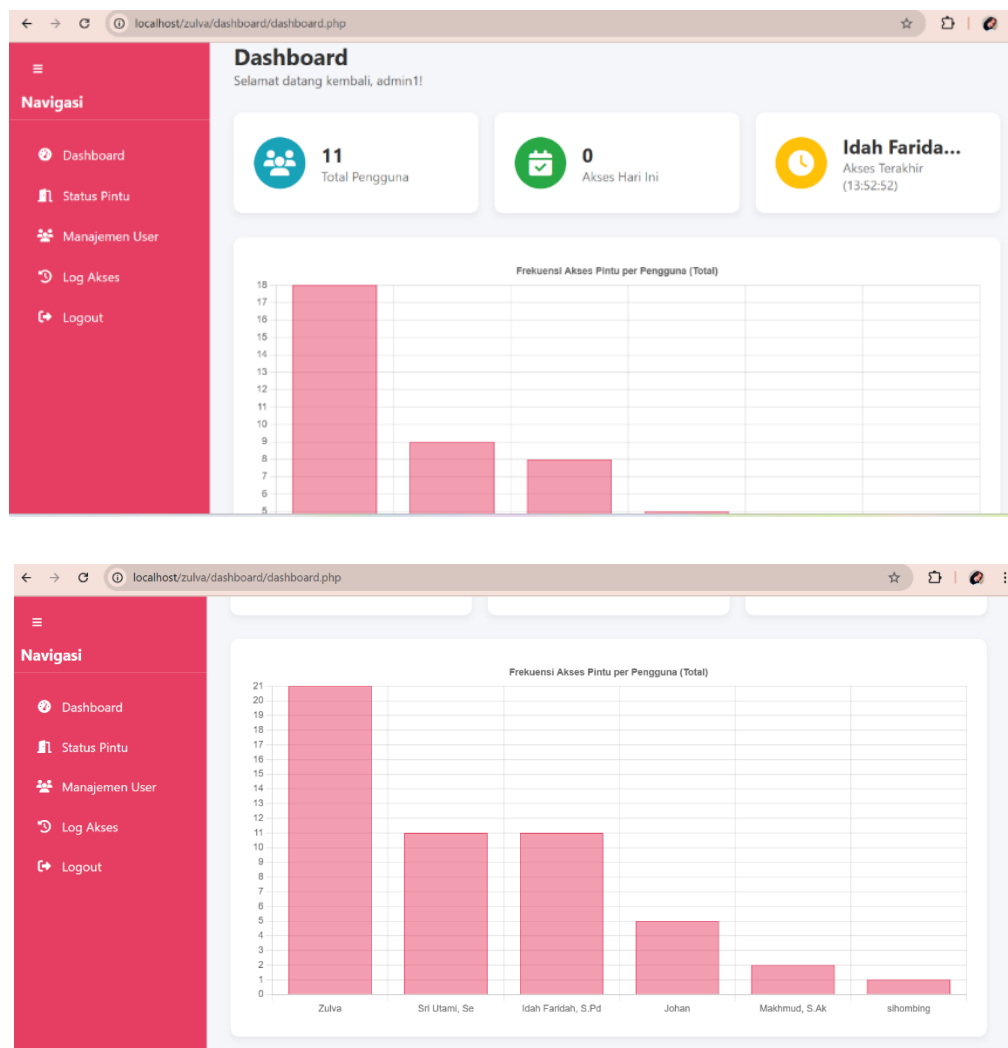


Gambar 4. 2 Login

Halaman yang ditampilkan adalah sebuah antarmuka login sederhana. Di sisi kiri, terdapat formulir login dengan dua kolom input: satu untuk "Username" dan satu lagi untuk "Password", diikuti oleh sebuah tombol hijau bertuliskan "Login" di bawahnya. Di sisi kanan halaman, terpampang sebuah logo berwarna hijau dan

kuning dengan tulisan "Yayasan Pendidikan Islam Wathoniyah" di sekelilingnya dan sebuah ilustrasi buku dan pena di tengahnya, mengindikasikan bahwa halaman ini kemungkinan besar merupakan bagian dari sistem manajemen atau portal Yayasan Pendidikan Islam Wathoniyah.

