

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Penelitian Terkait

Berdasarkan penelitian mengenai judul terkait yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu. Penelitian terdahulu tersebut dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Penelitian berjudul "Rancang Bangun Smart Bird Cage dengan Pengendalian Berbasis IoT" (Darlis & Haryanti, 2021)

Sistem ini menggabungkan berbagai perangkat seperti sensor ultrasonik, servo motor, relay, dan water pump, yang difungsikan untuk memberi pakan, memandikan burung, serta membersihkan kandang secara otomatis. Pengguna dapat mengatur jadwal operasional kandang melalui web, dengan fitur interaktif seperti tombol "Feed" dan "Spray", serta monitoring status pakan secara visual.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan stabil dengan delay rata-rata 19,2 detik (servo/pakan) dan 44,6 detik (water pump/spray), serta respons pengiriman data ke web yang cepat (rata-rata 0,181 detik). Kualitas website juga dinilai baik dengan skor performa mencapai 78 dan SEO sebesar 92. Penelitian ini membuktikan bahwa teknologi IoT mampu diimplementasikan untuk otomatisasi perawatan burung dengan efektif dan efisien.

2. Kemudian dalam penelitian (Bagus Kusumadewa Tutuko et al., 2023) yang berjudul "Rancang Sangkar Burung Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)"

Sensor yang digunakan terdiri dari sensor ultrasonik, yang berfungsi untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan pakan burung. Sensor ini akan mendeteksi ketersediaan pakan dalam wadah; jika jarak terdeteksi kurang dari 8 cm, sistem akan mengidentifikasi bahwa pakan menipis dan perlu diisi ulang. Selain itu, digunakan pula sensor water level untuk memantau ketinggian air dalam wadah minum. Sensor ini akan mengaktifkan sistem pengisian air secara otomatis apabila ketinggian air terdeteksi kurang dari 100 ml. Sementara itu, aktuator yang digunakan dalam sistem ini meliputi servo motor, yang berperan dalam membuka dan menutup katup pada dispenser pakan. Ketika pakan dalam wadah habis, servo motor akan mengaktifkan pembukaan katup untuk mengisi ulang pakan, lalu menutupnya kembali setelah penuh. Untuk pengisian air, digunakan pompa air mini (mini water pump) yang akan memompa air dari sumber ke wadah minum ketika dibutuhkan. Pompa ini dikendalikan melalui modul relay 2 channel yang bertugas mengatur aliran listrik ke pompa berdasarkan sinyal dari mikrokontroler.

Seluruh sistem dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266-01, yang juga bertugas menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi dan aplikasi Blynk sebagai media kontrol dan pemantauan jarak jauh melalui smartphone. Sistem ini dirancang agar pemilik burung dapat dengan mudah memantau dan mengatur kebutuhan burung peliharaan secara otomatis dan real-time.

3. Lalu dalam penelitian (Wibowo, 2019) berjudul “Rancang Bangun Sangkar Burung Pintar Berbasis Arduino Uno”

Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kontrol, yang menerima input dari sensor infrared untuk mendeteksi keberadaan pakan dan sensor water level untuk memantau ketinggian air. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan RTC (Real Time Clock) untuk penjadwalan otomatis pemberian makan dan pembersihan kandang. Output dari sistem ini melibatkan beberapa aktuator, seperti solenoid door lock untuk membuka katup pakan, solenoid valve untuk mengalirkan air, kipas (fan) untuk membersihkan sisa pakan, dan conveyor sebagai mekanisme pembersih kotoran burung. Seluruh proses ini ditampilkan melalui LCD 16x2, yang memudahkan pengguna dalam memantau status alat. Sistem juga dilengkapi dengan mode manual melalui tombol, sehingga pengguna dapat mengoperasikan alat tanpa otomatisasi penuh.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dengan sangat baik dalam mode manual maupun otomatis, dengan tingkat keberhasilan 100% dan error 0%. Hal ini menunjukkan bahwa setiap sensor dan aktuator berfungsi sesuai dengan perancangan.

Kelebihan dari penelitian ini adalah sistemnya yang lengkap mencakup seluruh aspek perawatan burung dan bekerja secara mandiri tanpa koneksi internet. Namun demikian, kekurangan dari sistem ini adalah belum mendukung pemantauan jarak jauh atau integrasi dengan sistem berbasis IoT.

4. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Revivaldy Mucthar et al., 2020) yang berjudul “Penerapan IoT terhadap Rancang Bangun Sangkar Burung Pintar untuk Burung Teriep”

Sistem ini dirancang untuk melakukan otomatisasi penuh terhadap proses pemberian makan dan minum, monitoring suhu, keamanan kandang, serta pemutaran suara pemancing kicauan burung. Teknologi yang digunakan antara lain mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan modul WiFi ESP8266-01, yang memungkinkan pengiriman data secara real-time ke halaman website untuk keperluan monitoring jarak jauh. Beberapa sensor penting yang digunakan dalam sistem ini mencakup sensor infrared untuk mendeteksi ketersediaan pakan di wadah, sensor ultrasonik untuk mengecek pakan dalam penampungan, sensor water level untuk memantau volume air minum, serta sensor suhu dan kelembaban DHT11 untuk pengawasan suhu kandang. Untuk keamanan, sistem mengandalkan sensor fingerprint (AS608) dan solenoid door lock, di mana hanya pemilik yang terdaftar yang dapat membuka pintu sangkar. Selain itu, sistem juga menggunakan modul DFPlayer Mini dan speaker untuk melatih burung dengan suara pemancing yang diputar setiap 1 jam.

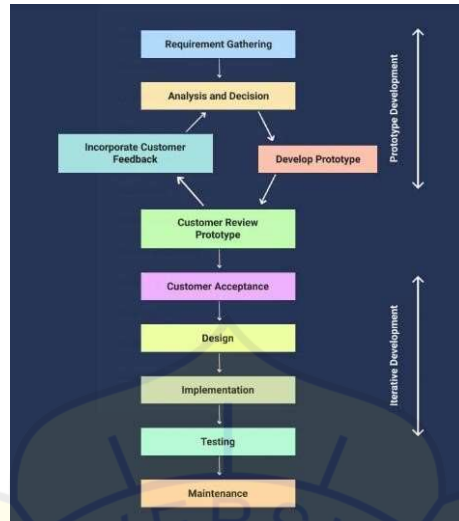
Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik. Rata-rata tingkat kesalahan sensor tergolong rendah, yakni 2,17% pada sensor ultrasonik, 5,99% pada sensor water level, dan 2,51% pada sensor DHT11. Komunikasi data dari alat ke website berjalan lancar dengan delay 10 detik, cukup optimal untuk pemantauan. Dengan berbagai fitur ini, sangkar burung pintar tersebut dapat membantu peternak dalam skala besar untuk merawat burung secara efisien dan terjadwal.

5. Kemudian dalam penelitian (Fariz et al., 2022) yang berjudul “Rancang Bangun Otomatisasi Pakan dan Minum Burung Berbasis Internet of Things (IoT)”

Sistem dirancang agar pemberian pakan dan minum dapat dilakukan secara otomatis dan dapat dimonitor dari jarak jauh melalui website. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266, yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik (3 buah) untuk mengukur ketersediaan pakan dan air, serta sensor water level untuk mendeteksi volume air secara presisi. Selain itu, motor servo digunakan sebagai penggerak untuk membuka dan menutup saluran pakan, sedangkan pompa air dikendalikan oleh relay untuk mengisi air secara otomatis. Komunikasi data dilakukan menggunakan protokol MQTT, dengan interface berbasis website untuk menampilkan kondisi pakan dan minum secara real-time.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja sesuai harapan. Sensor ultrasonik dan water level memberikan hasil akurat dalam mendeteksi kondisi wadah. Sistem berhasil menampilkan data di website, serta memberikan notifikasi jika pakan atau air di wadah cadangan hampir habis. Dari pengujian black box dan kuisisioner pengguna, diperoleh kesimpulan bahwa sistem memudahkan proses perawatan burung, mengurangi beban kerja peternak, dan mudah digunakan.

## 2.2 Metode Prototype



Gambar 2. 1 Metode Prototype

(Sumber: <https://www.openxcell.com/>, 2021)

Pada gambar 2.1 menjelaskan Metode **prototype** adalah salah satu metode pengembangan sistem yang bersifat iteratif, di mana sistem dikembangkan secara bertahap melalui pembuatan **model awal (prototype)** yang kemudian diuji dan dievaluasi oleh pengguna. Berdasarkan masukan dari pengguna, prototype tersebut disempurnakan hingga menghasilkan sistem akhir yang sesuai dengan kebutuhan.

