

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian Ganjar Turesna dkk, mengembangkan sistem monitoring suhu kandang ayam broiler berbasis mikrokontroler Wemos D1 Mini yang terintegrasi dengan sensor suhu DS18B20, sensor kelembaban DHT11, dan sensor suhu tubuh ayam MLX90640. Sistem ini mampu mengatur suhu dan kelembaban kandang secara otomatis berdasarkan parameter ideal serta mengirimkan data ke server melalui jaringan Wi-Fi[2].

Berdasarkan penelitian Hadyanto & Amrullah, merancang sistem monitoring suhu dan kelembaban kandang ayam broiler berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan NodeMCU ESP32 dan sensor DHT11. Data suhu dan kelembaban dikirim secara real-time ke server dan ditampilkan melalui website, memungkinkan peternak untuk memantau kondisi kandang dari jarak jauh. Sistem ini juga mampu menjaga suhu antara 29–30°C dan kelembaban sekitar 60% pada ayam usia 7–14 hari[1].

Menurut penelitian Lestari dkk, merancang sistem otomatis pengatur suhu kandang berbasis mikrokontroler ATmega328 dengan sensor suhu LM35. Sistem dirancang untuk menyalakan lampu pijar sebagai pemanas ketika suhu turun di bawah 26°C dan mengaktifkan kipas jika suhu naik di atas 29°C, menggunakan relay sebagai aktuator. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sistem sebesar 99,73%, serta kestabilan suhu kandang dapat dijaga secara otomatis di dalam rentang suhu ideal ayam broiler. Penelitian ini membuktikan

efektivitas sistem kontrol suhu sederhana untuk menjaga zona nyaman ayam broiler secara otomatis, sekaligus memberikan efisiensi operasional pada peternakan skala kecil[3].

Menurut penelitian Rachmad dan Suryanto, mengembangkan sebuah sistem otomatisasi kandang ayam berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali. Sistem tersebut dilengkapi dengan sensor suhu, kelembapan, serta sensor gas MQ-135 untuk memantau kualitas udara di dalam kandang. Mekanisme kontrol bekerja secara otomatis, di mana lampu pemanas aktif ketika suhu turun di bawah 27°C, kipas pendingin menyala saat suhu melebihi 32°C, dan pompa air hidup ketika kadar amonia terdeteksi lebih dari 25 ppm. Data yang diperoleh dari sensor dikirimkan ke aplikasi smartphone sehingga peternak dapat memantau kondisi kandang secara real-time. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa integrasi IoT pada kandang ayam dapat membantu mengurangi beban kerja manual peternak serta meningkatkan efisiensi pengelolaan kandang[4].

Pada penelitian Zulfikar, membahas penerapan IoT dalam pemeliharaan ayam broiler. Fokus penelitian tersebut adalah mengintegrasikan berbagai sensor lingkungan, termasuk sensor suhu, kelembaban, dan gas, yang kemudian dihubungkan ke sistem kendali otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan kondisi kandang sehingga ayam dapat tumbuh dengan optimal. Selain itu, penelitian ini juga menekankan bahwa penggunaan IoT mampu menekan risiko kerugian akibat gangguan kesehatan

ayam yang sering muncul ketika suhu atau kualitas udara tidak terkontrol dengan baik[5].

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, sistem pengaturan suhu kandang ayam berbasis mikrokontroler terbukti mampu menjaga kestabilan suhu lingkungan secara otomatis, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas peternakan. Sebagian besar sistem menggunakan mikrokontroler seperti Arduino dan sensor suhu LM35, serta tampilan lokal seperti LCD atau OLED. Namun, dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan berbeda, yaitu dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi bawaan. Sistem akan mengandalkan sensor thermocouple MAX6675 untuk pembacaan suhu, dan platform Telegram sebagai antarmuka monitoring dan pengendalian jarak jauh. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan lebih hemat daya, ringkas, dan mampu memberikan notifikasi serta kontrol real-time kepada pengguna tanpa memerlukan tampilan fisik di lokasi kandang.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori merupakan dasar konseptual yang digunakan dalam penelitian ini untuk menjelaskan prinsip, konsep, dan teknologi yang berkaitan dengan sistem kandang ayam otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Teori-teori yang dikaji meliputi pemahaman mengenai Internet of Things, mikrokontroler ESP32, sensor suhu, aktuator seperti relay, serta aplikasi pendukung seperti Telegram yang digunakan untuk monitoring dan

pengendalian jarak jauh. Dengan adanya landasan teori ini, penelitian dapat dilaksanakan secara sistematis dan memiliki pijakan yang kuat dalam menjawab permasalahan yang diangkat.