4.2.2 Halaman Dashboard

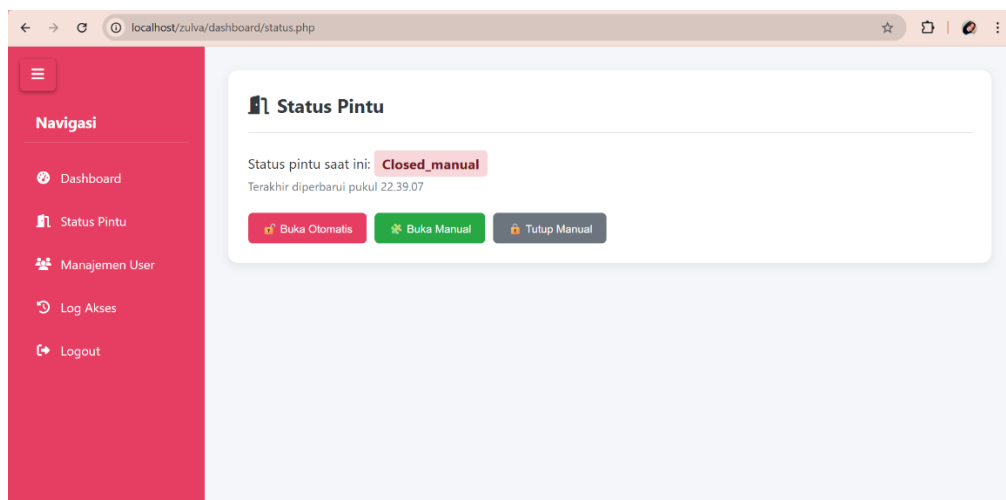


Gambar 4. 3 Dashboard

Halaman ini menampilkan antarmuka dashboard setelah berhasil login, sistem smart door lock berbasis IoT yang berfungsi sebagai pusat informasi bagi admin. Pada halaman ini ditampilkan data visual berupa grafik batang (bar chart) yang menunjukkan frekuensi akses pintu per pengguna. Grafik ini membantu admin untuk mengetahui siapa saja pengguna yang paling sering menggunakan sistem

kunci pintu. Dashboard ini memudahkan admin dalam melakukan monitoring secara cepat dan interaktif, karena informasi akses pintu langsung divisualisasikan dalam bentuk grafik, sehingga lebih mudah dianalisis dibandingkan dengan data tabel biasa.

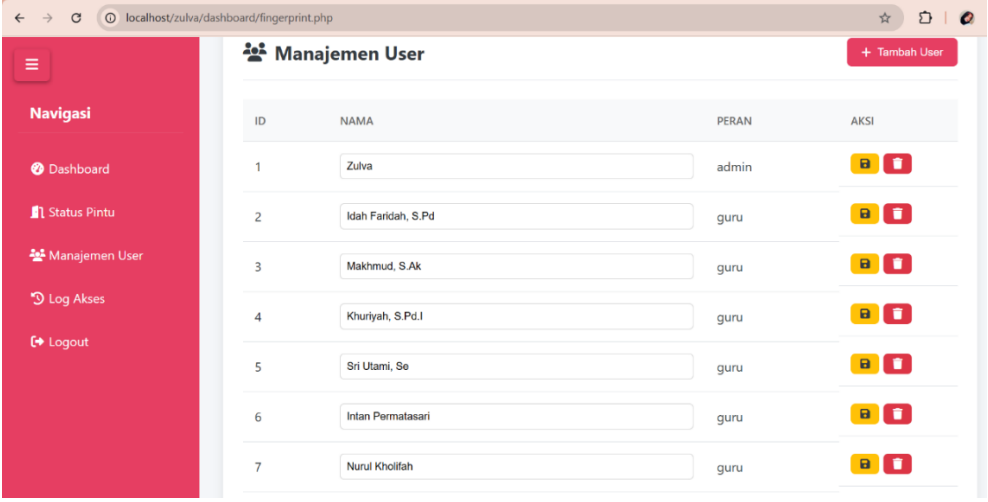
4.2.3 Halaman Status Pintu



Gambar 4. 4 Status Pintu

Halaman Status Pintu merupakan hasil implementasi dari sistem *Smart Door Lock* yang berfungsi untuk menampilkan kondisi pintu secara real-time dan memberikan kendali langsung kepada admin melalui antarmuka web. Informasi yang ditampilkan mencakup status pintu seperti *Opened_automatic* atau *Closed_manual*, serta waktu pembaruan terakhir yang tersinkronisasi dengan database Firebase. Antarmuka halaman ini dirancang dengan tampilan yang sederhana, responsif, dan mudah dipahami. Terdapat tiga tombol utama yaitu Buka Otomatis, Buka Manual, dan Tutup Manual, yang berfungsi untuk mengirim perintah kendali pintu melalui mikrokontroler ESP8266. Dengan tampilan yang informatif dan interaktif, halaman ini memudahkan admin dalam memantau serta mengoperasikan pintu dari jarak jauh secara efisien.

