

Rancang Bangun Inkubator Telur Berbasis IoT Dengan Sumber Daya Listrik Dari Panel Surya

Erik Agustian Yulanda^{1*}

¹Fakultas Teknik, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: [*dosen02636@unpam.ac.id](mailto:dosen02636@unpam.ac.id)

(* : coresponding author)

Abstrak– Inkubator telur berfungsi untuk menjaga suhu serta kelembaban yang diperlukan untuk penetasan telur. Namun, kurangnya keterlibatan manusia dalam pengawasan dapat menyebabkan tantangan dalam menjaga lingkungan inkubasi yang tepat dan dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup embrio. Sehingga Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan solusi cerdas dan berkelanjutan dalam memelihara telur unggas dengan suhu dan kelembaban yang tepat, serta mengoptimalkan proses penetasan telur. Pendekatan yang diambil dalam penelitian ini adalah dengan menggabungkan teknologi IoT dan energi terbarukan, yaitu panel surya, Sistem inkubator ini dilengkapi dengan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di dalam mesin. Data dari sensor DHT22 digunakan untuk mengatur dan mengontrol suhu dan kelembaban secara otomatis agar tetap berada dalam rentang yang ideal untuk perkembangan embrio. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan motor stepper yang berfungsi untuk memutar atau membuka rak telur secara berkala guna memberikan sirkulasi udara yang baik dan pembalikan yang teratur untuk hasil penetasan yang lebih baik. Pengguna dapat memantau dan mengontrol kondisi lingkungan inkubator secara real-time melalui aplikasi Blynk yang dapat diakses dari perangkat seluler. Aplikasi Blynk menyediakan tampilan grafis yang intuitif, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol lampu dan kipas pada mesin inkubator dari jarak jauh sesuai dengan kebutuhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa panel surya berkinerja baik dalam menghasilkan energi listrik, Sensor DHT22 berfungsi dengan baik dan memberikan informasi yang akurat terkait suhu dan kelembaban di lingkungan sekitarnya. Aplikasi Blynk berfungsi dengan baik sebagai sistem pengontrol jarak jauh untuk lampu dan kipas pada mesin inkubator. Secara keseluruhan, sistem inkubator berbasis IoT dengan penggunaan panel surya, sensor DHT22, dan aplikasi Blynk dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dalam penetasan telur, meningkatkan hasil produksi, dan membantu pelestarian lingkungan.

Kata Kunci: Inkubator Telur; Panel Surya 50WP; Sensor Suhu DHT22

Abstract– The egg incubator functions to maintain the required temperature and humidity for hatching eggs. However, the lack of human involvement in monitoring can pose challenges in maintaining the appropriate incubation environment and affect embryo survival rates. Therefore, the objective of this research is to create an intelligent and sustainable solution for poultry egg incubation with precise temperature and humidity control, as well as optimizing the hatching process. The approach taken in this study involves combining IoT technology and renewable energy, namely solar panels. The incubator system is equipped with DHT22 sensors to measure temperature and air humidity inside the machine. Data from the DHT22 sensors are used to automatically adjust and control the temperature and humidity within the ideal range for embryo development. Additionally, the system includes a stepper motor that periodically rotates or tilts the egg trays to provide proper air circulation and even turning for better hatching results. Users can monitor and control the incubator's environmental conditions in real-time through the Blynk application accessible from mobile devices. The Blynk application offers an intuitive graphical interface, enabling users to remotely control the incubator's lights and fans according to their needs. Test results demonstrate the solar panel's effective performance in generating electricity, the successful functionality of the DHT22 sensor, providing accurate temperature and humidity information in the surrounding environment, and the reliable performance of the Blynk application as a remote control system for the incubator's lights and fans. Overall, the IoT-based incubator system utilizing solar panels, DHT22 sensors, and the Blynk application proves to be an innovative solution to enhance egg hatching efficiency, improve production outcomes, and contribute to environmental preservation.

Keywords: Egg Incubator; 50Wp Solar Panel; DHT22 Temperature Sensor

1. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi Internet of Things (IoT) dan pemanfaatan sumber energi terbarukan, seperti panel surya, telah menjadi fokus utama dalam upaya menciptakan solusi berkelanjutan untuk mendukung keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan efisiensi dalam

berbagai sektor. Salah satu sektor yang memerlukan perhatian khusus adalah peternakan, terutama dalam menjaga populasi unggas seperti ayam dan memastikan keberhasilan penetasan telur yang optimal.