2.2.1 Ayam Broiler dan Suhu Ideal Kandang

Ayam ras pedaging atau yang lebih dikenal masyarakat dengan nama ayam broiler adalah merupakan jenis ras unggul hasil dari persilangan, perkawinan, antara ayam jantan ras *White Corn ish* dari inggris dengan ayam betina dari ras *Plymouth rock 12* dari Amerika. Hasil dari persilangan ras tersebut menghasilkan anak-anak ayam ras yang memiliki pertumbuhan badan cepat dan memiliki daya alih (konversi) pakan menjadi produk daging yang tinggi, artinya dengan jumlah pakan yang dikonsumsi sedikit mampu bertumbuh dengan sangat cepat. Namun, daya alih pakan menjadi telur sangat rendah. Oleh karena itu, ayam broiler lebih cocok atau menguntungkan bila ditanakkan sebagai penghasil daging. Hal ini dikarenakan dengan pakan yang hemat mampu mengubahnya menjadi produk daging dengan sangat cepat[6].



Gambar 2. 1 Ayam Broiler

Suhu ideal kandang ayam broiler bervariasi sesuai dengan umur ayam. Pada fase awal kehidupan, ayam broiler membutuhkan suhu yang lebih tinggi karena sistem termoregulasi tubuhnya belum berkembang sempurna. Seiring bertambahnya umur, kebutuhan suhu menurun. Berikut adalah rentang suhu ideal kandang berdasarkan umur ayam broiler:

1. Umur 1-7 hari : Suhu kandang dipertahankan antara 35°C hingga 34°C
2. Umur 8-15 hari : Suhu kandang diturunkan menjadi 32,2°C hingga 30°C
3. Umur 16-23 hari : Suhu ideal kandang pada 29,44°C
4. Umur 24-30 hari : Suhu dipertahankan pada 26,6°C

Kemudian idealnya, kelembaban kandang harus dijaga antara 30-50% pada ayam umur 0-7 hari and 40-60% pada ayam umur lebih dari 8 hari.

2.2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana berbagai perangkat dapat terhubung dan saling berkomunikasi melalui internet, hal ini memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara real-time. Dalam konteks manajemen energi, penerapan IoT memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengelolaan daya listrik[7]. Dalam konteks peternakan ayam, IoT digunakan untuk memantau dan

mengendalikan kondisi kandang seperti suhu dan kelembaban secara real-time tanpa harus dilakukan secara manual.

Alamat Protokol Internet (IP) adalah mengidentifikasi jaringan yang diperlukan untuk perangkat apa pun yang ingin terhubung ke Internet. Alamat IP memungkinkan perangkat untuk saling berkomunikasi dalam jaringan yang sama, dan setiap perangkat yang terhubung akan memiliki alamat IP unik untuk mengakses ke jaringan Internet. Secara sederhana, IoT berfungsi melalui perintah pemrograman, di mana setiap perintah menghasilkan bahasa yang dapat dipahami dan memungkinkan perangkat untuk saling terhubung secara otomatis, bahkan dari jarak jauh. Sistem dan perangkat yang menghubungkan ke Internet sangat penting agar perangkat Internet of Things beroperasi dengan lancar. Pada tahap ini, manusia hanya berfungsi sebagai pengawas yang mengatur dan mengendalikan seluruh proses yang dilakukan perangkat selama beroperasi. IoT memiliki banyak aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, dan Anda mungkin sudah merasakannya bermanfaat dalam mempermudah aktivitas masyarakat. Setelah sebuah objek memiliki alamat IP dan terhubung ke Internet, sensor harus dipasang pada objek tersebut agar dapat mengumpulkan dan memproses informasi yang dibutuhkan, atau bahkan berkomunikasi dengan perangkat lain setelah merespons variabel yang diterima. Dengan informasi yang diproses, pengguna dapat menghubungkan dan mengatur objek yang terhubung ke Internet[8]

Prinsip kerja IoT secara umum terdiri dari empat tahapan utama, yaitu:

1. Perolehan data (data acquisition): sensor mendeteksi kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, atau kadar gas.
2. Pemrosesan (processing): mikrokontroler mengolah data sensor dan menentukan aksi yang sesuai.
3. Komunikasi (communication): data hasil pemrosesan dikirim melalui jaringan internet.
4. Aplikasi pengguna (application): informasi ditampilkan pada aplikasi atau platform tertentu agar dapat dipantau dan dikendalikan pengguna.