4.2.4 Halaman Manajemen User



The screenshot shows a web application titled 'Manajemen User'. On the left is a red sidebar with a 'Navigasi' menu containing links for 'Dashboard', 'Status Pintu', 'Manajemen User' (active), 'Log Akses', and 'Logout'. The main content area has a header with the title 'Manajemen User' and a '+ Tambah User' button. Below the header is a table with the following data:

ID	NAMA	PERAN	AKSI
1	Zulva	admin	[Yellow Enroll Icon] [Red Delete Icon]
2	Idah Faridah, S.Pd	guru	[Yellow Enroll Icon] [Red Delete Icon]
3	Makhsud, S.Ak	guru	[Yellow Enroll Icon] [Red Delete Icon]
4	Khuriyah, S.Pd.I	guru	[Yellow Enroll Icon] [Red Delete Icon]
5	Sri Utami, Se	guru	[Yellow Enroll Icon] [Red Delete Icon]
6	Intan Permatasari	guru	[Yellow Enroll Icon] [Red Delete Icon]
7	Nurul Kholifah	guru	[Yellow Enroll Icon] [Red Delete Icon]

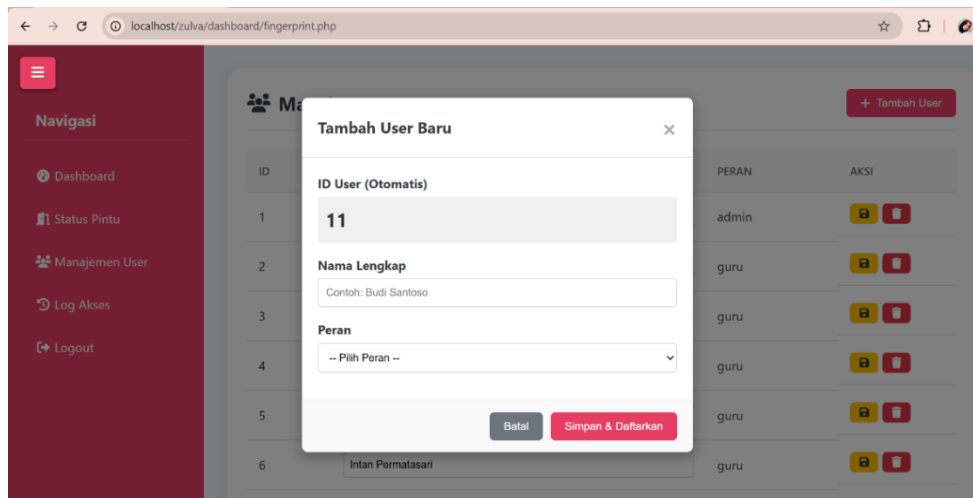
Gambar 4. 5 Manajemen User

Halaman Manajemen User digunakan untuk mengatur data pengguna yang memiliki akses terhadap sistem Smart Door Lock. Pada halaman ini, admin dapat melihat daftar seluruh pengguna beserta ID, nama, dan peran masing-masing. Peran pengguna dibedakan menjadi admin dan guru, di mana admin memiliki hak akses penuh untuk mengelola sistem, sedangkan guru hanya sebagai pengguna biasa yang datanya terhubung dengan sidik jari di perangkat. Tampilan tabel disusun secara rapi untuk memudahkan identifikasi setiap pengguna.

Di kolom aksi, terdapat dua tombol dengan ikon berbeda, yaitu:

1. Tombol berwarna kuning untuk melakukan pendaftaran sidik jari (enroll) ke sistem,
 2. Tombol berwarna merah untuk menghapus data user atau sidik jari dari Firebase.
- Selain itu, terdapat tombol “Tambah User” di bagian kanan atas yang memungkinkan admin menambahkan data pengguna baru secara langsung melalui web.

Antarmuka halaman ini dirancang dengan tampilan yang sederhana, responsif, dan mudah dipahami, menggunakan kombinasi warna merah muda dan putih agar konsisten dengan tema keseluruhan dashboard. Dengan adanya fitur ini, proses pengelolaan data pengguna menjadi lebih cepat, efisien, dan terintegrasi dengan sistem IoT berbasis Firebase.

