

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan perangkat tertanam (*embedded system*) untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet maupun jaringan nirkabel lainnya. Dalam sistem IoT, setiap perangkat memiliki identitas unik dan mampu melakukan komunikasi secara otomatis tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung (Sulaeman et al., 2022).

IoT menggabungkan beberapa komponen utama, yaitu sensor sebagai alat pengumpul data, mikrokontroler sebagai pengolah data, serta jaringan komunikasi sebagai media pengiriman data. Data yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh mikrokontroler, kemudian dikirimkan ke server atau langsung ke pengguna dalam bentuk informasi yang dapat dipahami. Dengan kemampuan tersebut, IoT memungkinkan terciptanya sistem yang lebih cerdas, efisien, dan responsif terhadap kondisi lingkungan (Sepudin & Abdullah, 2022).

Dalam penerapannya, IoT telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti kesehatan, industri, pertanian, dan keamanan. Pada bidang keamanan rumah, IoT berperan dalam memantau kondisi lingkungan secara real-time serta memberikan notifikasi kepada pengguna apabila terjadi aktivitas yang mencurigakan. Hal ini menjadikan sistem keamanan tidak hanya bersifat pasif, tetapi juga mampu memberikan respon secara cepat terhadap potensi ancaman (Rumere & Manullang, 2024).

2.2 **Arsitektur Internet of Things**

Arsitektur Internet of Things (IoT) umumnya terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu *perception layer*, *network layer*, dan *application layer* yang berfungsi dalam proses pengumpulan, pengiriman, dan penyajian data kepada pengguna (Nur-Alam et al., 2022).

1. **Perception Layer**

Lapisan ini merupakan bagian paling bawah yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari lingkungan. Komponen utama pada lapisan ini adalah sensor dan aktuator. Dalam sistem keamanan rumah, sensor seperti PIR digunakan untuk mendeteksi gerakan, sedangkan sensor magnetik digunakan untuk mendeteksi kondisi pintu atau jendela.

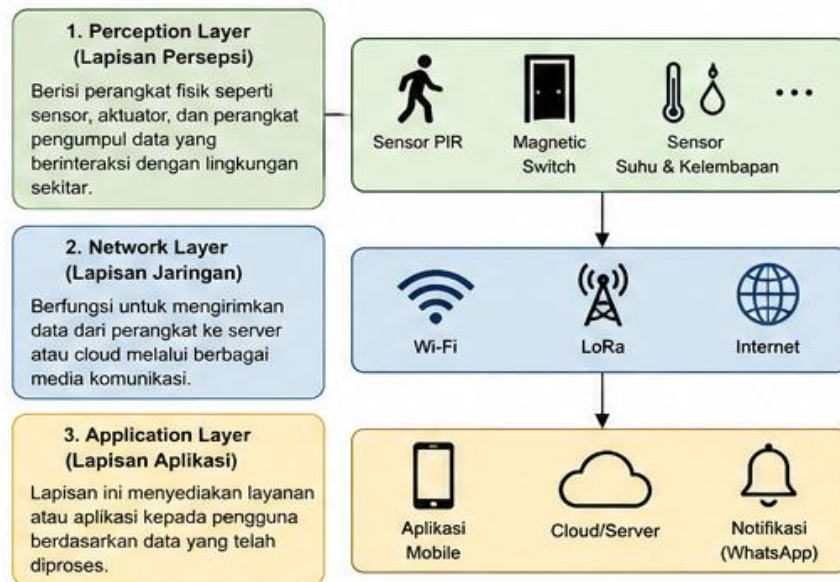
2. **Network Layer**

Lapisan ini bertugas untuk mengirimkan data dari perangkat sensor ke sistem pemrosesan atau server. Media komunikasi yang digunakan dapat berupa Wi-Fi, GSM, maupun teknologi komunikasi jarak jauh seperti LoRa. Lapisan ini sangat penting karena menentukan kecepatan dan keandalan pengiriman data.

3. **Application Layer**

Lapisan ini merupakan bagian yang berinteraksi langsung dengan pengguna. Data yang telah diproses akan ditampilkan dalam bentuk informasi atau notifikasi, misalnya melalui aplikasi WhatsApp.

Dengan adanya pembagian arsitektur ini, sistem IoT dapat bekerja secara terstruktur dan efisien mulai dari proses pengumpulan hingga penyampaian data kepada pengguna.