Jenis komunikasi dalam IoT sangat beragam, tergantung kebutuhan dan infrastruktur, di antaranya:

1. Wi-Fi: digunakan untuk transmisi data jarak dekat–menengah dengan kecepatan tinggi.
2. Bluetooth: cocok untuk komunikasi antar perangkat dalam jarak pendek.
3. ZigBee / LoRa: efisien untuk komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah.
4. GSM/4G/5G: dipakai bila area tidak memiliki jaringan Wi-Fi dan membutuhkan cakupan luas.

Media komunikasi IoT dapat berupa server cloud, website, atau aplikasi pihak ketiga. Dalam penelitian ini, media yang digunakan adalah aplikasi Telegram, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kandang ayam, menerima notifikasi otomatis, serta memberikan perintah manual melalui perantara bot Telegram.

Dengan integrasi komunikasi dan prinsip kerja tersebut, IoT mampu meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengendalian kandang ayam secara otomatis, tanpa memerlukan pengawasan manual yang terus-menerus.

Penggunaan IoT pada kandang ayam sangat penting karena:

1. Meminimalkan keterlambatan respons terhadap perubahan suhu ekstrem yang dapat membahayakan ayam.
2. Meningkatkan efisiensi tenaga kerja, karena peternak tidak perlu terus-menerus memantau kandang secara fisik.
3. Memungkinkan monitoring jarak jauh, sehingga kandang tetap terkontrol meskipun peternak tidak berada di lokasi.

2.2.3 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose

Input Output). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung[9].



Gambar 2. 2 Mikrokontroler ESP32

Secara umum, ESP32 memiliki kapasitas memori flash sebesar 4 MB dan SRAM sebesar 520 KB. Selain itu, ESP32 juga mendukung berbagai protokol komunikasi seperti UART, SPI, I2C, PWM, dan ADC, yang memudahkan integrasi dengan berbagai jenis sensor dan aktuator. Mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan fitur tambahan seperti touch sensor, hall sensor, serta dua kanal DAC (Digital to Analog Converter), yang membuatnya lebih fleksibel dibandingkan mikrokontroler generasi sebelumnya seperti ESP8266.

Dari sisi daya, ESP32 mendukung mode hemat energi (low power mode) sehingga cocok digunakan untuk sistem yang membutuhkan efisiensi energi tinggi. Dengan segala fitur tersebut, ESP32 menjadi pilihan utama dalam penelitian ini sebagai otak dari sistem pengatur suhu

kandang ayam yang dapat dikendalikan dan dimonitor secara real-time melalui aplikasi Telegram.

Tabel 2. 1 Pin ESP32

No.	Kategori	GPIO/Pin	Fungsi	Keterangan
1	Power	3V3, 5V(VIN), EN, GND	Catu daya: 3.3V (output), 5V/VIN (input), EN (reset/enable), beberapa pin GND	ESP32 bekerja di 3.3V (logika & I/O)
2	GPIO Umum	GPIO 0–39	Input/Output digital	Tidak semua bisa dipakai bebas
3	ADC (Analog)	GPIO 32–39 (ADC1), GPIO 0, 2, 4, 12–15, 25–27 (ADC2)	18 channel ADC (12-bit) untuk sensor analog	GPIO34–39 hanya input
4	DAC	GPIO 25 (DAC1), GPIO 26 (DAC2)	Menghasilkan tegangan analog (0–3.3V, 8-bit)	Hanya 2 pin DAC
5	PWM (LEDC)	GPIO 0–19, 21–23, 25–27, 32–33	Output PWM hingga 16 channel,	Tidak tersedia di

			frekuensi sampai puluhan kHz	GPIO6–11, 34–39
6	SPI	MOSI (GPIO23), MISO (GPIO19), SCK (GPIO18), CS (GPIO5)	Komunikasi SPI (sensor, display, modul eksternal)	Bisa diganti dengan pin lain (VSPI/HSPI)
7	I2C	SDA (GPIO21), SCL (GPIO22)	Komunikasi dengan LCD I2C, sensor, RTC, dll	Bisa dipindah lewat software
8	Touch Sensor	GPIO0, 2, 4, 12–15, 27, 32, 33	Sensor sentuh kapasitif	Jumlah total 10 pin
9	Pin Khusus	GPIO6–11	Terhubung ke flash internal	Jangan dipakai
		GPIO34–39	Hanya input (tidak bisa jadi output atau PWM)	Cocok untuk sensor analog