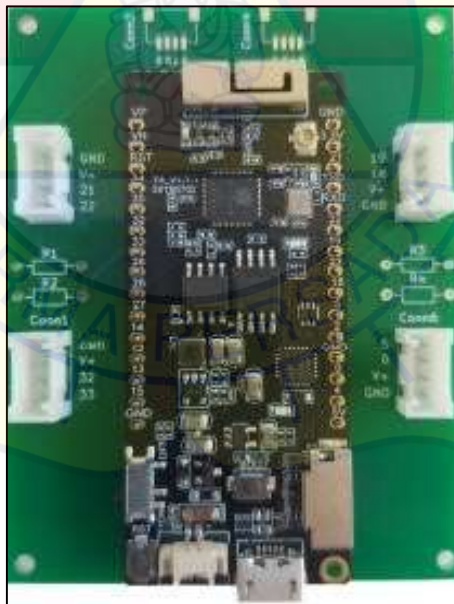
Berikut merupakan penjelasan dalam penggunaan metode prototype:

1. Identifikasi kebutuhan awal
2. Perancangan cepat (quick design)
3. Pembuatan prototype
4. Evaluasi pengguna
5. Penyempurnaan prototype
6. Pengembangan sistem final.

### 2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) menurut (Ayu Syahfitri, 2025) merupakan teknologi mutakhir yang dirancang untuk memaksimalkan pemanfaatan koneksi internet yang terus terhubung. Teknologi ini memungkinkan berbagai perangkat saling terkoneksi guna mendukung aktivitas sehari-hari secara lebih efisien dan praktis, sehingga berbagai pekerjaan manusia dapat diselesaikan dengan lebih mudah. Saat ini, IoT telah banyak diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan. Istilah “Internet of Things” sendiri terdiri dari dua komponen utama, yaitu “Internet,” yang merujuk pada jaringan serta manajemennya, dan “Things,” yang mengacu pada objek yang dapat berinteraksi dengan manusia maupun sistem komputer.

### 2.4 ESP32



Gambar 2. 2 ESP 32

(Sumber:(Hercog et al., 2023))

Pada gambar 2.2 yaitu ESP32 menurut (Hercog et al., 2023a) merupakan platform yang kuat dan hemat biaya untuk mengembangkan aplikasi Internet of Things (IoT). Mikrokontroler ini dikembangkan oleh Espressif Systems (Shanghai, China) dan memiliki berbagai fitur unggulan yang mendukung implementasi sistem berbasis IoT.

Beberapa keunggulan utama ESP32 meliputi:

- a. Prosesor dual-core,
- b. Konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi,
- c. Banyak pin GPIO (General Purpose Input/Output), serta
- d. Konsumsi daya rendah.

Konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth bawaan memudahkan ESP32 terhubung dan berkomunikasi dengan perangkat atau jaringan lain. Modul ini mendukung protokol Wi-Fi seperti 802.11 b/g/n serta koneksi Bluetooth Classic dan BLE (Bluetooth Low Energy). Banyaknya pin GPIO yang tersedia memungkinkan ESP32 terhubung dengan berbagai perangkat eksternal dan sensor. Pin ini kompatibel dengan antarmuka seperti SPI, I2C, UART, dan PWM.

Dalam pengembangannya, ESP32 dapat diprogram menggunakan berbagai platform dan bahasa pemrograman, seperti C++ dengan Arduino IDE atau PlatformIO. Selain itu, tersedia juga framework resmi dari Espressif yaitu ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework) yang menyediakan pustaka dan alat bantu lengkap untuk pengembangan sistem.

## 2.5 Motor Servo



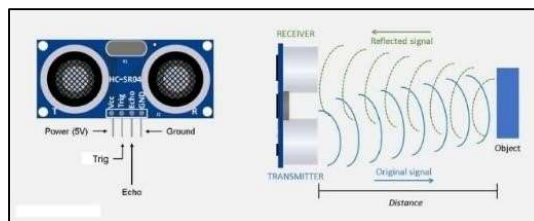
Gambar 2. 3 Motor Servo

(Sumber: (Hercog et al., 2023b))

Pada Gambar 2.3 merupakan Motor servo yaitu jenis aktuator rotasi yang dirancang menggunakan sistem kontrol umpan balik tertutup (closed-loop feedback), sehingga memungkinkan pengendalian posisi sudut poros output secara akurat. Motor ini tersedia dalam berbagai kapasitas daya, dari hanya beberapa watt hingga ratusan watt, dan umum digunakan dalam aplikasi seperti sistem pelacakan otomatis, mesin industri, serta perangkat presisi lainnya.