Inkubator telur tradisional telah digunakan selama bertahun-tahun untuk memelihara dan menerapkan kontrol suhu serta kelembaban yang diperlukan untuk penetasan telur. Namun, kurangnya keterlibatan manusia dalam pengawasan dapat menyebabkan tantangan dalam menjaga lingkungan inkubasi yang tepat dan dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup embrio. Dalam menghadapi permasalahan ini, penggabungan teknologi IoT dengan sumber daya energi terbarukan seperti panel surya dapat menjadi solusi yang cerdas dan berkelanjutan.

Dengan memanfaatkan koneksi internet yang dapat diakses dari jarak jauh, peternak dapat memantau dan mengontrol kondisi lingkungan inkubator secara real-time. Sensor-sensor yang terpasang di dalam inkubator akan memberikan data terkini tentang suhu, kelembaban, dan kualitas udara, sehingga dapat diatur dan dikontrol secara otomatis agar tetap berada dalam rentang yang ideal untuk perkembangan embrio. Selain itu, menggunakan panel surya sebagai sumber daya listrik inkubator akan mengurangi ketergantungan pada energi konvensional dan mengurangi jejak karbon, yang pada gilirannya akan berkontribusi pada upaya mitigasi perubahan iklim. Hal ini juga akan sangat bermanfaat bagi peternak di daerah terpencil atau yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik konvensional, karena inkubator dapat beroperasi secara mandiri tanpa harus terhubung ke sumber daya energi eksternal.

Dengan mengintegrasikan teknologi IoT dan energi terbarukan dalam rancang bangun inkubator telur, diharapkan dapat menciptakan platform inovatif yang meningkatkan efisiensi dalam penetasan telur, meningkatkan hasil produksi, dan sekaligus membantu pelestarian lingkungan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Inkubator Telur

Inkubator telur merupakan suatu perangkat yang dirancang untuk mensimulasikan kondisi lingkungan yang diperlukan untuk meningkatkan kelangsungan hidup embrio dalam telur unggas selama proses penetasan. Penggunaan inkubator telah menjadi praktek umum dalam budidaya unggas untuk meningkatkan efisiensi penetasan dan memastikan tingkat keberhasilan yang tinggi dalam perkembangan embrio.

Rancang bangun inkubator telur memungkinkan penambahan kontrol suhu dan kelembaban secara tepat. Inkubator biasanya dilengkapi dengan termometer dan hygrometer untuk memantau suhu dan kelembaban lingkungan inkubasi. Selain itu, inkubator dilengkapi dengan pemutar otomatis untuk telur yang bertujuan untuk memastikan distribusi nutrisi yang merata dalam embrio. Proses pemutaran dapat diatur dengan periode tertentu untuk mencapai hasil yang optimal.

Sumber daya energi untuk inkubator dapat memanfaatkan panel surya sebagai sumber daya listrik, pemanfaatan panel surya dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dari inkubator telur. Panel surya dapat menghasilkan listrik dari sinar matahari tanpa emisi karbon, sehingga dapat mengurangi dampak lingkungan dan ketergantungan pada sumber daya energi fosil. (Ahaya et al., 2018).

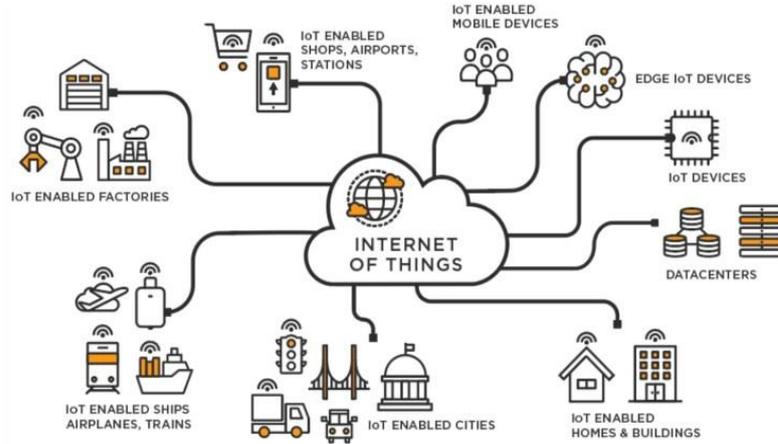
2.2 IoT (*Internet of Things*)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat fisik, benda, atau mesin ke internet dan memungkinkan pertukaran data dan informasi secara langsung antar perangkat tersebut. Tujuan utama dari IoT adalah untuk menciptakan ekosistem yang terkoneksi, di mana perangkat dapat saling berkomunikasi dan berinteraksi secara otonom, tanpa keterlibatan manusia secara langsung.

