

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai sistem akses otomatis telah banyak dikembangkan sebelumnya. Penelitian oleh (daulay, 2019) dengan judul “Monitoring sistem keamanan pintu menggunakan RFID dan fingerprint berbasis web dan database”. Penelitian ini mengembangkan sistem keamanan pintu berbasis RFID dan sensor sidik jari yang terintegrasi dengan web dan database untuk monitoring. Sistem ini menggantikan kunci mekanik dengan kartu RFID dan pengenalan biometrik menggunakan modul fingerprint. Data autentikasi dari kartu dan sidik jari dicocokkan dengan database, dan jika sesuai, pintu akan terbuka menggunakan solenoid door lock. Informasi akses disimpan dalam database dan dapat dimonitor melalui antarmuka web untuk mencatat histori pengguna.

Penelitian selanjutnya yaitu (sunardi, 2022) berjudul “ Perancangan Sistem Pengenalan Wajah untuk Keamanan Ruangan menggunakan Metode Local Binary Pattern Histogram”. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan keamanan ruangan dengan Raspberry Pi 3 Model B sebagai pusat kendali, yang terhubung dengan kamera webcam untuk menangkap citra wajah dan solenoid door lock untuk mengontrol akses pintu. Proses pengenalan wajah diawali dengan deteksi menggunakan metode Haar-Cascade Classifier, dilanjutkan dengan pengenalan wajah menggunakan LBPH. Jika wajah dikenali, pintu akan terbuka otomatis; jika tidak dikenali, sistem akan mengirimkan gambar wajah melalui aplikasi Telegram sebagai notifikasi kepada pemilik ruangan.

Penelitian lainnya (dian kartika utami, 2022) yang berjudul “Sistem Access Control Ruangan Laboratorium dan Perkuliahan menggunakan Radio Frequency Identification”. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem access control berbasis teknologi Radio Frequency Identification (RFID) untuk mengelola akses ke laboratorium dan ruang perkuliahan di Program Studi Komputer, Sekolah Vokasi Universitas Pakuan. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, yang terintegrasi dengan berbagai komponen seperti RFID reader, solenoid door lock, LCD I2C, DFPlayer mini mp3, relay, reed switch,

buzzer, dan LED. Sistem juga memanfaatkan basis data MySQL dan halaman web untuk mencatat serta memantau aktivitas akses ruangan.

Penelitian selanjutnya oleh (wirawibawa, 2022) dengan judul “ Pemanfaatan RFID MFRC522 dan sistem database untuk pemantauan akses ruangan dengan identifikasi IN dan OUT”. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan akses ruangan dengan identifikasi masuk dan keluar menggunakan RFID MFRC522 dan sistem basis data untuk meningkatkan privasi ruangan. Perangkat yang digunakan meliputi RFID MFRC522, sensor inframerah, dua unit NodeMCU ESP8266 sebagai pengirim dan penerima, serta komputer personal dengan perangkat lunak Visual Studio Express 2012 dan Microsoft Access 2019. Komunikasi nirkabel digunakan antara pengirim dan penerima, sementara komunikasi USB to serial digunakan antara penerima dan komputer personal.

(humam, 2024) yang berjudul “ Sistem Keamanan Ruangan menggunakan ESP32CAM dan Sensor Gerak berbasis IoT” memaparkan tentang penelitian yang dirancang untuk meningkatkan keamanan ruangan dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), di mana ESP32CAM berperan sebagai perangkat utama untuk menangkap gambar, sementara sensor gerak PIR mendeteksi aktivitas dalam ruangan. Ketika sensor mendeteksi pergerakan, sistem akan secara otomatis mengambil gambar dan mengirimkan notifikasi real-time kepada pengguna melalui aplikasi mobile. Data tersebut kemudian dikirimkan dan disimpan di server cloud untuk memastikan keamanan dan aksesibilitas.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Hasil
1.	Daulay et al. (2019)	Monitoring sistem keamanan pintu menggunakan RFID dan fingerprint	RFID reader mampu membaca kartu pada jarak 2,5 cm dengan waktu respons rata-rata 0,7 detik, dan sensor sidik jari membutuhkan rata-rata waktu 2,2 detik untuk identifikasi. Sistem ini juga didukung oleh catu daya cadangan untuk menjaga operasional meski terjadi pemadaman

