

RANCANG BANGUN SISTEM SMART HOME BERBASIS IOT MENGGUNAKAN NODEMCU V3 (ESP8266) DAN BLYNK UNTUK MENINGKATKAN KEAMANAN DAN EFISIENSI PADA RUMAH TANGGA

Noval Valentino Natanael Karouw¹, Calvin Evangelista Johanes Mamahit², Janne Deivy Tico³

Universitas Negeri Manado¹²³
e-mail: novaelkarouw13@gmail.com

Diterima: 31/3/2026; Direvisi: 6/4/2026; Diterbitkan: 14/4/2026

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT), telah mendorong integrasi perangkat elektronik dalam sistem otomatisasi rumah yang dikenal sebagai rumah pintar. Sistem ini memungkinkan pemantauan, kontrol, dan keamanan rumah secara otomatis dan jarak jauh melalui internet. Studi ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem rumah untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi energi di rumah tangga. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator, termasuk sensor gas MQ-2, sensor api, sensor pintu magnetik, sensor ultrasonik, relay, motor servo, buzzer, dan modul ESP32-CAM sebagai kamera pemantauan. NodeMCU V3 (ESP8266) berfungsi sebagai kendali sistem yang terhubung ke jaringan internet melalui WIFI dan berkomunikasi dengan aplikasi Blynk untuk mengirim data, notifikasi, dan kontrol perangkat secara real-time. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan panel surya dan baterai sebagai sumber daya cadangan untuk menjaga sistem ini tetap berfungsi sebagai mana yang diharapkan selama pemadaman listrik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem rumah pintar yang dirancang mampu bekerja secara integrasi dan stabil dalam mendeteksi potensi bahaya sehingga meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan NodeMCUv3 (ESP8266) dan Blynk dapat menjadi solusi yang efektif, efisien, dan terjangkau dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi rumah tangga. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem smarthome berbasis IoT, pada lingkungan perumahan.

Kata Kunci: *Smart Home, Internet Of Things (Iot), Nodemcu V3 (ESO8266), Blynk, Keamanan Rumah, Dan Efisiensi Energi.*

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology has encouraged the integration of electronic devices in home automation systems known as smart homes. This system allows for automatic and remote monitoring, control, and security of homes via the internet. This study aims to design and build a home system to improve security and energy efficiency in households. The developed system integrates various sensors and actuators, including MQ-2 gas sensors, fire sensors, magnetic door sensors, ultrasonic sensors, relays, servo motors, buzzers, and an ESP32-CAM module as a monitoring camera. NodeMCU V3 (ESP8266) functions as a system controller that is connected to the internet network via WIFI and communicates with the Blynk application to send data, notifications, and control devices in real-time. In addition, this system is equipped with solar panels and batteries as backup power sources so that this system continues to function properly during power outages. The results of this study indicate that the designed smart home system is able to work integratedly and stably

in detecting potential hazards, thereby increasing energy efficiency and comfort. NodeMCUV3 (ESP8266) and Blynk can be an effective, efficient, and affordable solution for improving household security and efficiency. This research is expected to serve as a reference in the development of IoT-based smart home systems in residential environments.

Keywords: *Smart Home, Internet Of Things (Iot), Nodemcu V3 (ESP8266), Blynk, Home Security, And Energy Efficiency.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *internet of things* telah membawa perubahan yang sangat fundamental dalam cara manusia berinteraksi dengan lingkungan tempat tinggal mereka melalui lahirnya konsep rumah pintar (Hildayanti & Machrizzandi, 2020a, 2020b; Zulkarnaen et al., 2024). Secara konseptual, sistem ini dirancang untuk menciptakan sebuah ekosistem hunian yang mampu mengintegrasikan berbagai komponen elektronik seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler guna meningkatkan standar keamanan serta efisiensi penggunaan energi secara otomatis. Pemanfaatan teknologi nirkabel menjadi tulang punggung utama dalam memastikan bahwa seluruh perangkat dapat saling berkomunikasi secara mulus untuk memberikan kenyamanan bagi para penghuninya. Dalam visi masa depan yang lebih canggih, rumah tidak lagi hanya sekadar bangunan fisik yang statis, melainkan telah bertransformasi menjadi sebuah entitas cerdas yang mampu merespons berbagai dinamika situasi di dalamnya secara mandiri dan cepat. Inovasi ini bertujuan untuk meminimalkan risiko kerugian materi serta memberikan rasa aman yang jauh lebih tinggi melalui pengawasan yang terukur dan sistematis. Pertumbuhan perangkat pintar yang semakin masif menuntut adanya arsitektur sistem yang lebih solid agar integrasi data dapat berjalan secara optimal tanpa adanya hambatan teknis yang berarti dalam operasional harian bagi masyarakat modern saat ini (Anwar & Tjahjanto, 2021; Marella, 2023; Zaidir & Listiawan, 2020).

