

INTEGRASI MIKROKONTROLER ATMEGA2560 DAN WI-FI ESP8266 UNTUK REKAYASA SMART HOME BERBASIS IOT

Husain T^{*1}, S Santi²

^{1,2} Universitas DIPA Makassar, Makasar

Email: ¹husain@undipa.ac.id, ²santi@undipa.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 17 Juni 2025, diterima untuk diterbitkan: 17 Desember 2025)

Abstrak

Sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan dalam *Smart Home Security System* ini dirancang untuk memantau dan mengendalikan kondisi keamanan secara otomatis dari jarak jauh. Teknologi IoT memungkinkan perangkat-perangkat terintegrasi berkomunikasi melalui jaringan internet sehingga pengguna dapat melakukan pengawasan, pengontrolan, serta menerima laporan secara real-time dengan mudah dan efisien. Dalam penelitian ini, digunakan metode eksperimental dan pengujian komparatif dengan tahapan perancangan sistem dan perangkat keras, diikuti pengujian serta evaluasi kinerja sistem berdasarkan spesifikasi yang diharapkan. Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan modul WiFi ESP8266 yang menghubungkan perangkat ke internet. Berbagai sensor pendukung dipasang untuk meningkatkan fungsi keamanan, yaitu sensor MQ-6 untuk deteksi asap, MQ-2 untuk deteksi gas berbahaya, sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, DHT-22 untuk memonitor suhu dan kelembaban, serta Magnetic Switch sebagai sensor pintu. Modul GPS NEO7 digunakan untuk pelacakan lokasi secara akurat, sementara modul SIM800L memungkinkan pengiriman notifikasi melalui SMS. Real-Time Clock (RTC) mengatur pencatatan waktu kejadian secara tepat, dan kontrol jarak jauh dilakukan melalui platform Telegram yang mudah diakses. Hasil pengujian menunjukkan sistem beroperasi sesuai rancangan dan menunjukkan kestabilan yang baik selama pengoperasian, menjadikannya solusi efektif dan praktis untuk keamanan rumah berbasis IoT.

Kata kunci: *SmartHome, IoT, Sensor, Mikrokontroler, GPS Neo7*

INTEGRATION OF ATMEGA2560 MICROCONTROLLER AND ESP8266 WI-FI MODULE FOR THE DEVELOPMENT OF AN IOT-BASED SMART HOME SYSTEM

Abstract

The Internet of Things (IoT)-based home security system developed in this Smart Home Security System is designed to automatically monitor and control home security remotely. IoT technology enables interconnected devices to communicate via the internet, allowing users to easily and efficiently supervise, control, and receive real-time security reports. This study employs an experimental method and comparative testing, involving the design of the system and hardware, followed by performance testing and evaluation against expected specifications. The system is built using the Arduino Mega 2560 microcontroller and the ESP8266 WiFi module to connect devices to the internet. Various supporting sensors are integrated to enhance security functions, including the MQ-6 sensor for smoke detection, MQ-2 for hazardous gas detection, PIR sensor for motion detection, DHT-22 for monitoring temperature and humidity, and Magnetic Switch as a door sensor. The GPS NEO7 module is used for accurate location tracking, while the SIM800L module enables SMS notification delivery. A Real-Time Clock (RTC) module ensures precise event time-stamping, and remote control is facilitated via the easily accessible Telegram platform. The test results show that the system operates as designed and exhibits good stability during operation, making it an effective and practical IoT-based home security solution.

Keywords: *SmartHome, Internet Of Things (Iot), Sensors, Microcontroller, GPS Neo7*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat Teknologi Internet of Things (IoT) dalam beberapa tahun terakhir telah mengubah paradigma sistem keamanan rumah konvensional menjadi sistem yang lebih cerdas,

otomatis, dan dapat diakses secara real-time dari jarak jauh. Sistem keamanan rumah berbasis IoT kini menjadi salah satu solusi utama yang dicari masyarakat untuk meningkatkan perlindungan properti serta keselamatan dan kenyamanan penghuni

rumah (Husain, *et al.*, 2021). Dengan menghubungkan berbagai perangkat fisik seperti sensor, kamera, dan aktuator melalui jaringan internet, IoT memungkinkan pemilik rumah untuk mengawasi dan mengendalikan kondisi keamanan secara mudah dan efisien (Widyapramana, Dewantoro and Handoko, 2021). Hal ini selaras dengan kebutuhan masyarakat modern yang menginginkan sistem keamanan yang tidak hanya berfungsi secara pasif, tetapi juga responsif dan adaptif terhadap berbagai situasi (Lesmana *et al.*, 2024). Dengan demikian, pemilik rumah dapat memantau dan mengendalikan kondisi rumahnya dari mana saja dan kapan saja.

IoT dalam sistem keamanan rumah tidak hanya menjawab kebutuhan keamanan fisik, tetapi juga memberikan kemudahan dan fleksibilitas bagi penggunaannya. Sistem ini mampu memberikan notifikasi real-time ketika terjadi aktivitas mencurigakan, serta dapat diintegrasikan dengan perangkat pintar lain seperti ponsel, asisten virtual, atau sistem kendali suara. Seiring meningkatnya kebutuhan akan keamanan dan kenyamanan di lingkungan rumah tinggal, konsep *smart home security system* berbasis IoT menjadi fokus utama dalam berbagai penelitian dan pengembangan teknologi saat ini (Lesmana *et al.*, 2024).

Berbagai studi sebelumnya telah mencoba merancang sistem keamanan rumah pintar dengan menggunakan beragam modul dan pendekatan. Sebagai contoh, (Fadillah and Purwanto, 2022) mengembangkan sistem yang mengandalkan sensor PIR dan kamera ESP32-CAM untuk mendeteksi gerakan dan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Sementara itu, (Aryo Lukito *et al.*, 2024) menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang dikombinasikan dengan berbagai sensor lingkungan, seperti sensor gas dan suhu, serta aplikasi Blynk untuk kendali dan monitoring perangkat. Meskipun hasil dari penelitian tersebut menunjukkan sistem yang dapat berfungsi, beberapa keterbatasan tetap ada, seperti stabilitas jaringan, respon sistem terhadap gangguan, dan kemudahan penggunaan antarmuka bagi pengguna awam.

Di sisi lain, (Mahendra and Winardi, 2023) (Setyawan, 2024) menambahkan fitur monitoring real-time dengan mengintegrasikan Firebase sebagai penyimpanan data cloud. Meski demikian, sistem tersebut masih memiliki keterbatasan dari sisi akurasi deteksi dan keterbatasan fungsi kontrol langsung. Dengan demikian, dibutuhkan pendekatan baru yang tidak hanya menggabungkan fitur-fitur dasar dari sistem sebelumnya, tetapi juga memperhatikan efisiensi integrasi perangkat keras dan lunak, kestabilan sistem dalam berbagai kondisi jaringan, serta kemudahan dalam pengoperasiannya.