		GPIO0, 2, 15	Pin boot mode, hati-hati saat digunakan	Bisa ganggu proses upload/boot
--	--	--------------	---	--------------------------------------

2.2.4 Sensor Suhu Thermocouple MAX6675

Sensor suhu Thermocouple merupakan salah satu jenis sensor temperatur yang dipakai untuk mengukur temperatur melalui prinsip seebeck, dimana jika persambungan dua logam dipanaskan akan membangkitkan beda potensial atau tegangan listrik[10].



Gambar 2. 3 Sensor Thermocouple MAX6675

Dalam penelitian ini, digunakan modul MAX6675 sebagai konverter digital untuk thermocouple tipe K. Modul ini berfungsi untuk mengubah sinyal analog dari thermocouple menjadi data digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler, dalam hal ini ESP32. MAX6675 bekerja pada tegangan 3.3V hingga 5V dan berkomunikasi melalui protokol SPI (Serial Peripheral Interface), sehingga memungkinkan pengambilan data suhu secara akurat dan cepat.

Modul MAX6675 memiliki rentang pengukuran suhu dari 0°C hingga 1024°C, dengan resolusi 0,25°C, dan akurasi sekitar $\pm 2^\circ\text{C}$. Keunggulan lain dari MAX6675 adalah kemampuannya untuk mendeteksi koneksi sensor (*open connection detection*), sehingga sistem dapat memberikan peringatan jika sensor tidak terhubung dengan benar.

Dengan menggunakan sensor thermocouple dan modul MAX6675, sistem dapat memantau suhu kandang ayam secara lebih akurat, bahkan dalam lingkungan dengan suhu tinggi atau fluktuasi suhu yang cepat. Hal ini penting untuk memastikan suhu kandang tetap berada dalam zona ideal berdasarkan umur ayam broiler, serta mendukung sistem pengendalian otomatis berbasis IoT yang diusung dalam penelitian ini.

2.2.5 Telegram Bot API

Bot merupakan aplikasi pihak ketiga yang dapat dijalankan di dalam Telegram. Pengguna dapat mengirim pesan, perintah, dan inline request. Kita dapat mengontrol bot menggunakan HTTPS ke API Telegram[11].

Dalam sistem monitoring suhu kandang ayam berbasis ESP32, Telegram Bot digunakan sebagai media komunikasi antara sistem dan pengguna. Mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke internet akan mengirimkan data suhu secara berkala ke Telegram melalui bot, serta menerima perintah dari pengguna, seperti menyalakan atau mematikan pemanas dan kipas.

Bot Telegram bekerja menggunakan Telegram Bot API, yang menyediakan antarmuka HTTP untuk mengirim dan menerima pesan. Komunikasi ini biasanya dilakukan melalui HTTP GET dan POST, atau dengan metode yang lebih efisien seperti *webhook*. Untuk mengakses bot, pengguna cukup membuat token autentikasi melalui @BotFather di Telegram.

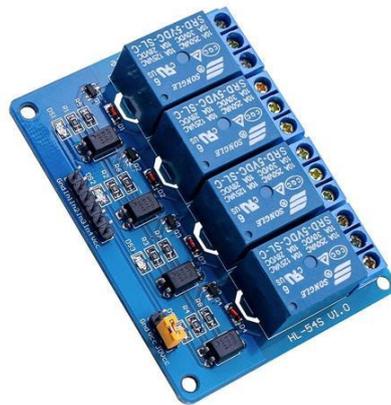
Beberapa keunggulan penggunaan Telegram Bot dalam proyek ini antara lain:

1. Gratis dan lintas platform (Android, iOS, Windows, Web).
2. Real-time notification tanpa harus membuka dashboard khusus.
3. Kemudahan interaksi, karena cukup menggunakan perintah teks sederhana.
4. Keamanan data, karena hanya pengguna tertentu yang dapat berinteraksi dengan bot (melalui ID Telegram).

Dengan fitur-fitur tersebut, Telegram Bot menjadi solusi efektif dan praktis dalam sistem monitoring dan kendali suhu kandang ayam yang dapat diakses kapan saja dan dari mana saja.

