

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan perancangan sistem keamanan pintu otomatis berbasis iot, peneliti menjadikan beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi untuk melakukan pengembangan lebih lanjut terhadap sistem keamanan berbasis teknologi *Internet of things* (IoT). Adapun beberapa penelitian yang dijadikan sebagai acuan dalam perancangan sistem ini mencakup studi terkait penggunaan sensor, mikrokontroler, dan sistem notifikasi yang berperan penting dalam mengoptimalkan deteksi dan respon keamanan pada perangkat pintu otomatis berbasis IoT. Berikut adalah beberapa penelitian yang relevan dengan proyek ini.

Penelitian (Setiawan & Irma Purnamasari, 2019) berjudul "Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasiskan *Internet of things* (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan" bertujuan untuk mengembangkan alat deteksi gerak berbasis IoT yang dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan di perumahan, khususnya di Perum Bumi Arumsari, Kabupaten Cirebon. Pada penelitian ini, sensor PIR HC-SR501 digunakan sebagai alat utama untuk mendeteksi gerakan objek, sementara ESP32-CAM bertindak sebagai mikrokontroler yang bertugas mengirimkan gambar atau video ketika deteksi gerak terjadi. Sensor PIR bekerja dengan mendeteksi pancaran sinar infra merah dari objek yang melintas pada area sensornya, dan ketika objek terdeteksi dalam jangkauan 0 hingga 5 meter, gambar atau video akan dikirimkan ke perangkat smartphone pemilik rumah melalui koneksi Wi-Fi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada jarak 0 hingga 5 meter, sensor PIR secara efektif dapat mendeteksi gerakan manusia dan memicu pengiriman gambar atau video melalui ESP32-CAM. Namun, pada jarak lebih dari 5 meter, sensor tidak mengirimkan gambar, yang berarti kondisi aman. Selain itu, penelitian ini juga mengungkapkan bahwa keterlambatan (delay) dalam pengiriman gambar adalah minimal, dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa gambar dapat dikirim dalam waktu kurang dari 2 detik. Penelitian ini menekankan pentingnya

integrasi perangkat berbasis IoT dalam meningkatkan keamanan perumahan, terutama di area dengan aktivitas luar rumah yang tinggi pada siang hari.

Penelitian (Rio Wahyudi & Edidas, 2022) berjudul "Perancangan dan Pembuatan Sistem Keamanan Rumah Berbasis *Internet of things* Menggunakan ESP32-CAM" memfokuskan pada pengembangan sistem keamanan rumah yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of things* (IoT). Sistem ini menggunakan modul ESP32-CAM sebagai mikrokontroler utama yang terhubung ke aplikasi Telegram untuk mengirimkan notifikasi kepada pemilik rumah ketika terjadi deteksi ancaman seperti pencurian, kebakaran, atau kebocoran gas. Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi sensor PIR, sensor gas (MQ6), sensor api (flame sensor), sensor magnetik, relay, dan buzzer. Sistem bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan koneksi internet untuk berkomunikasi dengan perangkat pengguna melalui aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi berbagai ancaman keamanan secara *real-time* dan mengirimkan notifikasi berupa gambar atau pesan teks melalui aplikasi Telegram. Sebagai contoh, ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, sensor ini akan memicu ESP32-CAM untuk mengirimkan gambar situasi terkini ke aplikasi Telegram pengguna. Sensor gas MQ6 dan flame sensor bertanggung jawab dalam mendeteksi kebocoran gas LPG dan adanya api di rumah, masing-masing akan mengaktifkan alarm buzzer dan mengirim notifikasi darurat. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan rumah dengan memberikan informasi langsung terkait ancaman keamanan yang terdeteksi, baik melalui notifikasi visual maupun audio. Keunggulan sistem ini terletak pada integrasi penuh dengan aplikasi Telegram, yang memungkinkan kendali jarak jauh serta pengiriman notifikasi secara otomatis berdasarkan sensor yang aktif. Namun, sistem memiliki keterbatasan dalam hal koneksi internet, di mana jika koneksi terputus, sistem tidak dapat mengirimkan notifikasi. Selain itu, pengembangan lebih lanjut disarankan agar sistem ini mampu mendukung fitur "live streaming video" untuk meningkatkan efektivitas keamanan *real-time*.