Penelitian ini mengusulkan suatu sistem keamanan rumah pintar berbasis IoT yang dirancang menggunakan Arduino Mega 2560 dan modul WiFi ESP8266. Kombinasi keduanya dipilih karena Arduino Mega memiliki kapasitas input/output digital yang lebih besar, memungkinkan integrasi lebih banyak sensor keamanan, sedangkan ESP8266 berfungsi sebagai

penghubung ke jaringan internet yang efisien dan hemat daya. Dalam sistem ini, digunakan pendekatan eksperimental dan pengujian komparatif untuk menilai keandalan, efektivitas, dan kestabilan sistem yang dirancang. Sistem ini tidak hanya mengirimkan notifikasi real-time kepada pengguna ketika deteksi gangguan terjadi, tetapi juga memungkinkan kontrol aktif terhadap perangkat keamanan seperti alarm atau kunci elektronik dari jarak jauh (Khan *et al.*, 2022).

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada beberapa aspek penting. Pertama, integrasi Arduino Mega dan ESP8266 dalam satu sistem memungkinkan kombinasi antara kapasitas input/output yang besar dan kemampuan konektivitas internet yang kuat tanpa memerlukan modul tambahan. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan mikrokontroler dengan pin terbatas atau mengandalkan integrasi perangkat lunak pihak ketiga yang kompleks. Kedua, sistem ini menggunakan metode pengujian komparatif untuk membandingkan performa aktual terhadap spesifikasi ideal secara sistematis, sehingga mampu memberikan evaluasi menyeluruh terhadap kinerja sistem. Ketiga, penelitian ini mengedepankan desain antarmuka pengguna yang sederhana dan responsif, yang memungkinkan pengguna awam untuk mengakses dan mengoperasikan sistem tanpa keahlian teknis tinggi. Keempat, tidak hanya sebatas alarm pasif, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur pengendalian aktif seperti pembukaan dan penguncian pintu otomatis, yang meningkatkan tingkat keamanan rumah secara keseluruhan. Kelima, pendekatan ini menekankan pada kestabilan operasional sistem dalam kondisi jaringan yang tidak selalu optimal, menjadikan sistem lebih tangguh dalam penerapan di lingkungan perumahan umum.

Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara optimal sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem tidak hanya berhasil dari aspek perancangan, tetapi juga layak diterapkan secara fungsional. Temuan ini sejalan dengan meningkatnya tren penggunaan sistem otomatisasi rumah tangga, di mana integrasi antara *Internet of Things* (IoT) dan *smart security system* diprediksi akan menjadi standar keamanan rumah modern dalam lima tahun ke depan (Geovani and Islami, 2025).

Dengan mempertimbangkan konteks tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem keamanan rumah pintar yang lebih efisien, mudah digunakan, dan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat modern akan keamanan yang adaptif. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dengan menambahkan kecerdasan buatan (AI) untuk prediksi ancaman, integrasi dengan perangkat wearable, serta

penggunaan sistem komunikasi berbasis mesh untuk jangkauan yang lebih luas dan redundansi koneksi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen rekayasa sistem, yang melibatkan tahapan Identifikasi Kebutuhan, Perancangan Sistem, Implementasi dan Integrasi, dan Pengujian dan Evaluasi dari sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT). Seluruh proses penelitian dilaksanakan secara bertahap melalui beberapa fase inti sebagai berikut:

a. Identifikasi Kebutuhan

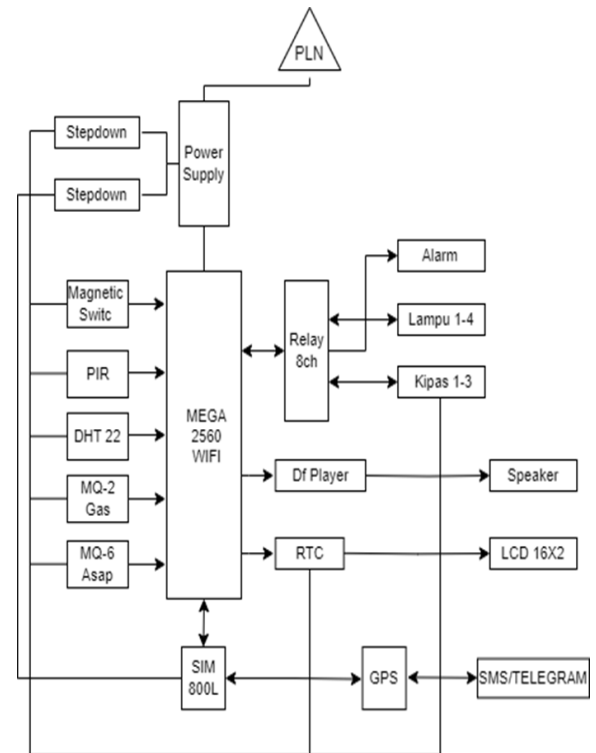
Langkah pertama melibatkan pengumpulan informasi terkait fitur keamanan yang diinginkan, termasuk jenis sensor yang dibutuhkan, media komunikasi, dan bentuk sistem notifikasi (Aan Restu Mukti, *et al.*, 2022). Proses ini mengacu pada studi literatur dan kebutuhan pengguna untuk memastikan sistem dirancang secara tepat sasaran (Haripuddin *et al.*, 2023)(Husain, *et al.*, 2022).

b. Perancangan Sistem

Tahapan ini mencakup perencanaan integrasi berbagai komponen seperti Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, modul ESP8266 untuk konektivitas internet, dan sensor-sensor (MQ-2, MQ-6, PIR, DHT-22, dan Magnetic Switch) untuk mendeteksi berbagai kondisi lingkungan. Selain itu, sistem juga dilengkapi modul GPS NEO7 dan SIM800L untuk pelacakan dan pengiriman notifikasi. Perancangan dilakukan menggunakan skema diagram sistem untuk mengoptimalkan integrasi antarkomponen (Gabriel Gracia Salindeho, 2023)(Purnomo, *et al.*, 2021). di antaranya :

- **Arduino Mega 2560** sebagai unit pengendali utama,
- **Modul ESP8266** untuk koneksi internet,
- Sensor-sensor seperti **MQ-6** (asap), **MQ-2** (gas), **PIR** (gerakan), **DHT-22** (suhu dan kelembaban), dan **Magnetic Switch** (pintu),
- **Modul GPS NEO7** untuk pelacakan lokasi,
- **Modul SIM800L** untuk pengiriman notifikasi via SMS,
- **Modul RTC (Real-Time Clock)** untuk pencatatan waktu kejadian, serta
- **Aplikasi Telegram** sebagai antarmuka kendali jarak jauh.