Hunian cerdas yang ideal seharusnya memiliki kemampuan yang mumpuni dalam melakukan deteksi dini terhadap berbagai potensi bahaya seperti kebocoran gas, ancaman kebakaran, hingga tindakan kriminal berupa pembobolan pintu atau jendela. Penggunaan platform berbasis *cloud* memungkinkan pemilik rumah untuk melakukan pemantauan kondisi hunian secara *real-time* dari lokasi mana pun selama tersedia koneksi data yang stabil pada perangkat seluler mereka (Chen et al., 2021; Setyawan et al., 2021; Smaili & Hmida, 2023). Selain aspek keamanan, otomatisasi berbasis sensor terbukti memberikan kontribusi yang sangat signifikan terhadap penghematan konsumsi energi listrik melalui pengaturan pencahayaan dan suhu ruangan yang disesuaikan dengan kehadiran penghuni secara presisi. Respons yang cepat terhadap kondisi darurat menjadi pilar utama dalam konsep ini, di mana sistem harus mampu memberikan peringatan seketika saat parameter sensor menunjukkan adanya anomali yang membahayakan keselamatan nyawa maupun aset berharga. Keunggulan teknis ini diharapkan dapat menjadi standar baru dalam industri properti guna memberikan perlindungan yang jauh lebih komprehensif bagi keluarga. Melalui sinkronisasi data yang akurat, rumah pintar diharapkan mampu bertindak sebagai asisten pribadi yang menjaga ritme kehidupan domestik agar tetap harmonis, efisien, dan selalu berada dalam kendali penuh pemiliknya setiap waktu (Andi et al., 2025; Bishtawi et al., 2025; Hadi et al., 2022; Kış & Özorhon, 2024).

Namun, fakta empiris di lapangan sering kali menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup tajam antara konsep rumah pintar yang canggih dengan implementasi praktis yang tersedia bagi masyarakat umum. Banyak sistem keamanan hunian yang digunakan saat ini masih bersifat parsial atau terpisah-pisah sehingga tidak terhubung dalam satu kendali pusat

yang efektif dan efisien. Misalnya, perangkat kamera pengawas konvensional umumnya berdiri sendiri tanpa integrasi dengan sensor lingkungan, sementara alarm peringatan hanya bekerja secara lokal tanpa disertai notifikasi daring yang bisa diakses dari jarak jauh. Masalah krusial lainnya adalah ketiadaan mekanisme cadangan daya yang andal saat terjadi pemadaman listrik secara mendadak, yang justru merupakan saat di mana risiko keamanan sering kali meningkat secara drastis. Tantangan yang sering dilaporkan dalam berbagai kajian meliputi tingginya biaya implementasi, kompleksitas proses instalasi bagi pengguna awam, serta ketergantungan yang sangat tinggi pada stabilitas koneksi internet global. Isu mengenai keamanan dan privasi data juga menjadi kendala tersendiri yang membuat banyak orang masih merasa ragu untuk mengadopsi teknologi hunian cerdas ini secara penuh dalam kehidupan mereka sehari-hari di rumah (Guhr et al., 2020; Hildayanti & Machrizzandi, 2020; Reisinger et al., 2022; Shabha et al., 2021).

Guna menjembatani berbagai hambatan teknis tersebut, penelitian ini fokus pada pengembangan sebuah prototipe rumah pintar berbasis mikrokontroler NodeMCU V3 yang memanfaatkan *chip* ESP8266 sebagai otak utama kendali sistem. Arsitektur terpusat ini dirancang untuk mengintegrasikan berbagai jenis perangkat sensor secara simultan, mulai dari sensor gas MQ-2 untuk mendeteksi kebocoran bahan bakar hingga *flame sensor* guna memantau percikan api. Selain itu, penggunaan *magnetic door sensor* dan sensor ultrasonik ditujukan untuk memperkuat keamanan fisik dari akses yang tidak sah melalui pintu maupun area sekitar bangunan hunian tersebut. Penambahan modul ESP32-CAM memberikan dimensi baru dalam pengawasan visual yang memungkinkan pengambilan gambar secara otomatis saat terjadi aktivitas yang mencurigakan di area yang telah ditentukan sebelumnya. Seluruh data dari rangkaian sensor tersebut kemudian dikirimkan ke platform Blynk IoT agar pemilik rumah dapat melakukan monitoring dan kontrol jarak jauh secara interaktif melalui aplikasi seluler. Pengintegrasian berbagai komponen ini dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan instalasi serta efektivitas biaya agar solusi yang ditawarkan menjadi lebih terjangkau namun tetap memiliki standar performa yang sangat tinggi dan andal.