2.2.6 Relay

Relay adalah sebuah alat yang bekerja secara otomatis untuk mengatur/ memasukkan suatu rangkaian listrik (rangkaiannya trip atau alarm) akibat adanya perubahan rangkaian lain[12].



Gambar 2. 4 Relay 4 Channel

Relay merupakan komponen saklar elektronik yang dikendalikan oleh sinyal listrik berarus kecil dari mikrokontroler, namun mampu mengalirkan arus besar untuk mengaktifkan perangkat berdaya tinggi seperti lampu, kipas, pompa, dan pemanas. Prinsip kerja relay didasarkan pada elektromagnetik: ketika kumparan dalam relay dialiri listrik, medan magnet yang dihasilkan akan menarik kontak saklar untuk menghubungkan atau memutuskan arus pada rangkaian utama.

Dalam sistem otomatisasi kandang ayam berbasis ESP32, relay berperan penting sebagai penghubung antara mikrokontroler dan perangkat output bertegangan tinggi. ESP32, yang hanya mampu menghasilkan tegangan logika sebesar 3.3V, tidak dapat secara langsung

mengendalikan perangkat seperti pemanas AC atau pompa air. Oleh karena itu, relay digunakan sebagai perantara untuk mengaktifkan atau mematikan perangkat-perangkat tersebut berdasarkan logika sistem.

Relay yang umum digunakan pada proyek IoT ini adalah relay modul 1 channel atau 4 channel, dengan kemampuan mengalirkan arus hingga 10A pada 250V AC atau 30V DC. Modul relay ini biasanya telah dilengkapi dengan opto-isolator yang berfungsi sebagai pelindung sirkuit mikrokontroler dari lonjakan arus atau tegangan balik, sehingga lebih aman untuk sistem elektronik yang sensitif seperti ESP32.

Dengan menggunakan relay, sistem otomatisasi kandang ayam dapat melakukan kontrol perangkat secara efisien dan otomatis. Sebagai contoh, kipas akan menyala secara otomatis ketika suhu melebihi ambang batas tertentu, dan mati kembali ketika suhu sudah turun, sesuai dengan data dari sensor suhu yang terhubung. Sistem ini mendukung pengoperasian tanpa campur tangan manual, serta meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan lingkungan bagi ayam.

Dengan fitur-fitur tersebut, Telegram Bot menjadi solusi efektif dan praktis dalam sistem monitoring dan kendali suhu kandang ayam yang dapat diakses kapan saja dan dari mana saja.

2.2.7 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sensor gas yang memiliki konduktivitas rendah jika berada di udara bersih. Sensor kualitas udara MQ-135 adalah

sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), natrium-(di)oksida (NO_2), alkohol/ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), benzena(C_6H_6), karbon dioksida(CO_2), gasbelerang/sulfurhidroksida (H_2S) dan asap/gas-gas lainnya di udara. Sensor ini terdiri dari tabung aluminium yang dikelilingi oleh silicon dan di pusatnya terdapat elektroda yang memiliki element pemanas di dalamnya. Ketika ada zat amoniak yang dideteksi oleh sensor ini mencapai elektroda maka keluaran sensor MQ-135 akan menghasilkan tegangan analog. Sensor MQ-135 memberikan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan pada nilai resistensi analog pada pin outputnya[13].



Gambar 2. 5 Sensor MQ-135

Dalam penelitian ini, sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi kadar amonia yang berasal dari kotoran ayam di dalam kandang. Jika kadar amonia melebihi ambang batas tertentu, maka sistem akan mengaktifkan kipas exhaust secara otomatis untuk mengurangi konsentrasi gas tersebut, sehingga kualitas udara tetap terjaga dan kesehatan ayam tidak terganggu.

2.2.8 Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 merupakan sebuah sensor ultrasonik yang dapat membaca jarak kurang lebih 2 cm hingga 4 meter. Sensor ini sangat mudah digunakan pada mikrokontroler karna menggunakan empat buah pin yang terdapat pada sensor tersebut, yaitu dua buah pin supply daya untuk sensor ultrasonik dan dua buah pin trigger dan echo sebagai input dan output data dari sensor ke arduino[14].