Gambar 2.1 Arsitektur IoT

2.3 Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT

Sistem keamanan rumah berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu sistem yang memanfaatkan teknologi sensor, mikrokontroler, serta jaringan komunikasi untuk melakukan pemantauan dan pengamanan rumah secara otomatis dan berkelanjutan. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi berbagai potensi ancaman, seperti pergerakan manusia, pembukaan pintu atau jendela tanpa izin, serta aktivitas mencurigakan lainnya, kemudian mengirimkan informasi tersebut kepada pengguna secara *real-time* melalui media komunikasi tertentu (Aziz & Suharjo, 2024).

Pada dasarnya, sistem keamanan IoT bekerja dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu sensor sebagai alat pendeteksi, mikrokontroler sebagai pengolah data, serta jaringan komunikasi sebagai media pengiriman informasi. Sensor seperti Passive Infrared (PIR) mampu mendeteksi pergerakan

berdasarkan perubahan radiasi inframerah di lingkungan sekitar, sehingga efektif digunakan dalam sistem keamanan rumah (Haidar et al., 2024).

Setelah data diperoleh dari sensor, mikrokontroler seperti ESP32 akan memproses data tersebut sesuai dengan logika sistem yang telah dirancang. Hasil pemrosesan ini kemudian dikirimkan melalui jaringan komunikasi, baik menggunakan internet maupun teknologi komunikasi jarak jauh seperti LoRa. Penggunaan teknologi komunikasi ini memungkinkan sistem tetap dapat berfungsi secara optimal meskipun berada pada jarak yang jauh dari pengguna (Octavia et al., 2024).

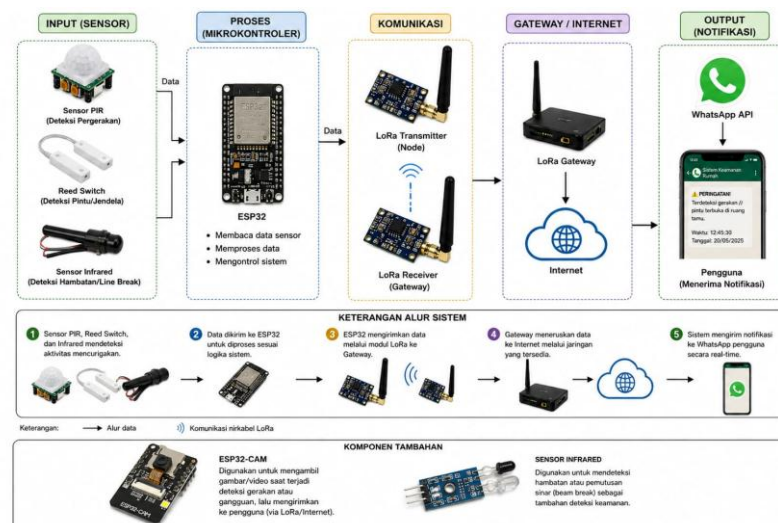
Selain itu, sistem keamanan berbasis IoT juga dapat diintegrasikan dengan aplikasi pesan instan sebagai media notifikasi. Integrasi ini memungkinkan pengguna menerima informasi secara cepat dan langsung melalui perangkat smartphone. Dengan adanya notifikasi *real-time*, pengguna dapat segera mengetahui kondisi rumah dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengantisipasi potensi ancaman (Rumere & Manullang, 2024).

Dari sisi keunggulan, sistem keamanan rumah berbasis IoT memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sistem konvensional. Sistem ini mampu bekerja secara otomatis, memiliki kemampuan pemantauan jarak jauh, serta memberikan respon yang cepat terhadap ancaman. Hal ini menjadikan sistem IoT lebih efisien dan responsif dalam meningkatkan keamanan rumah (Jayusman & Martadinata, 2024).

Namun demikian, penerapan sistem keamanan berbasis IoT juga memiliki tantangan, seperti keterbatasan jaringan komunikasi, konsumsi daya perangkat,

serta aspek keamanan data. Oleh karena itu, diperlukan pemilihan teknologi yang tepat agar sistem dapat bekerja secara optimal, stabil, dan berkelanjutan dalam jangka panjang (Fitrian et al., 2025).