Nilai kebaruan yang diusung dalam riset ini terletak pada integrasi sistem deteksi bahaya fisik dengan mekanisme pemantauan status pemadaman listrik dalam satu arsitektur terpadu yang sangat solid. Pemanfaatan komponen *relay* berfungsi sebagai indikator utama terjadinya kehilangan daya listrik atau *power loss* yang akan segera memicu sistem untuk berpindah ke sumber tenaga cadangan secara otomatis. Sistem ini didukung oleh panel surya mini, baterai penyimpanan energi, serta konverter *step-down* searah guna memastikan bahwa perangkat keamanan tetap beroperasi meskipun jaringan listrik utama dari penyedia layanan mengalami gangguan. Selain menghasilkan sebuah prototipe fungsional yang tangguh, penelitian ini juga menyajikan serangkaian pengujian kuantitatif yang mendalam untuk menganalisis variabel *delay* respons perintah serta tingkat stabilitas sistem secara keseluruhan. Langkah ini sangat penting untuk memastikan keandalan operasional perangkat dalam memberikan peringatan darurat secara tepat waktu dan akurat tanpa adanya kegagalan sistem yang berarti. Dengan menggabungkan teknologi energi terbarukan dan manajemen daya yang cerdas, inovasi ini menawarkan solusi rumah pintar yang lebih mandiri dan siap menghadapi berbagai tantangan lingkungan maupun kegagalan infrastruktur energi di masa depan nanti.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) melalui pendekatan kuantitatif untuk merancang serta menguji prototipe hunian cerdas berbasis *Internet of Things*. Fokus utama pengembangan diarahkan pada integrasi perangkat keras dengan

mikrokontroler NodeMCU V3 (ESP8266) sebagai otak kendali sistem utama. Komponen sensor yang diaplikasikan meliputi sensor gas MQ-2, *flame sensor* untuk deteksi api, *magnetic door sensor* pada pintu, serta sensor ultrasonik HC-SR04 untuk deteksi objek. Untuk pengawasan visual secara langsung, modul ESP32-CAM dipasang guna memberikan pemantauan *real-time* kepada pemilik rumah. Perangkat aktuator pendukung terdiri atas *relay* untuk kontrol lampu otomatis, motor servo sebagai penggerak pintu garasi, dan *buzzer* sebagai alarm peringatan lokal. Keunggulan rancangan ini terletak pada sistem daya cadangan yang memanfaatkan panel surya mini serta baterai yang terhubung melalui *DC-DC step-down converter*. Seluruh material tersebut dirakit dalam sebuah miniatur rumah yang merepresentasikan kondisi lapangan secara fisik guna menjamin keandalan sistem dalam menjaga keamanan dan efisiensi penggunaan energi listrik pada operasional harian rumah tangga secara tuntas, terukur, dan sistematis sesuai rancangan teknik elektronika modern.

Prosedur pelaksanaan dimulai dengan penyusunan diagram blok dan skema rangkaian elektrikal guna memetakan aliran data antar komponen sensor dan mikrokontroler. Tahap berikutnya melibatkan perakitan perangkat keras secara fisik di atas papan PCB menggunakan kabel *jumper* untuk memastikan koneksi yang sangat solid dan minim gangguan induksi. Proses pemrograman dilakukan melalui perangkat lunak Arduino IDE untuk mengatur logika kerja setiap sensor serta aktuator sesuai parameter digital yang telah ditentukan oleh peneliti. Integrasi dengan platform *Blynk IoT* menjadi langkah krusial agar seluruh data pemantauan dapat dikirimkan ke *cloud* dan diakses melalui aplikasi ponsel pintar secara nirkabel. Pengguna dapat menerima notifikasi peringatan seketika serta mengendalikan perangkat rumah secara jarak jauh melalui antarmuka interaktif yang telah dirancang sedemikian rupa. Mekanisme kontrol ini memungkinkan interaksi dua arah antara pemilik rumah dengan sistem keamanan meskipun berada di lokasi geografis berbeda. Arsitektur sistem dipastikan stabil untuk menjalankan sinkronisasi data secara otomatis, sehingga efisiensi energi melalui pengaturan lampu dan pintu otomatis dapat terlaksana sesuai instruksi program yang telah diunggah ke dalam memori mikrokontroler dengan tingkat keberhasilan tinggi pada tahun 2026 ini.

Tahapan pengujian kinerja dilakukan secara bertahap melalui uji parsial dan uji terintegrasi guna menjamin akurasi operasional sistem di lapangan nyata. Pengujian parsial berfokus pada validasi setiap sensor dan aktuator secara mandiri, sementara uji terintegrasi mensimulasikan kondisi darurat seperti kebocoran gas LPG, percikan api, dan pemadaman listrik secara mendadak. Peneliti menggunakan instrumen multimeter digital untuk mengukur stabilitas tegangan serta *stopwatch* digital guna mencatat waktu respons sistem secara presisi. Data kuantitatif dikumpulkan melalui 3 kali percobaan pada setiap parameter untuk mendapatkan nilai rata-rata yang bersifat objektif dan akuntabel. Variabel yang diukur mencatat rata-rata *delay* sensor gas sebesar 1,8 detik, *flame sensor* 1,5 detik, serta respons pintu magnetik yang sangat cepat di bawah 1 detik. Analisis deskriptif kuantitatif diterapkan untuk mengevaluasi tingkat akurasi pembacaan jarak sensor ultrasonik serta konsistensi pengiriman notifikasi melalui platform *Blynk*. Seluruh data numerik diproses secara teliti guna memastikan bahwa performa sistem memenuhi kriteria kecepatan respons di bawah 2 detik secara konsisten. Hasil evaluasi ini menjamin bahwa purwarupa rumah pintar yang dikembangkan mampu bekerja secara stabil dan andal dalam mendeteksi anomali lingkungan serta meningkatkan efisiensi energi pada rumah tangga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menghasilkan prototipe sistem Smart Home berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan NodeMCU V3 (ESP8266) sebagai pusat kendali sistem. Sistem dirancang untuk mendukung fungsi keamanan, pemantauan, serta otomatisasi rumah melalui integrasi berbagai sensor, aktuator, dan aplikasi monitoring berbasis cloud menggunakan Blynk. Implementasi sistem dilakukan dalam bentuk miniatur rumah yang berfungsi sebagai model simulasi kondisi lingkungan rumah sebenarnya.

