

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi penjabaran penelitian-penelitian terdahulu yang berada satu lingkup dengan penelitian ini. Dalam tinjauan ini, pengendali suhu dan kelembaban udara sebagai kajian utama. Kemudian, Keamanan ruang dengan deteksi pergerakan pintu sebagai kajian penunjang. Penelitian-penelitian terdahulu sebagai referensi pada penelitian ini, juga sebagai pembanding dan pengambilan keputusan dalam pengembangan dalam penelitian.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Jurnal
1.	(Rahman et al., 2021)	Pengembangan alat pengkondisi suhu otomatis rumah walet berbasis mikrokontroler berbasis mobile
2.	(Iskandar et al., 2022)	Implementasi IoT pada sistem monitoring dan kendai otomatis suhu dan kelembaban ruangan sarang burung walet berbasis mikrokontroler
3.	(Suprihanto et al., 2023)	Prototipe sistem monitoring dan keamanan gedung burung walet berbasis Internet of Things
4.	(Ningsih et al., 2021)	Rancang bangun sistem kontrol suhu dan kelembaban sarang burung walet berbasis Internet of Things
5.	(Amini et al., 2021)	Rancangan keamanan ruangan dengan sensor PIR dan <i>magnetic door switch</i> berbasis web
6.	(Abhyankar et al., 2019)	IoT based thief security alert system
7.	(Hamdi, Ikhwan Ruslianto, 2022)	Sistem pemantauan dan pengontrolan pada rumah budi daya burung walet berbasis internet of things
8.	(Zulhijayanto, 2022)	Desain sistem monitoring dan penyiraman tanaman tomat berbasis Internet of Things (IoT)
9.	(Ye et al., 2021)	A wireless network detection and control system for intelligent

		agricultural greenhouses based on NB-IOT technology
10.	(Shabeeb et al., 2020)	Remote monitoring of a premature infants incubator
11.	(Muhtadin & Darwanto, 2020)	Sistem pembersih kandang ayam otomatis berbasis IoT

Berdasarkan penelitian pertama, bertujuan membuat suatu alat pengkondisi suhu secara otomatis pada rumah budidaya burung walet tradisional berbasis mikrokontroler Arduino NANO menggunakan sensor DHT 11 yang mampu mengkondisikan lebih dari satu lantai. Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini ialah, pengujian *Functionality*, perhitungan skor persentase masing-masing instrumen; dan pengujian *Usability*, dengan analisa respon pengguna, hasil persentase dibandingkan dengan skala *likert*. Disebutkan bahwa ukuran ideal suhu di rumah walet adalah 26°-29° C, dengan kelembaban 80%-90%. Alat bekerja secara otomatis dengan nyala *power supply* DC 12 Volt untuk menyalakan Arduino Nano, DHT11 akan mengirimkan hasil sensor suhu dan kelembaban ke dan ditampilkan ke LCD, RTC mengirim data waktu dari hasil sensor DHT11 dan disimpan ke *SD card*. Saat suhu dan kelembaban ideal belum tercapai, relay akan aktif membuka kerang sirkuit pada *solenoid valve* dan menyalakan pompa air pada selang berukuran 6 mm, terdapat *nozzle* pada output pipa untuk menyemprotkan air menjadi butiran yang lebih kecil. Ketika kondisi ideal suhu dan kelembaban tercapai relay akan aktif, kerang sirkuit pada *solenoid valve* terbuka dan relay akan mematikan pompa untuk mengalirkan air ke selang. Serangkaian pengujian setelah analisa data dilakukan, dengan pengujian kondisi alat, pengujian hasil nilai error, dan pengujian kelayakan alat berdasarkan analisis deskriptif. Kelebihan dari penelitian alat pengkondisi suhu otomatis rumah walet ini dapat mengontrol suhu dan kelembaban di lebih dari satu ruangan, memiliki keberhasilan pengujian sebanyak 100% secara *functionality*, 83% penilaian sangat baik dari responden yang melakukan uji coba dan 17% penilaian baik (Rahman et al., 2021).

Penelitian kedua, tujuan dari penelitian ini ialah dapat merancang sebuah alat monitoring suhu dan kelembaban sarang burung walet menggunakan internet. Data suhu dan kelembaban dapat dipantau dari kejauhan melalui penerapan Internet of Things (IoT). penggunaan sensor LM35 dan DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan Blynk dengan metode penelitian dan pengembangan (RnD), dan penggunaan jaringan internet untuk proses berjalannya sistem. Saat suhu terdeteksi oleh sensor LM35 dan data sensor diproses oleh mikrokontroler yang terkoneksi ke internet kemudian dikirim ke *Blynk*. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266, dengan kipas DC sebagai pengatur suhu udara. Kipas DC akan bekerja saat sensor DHT11 dan sensor LM35 mendeteksi suhu dengan nilai >29° dan

kelembaban dengan nilai <80%, kemudian pada aplikasi Blynk akan muncul notifikasi. Hasil dari pengujian dan analisa untuk menentukan kelayakan rancangan sistem kemudian dapat diimplementasikan secara nyata di lingkungan budidaya burung walet. Penggunaan *Blynk* sebagai platform sistem pemantauan yang dapat diakses melalui *smartphone*. Kelebihan yang dimiliki sistem yaitu : dapat memantau kondisi suhu dan kelembaban ruang walet dengan jarak yang jauh serta lebih optimal, biaya pembangunan alat murah, dan dapat dioperasikan secara mudah dan cepat. Sedangkan kelemahan sistem ialah: membutuhkan koneksi internet yang cukup baik untuk dapat mengakses sistem, masih menggunakan *platform* Blynk yang bersifat *open source* (Iskandar et al., 2022).

Penelitian ketiga, tujuan dari penelitian ini ialah merancang dan membangun sebuah sistem monitoring dan keamanan gedung walet berbasis teknologi tepat guna. pembuatan prototipe keamanan rumah burung walet, pengembangan sistem menggunakan *Raspberry Pi 3B+* dan *power* adaptor, sensor cahaya LDR LM393 dan modul sensor GY-302 BH1750, modul sensor Getaran SW-420 LM393, sensor PIR sebagai sensor gerak, dan modul sensor DHT-22, dengan menggunakan metode penguncian kotak hitam. Alat akan bekerja saat sensor menerima data input berupa cahaya, getaran, dan gerak yang akan diproses oleh sistem untuk kemudian menentukan perintah mengirim pesan peringatan melalui WhatsApp, relay sirine dan lampu keamanan akan menyala, kemudian data akan dikirim ke web kemudian disimpan dalam web. Terdapat perhitungan nilai akurasi untuk melihat besaran tingkat kesalahan dalam pengukuran sensor menggunakan MAD dan MAPE. Dalam pengujian setiap sensor didapat hasil persentase kesalahan mutlak modul sensor GY-302 sebesar 5,01%, modul sensor DHT-22 sebesar 0,42 °C dalam persentase kesalahan mutlak sebesar 1,71% (Suprihanto et al., 2023).