Rancangan sistem dituangkan dalam bentuk diagram blok gambar 1, skematik rangkaian, serta pengaturan koneksi antarperangkat. Blok diagram sistem menggambarkan hubungan antar komponen utama, termasuk input, output, dan jalur distribusi daya dalam sistem smart home berbasis IoT ini. Sistem dimulai dari sumber listrik utama yaitu PLN 220V AC dengan frekuensi 50Hz, yang kemudian dikonversi oleh Power Supply menjadi dua jenis tegangan DC. Output pertama, yaitu 5V, digunakan untuk mendukung operasional berbagai sensor, sedangkan output kedua sebesar 3.8V ditujukan khusus untuk modul SIM800L dan GPS Neo7.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Untuk mengatasi sensitif terhadap fluktuasi daya pada modul SIM800L digunakan step-down Modul MP1584 DC-DC buck converter (Yuanrong He *et al.*, 2021)

Mikrokontroler Arduino Mega dan ESP8266 Wifi membutuh sumber tegangan berbeda yaitu Atmega 5v dan esp8266 3,3v. Untuk mengatasi hal tersebut jg dibutuhkan modul MP1584 DC-DC buck converter dari 5v menjadi 3,3v agar aman terhadap transien, Untuk mengurangi transien, disarankan untuk menggunakan kapasitor bypass pada output regulator untuk menyerap lonjakan tegangan. Biasanya, kapasitor 10uF dan 0.1uF digunakan pada output regulator untuk menyaring transien tersebut.

Ketika Wi-Fi aktif, ESP8266 (yang menggunakan 3.3V) akan menarik arus yang lebih besar. Arus yang dibutuhkan oleh modul Wi-Fi bisa mencapai **200-300 mA** saat transmisi data, dan **80-150 mA** saat idle. MP1584 akan memberikan tegangan stabil 3.3V dengan efisiensi yang lebih tinggi. Saat **Wi-Fi non-aktif**, konsumsi daya modul Wi-Fi (ESP8266) akan berkurang secara signifikan, hanya menarik sekitar **10-20 mA** saat dalam mode sleep. **MP1584** tidak akan mempengaruhi daya secara signifikan dalam hal **konsistensi tegangan (3.3V)** baik saat Wi-Fi **on** maupun **off**. **ESP8266 Wi-fi** tidak secara otomatis melakukan **redundansi kanal** atau **failover** ke jaringan lain jika internet terputus. Jika Wi-Fi terputus, perangkat ini akan tetap berusaha **terhubung ulang ke jaringan yang sama**.

Gambaran skema Sistem pada gambar 2. Secara arsitektur perangkat lunak di sisi **firmware** maupun **backend** analisisnya adalah sebagai berikut: **Firmware** merupakan perangkat lunak yang berfungsi mengendalikan perangkat keras dan memastikan operasi perangkat berjalan dengan baik. pada arsitektur sistem ini, firmware berperan di bagian input dan output perangkat keras yang berinteraksi langsung dengan sensor dan aktuator. Komponen-komponen yang berfungsi sebagai firmware antara lain:

Sensor dan Aktuator:

Sensor, seperti **MQ-2**, **MQ-6**, **PIR**, **DHT-22**, dan **Magnetic Switch** digunakan untuk mendeteksi kondisi tertentu, seperti gas, asap, pergerakan, suhu, kelembaban, pendeteksi buka tutup jendela . Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian dikirim ke mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan ESP8266). Aktuator, seperti **alarm**, **kipas**, **lampu**, **speaker**, dan **LCD**, berfungsi untuk memberikan respons fisik sesuai dengan data yang diterima dari sensor dan keputusan yang diambil oleh sistem.

Mikrokontroler:

Arduino Mega 2560 dan ESP8266 (Wi-Fi):

Mikrokontroler ini bertindak sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor (input) dan mengirimkan informasi atau instruksi ke perangkat lain (output). Firmware yang terinstal pada mikrokontroler bertugas untuk mengolah data, menjalankan logika, dan melakukan komunikasi antara sensor dan perangkat eksternal seperti SMS dan telegram (Okemiri *et al.*, 2021).

Backend adalah bagian dari sistem yang mengelola pemrosesan data dan komunikasi dengan perangkat atau sistem eksternal. Dalam arsitektur ini, backend berfokus pada pengolahan data dan interaksi dengan jaringan atau layanan di luar perangkat keras.

Jaringan:

SIM800L: Modul GSM ini menghubungkan sistem ke jaringan telekomunikasi, memungkinkan pengiriman SMS ke penerima yaitu pihak pemadam kebakaran dan pihak kepolisian berupa pemberitahuan.

Wi-Fi ESP8266: Mikrokontroler ini dapat menghubungkan sistem ke internet atau jaringan lokal untuk mengirimkan pemberitahuan ke aplikasi Telegram untuk pemilik rumah.

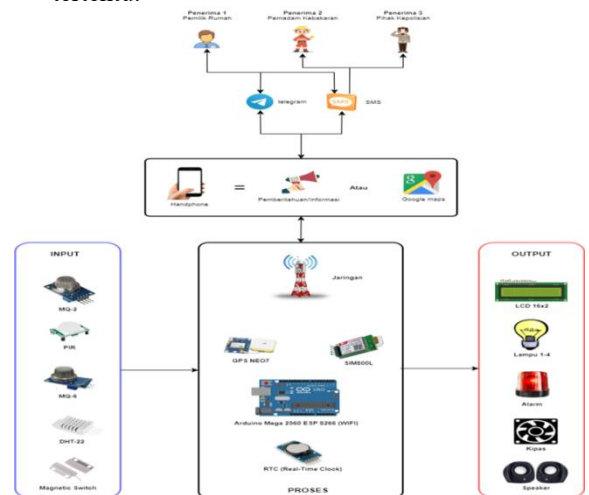
Google Maps: Backend mengirimkan data koordinat GPS yang diperoleh dari GPS NEO7 ke layanan Google Maps, yang memungkinkan penerima (pihak pemadam kebakaran dan pihak kepolisian) untuk melihat lokasi yang tepat melalui smartphone.

Telegram dan SMS dipilih dibandingkan dengan **MQTT** pada arsitektur sistem IoT ini karena beberapa faktor utama (Razali, 2021):

1. **Keterjangkauan dan Aksesibilitas:** SMS dapat digunakan di hampir semua smarphone tanpa perlu

koneksi internet, sangat berguna di daerah terpencil. **Telegram** memerlukan internet, tetapi mudah digunakan dan memiliki antarmuka yang ramah pengguna.

2. **Kemudahan Implementasi:** Menggunakan **Telegram** dan **SMS** lebih sederhana untuk pengiriman notifikasi langsung kepada pengguna, tanpa memerlukan konfigurasi kompleks atau perangkat tambahan seperti **broker MQTT**.
3. **Notifikasi Real-Time:** **Telegram** menawarkan lebih banyak fitur, seperti mengirim gambar, video, dan lokasi, sementara **SMS** memberikan cara sederhana untuk mengirim pesan teks ke banyak penerima.
4. **Keamanan:** **Telegram** menggunakan enkripsi end-to-end untuk komunikasi yang lebih aman, sementara **SMS** juga cukup aman dalam situasi tertentu.