Dengan berkembangnya teknologi IoT, sistem keamanan rumah diharapkan dapat menjadi lebih cerdas, efisien, dan mudah diakses oleh pengguna. Implementasi sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan, tetapi juga memberikan kenyamanan dalam melakukan pemantauan rumah secara jarak jauh.



Gambar 2.2 Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pusat pengendali dalam suatu sistem. Mikrokontroler terdiri dari CPU, memori, serta perangkat input/output yang terintegrasi dalam satu chip. Perangkat ini mampu menjalankan program tertentu untuk mengolah data dan mengontrol perangkat lain (Gultom et al., 2025).

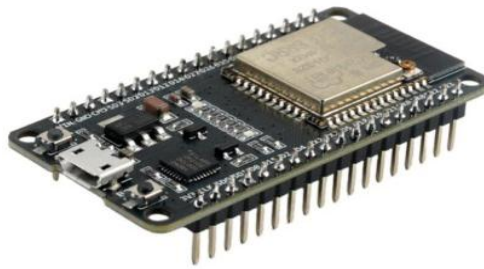
Dalam sistem IoT, mikrokontroler berperan penting dalam membaca data dari sensor, memproses data tersebut, serta menentukan tindakan yang akan dilakukan. Selain itu, mikrokontroler juga berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras dan jaringan komunikasi, sehingga memungkinkan sistem untuk mengirimkan data ke pengguna (Tundo et al., 2024).

2.5 ESP32

ESP32 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem Internet of Things (IoT). Hal ini dikarenakan ESP32 telah dilengkapi dengan modul komunikasi nirkabel berupa Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi dalam satu chip, sehingga mampu mengurangi kebutuhan perangkat tambahan serta menyederhanakan desain sistem. Selain itu, ESP32 juga mendukung konektivitas jaringan yang stabil untuk pengiriman data secara real-time dalam sistem berbasis IoT (Gultom et al., 2025).

Selain itu, ESP32 juga memiliki konsumsi daya yang relatif rendah serta kemampuan pemrosesan yang cukup tinggi. Fitur ini menjadikannya sangat cocok digunakan dalam sistem keamanan rumah berbasis IoT yang membutuhkan efisiensi energi dan kecepatan respon.

Dalam implementasinya, ESP32 mampu membaca data dari sensor, mengolah data, serta mengirimkan hasilnya ke server atau aplikasi pengguna melalui jaringan Wi-Fi. Hal ini menjadikan ESP32 banyak digunakan pada sistem monitoring dan keamanan rumah berbasis IoT karena memiliki kecepatan respon yang tinggi, fleksibilitas sistem, serta kemampuan integrasi dengan berbagai sensor dan aktuator (Annur et al., 2021).



Gambar 2.3 Modul ESP32

2.6 LoRa (Long Range)

LoRa (Long Range) merupakan teknologi komunikasi nirkabel jarak jauh yang dirancang khusus untuk mendukung pengiriman data dengan konsumsi daya yang sangat rendah. Teknologi ini termasuk dalam kategori Low Power Wide Area Network (LPWAN) yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem Internet of Things (IoT), terutama pada perangkat yang membutuhkan komunikasi jarak jauh namun tetap hemat energi (Nur-A-Alam et al., 2022)

LoRa bekerja menggunakan teknik modulasi Chirp Spread Spectrum (CSS) yang memungkinkan sinyal tetap stabil pada jarak yang jauh serta memiliki ketahanan tinggi terhadap gangguan (noise) dan interferensi lingkungan. Hal ini membuat LoRa dapat digunakan secara efektif pada kondisi komunikasi yang tidak ideal, termasuk pada lingkungan perkotaan maupun area dengan banyak hambatan (Sa'adah et al., 2024).

Dari sisi jangkauan, LoRa memiliki kemampuan komunikasi yang luas, yaitu dapat mencapai beberapa kilometer di area perkotaan dan lebih jauh di wilayah pedesaan atau area terbuka dengan sedikit hambatan fisik. Teknologi ini banyak digunakan dalam sistem monitoring jarak jauh karena tidak bergantung pada

infrastruktur jaringan internet konvensional seperti Wi-Fi atau seluler (Widianto, 2022).

Keunggulan utama LoRa terletak pada kombinasi antara konsumsi daya yang rendah, jangkauan komunikasi yang luas, serta biaya implementasi yang relatif murah. Oleh karena itu, LoRa sangat cocok digunakan pada sistem keamanan rumah berbasis IoT, terutama pada area yang memiliki keterbatasan akses jaringan internet atau membutuhkan komunikasi antar perangkat dalam jarak jauh (Annur et al., 2021).