Penelitian keempat, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut: mendesain sistem kontrol suhu dan kelembaban sarang burung walet berbasis *internet of things*, dan menganalisis unjuk kerja monitoring suhu dan kelembaban sarang burung walet yang terhubung dengan Wi-Fi. Suhu yang ditentukan pada penelitian ini ada pada kisaran 26 – 29 °C dan 80-90%. Perancangan menggunakan sensor DHT-21 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban dengan output sinyal digital. Banyaknya sensor yang digunakan dalam penelitian ini ialah 3 buah. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Nano V3. Penggunaan mesin kabut dalam penelitian ini sebagai penghasil uap air sebagai peningkatan kelembaban dan mengurangi suhu panas pada ruangan walet. Pengujian perancangan dilakukan pada setiap komponen. Pengujian yang disebutkan adalah pengujian sensor DHT-21 dengan HTC-2, didapatkan kesimpulan bahwa selisih total suhu dari tiga sensor yang diujikan adalah 0,52 dan selisih total kelembaban pada tiga sensor kelembaban sebesar 0,49. Pengujian relay dalam mengontrol mesin kabut , disimpulkan *delay* waktu untuk mengirimkan data dari alat ke aplikasi android

adalah selama 5 detik, dan dapat dipengaruhi oleh stabilitas pada jaringan *internet* (Ningsih et al., 2021).

Penelitian kelima, tujuan dari penelitian ini ialah mampu membuat sistem keamanan dengan menggunakan *sensor Passive Infrared* dan *Magnetic Door Switch* yang dapat mendeteksi jika seseorang membuka pintu dan adanya gerakan didalam ruangan. Menggunakan mikrokontroler Arduino UNO dan sensor PIR sebagai pendeteksi gerakan juga penggunaan sensor magnet MC-38 sebagai pendeteksi kondisi terbuka dan tertutupnya pintu, dengan *Buzzer* sebagai komponen yang akan menghasilkan suara dari sinyal listrik yang diterima dari sensor. Pengujian yang dilakukan untuk setiap bagian, pengujian sensor MC-38 terhadap pintu, sensor PIR terhadap gerakan manusia dan jarak jangkauan sensor PIR. Pengujian terhadap sensor yang digunakan dalam penelitian ini, pengujian sensor PIR dengan jarak yang telah ditentukan dimulai dari sejauh 1 hingga 9 meter. Kemudian pengujian sensor *Magnetic Door Switch* dengan kondisi terbuka dan tertutupnya pintu. Dalam kondisi terbuka, buzzer menyala. Dari pengujian yang dilakukan didapat kesimpulan bahwa status yang ditampilkan sesuai, alat dapat berjalan dengan baik terhadap pembacaan status pintu terbuka dan tertutup (Amini et al., 2021).

Penelitian keenam, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengurangi aktifitas manusia. sistem keamanan berbasis IoT dengan menggunakan mikro kontroler *NodeMcu* dan modul Wi-Fi ESP8266 dan sensor yang digunakan ialah PIR *motion sensor*. Pada pengujiannya, sistem keamanan yang diteliti sama halnya dengan keamanan yang berada di tempat lain. Sistem dapat digunakan sebagai sistem keamanan brankas dan ruang angket. Sistem dapat bekerja dengan cara menyimpan informasi yang telah direkam ke dalam *Cloud Storage* untuk kemudian dimasukkan ke dalam *history reports*. Penelitian ini memiliki kelebihan yakni implementasi yang secara penuh dapat meningkatkan kualitas hidup manusia, memudahkan akses pemantauan rumah, perlindungan sidik jari dan sebagainya. Kekurangan dari sistem ini sendiri ialah pada saat terdeteksi adanya pencurian, yang diberi peringatan hanya warga yang berada di dekat rumah dengan buzzer, sedangkan data hanya tersimpan pada internet untuk diperiksa dari jarak jauh tanpa adanya pemberitahuan (Abhyankar et al., 2019).

Penelitian ketujuh, tujuan dari penelitian ini ialah terciptanya sistem yang dapat mempermudah pengguna melakukan akses pantau dan kontrol suhu udara, kelembaban udara, air, dan intensitas cahaya di rumah budidaya burung walet sesuai nilai yang diberlakukan. Sistem keamanan pada rumah budidaya burung walet berbasis IoT ini menggunakan tiga buah NodeMCU ESP32 dengan satu Wemos D1 mini. NodeMCU ESP32 digunakan untuk membaca hasil dari sensor ultrasonik dan sensor DHT11 dengan mengirimkan data ke server firebase melalui jaringan internet, kemudian sebagai pengontrol modul relay yang mengendalikan pompa air spray, pompa air pengisian, mist maker dan speaker suara walet. Selain

itu NodeMCU ESP32 lainnya juga digunakan sebagai pengontrol motor driver L289N untuk mengontrol perputaran arah dan kecepatan dinamo dc. Kelebihan sistem pada penelitian ini yaitu pengontrolan dapat dilakukan secara otomatis dan manual, namun terdapat kekurangannya berupa pengontrolan dilakukan menggunakan sistem antarmuka website, sehingga terkaadang tampilan pada mobile dapat tidak fleksibel tergantung dari device yang digunakan (Hamdi, Ikhwan Ruslianto, 2022).

Penelitian kedelapan, penelitian ini berfokus pada penyiraman dan memantau suhu udara dan kelembaban udara dalam perawatan tanaman tomat. Perancangan sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk pemrosesan data yang didapat dari sensor DHT11 dan sensor kapasitif V1.2 SEN0193. DHT11 sebagai pembaca suhu dan kelembaban udara serta sensor kapasitif V1.2 SEN0193 sebagai pembaca kelembaban tanah. Pompaair DC dan penggunaan *relay 1 channel* untuk penyiraman tanaman dan LCD sebagai penampil hasil pembacaan setiap sensor. Bylink digunakan sebagai penentu status pompa DC aktif atau tidak sesuai dengan hasil pembacaan kedua sensor. Pengujian sensor DHT11 untuk menghitung akurasi dari hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara dibandingkan dengan alat ukur standar *Temperature Hygrometer* HTC-1. Hasil yang dinyatakan terdapat rata-rata error sebesar 2,33% pada pengukuran suhu udara di pagi hari dengan menggunakan sensor DHT11, sedangkan pada pengukuran suhu udara di sore hari menunjukkan rata-rata *error* sebesar 3,09% . Pengujian sensor kapasitif tanah juga dilakukan dan didapatkan hasil rata-rata nilai *error* sebesar 6,87% di pagi hari dan 6,77% di sore hari saat dibandingkan dengan alat ukur standar *Three Way Soil Meter*. Penyiraman secara otomatis dilakukan saat kelembaban tanah kurang dari 60% dan akan berhenti saat mencapai kelembaban tanah mencapai 65%-80%. Kekurangan dari penelitian ini ialah penggunaan sensor DHT11 yang memberikan hasil pembacaan suhu pada sore hari memiliki nilai error yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai error yang dihasilkan pada saat pembacaan di pagi hari (Zulhijayanto, 2022).