Motor servo dikendalikan menggunakan sinyal PWM (Pulse Width Modulation) melalui kabel kontrolnya. Lebar pulsa (durasi sinyal) menentukan sudut posisi yang dituju oleh poros motor. Saat sinyal dikirim, poros akan bergerak menuju posisi yang ditentukan dan bertahan di sana (Hercog et al., 2023b).

## 2.6 Sensor Ultrasonik

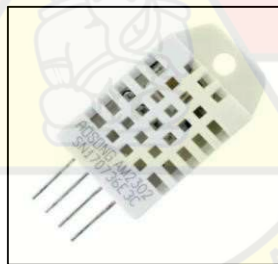


Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik SR04

(Sumber: (Kusumawardana et al., 2021))

Pada gambar 2.4 yaitu sensor ultrasonik HS-SR04 yang merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur jarak suatu objek dengan memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi (ultrasonik), biasanya di atas 20 kHz. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik melalui komponen pemancar (*transmitter*), kemudian mendeteksi pantulan gelombang dari objek menggunakan komponen penerima (*receiver*). Waktu yang dibutuhkan antara pemancaran dan penerimaan gelombang digunakan untuk menghitung jarak objek berdasarkan rumus kecepatan suara (Kusumawardana et al., 2021).

## 2.7 Sensor DHT22



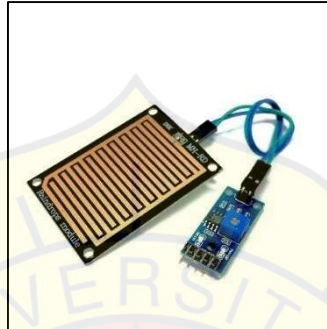
Gambar 2. 5 Sensor DHT22

(Sumber: (Subandi et al., 2019))

Gambar 2.5 yaitu Sensor DHT22 (juga dikenal sebagai AM2302) yang merupakan sensor digital dan biasanya digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. DHT22 termasuk dalam keluarga sensor DHT (Digital Humidity and Temperature), namun memiliki akurasi dan rentang pengukuran yang lebih baik dibandingkan saudaranya, DHT11. (Subandi et al., 2019)

Sensor DHT22 menggunakan elemen resistif untuk mengukur kelembaban dan termistor NTC untuk mengukur suhu. Data kemudian dikirim secara digital melalui satu pin data ke mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, atau ESP32

## 2.8 Sensor Raindrop



Gambar 2. 6 Sensor Raindrop  
(Sumber: (Sugiyanto et al., n.d.))

Pada gambar 2.6 menunjukkan sensor Raindrop, Sensor Raindrop atau sensor hujan adalah sensor analog/digital yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan air hujan atau kelembaban permukaan. Sensor ini biasanya digunakan dalam proyek elektronik dan sistem otomatisasi untuk memberikan sinyal saat hujan mulai turun.

(Sugiyanto et al., n.d.)

Komponen utama sensor:

### 1. **Rain Board (Pelat Sensor):**

- a. Terbuat dari PCB yang dilapisi jalur tembaga berbentuk grid.
- b. Ketika air mengenai permukaan, hambatan antara jalur berkurang, sehingga arus listrik meningkat.

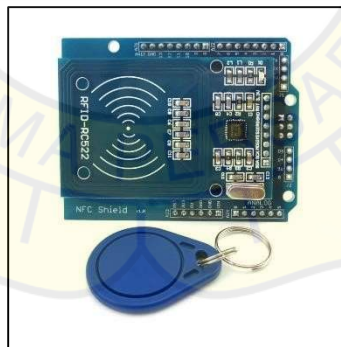
## 2. Modul Kontrol (Driver):

- a. Mengandung komparator seperti LM393.
- b. Menyediakan output digital (HIGH/LOW) dan/atau output analog tergantung pada tingkat kelembaban pelat sensor.
- c. Dapat dihubungkan langsung ke mikrokontroler seperti Arduino atau ESP8266.

### Cara kerja sensor:

1. Dalam kondisi kering, hambatan antara jalur tembaga tinggi → output HIGH.
2. Ketika terkena air, hambatan menurun → output LOW.
3. Jika terhubung ke pin analog, Anda bisa membaca tingkat kelembaban sebagai nilai ADC (0–1023)..