Gambar 2.4 LoRa Sx1278

2.7 WhatsApp sebagai Media Notifikasi

WhatsApp merupakan aplikasi pesan instan yang banyak digunakan karena kemudahan akses serta kemampuannya dalam mengirim pesan secara cepat dan real-time melalui jaringan internet. Dalam perkembangan sistem Internet of Things (IoT), WhatsApp dapat dimanfaatkan sebagai media notifikasi untuk mengirimkan peringatan otomatis kepada pengguna ketika sistem mendeteksi kondisi tertentu melalui perangkat sensor dan mikrokontroler (Fauzi & Rambe, 2025).

Integrasi WhatsApp dalam sistem IoT umumnya dilakukan dengan memanfaatkan Application Programming Interface (API) yang memungkinkan perangkat seperti ESP8266 atau ESP32 mengirimkan pesan secara otomatis tanpa interaksi manual. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan API seperti CallMeBot dapat menghubungkan mikrokontroler dengan layanan WhatsApp sehingga notifikasi dapat dikirim secara real-time berdasarkan hasil pembacaan sensor (Zaputra et al., 2024).

Selain itu, pemanfaatan WhatsApp sebagai media notifikasi pada sistem IoT terbukti efektif karena memiliki tingkat aksesibilitas tinggi, kecepatan pengiriman pesan, serta kemudahan penggunaan bagi pengguna akhir. Hal ini menjadikan WhatsApp sebagai salah satu solusi praktis dalam sistem monitoring berbasis IoT untuk penyampaian informasi secara langsung dan cepat (Fauzi & Rambe, 2025).



Gambar 2.5 Logo Icon WhatsApp

2.8 ESP32-CAM

ESP32-CAM adalah modul mikrokontroler berbasis ESP32 yang dilengkapi dengan kamera OV2640 serta mendukung konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth.

Modul ini dirancang untuk aplikasi Internet of Things (IoT) yang memerlukan kemampuan pengolahan data sekaligus pengambilan gambar atau video. Dengan ukurannya yang ringkas dan konsumsi daya yang relatif rendah, ESP32-CAM banyak digunakan pada sistem keamanan rumah, pemantauan ruangan, smart door, absensi wajah, dan berbagai aplikasi otomasi lainnya.

Pada sistem keamanan rumah berbasis IoT menggunakan LoRa dan WhatsApp, ESP32-CAM berfungsi sebagai perangkat pemantau visual. Ketika sensor mendeteksi adanya gerakan atau gangguan, ESP32-CAM dapat mengambil gambar kondisi di sekitar lokasi dan mengirimkannya melalui jaringan Wi-Fi. Informasi tersebut kemudian dapat diteruskan kepada pengguna melalui notifikasi WhatsApp sehingga pemilik rumah dapat mengetahui kondisi rumah secara real-time.

ESP32-CAM menggunakan prosesor ESP32 dual-core 32-bit dengan kecepatan hingga 240 MHz, memiliki dukungan Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2, serta umumnya dilengkapi PSRAM 4 MB untuk mendukung pemrosesan gambar. Modul ini juga menyediakan slot kartu microSD sehingga hasil foto atau video dapat disimpan secara lokal.



Gamabar 2.6 ES32-CAM

2.9 Komponen Perangkat Keras Sistem

Komponen perangkat keras merupakan bagian utama dalam sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT). Komponen ini terdiri atas mikrokontroler ESP32, modul LoRa, sensor PIR, sensor magnetik, buzzer, serta catu daya.

Setiap komponen memiliki fungsi masing-masing. Sensor digunakan untuk mendeteksi kondisi lingkungan, mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengolahan data, sedangkan modul komunikasi digunakan untuk mengirimkan data ke perangkat penerima. Kombinasi seluruh komponen tersebut memungkinkan sistem bekerja secara terintegrasi dalam mendeteksi serta merespons potensi ancaman keamanan.

1. Sensor Gerak (PIR)

Sensor gerak Passive Infrared (PIR) berfungsi untuk mendeteksi pergerakan manusia berdasarkan perubahan radiasi inframerah di lingkungan sekitar. Sensor ini digunakan untuk mengidentifikasi adanya aktivitas pada area yang dipantau dan menjadi salah satu indikator utama dalam sistem keamanan rumah.