Penelitian kesembilan, merupakan perancangan sistem nirkabel deteksi dan kontrol rumah kaca cerdas berbasis teknologi NB-IoT yang menggunakan DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk lebih mengoptimalkan manajemen agrikultur yang berbasis teknologi terutama dengan pemanfaatan *Internet of Things*. Penggunaan sensor intensitas cahaya GY-30 untuk mengumpulkan data intensitas cahaya di area *agricultural greenhouse*. Mikrokontroler yang digunakan adalah STM32 *microprocessor* yang memiliki *flash* bawaan hingga 128Kb. Teknologi NB-IoT memiliki kelebihan mobilitas yang luas dan perlindungan yang kuat. Pengaplikasian teknologi ini pada sistem agrikultur dapat meningkatkan portabilitas sistem dan pengaturan kumpulan data yang terdistribusi. *Monitoring* yang dilakukan secara *real-time* ini dapat membantu

pemantauan lingkungan pertumbuhan yang ada di area *agricultural greenhouse*. Pemantauan dapat dilakukan dan diatur melalui WeChat. Hasil yang didapatkan dengan menggunakan sistem ini dibandingkan dengan cara yang manual tidak terdapat kesalahan yang muncul secara jelas. Maka penggunaan sistem dapat dinyatakan berjalan dengan baik (Ye et al., 2021).

Penelitian kesepuluh, merupakan perancangan pemantauan inkubator bayi prematur. Penggunaan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan sensor DHT11 dan DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban untuk inkubator. LCD dan modul wifi ESP8266 untuk mengirimkan data secara berkala ke *ThingSpeak* yang merupakan *open source IoT and application programming interface (API)* untuk menyimpan dan mendapatkan kembali data dari sensor. Ada juga penggunaan NodeMCU V3 untuk kemudian dibandingkan efektifitasnya dengan modul wifi ESP8266. Arduino UNO menerima sinyal dari sensor DHT11 dan memproses data yang diterima untuk kemudian dikirimkan ke modul wifi ESP8266. Data kemudian dikirimkan ke *ThingSpeak API* kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Untuk data kelembaban yang dapat dibaca oleh DHT11 sekitar 20-95% dan 0-50°C. Dalam implementasinya, perpindahan lokasi peletakan sensor memberikan hasil pembacaan suhu dan kelembaban yang berbeda. Penggunaan sensor DHT22 juga dilakukan untuk mengetahui efektifitas dari kedua sensor tersebut. Hasil yang didapatkan menunjukkan sedikit perbedaan. Hasil pembacaan sensor DHT11 menunjukkan angka 34°C di dalam inkubator, sedangkan suhu inkubator 35°C. Hasil pembacaan sensor DHT22 menunjukkan 37°C, suhu inkubator 37°C. Penggunaan NodeMCU V3 memberikan hasil yang lebih akurat dari modul wifi ESP8266 dalam pembuatan sistem pemantauan inkubator bayi prematur. Terlihat hasil penggunaan mikrokontroler NodeMCU V3 dan ESP8266, dengan NodeMCU ESP8266 yang lebih unggul serta hasil pembacaan DHT11 dan DHT22 yang nilai error lebih kecil dihasilkan oleh sensor DHT22 (Shabeeb et al., 2020).

Penelitian kesebelas, merupakan perancangan pembersih kandang ayam secara otomatis berbasis IoT dengan menggunakan sensor MQ 135 sebagai pembaca kadar gas amonia pada udara di dalam kandang ayam. Penggunaan motor dc 12 volt dan motor L298N sebagai penggerak pembersih kandang ayam secara otomatis, dan penggunaan bot Telegram sebagai monitoring dan pengontrol via internet. Ketika nilai pembacaan gas amonia melebihi batas, maka akan mengirimkan pesan melalui bot Telegram untuk kemudian pembersihan otomatis dikonfirmasi oleh pengguna Telegram. Dalam pengujian alat dihasilkan keberhasilan 100%, di mana dalam data yang disajikan menunjukkan cara kerja sistem sudah sesuai dengan tujuan yang dicapai. Adapun waktu yang diuji sesuai dengan waktu yang dibutuhkan dalam implementasi alat dan hasil pembacaan kadar amonia disimpan pada database lokal pada web. Kelebihan dari sistem ini ialah dapat dioperasikan secara portabel dan dapat dimonitoring hasil data dari pembacaan sensor melalui website (Muhtadin & Darwanto, 2020).

Dari kesebelas penelitian di atas, peneliti mendapatkan gambaran sistem yang akan diperbaharui dan alat-alat yang akan digunakan berdasarkan penelitian terdahulu yang relevan dengan pertimbangan dari alat yang efektif. Peneliti menguji beberapa alat dengan tipe sama dan versi yang berbeda berupa sensor DHT11 dan sensor DHT22, untuk dapat mengambil keputusan penggunaan sensor yang lebih efektif. Mikrokontroler yang digunakan ialah mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang merupakan versi perkembangan dari NodeMCU ESP8266. Penggunaan sensor PIR sebagai sistem keamanan pada alat yang dikerjakan, dengan bot Telegram sebagai pengoperasi monitoring keadaan rumah burung walet. Penggunaan Buzzer sebagai peringatan pertama ketika ada yang memasuki rumah burung walet sehingga orang-orang yang berada di sekitar dapat segera mengetahui kegiatan mencurigakan tersebut. Penambahan suara untuk pemikat walet menggunakan DFPlayer Mini yang berfungsi untuk memanggil walet agar mau menginap dan bersarang di rumah burung walet sehingga kegiatan budidaya dapat dilakukan dengan baik, dan penambahan deteksi anomali apabila nilai suhu yang dibaca tidak mengalami perubahan selama kurun waktu tertentu, maka notifikasi akan dikirimkan guna dilakukan pengecekan apabila terdapat kerusakan pada alat pengontrol suhu dan kelembaban. Batasan suhu dan kelembaban udara pada alat yang dirancang dibagi menjadi dua bagian, rata-rata disebutkan suhu ideal pada rumah burung walet pada penelitian terdahulu ialah berkisar antara 26°C - 29°C, dengan kelembaban yang umum berkisar antara 70% - 80%.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Budidaya Burung Walet