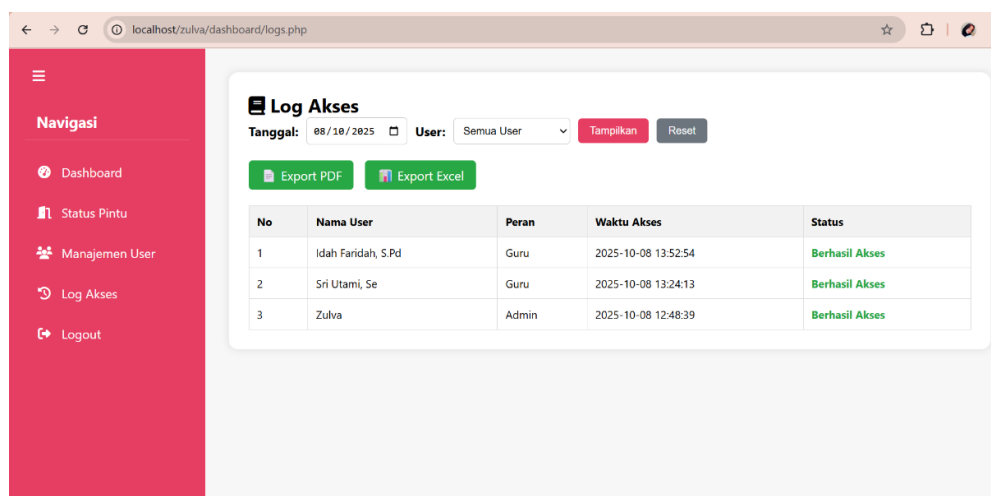


Gambar 4. 6 Tambah User Baru

Halaman Tambah User Baru berfungsi untuk menambahkan data pengguna baru ke sistem Smart Door Lock. Saat tombol “Tambah User” ditekan pada halaman Manajemen User, akan muncul form pop-up yang berisi ID User otomatis, Nama Lengkap, dan Peran (admin atau guru).

Admin hanya perlu mengisi nama dan memilih peran, lalu menekan tombol “Simpan & Daftarkan” untuk menyimpan data ke Firebase dan menyiapkan ID agar bisa digunakan untuk pendaftaran sidik jari. Tampilan halaman ini dibuat sederhana dan konsisten dengan tema dashboard, sehingga mudah digunakan dan efisien dalam pengelolaan data pengguna.

4.2.5 Halaman Log Akses



Gambar 4. 7 Log Akses

Halaman Log Akses berfungsi untuk menampilkan seluruh riwayat aktivitas pengguna dalam menggunakan sistem Smart Door Lock. Melalui halaman ini, admin dapat memantau siapa saja yang telah melakukan akses pintu, kapan waktu akses dilakukan, serta status hasil aksesnya.

Data log ditampilkan dalam bentuk tabel yang terdiri dari beberapa kolom, yaitu Nomor, Nama User, Peran, Waktu Akses, dan Status. Kolom *status* menampilkan keterangan “Berhasil Akses” dengan warna hijau jika pengguna berhasil membuka pintu menggunakan sidik jari yang terdaftar.

Halaman ini juga dilengkapi fitur filter pencarian berdasarkan tanggal dan nama pengguna, sehingga admin dapat dengan mudah menampilkan log tertentu sesuai kebutuhan. Selain itu, tersedia tombol Export PDF dan Export Excel untuk menyimpan data log dalam bentuk dokumen, guna keperluan laporan atau arsip.

Antarmuka halaman dirancang sederhana dan responsif dengan kombinasi warna merah muda dan putih agar selaras dengan tampilan dashboard utama. Dengan adanya halaman ini, admin dapat memantau aktivitas pintu secara real-time serta memperoleh data riwayat akses dengan lebih cepat, akurat, dan terdokumentasi dengan baik.

4.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan smart door lock berbasis IoT dengan fingerprint berfungsi sesuai rancangan. Pengujian dilakukan menggunakan laptop sebagai media kontrol dan monitoring, mencakup pengujian modul fingerprint, NodeMCU ESP8266, dan website.

Selain itu, dilakukan pengujian tambahan untuk memastikan sistem tetap responsif dalam berbagai kondisi, seperti perubahan jaringan Wi-Fi, beberapa pengguna mengakses secara bersamaan, serta pengujian konsistensi data pada log akses.

Hasil pengujian ini menjadi acuan untuk mengevaluasi kinerja sistem, memastikan keamanan pengguna, dan kesiapan sistem untuk digunakan di lingkungan nyata.

4.3.1 Pengujian Alat

Pengujian alat pada sistem smart door lock berbasis sidik jari bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini berfungsi dengan baik dan mendukung operasional sistem secara optimal. Pengujian dimulai dengan sensor sidik jari, yang diuji untuk memastikan kemampuan dalam membaca dan memverifikasi sidik jari pengguna dengan akurat dalam berbagai kondisi (misalnya, sidik jari kering, basah, atau kotor). Selain itu, kecepatan respon sensor dan tingkat kesalahan verifikasi (false positive dan false negative) juga diuji untuk memastikan akurasi dan keandalannya.