## 2.9 Sensor RFID



Gambar 2. 7 Sensor RFID

(Sumber: (Muharom & Budi, 2021))

Gambar 2.7 diatas merupakan Sensor RFID (Radio Frequency Identification) yaitu teknologi yang digunakan untuk membaca dan mengidentifikasi objek secara otomatis menggunakan gelombang radio. (Muharom & Budi, 2021)

Sistem RFID terdiri dari dua komponen utama:

1. **Tag RFID** (transponder) — ditempelkan pada objek, berisi chip yang menyimpan data unik.
2. **Reader RFID** (pembaca) — mengirim sinyal radio dan menerima respon dari tag untuk mengidentifikasi data yang tersimpan.

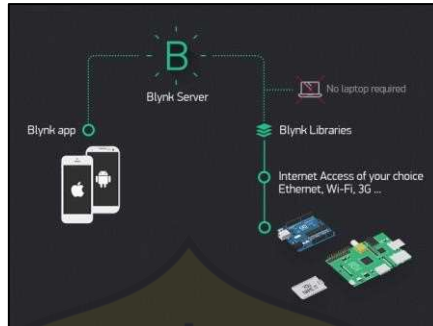
Cara Kerja RFID:

1. Reader memancarkan sinyal radio ke tag dalam jarak tertentu (bisa dari beberapa sentimeter hingga beberapa meter tergantung jenis RFID).
2. Tag menerima sinyal, lalu mengirim kembali data identifikasi (ID) ke reader.
3. Data ini kemudian diproses oleh sistem kontrol (misalnya mikrokontroler atau komputer) untuk berbagai aplikasi.

### 2.10 Aplikasi Blynk

Blynk merupakan perangkat lunak berbasis iOS dan Android yang dirancang khusus untuk mendukung implementasi Internet of Things (IoT). Aplikasi ini digunakan untuk mengendalikan modul seperti ESP32 dan perangkat sejenis lainnya secara jarak jauh melalui koneksi internet. Blynk menyediakan antarmuka grafis yang intuitif bagi pengguna untuk mengendalikan perangkat keras, menampilkan dan menyimpan data sensor, serta melakukan visualisasi secara real-time. Platform ini juga mendukung berbagai widget yang dapat digunakan untuk kebutuhan monitoring dan

kontrol, seperti tombol, grafik, notifikasi, dan terminal virtual, sehingga sangat membantu dalam pengembangan sistem IoT secara cepat dan efisien.



Gambar 2. 8 Prinsip Kerja Blynk

(Sumber: <https://elearn.ellak.gr/>)

Pada Gambar 2.8 ditampilkan prinsip kerja dari platform Blynk, di mana setiap kali pengguna menekan tombol (button) pada aplikasi Blynk, maka pesan akan dikirimkan ke server cloud Blynk. Selanjutnya, pesan tersebut diteruskan secara otomatis dan instan ke perangkat keras (hardware) yang terhubung, seperti mikrokontroler berbasis ESP32 atau Arduino. Proses ini juga berjalan secara dua arah, artinya perangkat keras dapat mengirimkan data kembali ke aplikasi Blynk melalui server cloud dalam waktu nyata (real-time).

### 2.11 Kabel *Jumper*

Kabel jumper merupakan kabel listrik yang dilengkapi dengan pin konektor di kedua ujungnya, yang berfungsi untuk menghubungkan dua komponen elektronik, seperti pada proyek berbasis Arduino, tanpa perlu penyolderan. Kabel ini sering digunakan pada perangkat prototyping lainnya karena fleksibilitas dan kemudahan penggunaannya dalam perancangan dan pengujian sirkuit elektronik.

### 2.11.1 Male to Male



Gambar 2. 9 Kabel Jumper Male to Male

(Sumber: <https://arduinoindonesia.id/>)

Pada gambar 2.9 ditunjukkan kabel jumper tipe male to male, yaitu kabel yang memiliki dua ujung konektor berbentuk pin tajam (male) yang dirancang untuk ditancapkan langsung ke breadboard atau soket female pada modul elektronik. Kabel jenis ini sangat cocok digunakan dalam pembuatan dan pengujian rangkaian elektronik di breadboard karena memudahkan penyambungan antar komponen tanpa perlu penyolderan permanen.