Dalam budidaya burung walet, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, di antaranya : pemantauan suhu dan kelembaban dan keamanan rumah burung walet. Suhu dan kelembaban rumah burung walet yang baik berkisar antara 24-26°C dengan kelembaban berkisar antara 80-95%, jika kelembaban kurang dari batas bawah maka kualitas sarang walet yang dihasilkan akan buruk, bentuk sarang akan menipis dan mudah remuk, sedangkan jika kelembaban rumah burung walet melebihi batas atas maka sarang walet yang dihasilkan akan memiliki warna yang kekuning-kuningan. Budidaya burung walet sendiri terdapat tiga jenis ancaman keamanan yakni : (i) ancaman keamanan lokasi budidaya, di mana lokasi budidaya yang baik adalah yang tidak terdapat polusi udara dan pencemaran air; (ii) ancaman dari pemangsa atau predator seperti burung elang, burung hantu, tikus, kucing liar, tokek, dan lain sebagainya; (iii) ancaman berupa pencurian hasil budidaya, dalam beberapa kasus pencuri akan menutup jalan keluar-masuk rumah burung walet saat mencuri sarang dan menyebabkan burung walet mati kelaparan karena tidak dapat mencari makan (Kandal, 2019).

Terdapat beberapa jenis burung walet yang dibudidayakan, di antaranya adalah *Collacalia Fuciphaga* (walet sarang putih) yang menghasilkan keseluruhan sarang dari air liur, *Collacalia maxima* yang menghasilkan sarang burung yang berasal dari air liur dan campuran bulu, dan *Collacalia esculenta* (Sriti) menghasilkan sarang burung yang berasal dari ranting dan daun kering dengan air liur sebagai perekatnya, sehingga kandungan air liur yang ada pada sarang burung Sriti sangat sedikit. Pada waktu pembibitan, burung yang sering digunakan sebagai induk adalah burung sriti sebagai penarik walet agar mau bersarang di dalam rumah burung walet. Perkawinan terjadi saat musim hujan, dengan persediaan makanan untuk burung walet di alam berupa serangga kecil sangat melimpah. Kemudian proses perawatan bibit dan calon induk dengan penetasan telur burung walet. Terdapat dua cara penetasan telur burung walet yakni : (i) penetasan telur burung walet pada sarang induk (Sriti); (ii) penetasan telur burung walet pada mesin penetas. Lama waktu yang dibutuhkan untuk telur burung walet menetas adalah 13-15 hari, dengan suhu yang diperlukan untuk penetasan adalah sekitar 40°C (jika menggunakan alat penetas telur) dan kelembaban sebesar 70% (Kandal, 2019).

Terdapat perbedaan penyesuaian suhu dan kelembaban untuk rumah burung walet yang terbagi menjadi 2 tahap, yaitu tahap anakan dan tahap indukan. Dua tahapan ini menunjukkan perbedaan di mana anakan walet memerlukan suhu yang cenderung lebih hangat dan kelembaban yang lebih tinggi. Dari buku “Budidaya Walet Lanjut” oleh Drh. H. Slamet Supriyadi, M.Si kelembaban peranakan walet paling ideal adalah 70% - 75% dengan suhu sekitar 28° - 30°, kemudian kelembaban indukan walet paling ideal adalah 70% - 75% dengan suhu berkisar 27°C - 29°. Perbedaan tahapan ini sebenarnya memerlukan dua ruangan yang berbeda. Pada buku ini juga disebutkan terdapat dua jenis ruangan berbeda di dalam rumah burung walet untuk tahapan yang berbeda. Dua ruangan berbeda itu merupakan *roving room* yang terhubung dengan lubang keluar masuk burung walet. Ruangnya luas dan berada di bagian depan pada rumah walet. Sedangkan *nesting room*, merupakan bagian kecil ruangan yang merupakan hasil dari sekatan dan terletak di bagian belakang (Drh. H. Slamet Supriyadi, 2014).

Nilai suhu optimal mengenai anakan walet juga disinggung dalam buku Panduan Budidaya Walet, suhu ideal yang disebutkan ialah 26°C - 28°C, kemudian untuk suhu optimal peneluran sebesar 26°C - 35°C, batasan suhu ini juga sangat mempengaruhi kesehatan burung walet anakan yang belum tumbuh bulu. Sedangkan kelembaban relatif pada 70% - 90%, kemudian rentang ideal yang disebutkan berkisar antara 80% - 90% sebagai rekomendasi agar tidak melebihi tinggi Rh yang direkomendasikan untuk

meminimalisir pertumbuhan jamur, karena burung walet tidak akan membuat sarang di tempat yang berjamur (Adi Sarjana et al., 2022).

Penggunaan suara kicauan untuk memikat burung walet agar mau singgah ke dalam rumah burung walet dan masuk ke dalam *nesting room*. Pencahayaan *nesting room* cenderung gelap namun bisa juga remang-remang, cahaya remang yang dimaksudkan seperti dua buah lilin yang dinyalakan di dalam ruangan gelap. Sedangkan *roving room* cenderung lebih terang dan berfungsi sebagai tempat berputar-putar bagi burung walet sebelum menuju ke *nesting room* (Drh. H. Slamet Supriyadi, 2014).

Berdasarkan beberapa teori yang didapatkan seputar suhu dan kelembaban yang dibutuhkan dalam rumah burung walet, pembagian dua fase yang kemudian dijadikan mode anakan dan indukan, maka nilai yang penulis gunakan ialah nilai batas suhu dan kelembaban udara dari buku Panduan Budidaya Walet, yaitu untuk fase anakan yang berkisar antara 26°C - 35°C dan 70% - 90%, kemudian pada fase indukan berkisar antara 26°C - 29°C dan 80% - 90%.