Selanjutnya, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang menghubungkan sensor dengan sistem backend diuji untuk memastikan kemampuan dalam mengirimkan dan menerima data dengan perangkat lainnya, serta stabilitas komunikasi antara NodeMCU dan server, termasuk Firebase. Pengujian juga dilakukan terhadap kemungkinan kegagalan komunikasi atau sinyal lemah dan dampaknya pada sistem. Relay, yang digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan kunci pintu, diuji untuk memastikan kemampuan dalam mengalirkan arus dengan tepat dan respons cepat terhadap perintah dari NodeMCU ESP8266.

Pengujian pada servo motor bertujuan untuk memastikan kemampuan motor dalam membuka dan menutup pintu dengan presisi, serta ketepatan gerakannya dalam merespons perintah sistem. Ketahanan motor terhadap penggunaan berulang juga diuji untuk memastikan keandalan jangka panjang. Solenoid door lock, yang berfungsi untuk mengunci dan membuka pintu, diuji untuk memastikan kinerja mekanisme pengunci pintu berjalan dengan baik dan ketahanan terhadap penggunaan intensif.

Selain itu, dilakukan pengujian daya tahan dan ketahanan alat untuk memastikan semua perangkat keras dapat bertahan dalam kondisi operasi yang nyata, seperti suhu ekstrem, kelembapan, dan penggunaan jangka panjang. Pengujian interoperabilitas alat juga sangat penting untuk memastikan bahwa semua komponen perangkat keras (sensor sidik jari, NodeMCU, relay, servo motor,

dan solenoid) dapat bekerja bersama dengan efisien tanpa gangguan atau ketidakcocokan dalam sistem. Dengan pengujian alat yang komprehensif ini, diharapkan sistem smart door lock berbasis sidik jari dapat berfungsi dengan optimal dan memberikan hasil yang sesuai harapan.



Gambar 4. 8 Kondisi Fingerprint dalam Keadaan Aktif

Menunjukkan kondisi modul fingerprint saat dalam keadaan menyala. Terlihat lampu indikator biru pada modul sensor fingerprint menyala dengan cahaya biru yang menunjukkan bahwa perangkat siap untuk mendeteksi atau mengenali sidik jari. Modul ini terhubung melalui kabel USB ke sistem mikrokontroler atau perangkat pengendali lainnya, kondisi ini menandakan sistem sedang aktif dan berfungsi dengan baik.



Gambar 4. 9 Kondisi Fingerprint dalam Keadaan Tidak Aktif

Gambar ini memperlihatkan kondisi sensor fingerprint saat tidak menyala, yang menandakan bahwa tidak ada aliran listrik yang masuk ke modul tersebut. Hal ini bisa terjadi karena perangkat belum dihubungkan ke sumber daya, sengaja dimatikan, atau terjadi gangguan pada sistem kelistrikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa fingerprint belum siap untuk digunakan dalam proses identifikasi sidik jari.

4.3.2 Pengujian Web

Pengujian Web adalah tahap penting dalam pengembangan sistem untuk memastikan bahwa aplikasi web berjalan sesuai harapan dan bebas dari masalah. Pada sistem pintu pintar berbasis sidik jari, pengujian web melibatkan berbagai aspek fungsionalitas, keamanan, dan performa antarmuka yang digunakan oleh admin untuk mengelola dan memantau sistem. Pengujian fungsionalitas memastikan bahwa setiap fitur berfungsi dengan baik, seperti login admin, pemantauan pintu, kontrol pintu, pencatatan log akses, dan pengaturan sistem melalui antarmuka web. Pengujian keamanan dilakukan untuk melindungi data sensitif, seperti autentikasi dan otorisasi admin, enkripsi data yang dikirim melalui web, serta pencegahan terhadap serangan seperti SQL injection, XSS, dan CSRF.

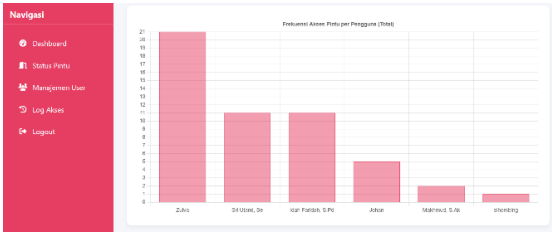
Pengujian performa menguji kecepatan akses dan kapasitas beban untuk memastikan bahwa aplikasi dapat menangani penggunaan yang tinggi tanpa gangguan. Selain itu, pengujian kompatibilitas memastikan bahwa aplikasi web dapat diakses di berbagai perangkat dan browser dengan tampilan yang responsif,

