

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Internet Of Things (IoT)

Internet Of Things adalah sebuah teknologi canggih yang pada dasarnya merujuk pada banyaknya *device* dan suatu system di seeluruh dunia yang saling terhubung satu sama lain dengan menggunakan internet dan bisa saling berbagi data, teknologi –teknologi ini memiliki seperti sensor dan *software* dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terbuhung dengan internet dan mendukung kinerja tanpa menggunakan bantuan kabel, dan berbasis *wireless* IoT memiliki hubungan yang erat dengan istilah *machine-to-machine* atau M2M. Seluruh alat yang memiliki kemampuan komunikasi M2M ini sering disebut dengan perangkat cerdas atau *smart devices*(Selay et al., 2022)

2.2 Kipas (Fan)

Kipas (*fan*) adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk menghasilkan aliran udara atau angin. Alat ini bekerja dengan cara memutar bilah-bilah (baling-baling) menggunakan motor listrik sehingga menciptakan dorongan udara ke arah tertentu. Kipas digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga industri, dengan tujuan utama untuk mendinginkan, mengalirkan, atau menyegarkan udara di suatu ruangan atau perangka(Ulum et al., 2021)(Bangun et al., 2022)



Gambar 2. 1 Kipas Fan

2.3 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler canggih yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, dirancang sebagai penerus dari seri ESP8266 dengan peningkatan signifikan dalam hal performa, fitur, dan konektivitas. Mikrokontroler ini menggunakan prosesor *dual-core* 32-bit *Xtensa LX6* yang mampu berjalan hingga kecepatan 240 MHz, serta dilengkapi dengan memori SRAM sebesar 520 KB dan memori flash eksternal yang dapat ditambahkan tergantung pada jenis modul yang digunakan. Salah satu daya tarik utama ESP32 adalah integrasi modul Wi-Fi 802.11 b/g/n dan Bluetooth versi 4.2, termasuk *Bluetooth Low Energy* (BLE), yang membuatnya sangat cocok digunakan dalam berbagai aplikasi Internet of Things tanpa perlu menambahkan modul tambahan(Zaenal Mutaqin et al., 2024).

ESP32 memiliki jumlah pin I/O yang banyak, termasuk 34 pin GPIO (*General Purpose Input Output*) yang mendukung berbagai fungsi seperti PWM (*Pulse Width Modulation*), ADC (*Analog to Digital Converter*), DAC (*Digital to Analog Converter*), serta komunikasi data melalui SPI, I2C, I2S, UART, dan CAN. Mikrokontroler ini juga mendukung berbagai sensor internal, seperti sensor

suhu, sensor efek Hall, dan *touch sensor* (sensor sentuh kapasitif). Selain itu, ESP32 dilengkapi dengan berbagai fitur hemat daya, termasuk deep sleep mode, yang memungkinkan perangkat tetap bekerja dalam waktu lama meskipun menggunakan baterai kecil(Maulana & Suryo, 2024). Dalam hal pemrograman, ESP32 mendukung berbagai platform, mulai dari Arduino IDE, *MicroPython*, hingga ESP-IDF (*Espressif IoT Development Framework*) yang lebih cocok untuk pengembangan tingkat lanjut. ESP32 juga memiliki sistem keamanan yang mumpuni untuk IoT, seperti enkripsi perangkat keras (AES, SHA, RSA) dan dukungan untuk secure boot dan flash encryption, yang membuatnya aman digunakan dalam aplikasi industri maupun komersial.



Gambar 2. 2 Mikrokontroler ESP32

2.4 LoRa (*Long Range*)

LoRa (*Long Range*) adalah teknologi komunikasi nirkabel jarak jauh yang hemat energi dan bekerja pada frekuensi rendah (433 MHz atau 915 MHz tergantung wilayah). LoRa sangat cocok digunakan untuk transmisi data kecil seperti suhu atau kelembaban dalam jarak yang cukup jauh, bahkan hingga

beberapa kilometer. Modul yang umum digunakan adalah **LoRa SX1278**, yang dapat bekerja dalam mode *point-to-point* atau melalui *gateway*. LoRa memiliki kelebihan dibanding Wi-Fi, yaitu jangkauan lebih jauh dan konsumsi daya yang rendah, meskipun kecepatannya lebih rendah(Nurhadi et al., 2021).