		berbasis web dan database	listrik, sehingga meningkatkan keandalannya dalam aplikasi keamanan.
2.	Sunardi et al. (2022)	Perancangan Sistem Pengenalan Wajah untuk Keamanan Ruang menggunakan Metode Local Binary Pattern Histogram	Hasil penelitian menunjukkan akurasi 100% untuk jarak kurang dari 0,7 meter dan menurun menjadi 60% untuk jarak 0,7 hingga 1 meter. Waktu rata-rata pengenalan wajah adalah 1,30 detik, dan notifikasi terkirim dalam 0,48 hingga 1,65 detik. Sistem ini efektif meningkatkan keamanan meski terbatas pada jarak dan intensitas cahaya.
3.	Dian Kartika utami et al. (2022)	Sistem Access Control Ruang Laboratorium dan Perkuliahan menggunakan Radio Frequency Identification	Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dirancang mampu berfungsi sesuai kebutuhan, di mana kartu RFID yang terdaftar dapat membuka pintu secara otomatis, sementara kartu yang tidak terdaftar ditolak aksesnya. Sistem ini juga mencatat data akses secara real-time ke dalam database, mencakup nama pengguna, waktu akses, dan status kartu. Data tersebut dapat diakses melalui web dan digunakan untuk rekapan absen atau analisis penggunaan ruangan. Pengujian validasi selama satu bulan menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik tanpa kendala teknis.

4.	Wirawibawa (2022)	Pemanfaatan RFID MFRC522 dan sistem database untuk pemantauan akses ruangan dengan identifikasi IN dan OUT	Pengujian menunjukkan bahwa jarak maksimal pembacaan RFID MFRC522 adalah 3,5 cm dengan tingkat keberhasilan 100%, dan jarak maksimal pembacaan sensor inframerah mencapai 60 cm dengan tingkat keberhasilan 100%. Kecepatan pengiriman data sistem tercatat sebesar 0,4464 data per detik dengan efisiensi kinerja sistem mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang efektif untuk memantau akses ruangan dengan identifikasi masuk dan keluar secara akurat dan efisien.
5.	Faris Humam, Muhammad Agus Triawan (2024)	Sistem keamanan ruangan menggunakan ESP32CAM dan sensor gerak berbasis IoT	Penelitian ini mampu merespons pergerakan dengan cepat, mengirimkan notifikasi dalam hitungan detik, dan menyimpan data dengan tingkat keberhasilan tinggi, yaitu rata-rata 91% untuk pengiriman gambar.

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu pada Tabel 2.1 diketahui bahwa penelitian-penelitian tersebut telah membahas topik yang relevan dengan penelitian ini. Penelitian ini akan mengembangkan sistem akses ruangan menggunakan sensor LD2410 yang memiliki akurasi tinggi dalam mendeteksi keberadaan manusia, ESP32 untuk pengolahan data, protokol MQTT untuk komunikasi real-time, dan aktuator otomatis untuk pengendalian pintu. Selain itu, fitur penjadwalan akses akan ditambahkan untuk memastikan akses ruangan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sensor LD2410

Sensor LD2410 adalah sensor radar berbasis gelombang mikro yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan dan gerakan manusia dengan akurasi tinggi. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang elektromagnetik dan menganalisis pantulannya, sehingga mampu mendeteksi objek, baik yang bergerak maupun diam, bahkan melalui hambatan seperti kaca atau kayu tipis. Sensor ini memiliki fitur utama seperti deteksi presisi tinggi, konsumsi daya rendah, dan kemampuan membedakan keberadaan objek statis dan bergerak. Dengan jarak deteksi hingga beberapa meter, LD2410 dapat diatur dalam mode keberadaan atau mode gerakan. Integrasi dengan mikrokontroler seperti ESP32, Arduino, atau Raspberry Pi dilakukan melalui antarmuka serial UART, menjadikannya fleksibel untuk berbagai aplikasi. (Features et al., n.d.)