Gambar 2. Skema Input output Sistem

c. Implementasi dan Integrasi

Tahapan ini, melakukan perakitan perangkat keras yang dilakukan sesuai skema, kemudian dikembangkan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE. Kode program mencakup pengambilan data sensor, pemrosesan logika sistem, serta pengiriman informasi melalui Telegram dan SMS. Fungsi pencatatan waktu diatur menggunakan modul RTC. Proses integrasi dilakukan bertahap agar setiap fungsi dapat diuji dengan optimal (Yulianto, 2023). Gambar 3 merupakan miniatur rangkaian sistem.



Gambar 3. Miniatur Rangkaian

d. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi keakuratan deteksi oleh sensor, kecepatan respons sistem terhadap ancaman, serta stabilitas koneksi internet. Evaluasi kinerja dilakukan secara kuantitatif, mencakup keberhasilan pengiriman notifikasi serta efisiensi waktu tanggap sistem terhadap peristiwa tertentu (Rahmawati, 2021). Untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi sistem secara menyeluruh. Analisis ini digunakan sebagai acuan dalam proses penyempurnaan sistem dan verifikasi terhadap spesifikasi awal (Putra, R. D., & Sari, 2020). Gambar 4 merupakan perangkat keras yang akan dilakukan pengujian dan dievaluasi.

Prosedur Kalibrasi MQ-2 dan MQ-6(Francisco Javier *et al.*, 2024):

1. Pemanasan Awal (Burn-in):

Sebelum kalibrasi dilakukan, sensor gas MQ-2/MQ-6 harus dipanaskan selama 24-48 jam untuk mencapai **kondisi stabil**.

2. Kalibrasi di Udara Bersih:

Sensor harus **dikalibrasi di udara bersih** dengan konsentrasi gas yang tidak terdeteksi (misalnya, udara murni).

Pada kondisi ini, pembacaan sensor harus **nol** atau sangat mendekati **nol** pada pengukuran gas.

3. Pengaturan Potensiometer:

Modul MQ-2/MQ-6 dilengkapi dengan **potensiometer** untuk mengatur **kepekaan sensor** terhadap gas yang ingin diukur.

4. Kalibrasi Gas Referensi:

Untuk mengkalibrasi sensor terhadap gas tertentu (misalnya **metana, asap rokok, atau karbon monoksida**), gas referensi dengan konsentrasi yang diketahui digunakan.

Sistem kalibrasi membutuhkan pengukuran **konsentrasi gas** di ruang tertentu dan penyesuaian potensiometer hingga pembacaan sensor mencocokkan konsentrasi gas yang diketahui.

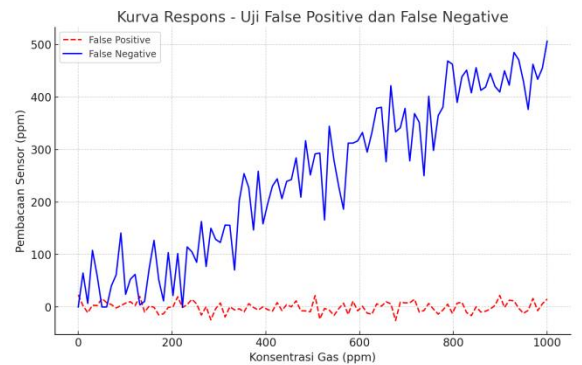
Uji False Positive dan False Negative:

- **False Positive (FP):** terjadi ketika sensor memberikan pembacaan positif (misalnya, terdeteksi gas) meskipun tidak ada gas yang ada.
- **False Negative (FN):** terjadi ketika sensor tidak mendeteksi gas meskipun ada gas yang ada.

Langkah untuk Uji FP dan FN:

1. **Pengujian False Positive:** Lakukan pengujian dengan **menghirup udara bersih** (tanpa gas target) dan amati apakah sensor menghasilkan pembacaan positif yang salah. Pembacaan yang lebih tinggi dari nilai ambang batas dapat dianggap sebagai **false positive**.
2. **Pengujian False Negative:** Uji sensor dengan **konsentrasi gas yang lebih rendah** dan lihat apakah sensor dapat mendeteksi gas pada konsentrasi rendah. Jika sensor tidak mendeteksi gas

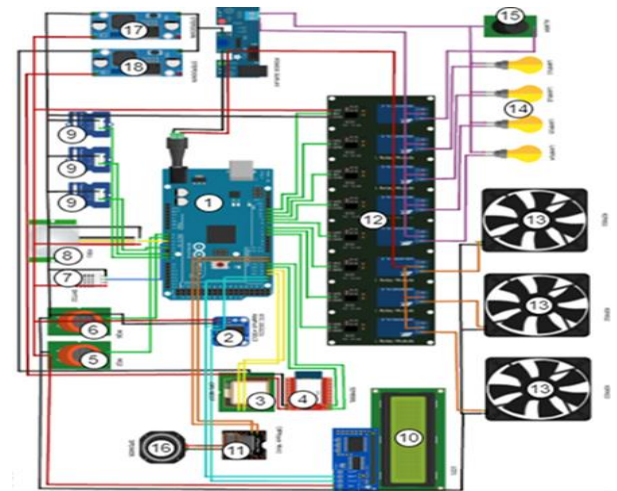
pada konsentrasi yang dapat dideteksi, itu adalah **false negative**.



Gambar 4. Kurva konstrasi Gas

- **False Positive (garis merah putus-putus):** Terjadi ketika sensor menghasilkan pembacaan positif (ppm) meskipun tidak ada gas yang terdeteksi. Ini menggambarkan ketidakakuratan sensor dalam kondisi udara bersih atau saat terdeteksi "noise" dari lingkungan sekitar.
- **False Negative (garis biru):** Terjadi ketika sensor tidak dapat mendeteksi gas meskipun konsentrasi gas yang ada cukup tinggi. Kurva ini menunjukkan respons sensor yang gagal mendeteksi gas pada konsentrasi rendah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 5. Rangkaian Sistem

Penjelasan mengenai rangkaian sistem, berikut sesuai nomer yang ada pada gambar 5.

1) Mikrokontroler Arduino ATmega2560 :

Mikrokontroler Arduino ATmega2560 berperan sebagai unit pengendali utama dalam keseluruhan sistem. Perangkat ini berfungsi untuk menerima sinyal masukan dari berbagai sensor, memproses data tersebut berdasarkan algoritma yang telah diprogram, dan menghasilkan keluaran sesuai dengan perintah yang ditentukan. Mikrokontroler ini juga mendukung konektivitas internet melalui integrasi dengan modul ESP8266, sehingga memungkinkan komunikasi data secara daring.