IoT dapat digunakan dalam pengendalian alat elektronika seperti lampu dan kipas berbasis Android. Sistem IoT dapat mengendalikan alat memanfaatkan alat elektronika yang terhubung ke internet melalui jaringan Wi-Fi atau protokol komunikasi nirkabel lainnya. Kemudian, perangkat Android berfungsi sebagai antarmuka untuk mengontrol dan memantau objek secara jarak jauh. Selain itu, sistem IoT juga mampu memberikan informasi real-time tentang status dan kondisi objek.

Pemanfaatan IoT dalam pengendalian alat elektronika berbasis Android memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi energi dan memberikan kenyamanan bagi pengguna. Melalui

pengendalian jarak jauh dan informasi real-time, pengguna dapat mengelola penggunaan listrik perangkat secara lebih cerdas dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.(Anwar & Hermanto, 2020)



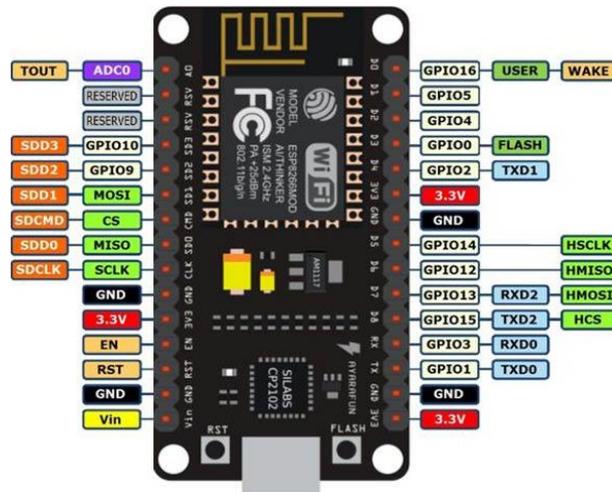
Gambar 1. Ekosistem IoT

2.3 Node MCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah suatu modul mikrokontroler yang dilengkapi fasilitas Wi-Fi yang dapat diintegrasikan dengan teknologi Internet of Things (IoT). Modul NodeMCU ESP8266 menggunakan chip ESP8266, yang memiliki prosesor berkecepatan tinggi. NodeMCU ESP8266 merupakan platform yang sangat populer dalam pengembangan aplikasi IoT, terutama dalam pembuatan prototipe dan proyek rumah pintar (smart home).

NodeMCU ESP8266 mendukung bahasa pemrograman Lua yang mudah untuk dipelajari dan digunakan, sehingga mempermudah pengembang untuk mengimplementasikan berbagai fungsi dan aplikasi IoT. Selain itu, ada juga dukungan untuk bahasa pemrograman C/C++ melalui berbagai library dan pengembangan firmware khusus, yang memberikan fleksibilitas lebih lanjut dalam pengembangan aplikasi.

NodeMCU ESP8266 dapat bertindak sebagai node dalam jaringan IoT dan berinteraksi dengan perangkat lain melalui internet. Selain itu, NodeMCU ESP8266 juga mendukung berbagai protokol komunikasi seperti MQTT dan HTTP, yang memungkinkan pertukaran data dan informasi antara perangkat IoT dengan server atau platform cloud.(Dewi, 2019)

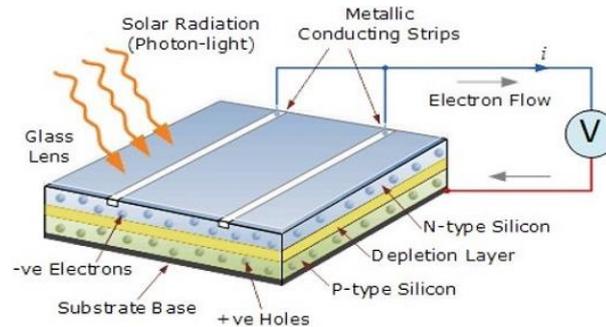


Gambar 2. Modul NodeMCU ESP8266

2.4 Panel Surya

Metode yang digunakan pada pengumpulan data dalam program aplikasi ini adalah sebagai berikut:

Panel Surya, juga dikenal sebagai panel fotovoltaik, adalah perangkat semikonduktor yang dirancang untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya terdiri dari beberapa sel fotovoltaik yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon, yang mampu menghasilkan listrik ketika terkena cahaya matahari. Proses ini dikenal sebagai efek fotovoltaik.