Dari Gambar 2.1, keunggulan LD2410 meliputi deteksi non-kontak, stabilitas tinggi terhadap gangguan lingkungan, serta kemampuan mendeteksi gerakan melalui bahan tertentu. Sensor ini sering digunakan dalam sistem berbasis IoT dengan protokol seperti MQTT untuk pengiriman data secara real-time. Aplikasi LD2410 mencakup sistem keamanan, akses ruangan otomatis, otomasi rumah, dan efisiensi energi. Dengan teknologi radar canggih, LD2410 menawarkan solusi praktis dan andal untuk kebutuhan deteksi gerakan dan keberadaan manusia.



Gambar 2. 1 LD2410
Sumber: (Tiendamia.com, n.d.)

2.2.2 ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini sudah

dilengkapi dengan modul WiFi dalam chip, sehingga sangat mendukung pembuatan sistem aplikasi berbasis Internet of Things (IoT). ESP32 memiliki berbagai fitur canggih, termasuk kemampuan dual-core, konektivitas WiFi dan Bluetooth, serta berbagai antarmuka seperti UART, SPI, dan I2C. Pin pada ESP32 dapat digunakan sebagai input atau output, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol berbagai perangkat, seperti menyalakan LCD, lampu, atau bahkan menggerakkan motor DC.

Untuk spesifikasi teknis lebih detail yang terdapat pada Gambar 2.2, dapat merujuk pada dokumentasi resmi atau gambar spesifikasi perangkat kerasnya. Mikrokontroler ini sering digunakan dalam pengembangan prototipe dan aplikasi IoT karena keunggulannya dalam hal fleksibilitas, kinerja tinggi, dan konsumsi daya yang efisien yang tertera pada Tabel 2.2.



Gambar 2. 2 ESP 32
Sumber: (AliExpress.com, n.d.)

Tabel 2. 2 Tabel Spesifikai Esp 32

SPEKIFIKASI	DETAIL
Microprosesor	Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6
Frekuensi Clock	Up to 240 MHz

SRAM	520 kB
Flash Memori	4 MB
WiFi Transceiver	802.11b/g/n
Bluetooth	Bluetooth 4.2 / BLE
GPIO (General Purpose I/O)	48 pin
Channel ADC	15 pin (Analog to Digital Converter)
Channel PWM	25 pin (Pulse Width Modulation)
Channel DAC	2 pin (Digital to Analog Converter)

2.2.3 Relay 1 Channel

Relay pada dasarnya adalah sakelar yang dikendalikan secara elektrik, terdiri dari dua bagian utama yaitu sisi kumparan (kontrol) dan sisi kontak (sakelar), yang secara fisik terisolasi satu sama lain namun terhubung secara mekanis, inilah yang memungkinkan sinyal tegangan rendah dari mikrokontroler mengendalikan beban bertegangan jauh lebih tinggi tanpa merusak komponen kontrol. Tiga terminal utama pada sisi sakelar adalah COM (jalur masuk daya), NO/Normally Open (terputus saat relay tidak aktif, tersambung saat aktif), dan NC/Normally Closed (kebalikannya) — dengan istilah "normally" mengacu pada kondisi relay saat tidak diberi daya. Relay tersedia dalam berbagai konfigurasi seperti SPST, SPDT, DPST, DPDT, tipe pengunci (latching), hingga Solid State Relay (SSR) yang menggunakan komponen semikonduktor (TRIAC untuk beban AC, MOSFET untuk beban DC) tanpa bagian mekanis bergerak. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 3 Relay 1 Channel
Sumber : (Asktheman, n.d.)