2.2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memiliki cara kerja mengirimkan data informasi yang merupakan hasil deteksi sensor kepada pengguna melalui internet untuk diakses secara fleksibel, ditemukan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton. *Internet of Things* itu sendiri memiliki fungsi memudahkan *monitoring* dan *controlling* suatu benda atau lebih yang ada pada kehidupan sehari-hari (Ramdani et al., 2020). Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pemrograman perangkat IoT sebagian besar menggunakan bahasa C sebesar 80%, kemudian kombinasi antara bahasa C dan C++. Fitur yang sangat kentara dari penggunaan bahasa C ialah kinerjanya yang baik, akses ke perangkat keras mudah dan tidak memakan banyak memori saat compile (Drs. Afrizal Zein, M.Kom., Emi Sita Eriana, S.Kom, 2023). Ada pula kegunaan kompilator bahasa C berdasarkan ANSI C sebagai berikut :

- a. Mendukung pengkodean tingkat rendah untuk menjalankan perangkat keras yang menjadi dasarnya,
- b. Rekursi memori serta alokasi yang dinamis,
- c. Mendukung akses register melalui pointer memori,
- d. Akses ke register I/O secara eksklusif,
- e. Mendukung perakitan kode In-Line, serta
- f. Beberapa varian bahasa C yang digunakan dalam pemrograman sistem tertanam yang memiliki izin akses sebagian meliputi Nesc, Dynamic C, B#, dan Keil C.

Internet of Things (IoT) berhubungan dengan teknologi baru dan memberikan manfaat karena terhubungnya perangkat keras ke internet untuk dapat bertukar data atau komunikasi antara satu perangkat dengan yang lain. Sensor dapat mengumpulkan data secara terus-menerus yang berupa perilaku, performa dan lain sebagainya dari berbagai sumber. Dengan adanya IoT dapat memonitor dan mengontrol operasi perangkat secara real-time dan otomatisasi dapat tercapai, hal ini membuat monitoring dan proses kontrol menjadi lebih efisien dan praktis. Dalam IoT sensor berperan penting karena pengumpulan data yang didapatkan dari pembacaan gerak/perilaku manusia, onjek, atau lingkungan yang kemudian diubah menjadi data/informasi digital yang dapat diolah perangkat atau sistem lainnya. Terdapat beberapa jenis sensor yang dapat digunakan dalam IoT yakni sensor suhu, sensor kelembaban, sensor cahaya, sensor gerak, sensor gas, sensor detak jantung, dan sensor jarak (Wibowo, 2023).

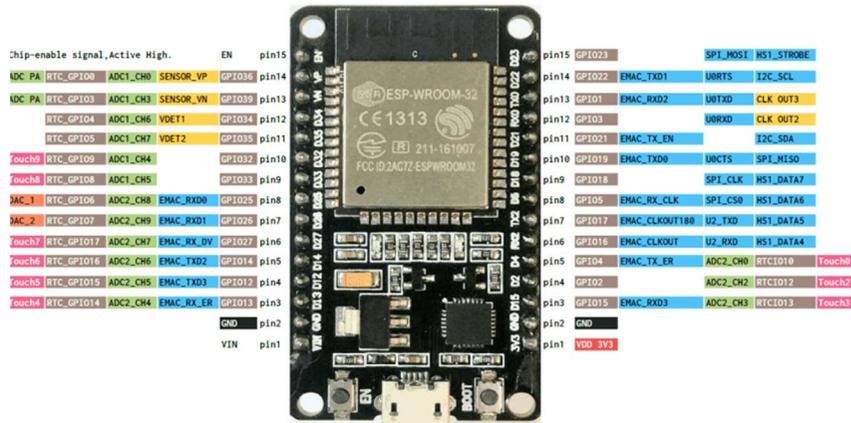
Pengumpulan data yang dilakukan oleh sensor untuk kemudian diolah dengan melakukan analisis, pengambilan keputusan, kemudian mengambil tindakan pengontrolan perangkat sesuai data yang diterima melalui nilai input sensor. Maka, inti dari adanya IoT dalam kehidupan ialah menghubungkan perangkat keras yang berupa fisik ke dunia virtual. Pengembangan IoT yang berupa sensor seperti yang disebutkan di atas dan beberapa bentuk lain seperti chip RFID dan antena, mikroprosesor, dan kunci pintu (pada pengembangan rumah pintar). Contoh sederhana dari penggunaan IoT pada kehidupan sehari-hari ialah lampu yang dapat dinyalakan melalui internet dan dapat dikendalikan dari jarak jauh (Wibowo, 2023).

Terdapat aliran Big Data sebagai kunci keberhasilan IoT yang berjalan dengan baik. Cloud Computing juga berperan dan saling terkait dengan aliran big data pada IoT dalam mengelola data, menyimpan, serta analisis data yang dihasilkan. Pengumpulan dan pertukaran data dapat terjadi secara otonom saat perangkat saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet. Adanya algoritma analisis juga berperan membantu identifikasi pola, memberikan wawasan yang berguna kepada pengguna hingga memprediksi perilaku di masa depan. Terdapat empat pendekatan yang digunakan dalam pengembangan aplikasi IoT (Drs. Afrizal Zein, M.Kom., Emi Sita Eriana, S.Kom, 2023), di antaranya :

- a. Pendekatan pengembangan berbasis model, untuk proyek kompleks yang membutuhkan analisis dan simulasi secara mendalam.
- b. Pendekatan pengembangan berbasis data, untuk proyek yang membutuhkan pengolahan dan analisa data real-time.
- c. Pendekatan pengembangan berbasis pemrograman makro, untuk proyek yang memerlukan kontrol perangkat yang cepat dan efisien.

d. Pendekatan pengembangan berbasis pemrograman Node-Centric, untuk proyek yang menggunakan banyak perangkat yang saling terhubung. Dari ke empat jenis pendekatan perkembangan, pendekatan pengembangan IoT yang paling sering digunakan adalah pendekatan berbasis data dan node-centric.

2.2.3 NodeMCU ESP32

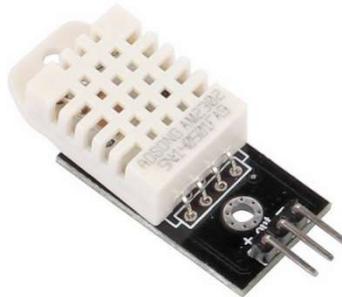


Gambar 2.1 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan firmware board elektronik Wi-Fi SoC (Single on Chip) yang dirancang dengan tambahan Bluetooth menggunakan teknologi TSMC *ultra low power* 40 nm. Board ini dirancang dengan pengoptimalan daya yang lebih kecil, serbaguna, fitur yang lebih lengkap, kompatibel untuk berbagai aplikasi, profil daya yang berbeda, dan performa RF. Board NodeMCU ESP32 yang digunakan ini merupakan NodeMCU ESP32 DEVKIT V1, dengan 30 pin yang terdapat pada board yang dapat disambung dengan perangkat lain seperti sensor, relay, buzzer dan berbagai alat lainnya. Modul Wi-Fi yang tertanam dalam board ini memiliki mikrosesor Xtensa® Dual-Core 32-bit, terdapat ROM sebesar 448 Kilobyte, dan SRAM sebesar 520 Kilobyte (Espressif System, 2016).