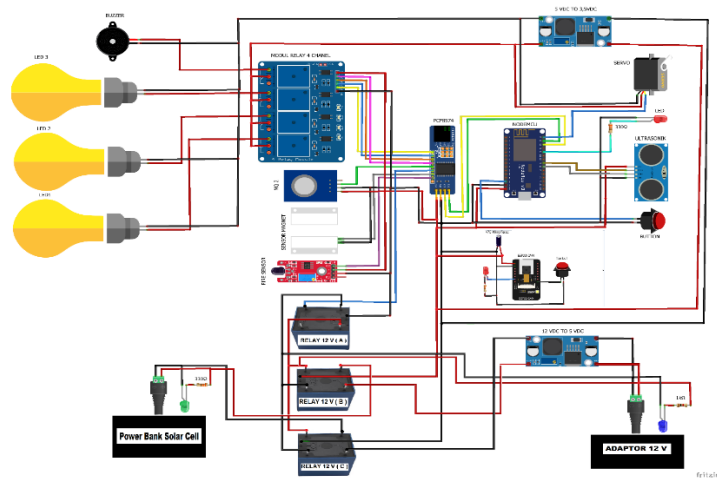
Prototipe sistem mengintegrasikan beberapa komponen utama seperti sensor gas, sensor api, sensor magnet pintu, sensor ultrasonik, modul kamera, relay, serta motor servo. Integrasi komponen tersebut memungkinkan sistem mendeteksi berbagai potensi bahaya secara simultan serta memberikan notifikasi kepada pengguna secara real-time. Komponen utama yang digunakan dalam sistem smart home ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Utama Sistem Smart Home

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32-CAM	Pemantauan visual kondisi rumah
2	Sensor Magnet	Deteksi pembukaan pintu
3	Sensor MQ-2	Deteksi kebocoran gas
4	Flame Sensor	Deteksi api
5	Motor Servo	Penggerak pintu garasi otomatis
6	Buzzer	Alarm lokal
7	Mini Solar Cell	Sumber daya cadangan
8	Lampu LED	Pencahayaan miniatur
9	Relay	Kontrol lampu
10	Relay	Deteksi pemadaman listrik
11	Step-Down 12V-5V	Stabilisasi tegangan
12	Step-Down 5V-3.5V	Pengaturan intensitas lampu
13	PCF8574 Module	Ekspansi input/output

Seluruh rangkaian sistem dirakit dalam satu modul kontrol yang menghubungkan berbagai sensor dan aktuator menggunakan kabel jumper dan papan PCB. Sistem memperoleh sumber daya utama dari adaptor listrik yang distabilkan menggunakan modul step-down converter. Selain itu, sistem juga dilengkapi sumber daya cadangan berupa baterai dan panel surya mini sehingga perangkat tetap dapat beroperasi ketika terjadi pemadaman listrik.

Arsitektur rangkaian sistem smart home yang mengintegrasikan seluruh sensor dan aktuator dengan mikrokontroler NodeMCU V3 (ESP8266) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Rangkaian Sistem SmartHOME

Pengujian sistem dilakukan pada masing-masing sensor dan aktuator untuk mengevaluasi kinerja deteksi, respons sistem, serta stabilitas integrasi perangkat. Pengujian sensor MQ-2 dilakukan dengan memberikan paparan gas dari korek api. Ketika gas terdeteksi, sistem mengaktifkan buzzer dan mengirimkan notifikasi peringatan melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu merespons perubahan kondisi lingkungan dan mengirimkan informasi ke sistem monitoring secara daring.

Sensor api (flame sensor) juga menunjukkan kemampuan deteksi yang baik terhadap sumber api berukuran kecil. Ketika sensor mendeteksi nyala api, sistem secara otomatis mengaktifkan alarm serta mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan dini terhadap potensi kebakaran. Pengujian sensor magnet dilakukan dengan mensimulasikan kondisi pintu tertutup dan terbuka. Ketika magnet terpisah dari reed switch, sistem mendeteksi perubahan status pintu dan mengirimkan notifikasi peringatan pada aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor magnet dapat bekerja secara konsisten dalam mendeteksi gangguan akses pada pintu rumah.

Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek di depan pintu garasi. Ketika objek berada pada jarak tertentu, sensor mengirimkan sinyal kepada mikrokontroler untuk mengaktifkan motor servo sehingga pintu garasi dapat terbuka secara otomatis. Selain itu, pengguna juga dapat mengontrol pintu secara manual melalui aplikasi Blynk. Sistem ini juga dilengkapi modul kamera ESP32-CAM yang berfungsi sebagai perangkat pemantauan visual. Kamera mampu mengirimkan streaming video melalui jaringan WiFi sehingga pengguna dapat memantau kondisi rumah secara langsung melalui aplikasi. Pengujian kuantitatif terhadap sistem dilakukan untuk mengevaluasi respons berbagai komponen. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kinerja Sistem

Komponen	Jumlah Percobaan	Rata-rata Delay	Keterangan
Sensor MQ-2	3	1.8 detik	Stabil
Flame Sensor	3	1.5 detik	Akurat
Magnetic Door Sensor	3	<1 detik	Cepat
Ultrasonik HC-SR04	5	-	Konsisten
Servo Motor	3	<1 detik	Halus

Komponen	Jumlah Percobaan	Rata-rata Delay	Keterangan
Relay Lampu	3	0.5 detik	Normal
Relay PLN Padam	3	1-3 detik	Terdeteksi
ESP32-CAM	3	-	Streaming stabil

Selain pengujian fungsi sistem, penelitian ini juga melakukan pengukuran stabilitas tegangan dan arus pada beberapa komponen utama seperti sensor ultrasonik, sensor magnet, relay, motor servo, dan modul kamera. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suplai tegangan dan arus pada setiap komponen berada dalam kondisi stabil dengan variasi yang sangat kecil antar percobaan. Hasil pada tabel 2 tersebut menunjukkan bahwa integrasi perangkat keras dalam sistem smart home yang dikembangkan mampu bekerja secara konsisten dan mendukung operasi sistem secara keseluruhan.

Pembahasan

Pengembangan prototipe sistem hunian pintar berbasis *internet of things* ini berhasil mengintegrasikan mikrokontroler NodeMCU V3 dengan berbagai perangkat input dan output secara sinergis. Arsitektur sistem ini dirancang menggunakan miniatur rumah sebagai model simulasi untuk menguji fungsionalitas 13 komponen utama yang tertanam di dalamnya. Penggunaan ESP32-CAM sebagai modul kamera memberikan dimensi pemantauan visual yang dapat diakses secara langsung melalui jaringan nirkabel global. Sistem ini tidak hanya mengandalkan satu sumber daya tunggal tetapi juga dilengkapi dengan sel surya mini dan baterai sebagai cadangan energi darurat yang andal. Pemasangan modul ekspansi PCF8574 memungkinkan penambahan jalur komunikasi data sehingga sistem tetap stabil meski mengelola banyak sensor sekaligus dalam satu waktu. Secara teknis, penggunaan konverter penurun tegangan dari 12 volt menjadi 5 volt serta pengaturan intensitas pada rentang 3.5 volt menjamin distribusi daya yang sangat aman bagi setiap komponen elektronik sensitif. Rancang bangun ini menciptakan sebuah ekosistem pemantauan hunian yang sangat komprehensif di mana setiap modul bekerja secara otomatis untuk menjaga keamanan dan kenyamanan seluruh penghuni rumah dalam berbagai skenario operasional yang mungkin terjadi di lapangan secara nyata (Dewi & Fikri, 2023; Hakim et al., 2021; Sun et al., 2021; Supiyandi et al., 2023).

Analisis mendalam terhadap kemampuan deteksi bahaya menunjukkan tingkat akurasi dan kecepatan respon yang sangat mumpuni pada sensor gas dan api. Berdasarkan data pengujian kuantitatif yang dilakukan, sensor MQ-2 menunjukkan rata-rata keterlambatan respon sebesar 1.8 detik setelah terpapar gas dari 3 kali percobaan yang dilakukan secara berturut-turut. Kecepatan ini sangat krusial untuk mencegah akumulasi gas berbahaya yang dapat memicu ledakan besar di area dapur atau ruang tertutup lainnya. Sementara itu, sensor api atau *flame sensor* mencatatkan waktu respon yang sedikit lebih cepat yaitu 1.5 detik dalam mendeteksi sumber panas berukuran kecil di lingkungan sekitar. Stabilitas deteksi pada kedua sensor ini memastikan bahwa alarm lokal berupa *buzzer* dapat aktif hampir seketika saat anomali lingkungan terdeteksi oleh otak sistem. Integrasi dengan platform *cloud* memungkinkan pengiriman notifikasi ke perangkat pengguna dalam hitungan detik sehingga langkah mitigasi darurat dapat segera diambil tanpa menunda waktu. Kecepatan respon di bawah 2 detik ini mencerminkan efisiensi pemrosesan data pada mikrokontroler dalam menangani instruksi prioritas tinggi secara simultan. Akurasi deteksi yang konsisten memberikan jaminan keamanan yang lebih baik terhadap ancaman kebakaran yang sering kali sulit dideteksi secara manual (Erfandi et al., 2025; Hw et al., 2021; Julian et al., 2024; Putri et al., 2021; Udoyono & Daniati, 2023).