2.2.4 Solenoid Door Lock

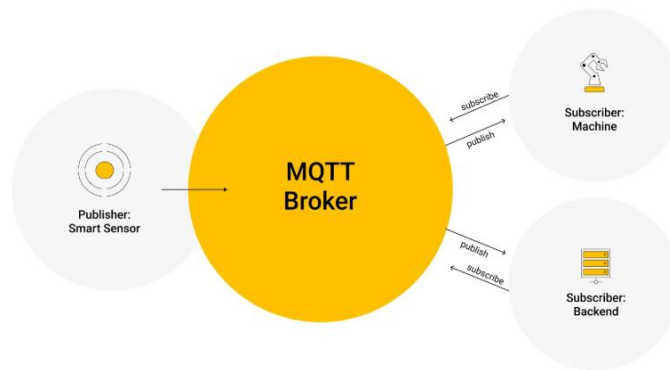
Perangkat solenoid 12V DC digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari sistem otomotif hingga otomatisasi industri. Kemampuannya untuk mengubah sinyal listrik menjadi aksi mekanis menjadikannya ideal untuk tugas-tugas yang membutuhkan kontrol yang presisi. Solenoid 12V DC umumnya digunakan dalam sistem otomotif, otomatisasi industri, sistem irigasi, dan perangkat keamanan. Sebagai manajer proyek untuk sistem otomatisasi rumah pintar. Dalam hal ini membutuhkan cara yang andal untuk mengontrol kunci pintu dan pembuka jendela. Dengan memilih solenoid 12V DC yang tertera pada Gambar 2.4, karena dapat dengan mudah diintegrasikan dengan catu daya 12V sistem dan memberikan gaya yang diperlukan untuk mengoperasikan kunci dan jendela. (*Memahami Solenoid 12V DC_ Tinjauan Dan Panduan Komprehensif*, n.d.)



Gambar 2. 4 Solenoid *Door Lock*
Sumber : (amazon.com, n.d.)

2.2.5 MQTT

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) adalah protokol komunikasi yang ringan dan efisien, dirancang khusus untuk perangkat IoT. Protokol ini menggunakan model publish-subscribe, memungkinkan perangkat untuk mengirim dan menerima data secara real-time melalui broker. MQTT sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan bandwidth rendah dan konsumsi daya minimal, seperti pengelolaan data sensor dan sistem otomasi. Dengan keunggulan ini, MQTT menjadi salah satu pilihan utama untuk mendukung komunikasi antar perangkat dalam ekosistem IoT yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 MQTT Publish/Subscribe Architecture
Sumber:(Ghostluz.com, n.d.)

2.2.6 MQTT Explorer

MQTT Explorer merupakan aplikasi dekstop yang menampilkan grafis (GUI) agar mempermudah pengguna untuk visualisasi dan manajemen pesan dalam protokol MQTT. Menurut (Nord & Quist, 2019), MQTT Explorer ialah aplikasi yang membantu pengguna untuk menampilkan dan debug MQTT *systems* secara *real-time* dengan menampilkan dan menyusun tentang topik MQTT yang dibuat, selain itu sebagai *publishing* dan *subscribing*, serta menyediakan payload inspection dalam berbagai format.