Berbagai sensor yang terhubung akan memberikan input yang kemudian diproses untuk menghasilkan output, seperti pengiriman pesan teks melalui modul SIM800L, informasi lokasi melalui modul GPS Neo7, dan keluaran suara melalui modul DF Player serta speaker aktif. Selain itu, perangkat ini mengontrol aktuator seperti lampu, kipas, dan alarm melalui modul relay 8 kanal, yang bekerja berdasarkan input dari sensor dan logika pemrograman.

2) RTC (Real-Time Clock) :

Real-Time Clock (RTC) merupakan modul yang berfungsi sebagai penentu waktu dalam sistem, baik untuk mengatur waktu aktif maupun tidak aktifnya sistem. Modul ini ditenagai oleh baterai CMOS internal yang memungkinkan penyimpanan nilai waktu secara terus-menerus meskipun sistem utama dimatikan. Dalam implementasinya, RTC dihubungkan ke mikrokontroler melalui jalur komunikasi I2C. Informasi waktu yang diterima dari pesan singkat atau aplikasi Telegram kemudian diproses dan ditampilkan pada layar LCD sebagai bentuk output visualisasi waktu sistem.

3) GPS Neo7 :

Modul GPS Neo7 digunakan untuk menentukan koordinat geografis perangkat secara real-time. Modul ini menggunakan protokol komunikasi UART dan terhubung langsung dengan mikrokontroler melalui port serial. Saat sistem menerima input yang memerlukan pelacakan lokasi, mikrokontroler akan memproses data tersebut dan memanfaatkan GPS Neo7 untuk mengirimkan informasi lokasi kepada pengguna melalui saluran komunikasi Telegram dan SMS.

4) SIM800L :

SIM800L merupakan modul komunikasi seluler yang digunakan untuk mengirim dan menerima pesan teks (SMS). Modul ini berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui antarmuka serial dan memungkinkan sistem memberikan notifikasi kepada pengguna berdasarkan hasil analisis sensor.

5) Sensor Gas MQ-2 :

Sensor MQ-2 berfungsi mendeteksi keberadaan gas mudah terbakar. Sensor ini dihubungkan dengan pin input analog A1 pada mikrokontroler dan mengonversi sinyal analog menjadi sinyal digital. Ketika konsentrasi gas melebihi ambang batas tertentu, sistem akan mengaktifkan alarm, menampilkan informasi pada layar LCD, dan mengirimkan pesan peringatan melalui SMS maupun Telegram.

6) Sensor Asap MQ-6 :

Sensor MQ-6 dirancang untuk mendeteksi partikel asap di lingkungan sekitarnya. Terhubung melalui pin analog A0, sensor ini mengirimkan sinyal ke mikrokontroler, yang selanjutnya mengaktifkan kipas sebagai langkah mitigasi. Sensor ini bekerja secara otomatis tanpa menghasilkan notifikasi tambahan.

7) Sensor DHT-22 :

DHT-22 merupakan sensor yang mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar perangkat. Sinyal digital yang dihasilkan dikirim melalui pin A3 dan diproses oleh mikrokontroler untuk ditampilkan pada

LCD serta digunakan dalam proses pengambilan keputusan sistem terkait suhu.

8) Sensor PIR (Passive Infrared) :

Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia secara real-time ketika sistem keamanan dalam keadaan aktif. Sensor ini terhubung melalui pin analog A2 dan mengirimkan sinyal digital ke mikrokontroler, yang kemudian mengirimkan notifikasi berupa pesan teks melalui Telegram guna mengurangi penggunaan pulsa pada komunikasi SMS.

9) Magnetic Switch :

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi perubahan posisi atau pembukaan pada pintu dan jendela. Sensor ini akan aktif saat sistem berada dalam status aktif dan terhubung ke mikrokontroler melalui pin A4, A6, dan A7. Deteksi yang dilakukan oleh sensor ini akan menghasilkan keluaran berupa suara dari speaker, aktivasi alarm, dan pengiriman informasi lokasi melalui pesan Telegram dan SMS.

10) LCD (Liquid Crystal Display) :

LCD digunakan sebagai antarmuka visual untuk menampilkan informasi sistem secara real-time, seperti status sistem, suhu, kelembapan, waktu aktif, dan keberadaan gas. Layar ini akan terus menampilkan informasi selama sistem dalam kondisi menyala.

11) DF Player :

Modul DF Player berfungsi sebagai pemutar audio yang menyimpan file suara pada kartu memori. Modul ini akan diaktifkan oleh mikrokontroler berdasarkan input tertentu untuk memberikan peringatan suara melalui speaker aktif.

12) Relay 8 Channel :

Modul relay ini memiliki delapan saluran yang digunakan untuk mengontrol beban listrik seperti lampu, kipas, dan alarm. Terhubung ke pin digital 5-12, setiap saluran relay akan merespons sinyal logika dari mikrokontroler untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat sesuai dengan logika pemrograman.

13) Kipas :

Kipas dalam sistem ini berfungsi untuk menetralkan kondisi lingkungan ketika terdeteksi adanya asap melalui sensor MQ-6 atau suhu berlebih melalui sensor DHT-22. Aktivasi kipas dilakukan secara otomatis oleh mikrokontroler.

14) Lampu :

Terdapat empat lampu dalam sistem, termasuk satu lampu teras. Lampu-lampu ini dapat diaktifkan atau dinonaktifkan melalui perintah yang dikirimkan melalui Telegram atau SMS. Mikrokontroler bertugas mengeksekusi perintah ini melalui modul relay.

15) Alarm :

Alarm akan secara otomatis berbunyi ketika sistem dalam status aktif dan sensor-sensor seperti MQ-2 atau Magnetic Switch mendeteksi kondisi abnormal, seperti keberadaan gas berbahaya atau pembukaan pintu/jendela secara paksa.

16) Speaker:

Speaker digunakan sebagai keluaran suara yang berfungsi menyampaikan informasi berbasis audio kepada pengguna. Suara yang diputar berasal dari file audio yang disimpan pada DF Player, dan akan aktif sejak sistem pertama kali dinyalakan.

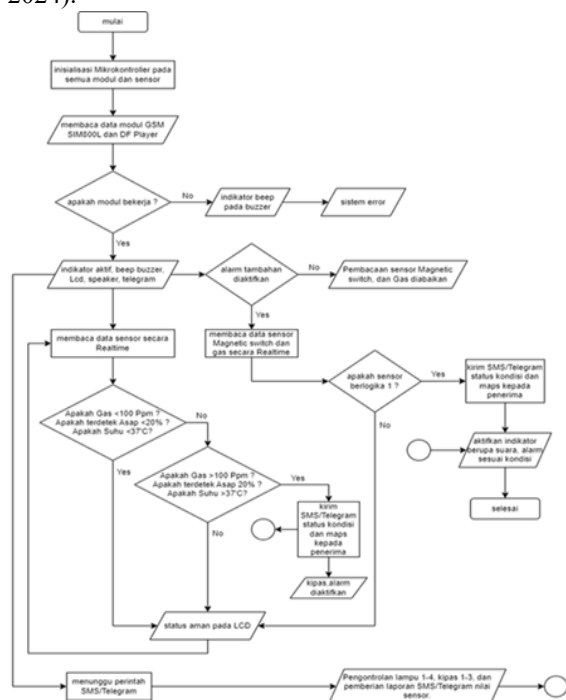
17) Stepdown 1 :

Modul Stepdown 1 digunakan untuk menurunkan tegangan dari power supply menjadi 5 volt. Tegangan ini kemudian digunakan untuk menyuplai kebutuhan daya bagi sensor (MQ-2, MQ-6, DHT-22, PIR, Magnetic Switch), LCD, dan modul relay.