Gambar 2. 3 LoRa (*Long Range*)

2.5 Sensor DHT22

Sensor **DHT22** adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor ini cukup populer dalam berbagai proyek elektronika dan Internet of Things (IoT) karena mudah digunakan dan memiliki tingkat akurasi yang cukup baik. DHT22 mampu mengukur suhu dalam rentang -40°C hingga 80°C dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, serta kelembaban relatif dari 0% hingga 100% dengan akurasi $\pm 2\%$. Salah satu kelebihan utama sensor ini adalah kemudahannya dalam integrasi dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino

dan Raspberry Pi, karena output-nya sudah berupa sinyal digital, sehingga tidak memerlukan konversi dari analog ke digital(Mubarok & Syukron, 2025).

DHT22 bekerja dengan mengirimkan data dalam bentuk sinyal digital satu arah melalui satu pin data, dan memiliki interval pembacaan minimum sekitar dua detik. Artinya, sensor ini tidak cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan pembacaan data secara cepat atau terus-menerus. Meski demikian, sensor ini sangat ideal untuk aplikasi yang memerlukan pemantauan lingkungan secara berkala, seperti pada stasiun cuaca sederhana, sistem monitoring suhu ruangan, rumah kaca, atau alat inkubasi. Dengan keandalan dan kemudahan penggunaannya, DHT22 menjadi pilihan yang tepat untuk banyak proyek monitoring lingkungan berskala kecil hingga menengah(Mulyani & Saputra, 2022).



Gambar 2. 4 Sensor DHT22

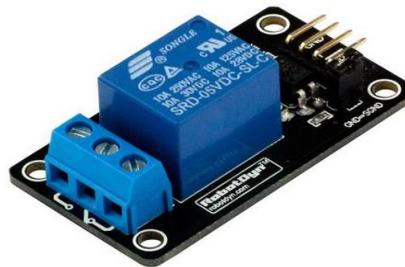
2.6 *Relay*

Relay merupakan salah satu komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar listrik yang dikendalikan secara elektromagnetik. Pada prinsip kerjanya, *relay* menggunakan sebuah koil elektromagnetik yang akan menghasilkan medan magnet ketika dialiri arus listrik kecil. Medan magnet tersebut kemudian menggerakkan saklar mekanis untuk membuka atau menutup kontak pada sirkuit lain yang biasanya memiliki arus dan tegangan yang lebih tinggi. Dengan demikian, *relay* memungkinkan sebuah sistem kendali elektronik, seperti mikrokontroler ESP32 yang hanya mampu mengeluarkan sinyal arus kecil, untuk mengontrol perangkat listrik yang memerlukan daya besar, seperti kipas angin, pompa, atau alat pendingin lainnya(Fakhri et al., 2022).

Penggunaan relay pada sistem kendali berbasis IOT (*Internet of Things*) sangat penting untuk mengisolasi bagian kendali elektronik dari beban listrik yang lebih besar sehingga dapat menjaga keamanan dan keawetan perangkat mikrokontroler. Modul *relay* yang umum digunakan dalam aplikasi mikrokontroler biasanya sudah dilengkapi dengan rangkaian driver dan proteksi berupa *diode flyback* untuk melindungi komponen dari lonjakan arus balik yang dapat merusak rangkaian(Pranata et al., 2022).

Dalam pengembangan sistem pendingin otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32 dan LoRa, *relay* berperan sebagai penghubung antara sinyal digital dari mikrokontroler dengan perangkat pendingin. Ketika sensor suhu mendekksi temperatur melebihi ambang batas yang telah ditentukan, ESP32 akan

mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan *relay*, sehingga arus listrik dapat mengalir ke perangkat pendingin dan menghidupkannya secara otomatis. Hal ini memungkinkan kontrol perangkat jarak jauh dengan efisiensi dan keamanan yang lebih tinggi.