Penelitian (Putra Pratama & Martias, 2023) berjudul "Alat Keamanan Menggunakan Sensor Gerak Dengan ESP32 Cam Berbasis IoT" berfokus pada

pengembangan sistem keamanan rumah yang memanfaatkan sensor gerak PIR dan ESP32-CAM sebagai inti dari sistem pengontrol. Dengan pendekatan IoT (*Internet of things*), penelitian ini memberikan solusi keamanan yang lebih cerdas dan responsif terhadap ancaman potensial, terutama upaya pencurian. Sistem ini menggunakan ESP32-CAM sebagai mikrokontroler utama, diintegrasikan dengan sensor PIR (Passive Infrared) untuk mendeteksi gerakan. Ketika sensor PIR mendeteksi aktivitas, ESP32-CAM akan mengaktifkan buzzer, menyalakan LED sebagai indikator visual, serta mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram kepada pemilik rumah. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ESP32-CAM dengan fitur Wi-Fi memudahkan pengiriman gambar hasil deteksi gerakan ke smartphone pengguna secara *real-time*, meskipun kualitas gambar yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sensor PIR mampu mendeteksi gerakan pada jarak hingga 3 meter, dengan tingkat akurasi yang menurun seiring dengan bertambahnya jarak. Pada jarak 0,5 hingga 1 meter, tingkat akurasi mencapai 100%, sedangkan pada jarak 2 meter, akurasi turun menjadi 80%, dan pada jarak 3 meter akurasi hanya 60%. Hal ini menunjukkan adanya keterbatasan sensitivitas sensor terhadap deteksi jarak jauh, yang menjadi salah satu tantangan dalam penerapan sistem keamanan berbasis sensor PIR. Selain itu, pengujian ESP32-CAM pada berbagai kondisi pencahayaan (siang dan malam) menunjukkan bahwa pencahayaan yang kurang memadai akan menghasilkan gambar yang buram dan tidak jelas. Sistem juga mengalami kendala terkait keterbatasan jaringan Wi-Fi, di mana koneksi yang lemah dapat menyebabkan keterlambatan atau bahkan kegagalan dalam pengiriman notifikasi gambar ke Telegram. Kendala ini memperjelas bahwa stabilitas koneksi internet merupakan faktor penting dalam memastikan keberhasilan operasional sistem keamanan berbasis IoT.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

NO	NAMA	JUDUL	KOMPONEN	HASIL
1	Andi Setiawan, Ade Irma Purnamasari	Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis <i>Internet of things</i> (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan	• HC-SR501 Passive Infrared Sensor (PIR) • Microcontroller ESP32-CAM • Arduino IDE • Smartphone	Berdasarkan hasil pengujian terhadap sensor pasif inframerah HC-SR501 dan ESP32-CAM, diperoleh hasil bahwa pada jeda waktu 1 detik, 2 detik, dan 8 detik, ESP32-CAM merespons dengan mengirimkan gambar dalam kondisi terdeteksi (<i>detected</i>) melalui aplikasi <i>smart home</i> berbasis IoT. Sedangkan pada jeda waktu 3, 4 detik, 5 detik, 6 detik, dan 7 detik, ESP32-CAM tidak memberikan respons gambar dalam kondisi tidak terdeteksi (<i>not detected</i>). Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh adanya celah dalam pancaran sinar inframerah dari sensor pasif HC-SR501.
2	Rio Wahyudi, Edidas	Perancang dan Pembuatan Sistem keamanan rumah berbasis <i>Internet of things</i> (IoT)	• ESP32-CAM • Sensor PIR • Sensor Api • Sensor Gas • Sensor Magnetic	Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan sebagai berikut : Alat ini bekerja dan dikendalikan melalui aplikasi telegram sesuai dengan kode perintah yang diterapkan. Cara kerja alat ini yaitu ketika semua sensor diaktifkan maka semua sensor akan bekerja dan akan mengirimkan data secara otomatis sesuai