### 2.11.2 Male to Female



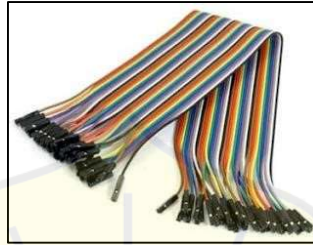
Gambar 2. 10 Kabel Jumper Male to Female

(Sumber: <https://arduinoindonesia.id/>)

Pada gambar 2.10 merupakan Kabel jumper tipe male to female memiliki dua ujung konektor yang berbeda, yaitu satu ujung berbentuk pin tajam (male) dan satu

lagi berlubang (female). Kabel ini umumnya digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik eksternal, selain dari Arduino ke breadboard, atau untuk menghubungkan modul dengan pin female ke pin male pada papan mikrokontroler.

### 2.11.3 Female to Female



Gambar 2. 11 Kabel Jumper Female to Female

(Sumber: <https://arduinoindonesia.id/>)

Pada gambar 2.11 Kabel jumper tipe female to female merupakan kabel yang sangat cocok digunakan untuk menghubungkan antar komponen elektronik yang memiliki header male, karena kedua ujung kabel ini berbentuk lubang (female). Kabel jenis ini sering digunakan untuk menghubungkan sensor-sensor seperti HC-SR04 (sensor ultrasonik), DHT (sensor suhu dan kelembaban), dan komponen lainnya ke mikrokontroler atau breadboard.

### 2.12 Fan dan Peltier

Fan (kipas) adalah aktuator elektromechanical yang digunakan untuk mengalirkan udara guna menurunkan suhu atau sirkulasi udara dalam suatu sistem. Dalam konteks sistem IoT atau otomatisasi kandang burung, fan digunakan untuk menjaga suhu tetap stabil dan nyaman bagi hewan peliharaan.

Fungsi Utama Fan dalam Sistem Otomatis:

1. Mengurangi suhu di dalam kandang saat terdeteksi terlalu panas oleh sensor suhu  
(misalnya DHT22).
2. Membantu sirkulasi udara agar lingkungan tetap sehat.
3. Dapat dikontrol secara otomatis melalui mikrokontroler seperti ESP32.



Gambar 2. 12 Fan & Peltier

(Sumber: (Muharom & Budi, 2021))

Modul Peltier adalah perangkat berbasis efek termoelektrik yang dapat menghasilkan efek pendinginan atau pemanasan saat diberi arus listrik. Satu sisi akan menjadi dingin dan sisi lain menjadi panas. Ini biasa digunakan dalam sistem pendingin elektronik mini seperti kulkas portabel atau perangkat lab.

Fungsi Utama Modul Peltier:

1. Menurunkan suhu secara drastis dan terfokus, cocok untuk ruang tertutup kecil.
2. Dapat digunakan dalam kandang burung atau inkubator jika pengendalian suhu presisi diperlukan.
3. Sering dipasangkan dengan fan heatsink untuk menyebarkan panas dari sisi panas.

### 2.13 Relay



Gambar 2. 13 Relay

(Sumber: (Muharom & Budi, 2021))

Pada gambar 2.13 merupakan gambar dari relay yang merupakan komponen elektromekanis atau elektronik yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dikendalikan oleh arus listrik. Relay memungkinkan suatu rangkaian listrik berarus kecil (seperti sinyal dari mikrokontroler) untuk mengontrol atau menghidupkan rangkaian lain dengan tegangan atau arus yang lebih besar, seperti motor, lampu, atau peralatan listrik lainnya.

### 2.14 Humidifier



Gambar 2. 14 Humidifier

(Sumber: (Muharom & Budi, 2021))

Pada gambar 2.14 merupakan gambar dari humidifier yaitu alat yang berfungsi untuk meningkatkan kelembaban udara dengan cara mengeluarkan uap air atau kabut halus ke lingkungan sekitarnya. Dalam sistem otomatis atau berbasis IoT, humidifier berperan sebagai aktuator yang bekerja berdasarkan perintah dari mikrokontroler (seperti ESP32) setelah mendapatkan data dari sensor kelembaban (misalnya DHT22).

Fungsi Humidifier sebagai Aktuator:

1. Menjaga kondisi kelembaban ideal di dalam kandang atau ruangan tertutup.
2. Diaktifkan secara otomatis saat kelembaban di bawah batas tertentu, misalnya < 50%.
3. Penting untuk lingkungan burung atau hewan peliharaan yang membutuhkan kelembaban stabil, agar tidak stres atau sakit.
4. Umumnya digunakan bersama sensor kelembaban dan relay sebagai saklar otomatis.