Gambar 2. 5 Relay

2.7 Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan salah satu komponen penting dalam dunia elektronika, terutama saat melakukan *prototyping* dan pengujian rangkaian elektronik. Kabel ini berfungsi sebagai penghubung sementara antar komponen elektronik tanpa perlu melakukan penyolderan permanen. Hal ini sangat memudahkan pengembangan dan modifikasi rangkaian karena kabel jumper dapat dengan mudah dipasang dan dilepas pada breadboard, mikrokontroler, sensor, atau modul lainnya. Kabel jumper umumnya memiliki ujung berupa pin kecil yang sesuai dengan soket atau lubang pada breadboard dan modul elektronik, sehingga memberikan fleksibilitas dalam pengkabelan. Ada beberapa tipe kabel jumper yang sering digunakan, seperti *male-to-male*, yang memiliki pin di kedua

ujungnya; *male-to-female*, dengan pin di satu ujung dan soket di ujung lain; serta *female-to-female*, yang memiliki soket di kedua ujung kabel. Pemilihan jenis kabel jumper disesuaikan dengan kebutuhan sambungan pada rangkaian yang dibuat. Selain memudahkan dalam penyusunan rangkaian, kabel jumper juga berperan penting dalam menjaga keawetan komponen elektronik karena tidak membutuhkan penyolderan yang dapat merusak papan sirkuit atau komponen. Oleh karena itu, kabel jumper sangat populer digunakan dalam bidang pendidikan, riset, dan pengembangan teknologi elektronika dan IOT(Wijaya & Lutfiyani, 2021).



Gambar 2. 6 Kabel Jumper

2.8 Arduino Ide

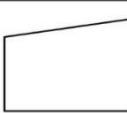
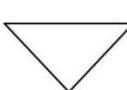
IDE atau *Integrated Development Environment* merupakan program khusus dari komputer, sehingga dapat melakukan desain program atau sketsa untuk papan arduino. Arduino menggunakan bahasa pemrogramannya sendiri yang mirip dengan bahasa C. Arduino merupakan software yang berjalan di *Java* dan terdiri dari editor program, *uploader*, *compiler* dan fungsi lainnya. Editor program adalah jendela di mana pengguna dapat mengedit dan menulis program

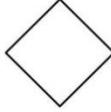
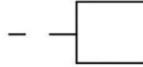
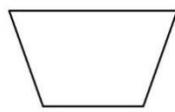
untuk bahasa pemrosesan. *Uploader* adalah modul yang dapat memuat kode biner dari komputer ke dalam memori papan Arduino. Fungsi dari *compiler* adalah untuk mengubah kode program menjadi bahasa mesin dalam bentuk file(Rohman & Rusimamto, 2020).

2.9 Flowchart

Flowchart adalah adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. *Flowchart* adalah penggambaran secara grafik dari langkahlangkah dan urut-urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong analyst dan programmer untuk 28 memecahkan masalah kedalam segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif lain dalam pengoperasian. *Flowchart* biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah yang perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut. *Flowchart* adalah bentuk gambar/diagram yang mempunyai aliran satu atau dua arah secara sekuensial(Zalukhu et al., 2023).

Tabel 2. 1 Flowchart

No.	Nama	Simbol	Keterangan
1.	Dokumen		Sebuah dokumen atau laporan. dokumen dapat dibuat dengan tangan atau cetak oleh komputer.
2.	Pemrosesan Komputer		Sebuah fungsi pemrosesan yang dilaksanakan oleh komputer, biasanya menghasilkan data atau informasi.
3.	<i>Keying (typing verifying)</i>		Menunjukan pemasukan data kedalam komputer melalui <i>online</i> terminal atau perangkat terminal <i>input/output</i> .
4.	Arsip		Arsip dokumen disimpan dan diambil secara manual. Huruf didalamnya menunjukan cara pengurutan arsip.
5.	Arus Dokumen/ Pemrosesan		Arah arus dokumen atau pemrosesan; arus normal adalah kekanan atau kebawah.