NO	NAMA	JUDUL	KOMPONEN	HASIL
		Menggunakan ESP32-CAM	• Relay • Buzzer	funksinya masing-masing. menggunakan perangkat mobile yang telah terinstal aplikasi telegram.
3	Muhammad Puji Putra Pratama, Martias, Harna Adianto	Alat Keamanan Menggunakan Sensor Gerak dengan ESP32-CAM Berbasis Iot	• ESP32-CAM • Sensor PIR • LED DAN Buzzer • Kamera OV2640 • Catu Daya 5V • Aplikasi Telegram	Sensor PIR HC-SR501 digunakan dalam sebuah perangkat untuk mendeteksi gerakan di depannya dengan jarak antara 0.5 hingga 3 meter dari posisi sensor. Dalam setiap percobaan sebanyak 20 kali pada setiap jarak, hasilnya menunjukkan bahwa jarak antara 0.5 hingga 1 meter memiliki tingkat keakuratan 100%. Pada jarak 2 meter, tingkat keakurannya mencapai 80%. Sedangkan untuk jarak 3 meter, tingkat keakurannya menurun menjadi 60%. Selain itu, pengujian pada kamera ESP32-CAM yang dilakukan pada kondisi siang dan malam dengan bantuan lampu tambahan menunjukkan hasil yang jelas. Namun, diperlukan dua kali pengambilan gambar untuk melihat hasil yang sebenarnya dari depan kamera yang tepat. Oleh karena itu, sistem pemantauan keamanan pada perangkat ini memiliki keterbatasan dalam memantau dengan akurasi yang tinggi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Tingkat Kejahatan di Indonesia

Tingkat kejahatan Menurut data Kepolisian Republik Indonesia (Polri), terdapat sebanyak 288.472 kasus kejahatan yang terjadi di Indonesia sepanjang tahun 2023. Angka ini menunjukkan peningkatan sebesar 4,33% dibandingkan dengan tahun sebelumnya, yaitu 276.507 kasus. Secara umum, tren jumlah kejahatan di Indonesia mengalami peningkatan sejak tahun 2016, meskipun sempat mengalami penurunan sebesar 12,92% pada tahun 2019. Tingkat kejahatan di Indonesia ditunjukkan pada diagram gambar 2.1 pada tahun 2016 hingga 2023 (Febriana Sulistya Pratiwi, 2023).



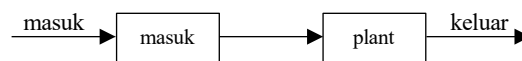
Gambar 2.1 Jumlah kejahatan di Indonesia (Tahun 2016-2023)

Pada tahun 2023, jumlah kasus kejahatan yang berhasil diselesaikan oleh Polri mencapai 203.293 kasus, atau setara dengan 70,47% dari total kejahatan yang terjadi sepanjang tahun tersebut. Jumlah penyelesaian kasus ini meningkat sebanyak 3.146 kasus atau sebesar 1,57% dibandingkan dengan tahun 2022, di mana Polri berhasil menyelesaikan 200.147 kasus. Kepala kepolisian negara Republik Indonesia, menegaskan bahwa upaya penegakan hukum terus dilakukan dengan mengutamakan pendekatan restorative justice. Polri mencatat bahwa pada tahun 2023, sebanyak 18.175 perkara berhasil diselesaikan melalui pendekatan tersebut, mengalami

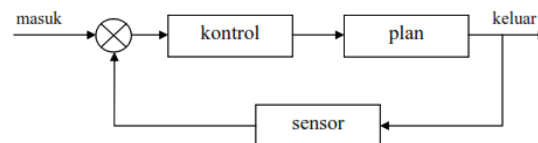
peningkatan sebesar 15% dibandingkan tahun sebelumnya yang tercatat sebanyak 15.809 perkara.

2.2.2 Sistem Kontrol

Sistem kontrol atau sistem kendali adalah kumpulan dari beberapa komponen yang saling terhubung satu sama lainnya, sehingga membentuk suatu tujuan tertentu yaitu mengendalikan atau mengatur suatu sistem. Sistem kontrol terbagi menjadi dua jenis yaitu sistem kontrol loop terbuka dan sistem kontrol loop tertutup (Rio Wahyudi & Edidas, 2022).