NodeMCU ESP32 ini merupakan versi perkembangan dari ESP8266. Sebagian besar bahasa yang digunakan dalam pemrograman pada mikrokontroler ini merupakan bahasa pemrograman C dengan Arduino IDE sebagai perangkat lunak untuk pemrograman dan mengunggah kode (Anggrawan et al., 2022). Implementasi IoT pada penelitian ini mencakup kontrol komponen berupa sensor dan alat lainnya seperti relay module dan diakses menggunakan mikrokontroler untuk dapat dikendalikan melalui jarak jauh secara fleksibel menggunakan jaringan Wi-Fi.

2.2.4 Sensor DHT-22



Gambar 2.2 Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor yang dapat mendeteksi suhu dan kelembaban udara dengan input data yang didapatkan dari lingkungan, dan outputnya dapat diproses lebih lanjut berupa tegangan analog (besaran tegangan listrik yang dapat berubah-ubah seiring berjalannya waktu) menggunakan mikrokontroler (Faroqi et al., 2020). Sensor DHT22 dapat disambungkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP32. Keluaran yang dihasilkan oleh sensor DHT22 memerlukan kalibrasi, pembacaan data suhu dan kelembaban yang stabil dalam waktu lama serta penggunaan teknik akuisisi sinyal digital eksklusif. Nilai hasil kalibrasi diproses dan disimpan dalam memori OTP sebagai data pendeteksian sinyal internal sensor (Ahmad Danil Rizal Pahlefi Arif A & Akhmad Ahfas, 2022).

Sensor DHT22 terhubung ke mikrokontroler dengan komunikasi bus tunggal, DHT22 berubah dari mode konsumsi daya rendah ke *running mode* saat menerima sinyal mulai dari mikrokontroler, kemudian DHT22 akan mengirimkan respon berupa data berisi informasi suhu dan kelembaban udara (Ughanze et al., 2019). Penggunaan sensor DHT22 pada penelitian dilakukan sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban dengan input yang didapat dari hasil pembacaan di dalam ruangan kemudian menghasilkan output untuk diproses lebih lanjut dan mendapatkan respon dari perangkat keras lainnya berupa relay ketika nilai yang ditetapkan terpenuhi. Apabila nilai suhu berada di atas nilai ambang maka relay akan menyala, dan ketika kelembaban kurang dari nilai ambang maka relay juga akan menyala, selain dari nilai tersebut maka kondisi kedua relay mati.

2.2.5 Sensor Passive Infrared (PIR)



Gambar 2.3 Sensor *passive Infrared* (PIR)

Sensor PIR merupakan pendeteksi benda dengan muatan energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang berbasis *infrared*. Sensor ini bekerja tanpa memancarkan sinar apapun seperti sensor infrared lainnya. Benda yang dapat dideteksi sensor ini adalah tubuh manusia. Ada bagian-bagian dari sensor PIR yang setiap bagiannya memiliki fungsi tersendiri. Fresnel *Lens*, comparator, sensor pyroelectric, IR Filter, dan amplifier (Payana & Husna, 2018).

Sensor PIR menggunakan daya yang relatif rendah dengan jangkauan lensa yang luas dan mudah untuk dioperasikan. Salah satu kekurangan dari sensor ini ialah tidak dapat memberitahukan berapa jumlah orang atau gerak yang terdeteksi oleh sensor, terkadang juga dapat mendeteksi gerak yang dihasilkan oleh hewan peliharaan. Memerlukan percobaan lebih lanjut untuk dapat memaksimalkan potensi dari sensor PIR ini. Terdapat dua slot yang sensitif terhadap IR, dengan lensa yang tidak difungsikan secara maksimal, maka kedua slot ini yang bekerja membaca melalui jarak tertentu. Pada saat mode *idle*, jumlah deteksi IR yang terbaca cenderung sama (Ada, 2023).

Menurut sumber lain disebutkan bahwa sensor ini dapat mendeteksi benda lain melalui sinar inframerah pasif yang dipancarkan, dapat menangkap energi panas yang dihasilkan benda yang memiliki suhu di atas 0°C , seperti tubuh manusia yang rata-rata memiliki suhu 32°C (Faroqi et al., 2020). Panjang gelombang inframerah yang dapat terdeteksi sepanjang 8-14 mikrometer, jika melebihi panjang gelombang maka sensor tidak dapat terdeteksi. Pada kasusnya, manusia memiliki panjang gelombang 9,4 mikrometer secara umum (Juliansyah et al., 2021). Sensor ini memiliki

kekurangan yaitu tidak dapat beroperasi pada suhu di atas 35°C, maka penggunaannya disarankan untuk di tempat yang dingin/terhindar dari sengatan matahari secara langsung. Jika dibandingkan dengan sensor lain maka sensitivitas sensor ini rebih rendah daripada sensor gelombang mikro. Pencuri dapat mengelabui sensor ini agar tidak membaca gerakan jika penempatannya sangat mencolok.

2.2.6 Module Relay



Gambar 2.4 Module Relay

Module Relay merupakan saklar yang menggunakan arus elektromagnetik sebagai pengendali. Inti dari Relay adalah sebuah armatur besi yang tertarik menuju ke inti apabila ada arus listrik mengalir melalui kumparan. Armatur akan terpasang ke sebuah tuas pegas saat armatur menuju ke inti dan posisi kontak akan berubah dari *normally close* menjadi berada di posisi *normally open* (Ningsih et al., 2021). Module relay yang digunakan dalam penelitian merupakan relay 2 channel dengan daya 5V. Setiap channel pada relay membutuhkan 15-20mA dari driver, berfungsi sebagai pengontrol peralatan dengan arus yang besar. Relay ini terinstal dengan arus tinggi yang bekerja dalam tegangan arus AC 250V 10A atau tegangan arus DC 30V 10A (Handson Technology, 2005).

Relay memiliki antarmuka standar yang dapat dihubungkan ke mikrokontroler untuk dapat dikontrol secara langsung. Sebagai keamanan dari tegangan yang tinggi mencegah *loop ground* relay diisolasi secara optik. Catu daya yang terdapat pada modul relay merupakan VCC dan RY-VCC. Ketika daya yang besar dibutuhkan maka penutup jumper dapat dilepas untuk dihubungkan ke RY-VCC sebagai pasokan daya tambahan. VCC pada relay dihubungkan pada 5V mikrokontroler untuk mensuplai sinyal input. Penggunaan modul relay pada tegangan daya 3.3V juga sangat memungkinkan, dengan syarat tertentu (Handson Technology, 2005). Pada penelitian ini modul relay 2 channel dihubungkan dengan daya tegangan

sebesar 5V dan bagian *normally open* terhubung dengan arus positif dari *power supply*.