18) Stepdown 2 :

Sama seperti Stepdown 1, Stepdown 2 berfungsi menurunkan tegangan dari power supply, namun kali ini hingga 3,8 volt. Tegangan tersebut disalurkan khusus untuk modul SIM800L, GPS Neo7, dan RTC, yang memerlukan tegangan operasi rendah untuk berfungsi secara optimal.

Flowchart gambar 5. ini menggambarkan alur kerja logika dari sistem smart home berbasis mikrokontroler yang dilengkapi dengan berbagai modul sensor dan perangkat komunikasi. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan dan keamanan rumah secara real-time serta memberikan notifikasi kepada pengguna melalui SMS atau Telegram(Zeng, 2024).



Gambar 5. FlowChart Sistem

▪ Hasil Pengujian sensor PIR

Tabel 1. Pengujian sensor PIR

Jarak (cm)	Status Telegram	Status
100	send	Merespon
150	send	Merespon
200	send	Merespon
300	send	Merespon
450	send	Merespon

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi keberadaan objek berdasarkan jarak, serta menilai konsistensi pengiriman notifikasi melalui platform Telegram. Hasil menunjukkan bahwa pada seluruh rentang jarak yang diuji, mulai dari 100 cm hingga 450 cm, sistem berhasil mengirimkan status ke Telegram dengan indikator "send" yang menandakan bahwa proses komunikasi berjalan lancar.

▪ Hasil Pengujian sensor MQ-2

Tabel 2. Pengujian sensor MQ-2

Range MQ-2 Gas (Ppm)	Gas Terdeteksi	Status Telegram/SMS	Status Kinerja
0-100	4	send	Merespon
0-100	3	send	Merespon
0-100	2	send	Merespon
0-100	60	send	Merespon
0-100	80	send	Merespon

Sensor MQ-2 mendeteksi kadar gas mulai dari nilai rendah (2–80 ppm), artinya sistem tetap mampu mendeteksi perubahan konsentrasi gas secara akurat. Seluruh hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mengirimkan notifikasi berupa pesan melalui Telegram atau SMS dengan status "send", yang mengindikasikan bahwa proses komunikasi berhasil dilakukan.

▪ Hasil Pengujian sensor DHT-22

Tabel 3. Pengujian sensor DHT-22

Range DHT-22	Suhu Terdeteksi	Kelembapan Terdeteksi	Status LCD (Real-Time)	Status Kinerja
0-37	29°C	82%	send	merespon
0-37	37°C	54%	send	merespon
0-37	29°C	82%	send	merespon
0-37	27°C	86%	send	merespon
0-37	32°C	68%	send	merespon

Sensor DHT-22 mendeteksi suhu antara 27°C hingga 37°C, dan kelembapan berkisar antara 54% hingga 86%. Semua data yang diterima dari sensor ditampilkan secara real-time pada layar LCD, dengan status pengiriman data ke tampilan LCD bertanda "send", yang menandakan bahwa proses komunikasi antarkomponen berlangsung dengan baik.

▪ Hasil Pengujian Magnetic Switch

Tabel 4. Pengujian Magnetic Switch

Status Magnetic Switch	Status Telegram/SMS	Status Kinerja
Pintu Terbuka	Send	Merespon
Jendela Kanan Terbuka	Send	Merespon
Jendela Kiri Terbuka	Send	Merespon

Pengujian sistem dilakukan dengan mensimulasikan tiga kondisi berbeda, yaitu saat

pintu terbuka, jendela kanan terbuka, dan jendela kiri terbuka. Dalam setiap kondisi tersebut, sensor secara akurat mendeteksi perubahan keadaan dan berhasil mengirimkan pemberitahuan melalui Telegram dan SMS, sebagaimana terlihat pada kolom "Status Telegram/SMS" yang menunjukkan keterangan "send".

- Hasil Pengujian Rentang Waktu via Telegram

Tabel 5. Pengujian via Telegram

Perintah/ Sensor	Status Perintah					Rentang Waktu
	Buzzer	LCD	DF Player	Kipas	Alarm	
Sistem aktifkan	√	√	√			5 detik
Lampu 1 on	√		√			1 detik
lampu 2 on	√		√			3 detik
Lampu 3 on	√		√			1 detik
lampu 4 on	√		√			2 detik
Semua Lampu off	√		√			1 detik
sensor PIR	√		√			1 detik
MQ-2	√	√	√		√	1 detik
MQ-6	√		√	√		1 detik
DHT-22	√	√	√	√		1 detik
Magnetic Switch	√		√		√	1 detik
Sistem matikan	√	√	√			2 detik



Gambar 7. Pesan melalui Telegram

Sistem diuji melalui perintah manual dan pemicu otomatis dari sensor, dengan tujuan mengevaluasi respons dari berbagai komponen output seperti buzzer, layar LCD, modul DF Player, kipas, dan alarm. Saat sistem dinyalakan, seluruh perangkat merespons dalam waktu lima detik, menunjukkan sistem mampu beroperasi secara optimal. Perintah untuk mengaktifkan dan menonaktifkan lampu 1 hingga 4 dieksekusi dengan baik, dengan indikator respons berupa bunyi buzzer dan aktivasi DF Player. Waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan perintah tersebut berkisar antara satu hingga tiga detik. Sensor PIR, MQ-2 (gas), MQ-6 (asap), dan DHT-22 berhasil mendeteksi kondisi lingkungan dan memicu respons yang sesuai. Sebagai contoh, ketika sensor MQ-2 mendeteksi keberadaan gas, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer, menampilkan informasi pada LCD, memutar suara melalui DF Player, serta menyalakan alarm, menunjukkan mekanisme peringatan yang terpadu. Sensor suhu dan kelembapan DHT-22 juga mengaktifkan kipas pendingin, sekaligus memberikan

umpan balik visual dan suara sebagai tanda bahwa sistem merespons secara menyeluruh dalam waktu satu detik. Sensor Magnetic Switch yang dipasang pada bagian pintu dan jendela juga memberikan respons yang cepat saat terjadi perubahan posisi, yang kemudian memicu bunyi peringatan serta pengiriman informasi melalui perangkat suara dan tampilan visual. Ketika sistem dimatikan, seluruh komponen berhenti bekerja secara sistematis dalam dua detik, memperlihatkan bahwa proses pemutusan sistem berlangsung secara teratur. Secara keseluruhan, pengujian menunjukkan bahwa sistem smart home yang dirancang mampu memberikan respons yang tepat dan cepat terhadap berbagai kondisi operasional.