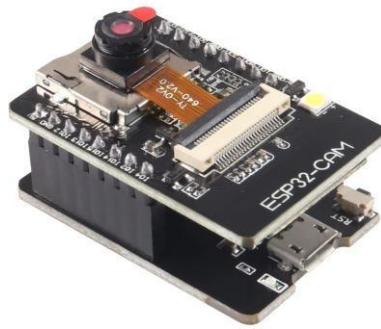
Gambar 2.2 Sistem Kontrol Loop Terbuka



Gambar 2.3 Sistem Kontrol Loop Tertutup

2.2.3 ESP32-CAM

ESP32-CAM adalah modul mikrokontroler yang memiliki prosesor dual-core Xtensa LX6 berkecepatan tinggi, dengan frekuensi hingga 240 MHz. Modul ini dilengkapi dengan kamera OV2640 yang memiliki resolusi hingga 2 megapiksel, serta mendukung fitur pengambilan gambar dan video. ESP32-CAM juga mendukung konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, membuatnya ideal untuk aplikasi yang membutuhkan komunikasi nirkabel. Modul ini memiliki memori flash 4MB dan SRAM 520KB, serta dapat menjalankan berbagai protokol komunikasi (DFROBOT, 2019).



Gambar 2.4 ESP32-CAM

Adapun identitas dari Mikrokontroler ESP32-CAM yaitu pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Identitas ESP32-CAM

Mikrokontroler	ESP32-CAM
Operating Voltage	5 V
Input Voltage (limits)	5 V
SPI Flash	Default 32Mbit
RAM	Built-in 520 KB + external 4M PSRAM
Bluetooth	Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE standards
Wi-Fi	802.11b/g/n/e/i
Support Interface	UART, SPI, I2C, PWM
IO Ports	9
Image Output Format	JPEG (OV2640 support only), BMP, GRAYSCALE
Spectrum Range	2412 ~ 2484 MHz
Antenna	Onboard PCB antenna, gain 2 dBi
Security	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
Operating Temperature	-20 °C ~ 85 °C

Mikrokontroler	ESP32-CAM
Weight	10 g

2.2.4 Kunci Elektronik 12V

Kunci elektronik ini adalah perangkat elektromekanik yang beroperasi dengan tegangan 12V DC. Ketika diberi tegangan, solenoid di dalam kunci akan bergerak, membuka atau mengunci pintu secara otomatis. Kunci ini sering kali digunakan pada sistem kontrol akses elektronik. Komponen kunci biasanya terdiri dari aktuator, mekanisme kunci, dan elemen pengontrol daya. (multicomp PRO, 2019)



Gambar 2.5 Kunci Elektronik 12V

Keunggulan dari kunci elektronik ini adalah keandalannya dalam sistem keamanan modern, di mana akses dapat dikendalikan secara digital. Adapun identitas dari kunci elektronik 12V yaitu pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Identitas Kunci 12V

Spesifikasi	Kunci 12V
Operating Temperature / Humidity	-20°C to +45°C / 5% to 95% RH
Store Temperature / Humidity	-20°C to +65°C / 5% to 60% RH
Operating Voltage	12V DC $\pm$ 10%

2.2.5 Relay 5V

Relay merupakan saklar (switch) yang dioperasikan secara elektronik menggunakan gaya elektromagnetik untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik pada rangkaian beban. Komponen ini bekerja menggunakan

dua bagian utama, yaitu koil atau kumparan dan kontak saklar, di mana ketika koil dialiri arus listrik akan timbul medan magnet yang menarik tuas besi di dalamnya sehingga mengubah posisi kontak saklar dari Normally Close (NC) menjadi Normally Open (NO). Sebagai saklar elektronik, relay memanfaatkan prinsip isolasi galvanis yang memungkinkan rangkaian pengendali berdaya rendah, seperti mikrokontroler, dapat mengontrol rangkaian beban berdaya tinggi secara aman tanpa terhubung secara elektrik langsung.



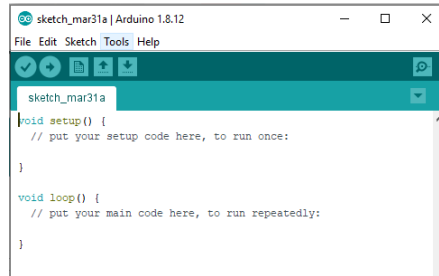
Gambar 2.6 Relay 5V

Pada penerapannya, jenis modul yang digunakan adalah relay aktif LOW (Low Level Trigger), yaitu jenis relay yang akan aktif atau berpindah ke posisi NO ketika pin kendalinya menerima sinyal berlogika LOW (0V atau Ground), dan akan mati ketika menerima sinyal HIGH. Penggunaan relay ini memiliki keunggulan besar dalam mengontrol beban induktif seperti solenoid 12V, karena mampu menyediakan isolasi elektrik untuk melindungi mikrokontroler dari perbedaan tegangan kerja, sekaligus mengamankan komponen sensitif dari lonjakan arus balik (Back-EMF) yang dihasilkan oleh solenoid saat dimatikan.