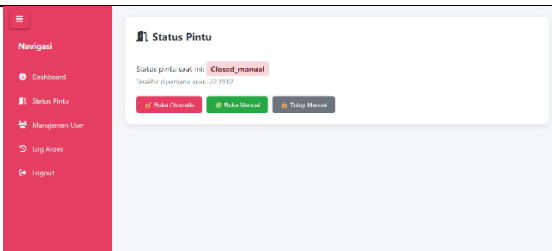
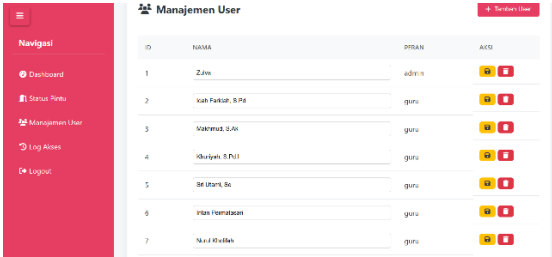
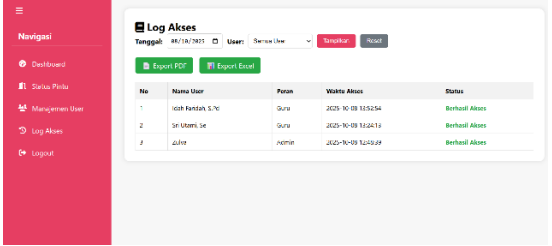
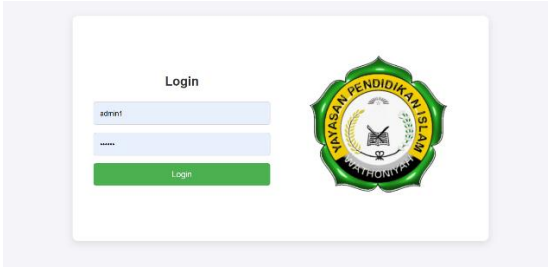
sementara pengujian UI dan UX memastikan antarmuka mudah digunakan dan intuitif. Pengujian integrasi dengan Firebase dilakukan untuk memverifikasi bahwa data log akses yang dikirim dari NodeMCU ESP8266 berhasil disimpan dan ditarik dengan baik dari Firebase. Pengujian ketersediaan dan backup juga penting untuk memastikan bahwa aplikasi dapat diakses tanpa gangguan dan memiliki mekanisme pemulihan yang baik jika terjadi kegagalan sistem. Terakhir, pengujian penutupan atau regression testing dilakukan setelah pembaruan untuk memastikan bahwa tidak ada fungsi yang rusak akibat perubahan yang dilakukan. Dengan melakukan pengujian web secara menyeluruh, kita dapat memastikan bahwa sistem pintu pintar berbasis sidik jari berfungsi dengan baik, aman, dan dapat dioperasikan dengan lancar oleh admin.

Hasil Uji Coba

Hasil dari uji tabel ini menjelaskan fitur-fitur utama pada sistem smart door lock berbasis IoT, termasuk deskripsi fungsi masing-masing fitur dan hasil pengujian implementasinya. Fitur yang tercakup meliputi Dashboard, Status Pintu, Manajemen User, Log Akses, dan Logout yang semuanya berhasil diuji dan berjalan sesuai fungsi yang diharapkan :

Tabel 4. 1 Hasil Uji Coba

No	Fitur	Deskripsi	Hasil
1	Dashboard 	Menampilkan tampilan utama yang memberikan gambaran umum tentang status sistem, termasuk informasi pintu dan statistik akses yang telah dilakukan.	Berhasil
2	Status Pintu	Memantau status pintu secara real-time (terbuka atau tertutup) dan memungkinkan	Berhasil

		admin untuk mengontrol pintu, membuka atau menutupnya.	
3	Manajemen User 	Mengelola data sidik jari pengguna, termasuk menambah, menghapus, atau memperbarui sidik jari pengguna yang terdaftar dalam sistem.	Berhasil
4	Log Akses 	Mencatat semua aktivitas akses pintu, termasuk waktu dan identitas pengguna, untuk keperluan audit dan pemantauan riwayat akses.	Berhasil
5	Logout 	Mengakhiri sesi admin, memaksa admin untuk masuk kembali ke Login dengan kredensial untuk mengakses sistem.	Berhasil

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan dapat diambil sebagai berikut:

1. Sistem smart door lock berbasis IoT yang dirancang telah berfungsi dengan baik dan mampu meningkatkan keamanan akses ruang kantor MI Wathoniyah Waruduwur dengan autentikasi sidik jari.
2. Integrasi antara sensor fingerprint dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 berjalan efektif dalam mengontrol buka-tutup pintu secara otomatis, sehingga mengurangi potensi penyalahgunaan akses.
3. Website yang dikembangkan berhasil menampilkan data log akses dan status pintu secara real time, serta memudahkan admin dalam mengelola pengguna dan memantau aktivitas sistem