2.2.7 Dinamo 12V DC *Mist sprayer*



Gambar 2.5 Dinamo 12V DC *Mist Sprayer*

Dinamo *mist sprayer* merupakan motor dc yang digunakan untuk pengkabutan guna meningkatkan kelembaban rumah burung walet ketika kelembaban kurang dari 80%, maka dinamo akan menyala dan ketika tingkat kelembaban berada di atas 90% dinamo akan mati. Pada umumnya alat ini digunakan sebagai aplikasi penyemprotan pestisida / tanaman. Komponen utama yang terdapat di dalam dinamo *mist sprayer* ini adalah Motor DC (biasanya disebut motor listrik) yang terdiri dari rotor, stator dan air gap. Terdapat 2 data yang digunakan untuk tersambung ke data digital mikrokontroler, dan jika motor DC memerlukan tegangan tinggi untuk dijalankan maka rangkaian penguat (driver) harus digunakan dari motor ke mikrokontroler. Motor DC juga dapat dikontrol dengan output berbeda, namun pada kasus ini dikontrol dengan data digital, maka Motor DC hanya terdapat 2 kondisi yakni berputar dan diam (Suhaeb et al., 2017).

Pada penggunaan dinamo *mist sprayer* 12v ini, terdapat keunggulan yang dimiliki, salah satunya dapat menciptakan kabut ketika disambungkan

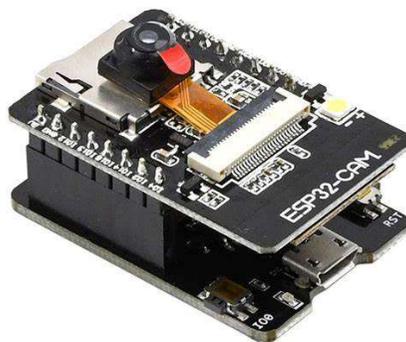
dengan pipa dan nozzle mist sprayer dengan ukuran yang beragam. Ada pula keunggulan lainnya berupa :

- a. Integrasi sistem Iot menggunakan dinamo mist sprayer dapat menciptakan kontrol otomatis.
- b. Dapat dipantau secara jarak jauh, hal ini dapat menguntungkan pengguna karena penyesuaian dengan jadwal atau durasi *spraying* yang secara real-time.
- c. Konsumsi daya yang rendah namun memiliki presisi yang tinggi, sehingga tidak terlalu berat bagi proyek IoT untuk dapat berjalan dengan baik.
- d. Harga dinamo mist sprayer ini terjangkau, sehingga menjadi pilihan sebagai perangkat proyek IoT.

Selain keunggulannya yang membuat alat ini menjadi pilihan dalam proyek IoT, terdapat kekurangan yang dapat menjadi pertimbangan sebelum penggunaan, seperti :

- a. Kebisingan alat saat dinyalakan, dalam pengoperasiannya menghasilkan kebisingan karena *pressure* yang cukup tinggi , guna menghasilkan kabut yang sesuai.
- b. Meskipun hemat daya, namun jika digunakan terus-menerus dapat menghabiskan sumber daya pada proyek IoT terutama pemakaian jangka panjang.
- c. Lubang kecil pada nozzle dapat tersumbat sehingga proses pengkabutan terganggu.
- d. Jarak semprot yang pendek, maka penggunaan mist sprayer ini hanya bisa digunakan di ruangan yang relatif kecil dengan jarak yang dekat.

2.2.8 ESP32 Camera



Gambar 2.6 ESP32 Camera

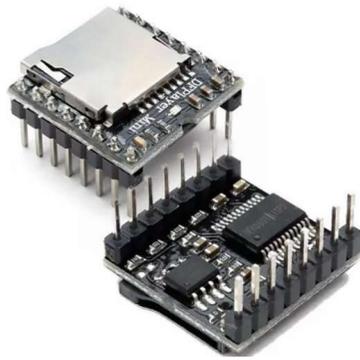
ESP32 Cam merupakan kamera yang dikembangkan oleh Espressif system dan berupa modul mikrokontroler yang dapat merekam dan menyimpan gambar dengan harga yang relatif murah. Alat ini yang akan digunakan sebagai penunjang keamanan berfungsi sebagai cctv secara live melalui Webservice. Dapat digunakan untuk aplikasi IoT, prototype konstruksi dan proyek buatan sendiri. Di dalam board terdapat Wi-Fi, Bluetooth, 2 CPU LX6 32-bit, dan BLE berdaya rendah. Terdapat on-chip sensor, sensor suhu, sensor Hall, dan sensor yang lain, dengan penyesuaian rentang frekuensi setara 80MHz hingga 240MHz (DFRobot, 2019).



Gambar 2.7 ESP32 Camera Schematic Diagram

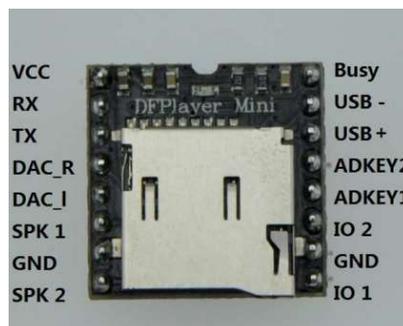
Pada diagram skematik di atas pin GPIO32 digunakan untuk mengontrol *power* kamera, pada saat kamera dalam status bekerja/menyalanya pin GPIO32 akan diset ke rendah. Penggunaan kamera ESP32 dibiarkan dalam posisi *floating* dan tidak dihubungkan dengan tingkatan yang lebih tinggi/rendah, karena pin IO sudah terhubung ke kamera XCLK. Kelebihan yang dimiliki oleh ESP32 Cam ini adalah ia memiliki modul Wi-Fi yang sudah terpasang di bagian belakang board kamera seperti pada **Gambar 2.8**. terdapat modul *secure digital card* (SDCard) untuk menyimpan hasil tangkapan kamera. Namun terdapat kekurangan dari ESP32 Cam ini, yaitu bidang pandang kamera yang terbatas, terutama jika dijadikan sebagai kamera cctv, perlu menambahkan komponen lain agar bisa bergerak seperti kamera cctv pada umumnya. Pada ruangan yang gelap atau malam hari, ESP32 Cam tidak dapat menangkap gambar dengan jelas. Pin I/O yang tersedia pada ESP32 Cam juga terbatas, membuat modul ini tidak dapat terhubung dengan sensor lainnya dengan jumlah lebih.