9.	Keputusan		Sebuah tahap pembuatan keputusan; digunakan dalam bagan alir program komputer untuk menunjukkan cabang bagi alternatif cara.
10.	Anotasi		Tambahan penjelasan deskriptif atau keterangan, atau catatan sebagai klasifikasi.
11.	Operasi Manual		Menunjukkan proses yang dikerjakan secara manual
12.	Penyimpanan/Storage		Menunjukkan akses langsung perangkat penyimpanan.
13.	Masukan ke sistem	Dari Pemasok 	Karena kegiatan luar sistem tidak perlu digambarkan dalam bagan alir, maka diperlukan simbol untuk menggambarkan masuk ke sistem yang digambarkan dalam bagan alir.
14.	Keluar sistem lain	 Ke sistem penjualan	Karena kegiatan luar sistem tidak perlu digambarkan dalam bagan alir, maka diperlukan simbol untuk menggambarkan keluar ke sistem yang lain.
15.	Catatan		Digunakan untuk menggambarkan catatan akuntansi yang digunakan untuk mencatat data yang direkam sebelumnya dalam dokumen atau formulir.

2. 10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi landasan penting dalam merancang dan mengembangkan sistem yang sedang dikaji. Beberapa penelitian sebelumnya telah membuat atau merancang solusi serupa dalam membuat pendingin otomatis menggunakan teknologi berbasis mikrokontroler esp32 dan sensor suhu. Mayoritas penelitian tersebut menggunakan mikrokontroler untuk membaca data dari sensor suhu dan mengontrol aktuator, seperti kipas atau relay. Selain itu juga, mengintegrasikan sistem notifikasi menggunakan platform seperti Blynk.

Penelitian oleh Aldi Firmansyah (2021) monitoring suhu berbasis LoRa dan ESP32, dengan tampilan LCD dan notifikas. Riki Saputra (2022) Pengendali Suhu Otomatis Menggunakan ESP32 dan Blynk, Sistem pendingin otomatis menggunakan sensor suhu DS18B20 dan ESP32, serta Blynk untuk monitoring dan pengendalian kipas, tetapi belum menggunakan komunikasi LoRa. Putri Ismi Azizah, dkk. (2023) Penelitian ini membuat sistem monitoring suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22 dan komunikasi LoRa, Data dikirim dari Arduino ke gateway ESP32 dan ditampilkan pada aplikasi Android via Firebase, namun hanya berfungsi sebagai monitoring tanpa kendali pendingin otomatis. Adriawan (2025) Proyek ini menggabungkan ESP32, sensor lingkungan (suhu, kelembapan tanah, pH), dan LoRa untuk mengatur sistem irigasi dan ventilasi otomatis, tetapi tidak spesifik untuk sistem pendinginan elektronik/ruangan. Maulana Kamal (2025) Menggunakan ESP32 untuk memonitor suhu panel surya. Bila suhu melebihi ambang batas, sistem penyiram

air otomatis diaktifkan, tetapi sistem pendinginnya bukan berupa kipas, dan penerapannya spesifik untuk panel surya.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

N o	Penulisan & tahun	Judul penelitian	Komponen/ metode	Kelebihan	kekurangan
1	Aldi Firmansya h 2021	Sistem Pemantauan Suhu Jarak Jauh Berbasis LoRa dan Mikrokontroler ESP32	ESP32, DHT11, LoRa, LCD	Komunikasi LoRa efektif tanpa internet	Tidak ada kendali pendingin
2	Riki shaputra 2022	Pengendali Suhu Otomatis Menggunakan ESP32 dan Blynk	ESP32, DS18B20, Kipas, Relay, Blynk	Ada pengendali kipas otomatis melalui Blynk	Tidak menggunakan LoRa, hanya WiFi

3	Putri I. Azizah, dkk. 2023	Monitoring Suhu dan Kelembapan menggunakan LoRa Arduino dan ESP32	Arduino Uno, ESP32, DHT22, LoRa, Firebase, Android App	Monitoring real-time; komunikasi LoRa + Firebase	Tidak ada kontrol atau pendingin otomatis
4	Adriawan 2025	Implementasi LoRa dalam Smart Greenhouse	ESP32, DHT22, Soil Sensor, LoRa, LCD	Pendinginan otomatis (greenhouse); LoRa + sensor multi- lingkungan	Fokus pertanian, bukan alat elektronik atau ruang
5	Maulana Kamal 2025	Sistem Pendingin Suhu, Panel Surya Otomatis	, Sensor Suhu, Pompa, ESP32Spr	Pendingin otomatis aktif berdasarkan	Pendingin menggunakan air, bukan kipas;

		Berbasis IoT	inklr, LoRa	suhu surya	panel konteks spesifik panel surya
--	--	--------------	----------------	---------------	---