- Hasil Pengujian Rentang Waktu via SMS

Tabel 6. Pengujian via Rentang Waktu via SMS

Perintah/ Sensor	Status Perintah					Rentang Waktu
	Buzzer	LCD	DF Player	Kipas	Alarm	
Sistem aktifkan	√	√	√			2 detik
Lampu 1 on	√		√			10 detik
lampu 2 on	√		√			5 detik
Lampu 3 on	√		√			7 detik
lampu 4 on	√		√			7 detik
Semua Lampu off	√		√			8 detik
MQ-2	√	√	√		√	40 detik
Magnetic Switch	√		√		√	38 detik
Sistem matikan	√	√	√			3detik



Gambar 8. Perintah melalui SMS

Pengujian sistem dilakukan untuk mengamati respons terhadap berbagai perintah dan sinyal dari sensor yang terintegrasi dalam sistem smart home berbasis IoT. Pada saat sistem pertama kali diaktifkan, seluruh komponen seperti buzzer, LCD, dan DF Player merespon dalam waktu sangat singkat, yaitu 2 detik, menunjukkan bahwa proses inisialisasi berjalan dengan cepat dan efisien. Selanjutnya, pengujian dilanjutkan dengan perintah untuk menyalakan masing-masing lampu. Ketika perintah "lampu 1 on" dikirimkan, sistem merespon dengan mengaktifkan buzzer dan DF Player dalam waktu 10 detik. Perintah berikutnya, "lampu 2 on," juga menghasilkan respons serupa dalam waktu 5 detik, menandakan sistem mampu menangani perintah secara real-time dengan stabil. Perintah untuk "lampu 3 on" dan "lampu 4 on" dijalankan

dengan waktu respon 7 detik, menunjukkan konsistensi sistem dalam mengelola output berdasarkan instruksi yang diterima, khususnya melalui Telegram atau SMS. Perintah untuk mematikan seluruh lampu ("semua lampu off") juga berhasil dijalankan dengan waktu respon sekitar 8 detik, dengan buzzer dan DF Player kembali aktif sebagai indikator sistem telah menjalankan perintah tersebut. Sensor MQ-2 yang mendeteksi keberadaan gas memberikan output berupa aktivasi buzzer, LCD, DF Player, dan alarm dalam waktu sekitar 40 detik. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem dapat mengenali keberadaan gas yang melebihi ambang batas dan memberikan respons multi-output yang terkoordinasi untuk meningkatkan keamanan. Selanjutnya, ketika Magnetic Switch mendeteksi perubahan status, misalnya pintu atau jendela terbuka, sistem memberikan respon dengan menyalakan buzzer, DF Player, dan alarm dalam waktu 38 detik. Respons ini menegaskan bahwa sistem efektif dalam mendeteksi gangguan fisik pada rumah dan segera memberikan peringatan. Akhirnya, ketika perintah untuk mematikan sistem dikirimkan, buzzer, LCD, dan DF Player kembali aktif sebagai tanda sistem dimatikan. Seluruh proses ini berlangsung hanya dalam waktu 3 detik, memperlihatkan efisiensi sistem dalam menangani instruksi penonaktifan.

• Waktu Respons dan Latensi Pengiriman Data:

Pengujian dilakukan dengan memantau waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sensor ke server backend melalui ESP8266, serta pengujian latensi pada jaringan yang tidak stabil.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Latensi dan Waktu Pengiriman Notifikasi:

Kondisi Jaringan	Latensi	Waktu Pengiriman	Error Rate
Wi-fi	(ms)	Notifikasi (s)	(%)
Stabil	120 ms	2 detik	0%
Tdk Stabil	150 ms	3 detik	1%
Jaringan 4G	200 ms	4 detik	3%

- Wi-Fi Stabil menunjukkan latensi pengiriman data dan notifikasi yang sangat cepat dengan tingkat kesalahan 0%.
- Wi-Fi Tidak Stabil memperlihatkan sedikit peningkatan dalam latensi dan sedikit kegagalan pengiriman notifikasi karena fluktuasi kualitas sinyal.
- Jaringan 4G menghasilkan latensi lebih tinggi dan error rate lebih tinggi, yang mengindikasikan adanya pengaruh dari kondisi jaringan yang tidak optimal.

• Waktu Respons Relay:

Waktu respons untuk membuka atau menutup beban melalui relay juga diukur untuk mengevaluasi seberapa cepat perintah dari sistem dikirim dan dijalankan.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Waktu Respons Relay:

Kondisi Jaringan	Waktu Respons Relay (s)
Wi-Fi Stabil	1 detik
Wi-Fi Tidak Stabil	1.5 detik
Jaringan 4G	2 detik

Evaluasi Performa End-to-End:

Untuk meningkatkan evaluasi performa end-to-end (E2E), kami telah melakukan pengukuran lebih rinci terkait **waktu respons**, **latensi**, dan **ketepatan pengiriman notifikasi** antara perangkat yang terhubung (ATmega2560 dan ESP8266). Sistem diuji dalam beberapa kondisi jaringan, termasuk pengujian dengan **Wi-Fi yang tidak stabil**. Hasil pengujian menunjukkan bahwa **latensi** pengiriman data dari sensor ke backend melalui **ESP8266** tetap konsisten meskipun dalam kondisi jaringan yang kurang stabil. Kami juga mengukur **waktu respons relay** saat sistem memberikan perintah untuk membuka atau menutup beban.

Metrik yang digunakan untuk evaluasi E2E meliputi:

- Latensi (Waktu Respons) antara sensor dan backend (dalam detik).
- Waktu Pengiriman Notifikasi (Telegram/SMS) saat sensor mendeteksi pergerakan.
- Error Rate (persentase kegagalan pengiriman data/notifikasi).

Analisis Reliabilitas Jaringan:

Kami melakukan **pengujian reliabilitas jaringan** dengan mensimulasikan berbagai skenario, termasuk **gangguan sementara pada koneksi Wi-Fi** dan **kepadatan trafik jaringan**. Sistem menggunakan ESP8266 untuk berkomunikasi dengan backend, dan kami mengamati bagaimana **penurunan kualitas sinyal** dapat memengaruhi **kontrol relay** (Manca, 2023). Pengujian reliabilitas dilakukan dengan cara:

- **Simulasi gangguan Wi-Fi** menggunakan perangkat mobile untuk menguji **keandalan koneksi jaringan** selama pengiriman data.
- **Mekanisme failover/retry** diimplementasikan untuk mengatasi kegagalan koneksi. Ketika koneksi Wi-Fi terputus, ESP8266 secara otomatis akan mencoba untuk **terhubung kembali**.
- Hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun terjadi gangguan pada koneksi, sistem mampu melakukan **reconnect otomatis** dalam waktu kurang dari 5 detik, memastikan kelancaran operasional sistem.