Sektor keamanan fisik dan otomatisasi akses juga menunjukkan performa yang sangat impresif melalui integrasi sensor magnet dan ultrasonik pada struktur pintu. Pengujian pada sensor magnet pintu membuktikan kecepatan respon yang sangat tinggi dengan waktu deteksi di bawah 1 detik saat posisi pintu berubah dari tertutup menjadi terbuka. Hal ini memberikan perlindungan *real-time* terhadap akses tidak sah yang dilakukan oleh pihak luar tanpa perlu adanya pengawasan fisik secara terus-menerus oleh penghuni. Di sisi lain, otomatisasi pintu garasi yang dikendalikan oleh sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan konsistensi deteksi objek yang stabil melalui 5 kali percobaan yang berbeda secara periodik. Motor servo yang berfungsi sebagai penggerak mekanis pintu mampu beroperasi dengan gerakan yang halus dan memiliki waktu respon di bawah 1 detik setelah menerima sinyal dari mikrokontroler utama. Kombinasi perangkat keras ini menciptakan sistem kendali akses yang sangat responsif di mana perpindahan data antara sensor dan aktuator berlangsung secara instan melalui kabel *jumper*. Keberadaan kendali manual melalui aplikasi memberikan fleksibilitas tambahan bagi pengguna untuk mengoperasikan fasilitas rumah dari jarak jauh kapan pun dibutuhkan. Efisiensi integrasi ini membuktikan bahwa otomatisasi mekanis dapat diimplementasikan dengan biaya rendah namun tetap memiliki reliabilitas yang tinggi (Matura & Kunal, 2024; Rani et al., 2024; Senthil et al., 2024; Sharif, 2021).

Pemantauan visual dan ketahanan daya menjadi elemen pelengkap yang memperkuat fungsionalitas sistem hunian pintar ini secara keseluruhan dalam operasional harian. Modul kamera ESP32-CAM berhasil melakukan transmisi aliran video secara stabil melalui protokol internet sehingga pengguna dapat melihat kondisi miniatur rumah secara langsung dari jauh. Kemampuan *streaming* ini sangat bergantung pada lebar pita jaringan *WiFi* yang digunakan untuk mengirimkan paket data gambar secara beruntun ke server aplikasi. Selain aspek visual, sistem ini memiliki keunggulan dalam mendeteksi kegagalan suplai daya dari jaringan PLN melalui penggunaan modul *relay* khusus yang terpasang. Pengujian deteksi pemadaman listrik menunjukkan waktu respon antara 1 hingga 3 detik sebelum sistem secara otomatis beralih fungsi atau memberikan laporan status daya terkini. Stabilitas tegangan pada seluruh jalur sirkuit tetap terjaga berkat penggunaan modul penstabil yang membagi arus secara proporsional ke sensor dan modul kamera. Kehadiran sumber daya mandiri melalui panel surya memastikan sistem keamanan tetap aktif meskipun jaringan listrik utama mengalami gangguan teknis yang tidak terduga. Integrasi fitur deteksi listrik ini memberikan lapisan keamanan ekstra yang menjamin sistem tetap bekerja dalam kondisi darurat sekalipun (Chakraborty et al., 2020; Saputro et al., 2023; Sepdian & Isnén, 2021; Sulistiawati et al., 2024; Syafii & Putra, 2025).

Secara sintesis, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa penggabungan berbagai sensor dan aktuator dalam ekosistem *internet of things* memberikan solusi keamanan hunian yang komprehensif. Respons sistem yang cepat dengan rata-rata *delay* antara 0.5 hingga 3 detik menunjukkan bahwa arsitektur perangkat keras dan lunak yang dibangun sudah cukup efisien untuk penggunaan skala rumah tangga. Namun demikian, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa keterbatasan teknis seperti ketergantungan yang sangat tinggi terhadap stabilitas koneksi internet untuk fungsi notifikasi jarak jauh yang akurat. Faktor gangguan lingkungan seperti cahaya matahari berlebih atau polusi udara juga dapat memengaruhi tingkat sensitivitas sensor api dan gas jika tidak dikalibrasi secara berkala oleh teknisi. Kecepatan transmisi video dari modul kamera masih memiliki jeda waktu tertentu yang dipengaruhi secara langsung oleh jarak antara perangkat dengan titik akses nirkabel di lokasi. Implikasi praktis dari sistem ini adalah kemudahan bagi pemilik rumah untuk melakukan kontrol penuh terhadap aset mereka dari mana saja selama terhubung dengan jaringan internet global. Pengembangan masa depan

perlu mempertimbangkan penambahan protokol keamanan data untuk melindungi seluruh jalur komunikasi dari potensi peretasan oleh pihak luar yang tidak bertanggung jawab.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa rancang bangun sistem *smart home* berbasis *internet of things* menggunakan NodeMCU V3 telah berhasil diimplementasikan secara fungsional untuk meningkatkan standar keamanan hunian. Integrasi berbagai komponen sensor seperti MQ-2 untuk kebocoran gas, *flame sensor* untuk deteksi api, serta sensor magnetik untuk keamanan pintu terbukti bekerja secara sangat stabil dan responsif. Pengujian kuantitatif menunjukkan bahwa rata-rata *delay* sistem berada di bawah dua detik, yang merupakan parameter sangat krusial dalam situasi darurat pada sebuah rumah tangga. Penambahan fitur pemantauan visual melalui modul ESP32-CAM memberikan dimensi pengawasan yang lebih komprehensif bagi pemilik rumah melalui antarmuka aplikasi Blynk secara nirkabel. Selain aspek keamanan, sistem ini mampu mengoptimalkan efisiensi energi melalui otomatisasi kontrol lampu dan perangkat elektronik secara presisi. Keberadaan sumber daya cadangan berupa panel surya menjamin keberlanjutan operasional perangkat saat terjadi pemadaman listrik mendadak. Arsitektur sistem ini mampu mentransformasi bangunan fisik menjadi entitas cerdas yang responsif terhadap dinamika lingkungan domestik demi kenyamanan penghuninya.