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut dan peningkatan kinerja sistem, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan:

1. Sistem smart door lock fingerprint ini sudah berjalan dengan baik, namun ke depannya disarankan untuk menambahkan fitur keamanan tambahan seperti enkripsi data dan autentikasi ganda agar data sidik jari dan log akses pengguna lebih terlindungi dari kemungkinan penyalahgunaan.
2. Selanjutnya, Tampilan antarmuka website dapat dikembangkan lebih lanjut agar lebih interaktif dan user friendly, misalnya dengan menambahkan fitur pencarian log akses, grafik statistik penggunaan, serta tampilan notifikasi yang lebih jelas untuk memudahkan admin dalam memantau aktivitas sistem.
3. Dari sisi perangkat keras, sebaiknya dilakukan perawatan dan pengecekan rutin pada sensor fingerprint serta koneksi jaringan agar sistem tetap stabil dan tidak mudah terganggu oleh faktor teknis seperti koneksi Wi-Fi yang tidak stabil atau daya listrik yang kurang memadai.

4. Untuk pengembangan berikutnya, sistem dapat diintegrasikan dengan fitur tambahan seperti notifikasi real-time melalui aplikasi mobile atau email, serta koneksi ke perangkat keamanan lain seperti kamera CCTV agar pemantauan keamanan lebih maksimal.
5. Penelitian selanjutnya juga dapat mempertimbangkan penerapan sistem ini dalam skala yang lebih luas, misalnya di lingkungan sekolah atau kantor lain, dengan sistem manajemen multi-ruangan yang dapat diatur dari satu pusat kontrol agar lebih efisien dan fleksibel.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdiati, A. D., Setiawan, S., & Supendar, H. (2021). Pemilihan Web Browser Pada Mobile Menggunakan Metode Analytical Hierachy Process. *Jurnal Infortech*, 3(1), 26–32. <https://doi.org/10.31294/infortech.v3i1.10298>
- Abdul Hakim Prima Yuniarto, Lestiyanti, Y., Asrori, M. F., Laela, N., & Nurcholis, A. (2023). Perancangan Smart Door Lock System dengan Multi Sensor untuk Sistem Keamanan Rumah. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(2), 333–342. <https://doi.org/10.31358/techne.v22i2.404>
- Adnan, F., & Kusnawi. (2019). Analisis Perbandingan Performa Web Server Apache dan Nginx menggunakan Httpperf pada VPS dengan Sistem Operasi CentOS. *Stmik Amikom Yogyakarta*, 6.
- Afifah, G., Ayub, S., Sahidu, H., Menengah, S., & Negeri, A. (2020). Konsep Alam Semesta Dalam Perspektif Al-Quran dan Sains. *GeoScienceEdu Journal*, 1(1), 5–10.
- Assa, F. G., & Sompie, S. (2021). *Aquarium Water Turbidity Meter Using Iot Cloud Computing Services*. 1–7. http://repo.unsrat.ac.id/3314/1/Falentino_Jurnal.pdf
- Dwi Pritama, A., & Hidayat, D. (2020). Sistem Informasi Pondok Modern Az Zahra Al Gontory Berbasis Web Menggunakan Bootsrap. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Informatika*, 6(2), 137–146. <https://doi.org/10.26905/jtmi.v6i2.5165>
- Fathur Rizky, R., Turmudi Zy, A., & Sunge, A. S. (2023). Sistem Smart Door Lock Menggunakan Voice Recognition Berbasis Arduino. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(2), 239–244. <https://doi.org/10.47065/bit.v4i2.696>
- Febriyanti, N. M. D., Oka Sudana, A. . K., & Piarsa, I. N. (2021). Implementasi Black Box Testing pada Sistem Informasi Manajemen Dosen. *JITTER : Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, 2(3), 535. <https://doi.org/10.24843/jtrti.2021.v02.i03.p12>
- Ilhami, M. (2018). Pengenalan Google Firebase Untuk Hybrid Mobile Apps Berbasis Cordova. *Jurnal Ilmiah IT CIDA*, 3(1), 16–29. <https://doi.org/10.55635/jic.v3i1.47>
- Kurniasyah, I. M., Rakhmawati, L., & Surabaya, U. N. (2025). *Smart Door Lock*

Innovation Using Integration of Bluetooth Low Energy and MQTT IoT Protocol. 8(1), 41–46.