Gambar 2. 6 Sensor HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor jarak yang bekerja dengan prinsip pantulan gelombang ultrasonik (sonar). Sensor ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu pemancar (transmitter) dan penerima (receiver). Pemancar akan mengirimkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi sekitar 40 kHz, kemudian gelombang tersebut dipantulkan kembali oleh suatu objek dan diterima oleh bagian penerima.

Dalam sistem otomatisasi kandang ayam, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian pakan di wadah. Jika jarak yang terbaca menunjukkan pakan sudah menipis, maka servo SG90 akan

digerakkan untuk membuka katup pakan secara otomatis. Dengan demikian, suplai pakan ayam dapat terjaga tanpa harus melakukan pengecekan manual secara terus-menerus.

2.2.9 Servo SG90

Servo motor SG90 adalah salah satu jenis *micro* servo yang banyak digunakan dalam sistem elektronika dan otomasi karena ukurannya yang kecil, konsumsi daya rendah, serta kemudahan dalam pengendaliannya. Servo SG90 bekerja dengan sistem *Pulse Width Modulation* (PWM), di mana posisi sudut poros (shaft) ditentukan oleh lebar pulsa sinyal kontrol yang dikirimkan dari mikrokontroler.

Servo SG90 umumnya dapat bergerak dengan sudut rotasi 0° hingga 180° . Sinyal PWM dengan lebar pulsa sekitar 1 ms akan memosisikan poros pada 0° , pulsa 1,5 ms pada posisi 90° , dan pulsa 2 ms pada posisi 180° . Karakteristik ini membuat SG90 sangat cocok digunakan untuk mekanisme buka-tutup atau gerakan presisi dalam skala kecil.



Gambar 2. 7 Servo SG90

Dalam sistem otomatisasi kandang ayam, servo SG90 digunakan sebagai penggerak pintu tempat pakan. Servo akan membuka wadah pakan saat sensor ultrasonik mendeteksi ketersediaan pakan sudah menipis, kemudian menutup kembali setelah pakan terisi. Dengan demikian, proses pemberian pakan dapat dilakukan secara otomatis tanpa intervensi manual dari pengguna.

2.2.10 Power Supply

Power supply adalah suatu perangkat keras elektronika yang mempunyai fungsi sebagai supplier arus listrik dengan terlebih dahulu merubah tegangannya dari AC menjadi DC. Jadi arus listrik PLN yang bersifat Alternating Current (AC) masuk ke power supply kemudian diubah menjadi Direct Current (DC) baru kemudian dialirkan ke komponen lain yang membutuhkannya. Power Supply atau dalam Bahasa Indonesia disebut dengan catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya[15].



Gambar 2. 8 *Power Supply*

Power supply bekerja dengan cara mengubah tegangan dari sumber utama, misalnya dari listrik AC 220V atau baterai, menjadi tegangan DC sesuai kebutuhan rangkaian. Umumnya digunakan adaptor atau modul regulator tegangan (seperti LM7805, AMS1117, atau modul buck converter) untuk menghasilkan tegangan 5V atau 12V yang stabil.

Dalam sistem kandang ayam otomatis berbasis IoT, power supply memiliki peran penting dalam menyuplai energi pada mikrokontroler ESP32, sensor (seperti MAX6675, MQ-135, sensor ultrasonik, load cell), aktuator (servo, relay, kipas, lampu, dinamo), serta modul komunikasi. Pemilihan power supply harus mempertimbangkan kebutuhan arus total sistem, karena beban seperti kipas dan lampu membutuhkan arus yang lebih besar dibandingkan sensor.

2.2.11 Lampu Pemanas

Lampu Pijar atau disebut juga Incandescent Lamp adalah jenis lampu listrik yang menghasilkan cahaya dengan cara memanaskan

Kawat Filamen di dalam bola kaca yang diisi dengan gas tertentu seperti nitrogen, argon, kripton atau hidrogen. Lampu Pijar terdapat berbagai macam pilihan Tegangan listrik yaitu dari 1,5V hingga 300V[16].



Gambar 2. 9 Lampu Pemanas *Filament Bulb*

Aplikasi pada kandang ayam. Lampu pemanas digunakan untuk menjaga zona nyaman termal DOC/pullet, misalnya menargetkan $\geq 32-34$ °C pada minggu awal, lalu diturunkan bertahap. Penempatan ideal **50–70** cm di atas litter/area anak ayam (sesuaikan daya dan luas area), dengan kap reflektor untuk memusatkan radiasi ke area target. Untuk menghindari stres panas atau *hot spot*, gunakan beberapa lampu berdaya moderat dibanding satu lampu berdaya sangat besar.