Rekomendasi Perbaikan:

- **Menambahkan mekanisme retry dan buffer** untuk mengatasi kegagalan pengiriman data atau notifikasi pada kondisi jaringan yang tidak stabil.
- **Optimasi kontrol relay** untuk mengurangi latensi lebih lanjut, terutama saat menggunakan jaringan yang lebih lambat atau tidak stabil.

4. Kesimpulan

Dari keseluruhan proses perancangan dan implementasi, disimpulkan bahwa sistem keamanan rumah berbasis IoT menggunakan ATmega2560 dan ESP8266 telah berhasil dikembangkan dan dioperasikan dengan sangat baik. Sistem mampu melakukan pemantauan lingkungan secara real-time dan memberikan respons cepat terhadap potensi bahaya yang terdeteksi oleh sensor. Kemampuan sistem dalam mengirimkan notifikasi melalui berbagai jalur komunikasi dan fitur pelacakan lokasi serta pencatatan waktu menunjukkan bahwa sistem tidak hanya efisien, tetapi juga responsif dan relevan untuk kebutuhan keamanan rumah modern. Keberhasilan pengujian menunjukkan bahwa prototipe ini layak untuk diimplementasikan lebih lanjut dalam skala rumah tangga.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Muh. Muflih Maqbul, S.Kom. dan Fardan Ma'arif, S.Kom. atas segala bentuk bantuan, dukungan, serta partisipasi yang diberikan selama proses pengembangan aplikasi dan pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- AAN RESTU MUKTI, WIDYANTO, CHAIRUL MUKMIN, E.R.K. 2022. Perancangan Smart Home Menggunakan Konsep Internet of Things (IOT) Berbasis Microcontroller. *Jurnal jupiter* [Preprint].
- ARYO LUKITO, ANDHIKA SOLIHAN ASBI ADIMART PERMANA AND SEANDY SATRIO RIAN TO. 2024. Perancangan Prototipe Dapur Pintar Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Aplikasi Blynk. *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 18(1), pp. 22–34. Available at: <https://doi.org/10.47111/jti.v18i1.9795>.
- FADILLAH, A.S. AND PURWANTO, P. 2022. Prototipe Keamanan Rumah Menggunakan ESP32 Cam dan Sensor PIR Berbasis Android. *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi*, 1(1), pp. 1129–1136.
- FRANCISCO JAVIER DIAZ BLASCO, SANDRA VICIANO-TUDELA, LORENA PARRA, ALI AHMAD, VERONIKA CHALOUPKOVÁ, RAQUEL BADOS, LUIS SAUL ESTEBAN PASCUAL, IRENE MEDIAVILLA, SANDRA SENDRA, J.L. 2024. Employment of MQ gas sensors for the classification of Cistus ladanifer essential oils. *Microchemical Journal*, 206, p. 111585.
- GABRIEL GRACIA SALINDEHO, T.W. 2023. Penerapan, Jurnal Informasi, Teknologi Nodemcu, Menggunakan Dan, E S P Api, Sensor,” 02, pp. 179–191.
- GEOVANI, W.A. AND ISLAM I, S. 2025. Smarthome security system based on Internet of Things (IoT) using ESP32,” 02(02).
- HARIPUDDIN *et al.* 2023. SMART HOME BERBASIS IOT MENGGUNAKAN TELEGRAM MESSENGER,” 20(2), pp. 1–6.
- HE, Y. *et al.* 2021. Construction of Open-pit Mine Environmental Monitoring System Based on Wireless Sensor Network. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 784(1), pp. 0–10. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/784/1/012012>.
- HUSAIN, ASMAH AKHRIANA, HERLINDA, AHMAD, NURDIANSAH, R.P.W.T. 2022. Rekayasa tempat parkir kendaraan mobil berbasis teknologi informasi. *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 9 no. 2.
- HUSAIN, HERLINDA, AHMAD, KASMAWARU, HASRIANI, A. 2021. Increasing the Smart Home Automation by using Facebook Messenger Application. *Icoris*.
- KHAN, M.A. *et al.* 2022. Smart Android Based Home Automation System Using Internet of Things (IoT). *Sustainability (Switzerland)*, 14(17), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.3390/su141710717>.
- LESMANA, S.P. *et al.* 2024. Efisiensi Energi Dan Keamanan Di Kota Berkembang. (November), pp. 1–14.
- MAHENDRA, A. AND WINARDI, S. 2023. Perancangan Realtime Database Firebase untuk IoT dan Unity Menggunakan Metode SDLC. *XIV(2)*, pp. 72–82.
- MANCA, L. 2023. A Holistic Framework for Analyzing the Reliability of IoT. *KTH Royal Institute of Technology*.
- OKEMIRI, H.A. *et al.* 2021. Development of a Smart Home Control System. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 9(8), pp. 7–20. Available at: <https://doi.org/10.26438/ijcse/v9i8.720>.
- PURNOMO, R. F., PURBO, O. W., & AZIZ, R.A. 2021. *Firestore: Membangun Aplikasi Berbasis Android*. Penerbit Andi.
- PUTRA, R. D., & SARI, R.P. 2020. Evaluasi performa sistem keamanan rumah berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan.*, 7(2), pp. 150–159.
- RAHMAWATI, D. 2021. Uji performa sistem deteksi dini bahaya kebakaran pada smart home berbasis sensor gas dan asap. *Jurnal Teknologi dan Kejuruan*, 44(2), 122–130, 44(2), pp. 122–130.
- RAZALI, S.N. 2021. IoT Based Accident Detection And Tracking System With Telegram and SMS Notifications. 2021, pp. 0–4.
- SETYAWAN, R.A. 2024. Penerapan Firebase Realtime Database Pada Aplikasi Catatan Harian Diabetes Melitus. *Jurnal*

- Informatika Komputer, Bisnis dan Manajemen*, 22(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.61805/fahma.v22i1.102>.
- WIDYAPRAMANA, M.D., DEWANTORO, G. AND HANDOKO. 2021. Perancangan Sistem Cerdas untuk Keamanan dan Pemantauan Pintu Rumah Berbasis IOT. *CYCLOTRON: Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), pp. 43–50.
- YULIANTO, M. 2023. Implementasi Telegram Bot pada sistem kontrol dan notifikasi rumah berbasis Arduino IoT. *Jurnal Informatika dan Sistem Komputer.*, 11(1), PP. 25–34.
- ZENG, F. 2024. Sensors on Internet of Things Systems for the Sustainable Development of Smart Cities : A Systematic Literature Review.

Halaman ini sengaja dikosongkan