2.2.9 Modul DFPlayer Mini



Gambar 2.8 Modul DFPlayer MP3 Mini

Penggunaan modul DFPlayer Mini sebagai pemutar audio berformat MP3 yang tersimpan di dalam sebuah memori berupa SD card. Mikrokontroler yang terhubung pada DFPlayer Mini dapat mengakses file MP3 yang tersimpan pada SD card yang telah dipasang pada modul. Kelebihan dari modul ini yaitu dapat dijalankan secara mandiri/standalone dengan menambahkan beberapa tombol untuk dapat mengakses perangkat. Kemampuan pemutaran yang cukup baik sehingga saat disambungkan ke speaker menghasilkan suara yang jernih (Topan et al., 2024). Pada penelitian ini penggunaan DFPlayer Mini digunakan sebagai pemutar suara pemikat walet berformat MP3.



Gambar 2.9 Pin Modul DFPlayer Mini

Pada Gambar 2.9 terlihat pin-pin yang ada pada modul DFPlayer Mini yang terdiri dari VCC (5V), Ground (GND), RX, TX, DAC_R, DAC_L, Speaker (SPK), IO1, ADKEY, USB (+-), dan BUSY. Pada pin VCC dapat disambungkan ke VCC daya 5V pada mikrokontroler. Pin RX dan TX berfungsi sebagai serial input dan output UART (*Universal*

Asynchronous Receiver Transmitter). DAC_R dan DAC_L dapat dihubungkan pada earphone dan amplifier, SPK1 dan SPK2 dapat disambungkan dengan speaker yang memiliki daya di bawah 3Watt. Pin IO1 dan IO2 dapat disambungkan dengan push button yang saat ditekan satu kali maka akan memutar lagu sebelum/sesudahnya, sedangkan jika ditekan lama akan menaikkan atau menurunkan volume. Pin ADKEY1 dan ADKEY2 untuk trigger play segmen pertama atau ke lima. Pin USB+ dan USB- sebagai port USB. Pin BUSY jika status Low maka sedang memutar musik, jika status High maka tidak memutar musik. Alat ini memiliki beberapa kelebihan seperti :

- a. Berat nya yang relatif ringan karena ukuran kecil, sehingga dapat dengan mudah digunakan sebagai perangkat tambahan dalam proyek IoT.
- b. Harga yang terjangkau menjadikan DFPlayer lebih diminati terutama untuk proyek berskala kecil.
- c. Terdapat fitur yang beragam, ketika disambungkan dengan push button, DFPlayer Mini dapat dioperasikan secara manual dan menjadi alat pemutar musik sederhana. Beberapa kontrol yang dapat dilakukan setelah penambahan push button iadalah kontrol play/pause, kontrol volume, memutar track selanjutnya/sebelumnya, bahkan dapat dikontrol melalui mikrokontroler secara otomatis.
- d. DFPlayer Mini sangat mudah digunakan, karena dapat digunakan secara langsung atau sebagai tambahan pada proyek IoT, dioperasikan secara manual, otomatis atau secara remote.
- e. Format audio yang dapat diputar secara umum, seperti MP3 dan WMV. Selain kelebihan yang dimiliki, DFPlayer Mini juga memiliki sisi kekurangan berupa :
 - a. Memori yang terbatas, kapasitas yang disediakan tergantung pada besaran microSD yang dipakai.
 - b. Kualitas audio yang terbatas, Output yang dihasilkan DFPlayer Mini tidak sebaik pemutar MP3 khusus.
 - c. Dokumentasi yang terbatas, namun hal ini masih dapat dioptimalkan.
 - d. Format File cenderung terbatas pada format umum seperti MP3 dan WMV saja, tidak mendukung format file yang tidak umum seperti FLAC.

2.2.10 Power Supply



Gambar 2.10 Powwer Supply

Power supply merupakan sebuah sistem catu daya yang digunakan untuk mensuplai daya berupa tegangan AC maupun DC. Terdapat modul baterai di dalam power supply, juga server yang dihosting sendiri digabungkan dengan modul baterai dan dikonfigurasi untuk dapat menerima informasi diagnostik. Sistem ini dirancang untuk memberikan daya yang aman untuk sistem kontrol industri atau implementasi lainnya. Power supply dapat menjaga stabilitas arus listrik (Albert Rooyackers , Sunnyvale et al., 2020).

2.2.11 Telegram

Telegram merupakan sebuah aplikasi perangkat lunak mobile yang berfungsi sebagai alat bertukar pesan. Aplikasi ini pertama kali muncul pada tahun 2013, dengan tujuan utama yakni mengirimkan pesan secara aman. Beberapa fitur Telegram memungkinkan pengguna untuk membagikan beragam file format seperti pdf, doc, zip file dan rar, video (Ahmadin , Evi Palenewen, 2021). Terdapat beberapa kelebihan yang dimiliki Telegram yakni :

1. Telegram merupakan aplikasi yang tidak berbayar/gratis.
2. Kecepatan pengiriman pesan Telegram melebihi aplikasi messenger lainnya.
3. Aplikasi Telegram berjalan dengan ringan pada device mobile.
4. Dapat saling bertukar file berupa foto, video, audio, dan beberapa format file lainnya.

5. Aplikasi Telegram dapat diakses menggunakan berbagai perangkat secara bersamaan.

Kegunaan Telegram pada proyek IoT ialah sebagai sarana untuk menjalankan Bot. Bot Telegram merupakan peran utama dalam kontrol IoT pada penelitian ini. Bot Telegram merupakan program yang tersedia pada aplikasi Telegram dan dapat melakukan berbagai macam tugas sesuai dengan kontrol secara otomatis. Bot Telegram memiliki ciri khas dan kelebihan sebagai berikut :

- a. Antarmuka yang beragam, bot menyajikan percakapan berbasis teks.
- b. Memiliki fungsi tertentu, setiap bot memiliki fungsi yang berbeda-beda tergantung dari kebutuhan.
- c. Integrasi dengan layanan dan fungsi lain, dapat memberikan fungsi tambahan.
- d. Membuat Bot Telegram tidak dipungut biaya apapun, sehingga menjadi pertimbangan untuk proyek IoT ataupun proyek pribadi.
- e. Otomatisasi pada proyek IoT, berguna sebagai pemantau proyek IoT secara real-time.

Halaman ini sengaja dikosongkan