Gambar 3. Efek Fotovoltaik

Setiap sel fotovoltaik dalam panel surya mengandung dua lapisan semikonduktor dengan muatan listrik yang berbeda. Ketika cahaya matahari mengenai sel fotovoltaik, foton dalam cahaya tersebut menabrak elektron dalam lapisan semikonduktor, memisahkannya dari muatan positif. Ini menciptakan arus listrik yang mengalir melalui sel fotovoltaik dan dihubungkan dalam susunan seri atau paralel untuk menghasilkan tegangan dan daya listrik yang lebih tinggi.

Efisiensi panel surya mengacu pada kemampuannya untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik dengan efisien. Efisiensi panel surya dinyatakan dalam persentase dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kualitas bahan semikonduktor, intensitas cahaya matahari, dan kondisi lingkungan sekitar.

Penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif semakin populer karena keberlanjutannya dan potensi untuk mengurangi dampak lingkungan. Panel surya menghasilkan energi listrik tanpa emisi karbon atau polusi, dan sumber energinya (matahari) tidak terbatas dan dapat diperbaharui. Panel surya juga dapat digunakan dalam berbagai skala, mulai dari aplikasi rumah tangga hingga sistem tenaga surya besar di tingkat industri. (Hari Purwoto et al., 2018).

2.5 Sensor DHT22

Sensor DHT22, juga dikenal sebagai DHT-22 atau AM2302, adalah sebuah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara dalam lingkungan. Sensor DHT22 sangat populer dalam berbagai aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban, baik dalam lingkungan laboratorium maupun penggunaan sehari-hari, seperti dalam proyek berbasis mikrokontroler Arduino.



Gambar 4. Sensor DHT22

Sensor DHT22 bekerja berdasarkan prinsip resistansi termistor dan higroskopik. Sensor suhu DHT22 memiliki termistor yang sensitif terhadap perubahan suhu, sedangkan sensor kelembaban menggunakan bahan higroskopik untuk mengukur kelembaban udara. Ketika sensor diaktifkan, DHT22 akan mengumpulkan data suhu dan kelembaban secara bersamaan dan mengirimkan data tersebut dalam format digital melalui protokol khusus. (Puspasari et al., 2020)

2.6 Blynk

Blynk adalah platform pengembangan aplikasi berbasis Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi dan mengontrol perangkat IoT dengan mudah melalui ponsel pintar atau perangkat seluler lainnya. Platform Blynk dikembangkan khusus untuk memfasilitasi konektivitas antara perangkat keras dan aplikasi seluler, sehingga memungkinkan integrasi perangkat IoT dengan berbagai fungsi dan fitur dalam bentuk tampilan yang intuitif.

Blynk menyediakan aplikasi seluler yang dapat diunduh di perangkat Android atau iOS. Dengan aplikasi Blynk, pengguna dapat dengan mudah menambahkan kontrol, tampilan, dan sensor pada aplikasi mereka melalui tampilan drag-and-drop. Blynk memungkinkan pengguna untuk membuat dashbiard berbasis seluler yang mudah digunakan dan dapat diakses dari mana saja selama perangkat terhubung ke internet.

Pengguna dapat dengan mudah menghubungkan perangkat keras mereka ke platform Blynk dengan menggunakan token otentikasi yang disediakan oleh aplikasi Blynk. Platform Blynk kompatibel dengan berbagai mikrokontroler dan perangkat IoT populer, seperti Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, dan lainnya.