- Kurniawan, B., & Romzi, M. (2022). Pembuatan dan Pelatihan Administrator Website pada Dinas Kesehatan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (Abdira)*, 2(3), 253–258. <https://doi.org/10.31004/abdira.v2i3.202>
- Narulita, S., Nugroho, A., & Abdillah, M. Z. (2024). *Diagram Unified Modelling Language (UML) untuk Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SIMLITABMAS) Universitas Nasional Karangturi Semarang , Indonesia (deskripsi) dan perancangan sistem , khususnya pada pemrogr.* 3, 244–256.
- Nila Dewi, N. A., & Anggara Wijaya, I. N. Y. (2022). Analisa Keamanan Data Sidik Jari Pada Smartphone. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer*, 8(2), 104–107. <https://doi.org/10.36002/jutik.v8i2.1590>
- Nurhayati, S. T., Irwan, M., & Nasution, P. (2023). Database Management System Pada Perusahaan. *Jurnal Akuntansi Keuangan Dan Bisnis*, 1(2), 62–64. <https://jurnal.ittc.web.id/index.php/jakbs/index>
- Parlaungan S., T. F., & Wisnu, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengidentifikasi Travel Bag Pada Kelompok Biro Perjalanan Umroh/Haji Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Dan Komunikasi STMIK Subang*, 13(1), 26–40. <https://doi.org/10.47561/a.v13i1.167>
- Rahmadhani, V., & Widya Arum. (2022). Literature Review Internet of Think (Iot): Sensor, Konektifitas Dan Qr Code. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(2), 573–582. <https://doi.org/10.38035/jmpis.v3i2.1120>
- Salim, A. I., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2020). Implementasi Motor Servo SG 90 Sebagai Penggerak Mekanik Pada E. I. Helper (ELECTRONICS INTEGRATION HELMET WIPER). *Electro Luceat*, 6(2), 236–244. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v6i2.256>
- Saputra, A. A., George, A., & Pakpahan, S. (2023). *WEBSITE.* 1, 119–125.
- Saputra, A. A., Pakpahan, A. G. S., Kurtubi, A., Amiruddin, A., Fridaniarta, B., Wicaksono, E. Y., Saputra, H., Putra, M. Y. A., & Azahra, R. Y. (2023).

- PELATIHAN DAN PEMBUATAN WEBSITE MENGGUNAKAN HTML DAN CSS. *Beujroh: Jurnal Pemberdayaan Dan Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(1), 119–125. <https://doi.org/10.61579/beujroh.v1i1.41>
- Setyawan, B., Ratna Mustika Yasi, & Untung Suryadhianto. (2021). Rancang Bangun Alat Presensi Fingerprint Berbasis Website Menggunakan NodeMCU Esp8266 Di SMK NU Darussalam. *Journal Zetroem*, 3(2), 10–15. <https://doi.org/10.36526/ztr.v3i2.1478>
- Siswanto, S., Nurhadiyan, T., & Junaedi, M. (2020). Prototype Smart Home Dengan Konsep Iot (Internet of Thing) Berbasis Nodemcu Dan Telegram. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika)*, 3(1), 85–93. <https://doi.org/10.47080/simika.v3i1.850>
- Sunardi, S., Yudhana, A., & Talib, M. A. (2022). Perancangan Sistem Pengenalan Wajah untuk Keamanan Ruangan Menggunakan Metode Local Binary Pattern Histogram. *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(2), 123. <https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i2.010>
- Suwartika, R., & Sembada, G. (2020). Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis Arduino Uno pada Pintu Laboratorium di PT. XYZ. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(1), 62–74. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v4i1.217>
- Syarifah, N. (2022). Pendekatan Majaz Dalam Penafsiran Al-Qur'an. *Al Irsyad: Jurnal Studi Islam*, 1(2), 79–86. <https://doi.org/10.54150/alirsyad.v1i2.89>
- T, I. (2018). USB (Universal Serial Bus). *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(2), 41–50. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v1i2.91>
- Thomas Albert, J. A. N. R. W. H. (2021). PerancanganUlangUI/UX Websitesebuah Perusahaan Farmasi. *Rupaka*, 4, 1–8. <https://journal.untar.ac.id/index.php/Rupaka>
- Utomo Budiyanto, Titin Fatimah, & Pipin Farida Ariyani. (2021). Pengenalan Internet of Things (IoT) sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Pegawai Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *KRESNA: Jurnal Riset Dan Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 82–86. <https://doi.org/10.36080/jk.v1i1.6>

Yusman, Y., Bakhtiar, B., & Sari, U. (2019). Rancang Bangun Sistem Smart Home dengan Arduino Uno R3 Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Litek : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 16(1), 25. <https://doi.org/10.30811/litek.v16i1.1466>

LAMPIRAN