Secara konklusif, pemanfaatan mikrokontroler NodeMCU V3 dan platform Blynk merupakan solusi yang sangat efektif, efisien, dan terjangkau dalam mewujudkan ekosistem rumah pintar modern. Sinkronisasi data antara perangkat keras dan layanan *cloud* memungkinkan interaksi dua arah yang mulus, sehingga pemilik rumah memiliki kendali penuh atas properti mereka dari jarak jauh. Sistem ini menjembatani kesenjangan antara teknologi keamanan konvensional yang bersifat parsial dengan arsitektur terpadu yang mampu melakukan deteksi dini secara otomatis. Penggunaan komponen elektronik yang ekonomis namun andal membuktikan bahwa teknologi *smart home* tidak selalu mahal untuk diimplementasikan pada skala rumah tangga menengah. Efektivitas sistem dalam meminimalkan risiko kerugian materiil serta memberikan rasa aman yang tinggi menjadi nilai tambah utama inovasi ini. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi strategis bagi pengembangan infrastruktur perumahan masa depan yang mengedepankan aspek keberlanjutan serta kemandirian energi. Kualitas hidup masyarakat dapat ditingkatkan melalui lingkungan tempat tinggal yang lebih aman, nyaman, dan terkendali secara sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, A. J., Abdullah, M., Simatupang, M., & Mokui, H. T. (2025). Systematic literature review: Penerapan internet of things (IoT) untuk optimalisasi smart home. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 18(2), 114. <https://doi.org/10.47561/jtik.v18i2.338>
- Anwar, M., & Tjahjanto. (2021). Perancangan database IoT berbasis cloud dengan restful API. *Techno Com*, 20(2), 268. <https://doi.org/10.33633/tc.v20i2.4322>
- Bishtawi, T., Shehab, M., Alzu'bi, R., Ghaben, A., & Alenzi, S. M. (2025). Integrating blockchain technology for secure access control in smart home environments: A comprehensive review. *International Journal of Data and Network Science*, 9(3), 373. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2025.4.003>
- Chakraborty, S., Chakraborty, K., & Chakraborty, S. (2020). *Deep analytics - Technologies for humanity, AI & security*. HAL. <https://hal.science/hal-03265284>

- Chen, T., Kang, T. C., Chang, C., Hsiao, T., & Chen, C. (2021). Smart home power management based on internet of things and smart sensor networks. *Sensors and Materials*, 33(5), 1687. <https://doi.org/10.18494/sam.2021.3184>
- Dewi, I. P., & Fikri, R. (2023). Optimalisasi keamanan rumah dengan implementasi sistem notifikasi gerbang cerdas berbasis internet of things (IoT). *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(4), 816. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i4.4004>
- Erfandi, Z., Hartanti, D., & Maulindar, J. (2025). Implementasi internet of things (IoT) untuk sistem pemantauan kebakaran dini dengan notifikasi telegram dan alarm. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 8(1), 86. <https://doi.org/10.29408/jit.v8i1.28248>
- Guhr, N., Werth, O., Blacha, P. P. H., & Breitner, M. H. (2020). Privacy concerns in the smart home context. *SN Applied Sciences*, 2(2). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2025-8>
- Hadi, S., Dewi, P., Labib, R. P. M. D., & Widayaka, P. D. (2022). Sistem rumah pintar menggunakan google assistant dan blynk berbasis internet of things. *Matrik: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, 21(3), 667. <https://doi.org/10.30812/matrik.v21i3.1646>
- Hakim, A. R., Widhi, M. T. W., & Admoko, S. (2021). Sistem pengaman berbasis microcontroler internet of things (IoT) sebagai pengaman rumah interaktif. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 7(1), 43. <https://doi.org/10.29303/jpft.v7i1.2707>
- Hildayanti, A., & Machrizzandi, M. S. (2020a). Sistem rekayasa internet pada implementasi rumah pintar berbasis IoT. *JURNAL ILMIAH ILMU KOMPUTER*, 6(1), 45. <https://doi.org/10.35329/jiik.v6i1.143>
- Hildayanti, A., & Machrizzandi, M. S. (2020b). The application of IoT (internet of things) for smart housing environments and integrated ecosystems. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 7(1), 80. <https://doi.org/10.24252/nature.v7i1a6>
- Hw, E. A., Tulloh, R., Hadiyoso, S., & Ramadan, D. N. (2021). Sistem pemantauan dan pendeteksi kebakaran berbasis logika fuzzy dan real-time database. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi & Teknik Elektronika*, 9(3), 577. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i3.577>
- Julian, J., Dewantara, A. B., & Wahyuni, F. (2024). Design of smoke detection system using deep learning and sensor fusion with recursive feature elimination cross-validation. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 13(2), 1658. <https://doi.org/10.11591/ijai.v13.i2.pp1658-1667>
- Kıř, E. N., & Özorhon, G. (2024). Exploring the future of housing-technology interaction with literature. *Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning*. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gujsb/issue/89230/1556165>
- Marella, B. C. C. (2023). Data synergy: Architecting solutions for growth and innovation. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 11(9). <https://doi.org/10.15680/ijirccce.2023.1109001>
- Matura, R., & Kunal, K. (2024). Secure and user-friendly smart home automation: A mobile-centric IoT approach. *Journal of Trends in Computer Science and Smart Technology*, 6(2), 180. <https://doi.org/10.36548/jtcsst.2024.2.007>
- Putri, S. K., Lestari, F., & Wardhany, M. S. (2021). Analisis tingkat risiko kebakaran wilayah Jakarta Utara, Provinsi DKI Jakarta. *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(2), 1032. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v5i2.2372>