2. Sensor Pintu (Magnetic Switch)

Sensor pintu atau magnetic switch digunakan untuk mendeteksi kondisi buka atau tutup pada pintu dan jendela. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan medan magnet sehingga dapat digunakan untuk memantau akses masuk ke dalam rumah.

3. Breadboard

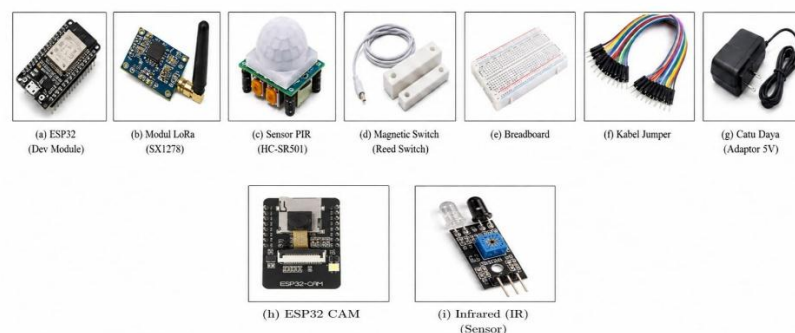
Breadboard digunakan sebagai media perakitan sementara rangkaian elektronik tanpa proses penyolderan. Penggunaan breadboard memudahkan proses pengujian dan pengembangan sistem sebelum rangkaian dibuat dalam bentuk permanen.

4. Kabel Jumper

Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan antar komponen pada breadboard maupun antara breadboard dengan mikrokontroler dan sensor. Kabel ini berperan penting dalam memastikan koneksi listrik dan transmisi data antar perangkat dapat berjalan dengan baik.

5. Catu Daya

Catu daya berfungsi sebagai sumber energi bagi seluruh komponen sistem. Catu daya dapat berupa adaptor, baterai, atau sumber daya lain yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Stabilitas dan kecukupan daya sangat penting untuk menjamin sistem dapat beroperasi secara andal dan berkelanjutan.

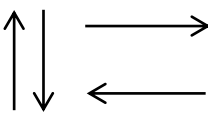
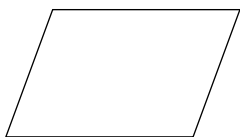


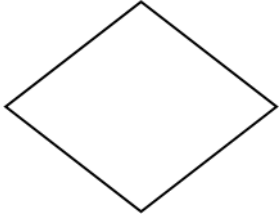
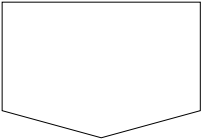
Gambar 2.7 Komponen Perangkat Keras

3.0 Flowchart

Flowchart merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur proses kerja suatu sistem secara visual menggunakan simbol-simbol standar. Dalam pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT), flowchart berperan penting untuk memudahkan perancangan alur kerja sistem mulai dari proses input data sensor, pengolahan oleh mikrokontroler, hingga keluaran berupa notifikasi atau aksi tertentu. Dengan adanya flowchart, proses kerja sistem menjadi lebih terstruktur sehingga mudah dipahami, dianalisis, dan diimplementasikan (Suherman et al., 2025).

Tabel 2.1 Flowchart

No	Simbol	Deskripsi
1	Flow Line 	Menunjukkan arah perpindahan alur proses dari satu simbol ke simbol lainnya.
2	Terminator 	Digunakan untuk menandai titik awal (Start) dan akhir (End) dari sebuah proses.
3	Process 	Menunjukkan tahapan pengolahan atau instruksi yang sedang dijalankan oleh sistem.
4	Input-Output 	Simbol yang menggambarkan kegiatan masukan dan keluaran data tanpa bergantung pada jenis perangkat yang digunakan

No	Simbol	Deskripsi
5	Decision 	Simbol yang menggambarkan proses pengambilan keputusan berdasarkan perbandingan atau kondisi tertentu yang menentukan alur selanjutnya
6	Predefined Process (Sub Program) 	Menunjukkan awal dari subproses atau pemanggilan suatu sub program yang telah didefinisikan sebelumnya
7	Off Page Connector 	Simbol yang digunakan untuk menghubungkan alur proses ke bagian lain yang berada pada halaman atau lembar yang berbeda