Integrasi kontrol IoT:

1. Aktuator: dikendalikan via relay AC (rating ≥ 5 A @ 250 VAC; lebih aman gunakan 10 A) dan jalur terisolasi (opto-isolator/SSR) agar mikrokontroler (ESP32) terlindungi.

2. Logika otomatis: nyalakan lampu pemanas saat suhu $<$ batas bawah (mis. $26\text{ }^{\circ}\text{C}$) dan matikan saat $>$ batas atas (mis. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$) dengan histeresis $1\text{--}2\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk mencegah *rapid switching*.
3. Keselamatan biologis: sediakan ruang bagi ayam untuk menjauh dari sumber panas (zona pilihan termal), observasi perilaku (menggerombol = terlalu dingin; menyebar terengah = terlalu panas).

Perbandingan singkat dengan pemanas lain:

1. Ceramic heat emitter (CHE): tidak memancarkan cahaya (tidak mengganggu fotoperiode), efisiensi panas lebih baik, umur lebih panjang, tapi harga lebih mahal.
2. Pemanas konveksi/fan heater: menaikkan suhu udara lebih merata pada ruang besar, tetapi konsumsi daya lebih tinggi dan respon pemanasan tidak secepat IR ke tubuh ayam.

2.2.12 Kipas

Kipas pendingin berbasis Brushless DC (BLDC) motor adalah kipas yang digerakkan oleh motor listrik tanpa sikat (brushless). Pada motor DC konvensional, komutasi dilakukan menggunakan sikat karbon (brush) dan komutator mekanis, sedangkan pada motor BLDC, komutasi dilakukan secara elektronik menggunakan rangkaian driver dan sensor posisi rotor (Hall sensor atau sensorless). Hal ini membuat

kipas BLDC lebih efisien, awet, dan memiliki kebisingan rendah dibandingkan motor brushed.



Gambar 2. 10 *Brushless Fan DC*

Karakteristik BLDC Fan.

1. Tegangan kerja umum: 5V, 12V, atau 24V DC.
2. Kecepatan putar (RPM): bervariasi tergantung ukuran dan desain kipas, biasanya 1500–4000 RPM.
3. Umur pakai panjang: karena tidak ada gesekan mekanis pada sikat.
4. Noise rendah: penting pada kandang unggas agar tidak menimbulkan stres pada ayam.

Dalam sistem kandang ayam berbasis IoT, kipas BLDC digunakan untuk menurunkan suhu kandang ketika melebihi batas tertentu. Dengan aliran udara konvektif, panas dalam kandang dapat dibuang keluar sehingga suhu lebih stabil. Kipas biasanya dipasang di bagian dinding atau atap kandang agar sirkulasi udara lebih baik.

2.2.13 Lampu Penerangan

Respon mata ayam mempunyai tingkat sensitivitas terhadap warna cahaya dalam tingkat kepekaan yang berbeda. Cahaya lampu mempunyai banyak jenis warna, diantaranya adalah warna kuning, merah, putih, dan hijau. Warna dari lampu pijar memungkinkan menimbulkan efek pada kinerja ayam broiler. Kinerja ayam broiler diantaranya adalah konsumsi pakan, bobot badan, dan konversi pakan[17].



Gambar 2. 11 Lampu Penerangan

Dalam sistem berbasis IoT, lampu penerangan pada kandang ini dirancang untuk dikendalikan secara manual melalui perintah dari pengguna, misalnya lewat aplikasi Telegram. Pengendalian dilakukan menggunakan relay atau solid state relay (SSR) yang dihubungkan ke mikrokontroler ESP32, sehingga lampu dapat dihidupkan atau dimatikan sesuai kebutuhan. Status lampu juga dapat ditampilkan melalui LCD atau notifikasi Telegram untuk memudahkan monitoring.

Dari sisi keselamatan, lampu harus dipasang dengan dudukan dan kabel standar, serta jalur listriknya terpisah dari rangkaian sinyal mikrokontroler. Perlindungan tambahan seperti sekering atau MCB, grounding, serta penutup lampu sangat disarankan untuk mencegah kerusakan dan bahaya korsleting. Dengan desain yang tepat, lampu penerangan tidak hanya berfungsi sebagai sumber cahaya, tetapi juga mendukung keandalan sistem kandang ayam otomatis secara keseluruhan.