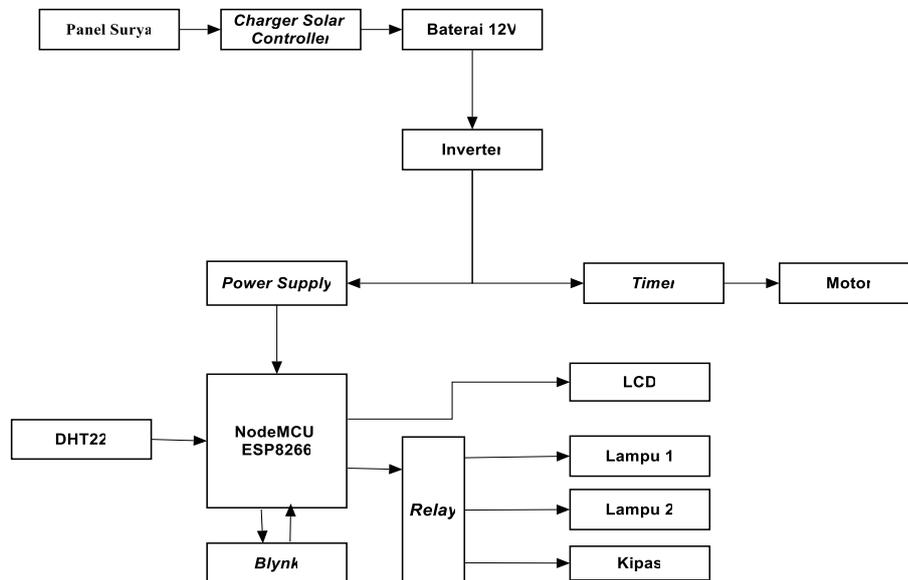
Melalui platform Blynk, pengguna dapat membuat berbagai proyek IoT, Misalnya, pengguna dapat mengontrol lampu secara nirkabel dari jarak jauh melalui aplikasi seluler. Blynk juga menyediakan berbagai elemen visual seperti grafik, tabel, dan angka untuk memantau dan menganalisis data dari sensor yang terhubung ke perangkat IoT.

Blynk menyediakan fitur dasar secara gratis, tetapi ada juga layanan berbayar dengan fitur tambahan yang lebih canggih dan dukungan teknis yang lebih lengkap. Pengguna juga dapat mengakses dan mengelola proyek secara online.(Artiyasa et al., 2021)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Sistem

Untuk memudahkan dalam penyusunan penelitian, khusus dalam sebuah perancangan sistem hardware maka dibuatkan sebuah blok diagram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem Inkubator

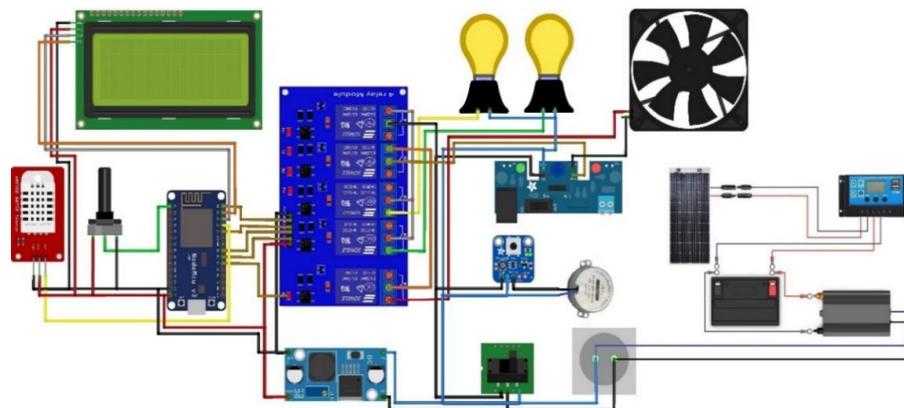
Berikut fungsi tiap masing-masing blok sistem diantaranya sebagai berikut :

- Blok Panel Surya, Berfungsi Sebagai energi yang mengubah energi surya menjadi energi listrik.
- Blok *Charger Solar Controller*, Berfungsi sebagai alat yang akan digunakan untuk mengatur arus searah yang akan diisi ke baterai.

- c. Baterai, Berfungsi sebagai penyimpanan energi listrik yang berasal dari panel surya agar dapat digunakan.
- d. Inverter, Berfungsi sebagai mengubah arus DC ke AC yang akan menjadi sumber energi pada inkubator.
- e. Timer, Berfungsi sebagai kendali untuk menggerakkan motor agar sesuai dengan waktu yang ditentukan.
- f. Motor, Berfungsi sebagai penggerak rak telur pada mesin inkubator sesuai dengan perintah yang telah ditentukan.
- g. Blok Power Supply, Berfungsi sebagai penyedia untuk mengalirkan sumber arus listrik ke dalam sistem dan sensor di dalam elektronika.
- h. Blok NodeMCU ESP8266, Berfungsi sebagai sistem pengontrolan, sistem penerima dan sistem pengelola data dalam LOLIN sistem elektronika.
- i. DHT22, Berfungsi sebagai input sensor untuk mengidentifikasi suhu di dalam inkubator.
- j. Lampu, Berfungsi sebagai penghangat dalam suhu sekitar 37°C-38°C untuk telur di dalam inkubator.
- k. Kipas, Berfungsi sebagai pendingin jika suhu di dalam inkubator panas melebihi diatas 38°C.
- l. Aplikasi Blynk, Berfungsi sebagai sistem pengontrol dan monitoring jarak jauh berbasis android untuk mesin penetas telur.