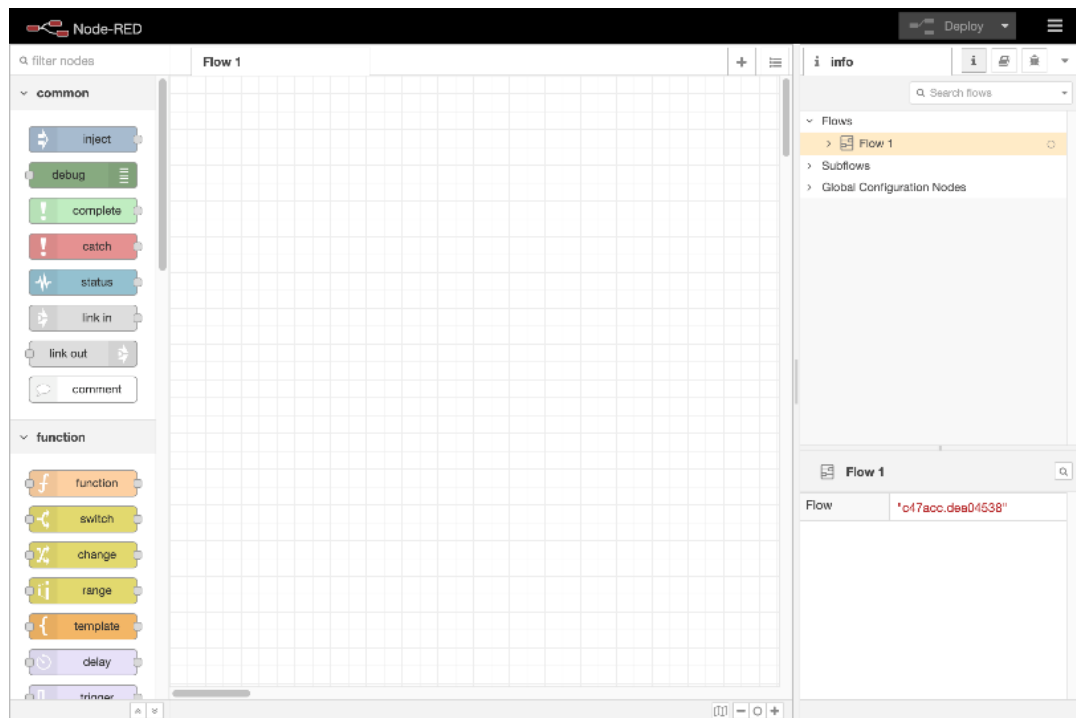
Dalam sistem IoT menggunakan MQTT oleh developer sering kali merasa kesulitan untuk memahami flow pesan yang dihasilkan. *Developer* ini tidak bisa langsung melihat pesan yang dikirim, tujuannya kemana, kapan waktu diterima, dan berapa banyak jumlah pesannya. Protokol MQTT ini dirancang sebagai *publisher* atau pengirim pesan, dan *subscriber* atau penerima pesan yang tidak saling mengenal, sehingga observasi langsung menjadi cukup sulit. Untuk itu dibutuhkan sebuah *tools visualization* yang menampilkan semua aktivitas pesan dalam sistem. MQTT Explorer ini berfungsi sebagai perantara antara pengguna dan MQTT Broker. Logo pada aplikasi MQTT Explorer dapat dilihat pada Gambar 2.6. Aplikasi ini menampilkan semua topik dan bentuk struktur pohon yang tersusun rapi.



Gambar 2. 6 MQTT Explorer
(Mqtt-explorer.com, n.d.)

2.2.7 Node-RED

Node-RED merupakan platform berbasis *flow-based programming* yang memudahkan integrasi perangkat, protokol, dan sistem secara visual. Dalam proyek ini, *Node-RED* berperan sebagai *middleware* untuk mengelola data dari sensor LD2410 menggunakan protokol MQTT. LD2410, sebagai sensor radar, mendeteksi keberadaan dan pergerakan dalam ruangan, kemudian mengirimkan data tersebut melalui protokol MQTT ke broker MQTT. *Node-RED* bertindak sebagai subscriber yang membaca data ini secara real-time melalui node MQTT, memungkinkan pemrosesan logika seperti menentukan apakah ruangan kosong atau digunakan. Data yang diproses ditampilkan secara visual menggunakan *Node-RED* Dashboard, seperti tabel atau indikator status, yang dapat diakses melalui browser. Selain itu, *Node-RED* mendukung pengendalian akses, misalnya membuka pintu otomatis jika kondisi tertentu terpenuhi, dengan mengirim perintah ke perangkat IoT melalui node MQTT-out. Dengan fitur ini, *Node-RED* memungkinkan integrasi yang mudah, pemrograman visual yang intuitif, dan pemrosesan data secara real-time, menjadikannya solusi ideal untuk membangun sistem akses ruangan kelas yang canggih. Tampilan awal yang terdapat pada *Node-RED* tertera pada Gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2. 7 Tampilan *Node-RED*
Sumber: (Arduino.acc, n.d.)