2.2.6 *Arduino ide*

ESP32-CAM memakai Arduino IDE untuk melakukan penulisan program, *compile* serta *upload* program ke board ESP32-CAM. *Software* IDE itu merupakan kependekan dari Integrated Development Environment, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Program yang ditulis

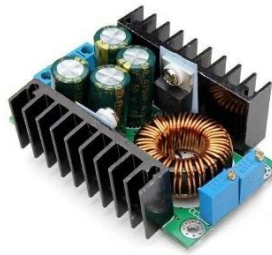
dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi. Gambar 2.7 merupakan tampilan awal dari Arduino IDE.



Gambar 2.7 Tampilan Arduino IDE

2.2.7 Modul Step-Down 300W 10A DC-DC Buck Converter

Modul Step-Down 300W 10A DC-DC Buck Converter merupakan modul konverter penurun tegangan searah (DC-to-DC buck converter) yang berfungsi menurunkan tegangan input DC menjadi tegangan output yang lebih rendah dengan efisiensi konversi yang tinggi. Modul ini memiliki rentang tegangan masukan sekitar 6V hingga 40V DC dan mampu menghasilkan tegangan keluaran yang dapat diatur pada kisaran 1,2V hingga 36V DC melalui pengaturan potensiometer (trimpot). Konverter ini memiliki kemampuan menangani arus keluaran yang lebih besar, yaitu hingga 10A dengan daya maksimum sekitar 300W (dengan pendinginan yang memadai), sehingga lebih sesuai digunakan pada sistem yang memerlukan suplai daya berarus tinggi. Pada penelitian ini, modul 300W 10A DC-DC Step Down Buck Converter digunakan untuk menurunkan tegangan dari catu daya utama 12V DC menjadi 5V DC yang stabil sebagai sumber tegangan bagi ESP32-CAM dan modul relay. Penggunaan modul ini bertujuan untuk memastikan setiap komponen memperoleh tegangan kerja yang sesuai, menjaga kestabilan sistem, serta meningkatkan keandalan operasi perangkat selama proses pemantauan dan pengendalian sistem keamanan pintu berbasis *Internet of Things* (Suhardianto et al., 2015).



Gambar 2.8 Modul Step-Down 300W 10A DC-DC Buck Converter

2.2.8 API (*Application Programming Interface*)

API (*Application Programming Interface*) adalah antarmuka yang memungkinkan komunikasi antara perangkat lunak melalui protokol tertentu. Dalam proyek pintu pintar berbasis IoT, API Telegram digunakan untuk mengintegrasikan sistem penguncian dengan bot Telegram, yang memungkinkan pengiriman perintah dan notifikasi secara *real-time*. API Telegram menggunakan jenis API REST, yang memanfaatkan protokol HTTP dengan metode seperti *GET* dan *POST* untuk mengirim dan menerima data antara perangkat IoT (ESP32-CAM) dan server Telegram (AWS, 2024).

2.2.9 PIR (*Passive Infrared*) Sensor

Sensor PIR (*Passive Infrared*) adalah perangkat yang banyak digunakan untuk mendeteksi gerakan, terutama untuk mendeteksi pergerakan manusia dalam jangkauan sensornya. Sensor ini memiliki ukuran kecil, harga terjangkau, hemat energi, dan cukup andal, sehingga cocok digunakan pada aplikasi rumah tangga maupun komersial. Sensor ini juga dikenal sebagai Pyroelectric atau IR motion sensor. Komponen utama dari sensor PIR adalah elemen piroelektrik yang terletak di dalam wadah logam bundar dengan kristal berbentuk persegi di tengahnya. Elemen ini mendeteksi radiasi inframerah (IR) yang dipancarkan oleh objek, di mana tingkat radiasi meningkat seiring dengan suhu. Sensor ini memiliki dua bagian yang dirancang untuk mendeteksi perubahan tingkat radiasi IR. Ketika salah satu bagian mendeteksi perbedaan suhu dibandingkan dengan bagian lainnya, output sensor akan berubah, menandakan adanya gerakan (Adafruit, 2023).



Gambar 2.9 PIR (*Passive Infrared*) Sensor