- Rani, G., Singh, A., & Singh, S. (2024). IntelliHome: The automated household infrastructure. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(1), 414. <https://doi.org/10.22146/ijraset.2024.57192>
- Reisinger, M., Prost, S., Schrammel, J., & Fröhlich, P. (2022). User requirements for the design of smart homes: Dimensions and goals. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(12), 15761. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03651-6>
- Saputro, J. S., Maghfiroh, H., Adriyanto, F., Darmawan, M. R., Ibrahim, M. H., & Pramono, S. (2023). Energy monitoring and control of automatic transfer switch between grid and solar panel for home system. *International Journal of Robotics and Control Systems*, 3(1), 59. <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v3i1.843>
- Senthil, M., Krishnan, G. N., Anitha, P., Heena, S. K., & Sri, T. J. S. (2024). Cost effective IoT based smart home automation system: Design, implementation, and security features. *CompSci & AI Advances*, 1(4), 158. <https://doi.org/10.69626/cai.2024.0158>
- Sepdian, S., & Isnen, M. (2021). Analisis implementasi panel surya pada pelanggan listrik 900W. *CYCLOTRON*, 4(2). <https://doi.org/10.30651/cl.v4i2.6728>
- Setyawan, F. A., Sulistiyanti, S. R., Purwiyanti, S., Fitriawan, H., & Adnan, A. R. (2021). Monitoring and control system with a client-server model based on internet of things (IoT). *IIUM Engineering Journal*, 22(1), 93. <https://doi.org/10.31436/iiumej.v22i1.1596>
- Shabha, G., Barber, F., & Laycock, P. (2021). A qualitative assessment of the impact of smart homes and environmentally beneficial technologies on the UK 2050 net-zero carbon emission target. *Smart and Sustainable Built Environment*, 12(2), 341. <https://doi.org/10.1108/sasbe-07-2021-0112>
- Sharif, Z. (2021). Internet-of-things based home automation system using smart phone. *Sir Syed University Research Journal of Engineering & Technology*, 11(2). <https://doi.org/10.33317/ssurj.396>
- Smaili, I. H., & Hmida, G. B. (2023). Internet of things (IoT) based effective home automation using a nod microcontroller unit (MCU). *International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology*, 7(7), 118. <https://doi.org/10.47001/irjiet/2023.707019>
- Sulistiwati, I. B., Mulyanto, W. P., Maturbong, R. K., & Priyanto, S. (2024). Perancangan prototype zelio smart relay pada modifikasi PLTS on grid untuk kontinuitas suplai daya di kampus II ITN Malang. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi & Teknik Elektronika*, 12(1), 50. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v12i1.50>
- Sun, K. Y., Pernando, Y., & Safari, M. I. (2021). Perancangan sistem IoT pada smart door lock menggunakan aplikasi BLYNK. *JUTSI: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 1(3), 289. <https://doi.org/10.33330/jutsi.v1i3.1360>
- Supiyandi, S., Rizal, C., Iqbal, M., Siregar, M. N. H., & Eka, M. (2023). Smart home berbasis internet of things (IoT) dalam mengendalikan dan monitoring keamanan rumah. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1302. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3822>
- Syafii, S., & Putra, I. P. K. D. (2025). A robust automatic transfer switch system for managing power transitions between grid, solar PV, and genset sources. *Andalasian*



International Journal of Applied Science, Engineering and Technology, 5(2), 130.

<https://doi.org/10.25077/aijaset.v5i02.219>

Udoyono, K., & Daniati, D. N. (2023). Rancang bangun alat pendeteksi dini potensi kebakaran secara otomatis pada ruangan terintegrasi dengan internet of things. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 16(2), 105.

<https://doi.org/10.47561/a.v16i2.246>

Zaidir, Z., & Listiawan, I. (2020). Integrated system for planning and control of regional development village based. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 5(1), 56.

<https://doi.org/10.14421/jiska.2020.51-07>

Zulkarnaen, M. F., Hanafi, A. N., & Zaen, M. T. A. (2024). Rekayasa smarthome system berbasis internet of things. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 7(2), 552.

<https://doi.org/10.29408/jit.v7i2.26545>