3.2 Rangkaian Keseluruhan Alat

Berikut skematik rangkaian kontrol alat dengan NodeMCU ESP8266 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Keseluruhan Alat

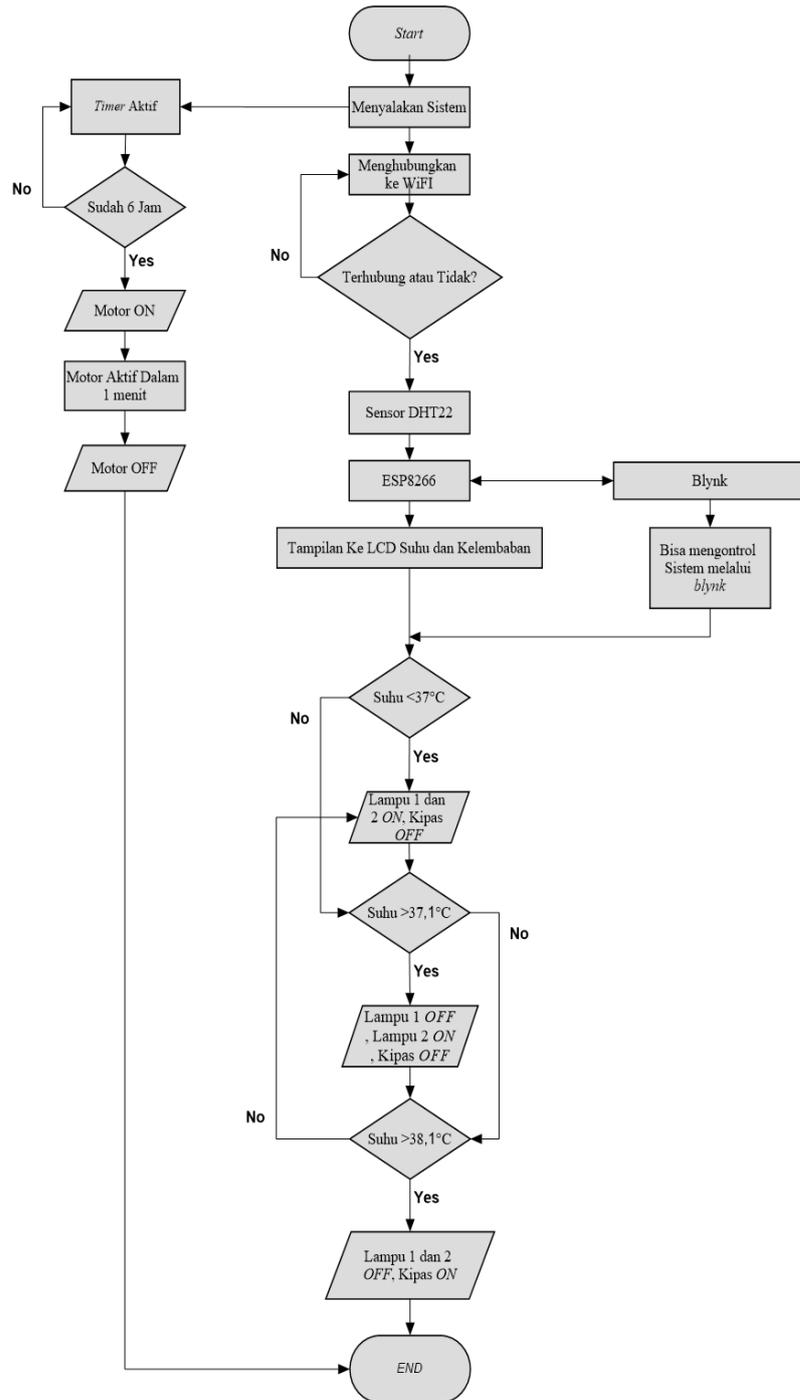
3.3 Flowchart

Gambar 7 menunjukkan flowchart dari cara kerja sistem inkubator berbasis IoT, dengan cara kerja yang dijelaskan secara sederhana sebagai berikut:

1. Nyalakan sistem dengan menghubungkan Adaptor 12V ke inverter AC untuk mengaktifkan sumber daya listrik.
2. Sensor DHT22 akan aktif dan mulai mengukur suhu di dalam mesin penetas. Jika suhu dalam mesin berada dalam batas normal yaitu 37°C - 38,1°C, maka sistem akan tetap beroperasi normal. Namun, jika suhu melebihi batas normal yaitu mencapai 38,2°C atau lebih, kipas akan diaktifkan untuk menurunkan suhu kembali ke batas normal. Setelah suhu mencapai batas normal, kipas akan dimatikan kembali.
3. Motor stepper akan digunakan untuk memutar atau membuka rak telur di dalam mesin penetas. Motor stepper akan aktif selama 1 menit setiap 6 jam sekali dalam waktu 24 jam. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa telur dalam inkubator mendapatkan sirkulasi udara yang baik dan pembalikan yang teratur untuk hasil penetasan yang lebih baik.

4. Sistem inkubator dapat dipantau secara jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Pengguna dapat mengakses aplikasi Blynk pada perangkat seluler untuk memantau suhu dan kelembaban di dalam inkubator serta melakukan kontrol jarak jauh terhadap kipas dan motor stepper.

Dengan algoritma sederhana ini, sistem inkubator berbasis IoT dapat bekerja secara otomatis dan memberikan hasil penetasan yang optimal dengan suhu dan kelembaban yang terjaga dengan baik. Selain itu, adanya monitoring jarak jauh melalui aplikasi Blynk memudahkan pengguna untuk mengawasi dan mengontrol sistem inkubator dengan lebih efisien dan praktis.



Gambar 7. Flowchart Alat

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Tegangan Panel Surya

Pengujian tegangan panel surya dilakukan dengan metode perbandingan nilai arus berdasarkan spesifikasi panel surya menggunakan multimeter. Panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi 50 Watt-peak (WP) dan dapat menghasilkan output maksimal hingga 3.2 Ampere. Setiap pengukuran tegangan dilakukan dengan memperhatikan presentase error dari hasil pengukuran tegangan.

Tabel 1. Tabel Pengujian Tegangan Panel Surya

Uji Ke	Pengukuran Multimeter (Ampere)	Spesifikasi (Ampere)	Selisih	Error (%)
1	2,9	3,2	0,3	9,37
2	2,8	3,2	0,4	12,5
3	2,6	3,2	0,6	18,75
4	2,7	3,2	0,5	15,62
5	2,6	3,2	0,6	18,75
6	2,8	3,2	0,4	12,5
7	3	3,2	0,2	6,25
8	2,9	3,2	0,3	9,37
9	2,9	3,2	0,3	9,37
10	2,8	3,2	0,4	12,5
Rata-rata	2,8	3,2	0,4	12,5

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai arus yang terukur dengan spesifikasi panel surya. Total rata-rata pengukuran arus adalah 2,8 A, sementara spesifikasi panel surya seharusnya memiliki arus sebesar 3,2A. Terdapat selisih sebesar 0,4 A antara nilai rata-rata dan spesifikasi. Dengan demikian, tingkat error pengukuran adalah 12,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa pengukuran arus panel surya mendekati nilai yang seharusnya, namun masih memiliki tingkat error yang perlu diperhatikan dalam evaluasi performa panel surya tersebut.

4.2 Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 bertujuan untuk mengukur kemampuan sensor dalam menerima rangsangan dan mengukur perubahan parameter suhu dan kelembaban. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai suhu dan kelembaban yang terukur menggunakan alat ukur suhu dan kelembaban dengan data suhu dan kelembaban yang ditampilkan pada aplikasi, LCD, dan monitor Blynk. Dengan melakukan pengujian ini, dapat dipastikan bahwa sensor DHT22 berfungsi dengan baik dan dapat memberikan informasi yang akurat terkait suhu dan kelembaban di lingkungan sekitarnya.

Tabel 2. Pengujian Suhu dan Kelembaban Sensor DHT22

Uji Ke	Sensor Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Aksi
1	36,9	64	Lampu 1&2 Hidup, Kipas Mati
2	37,1	62	Lampu 1 Mati & 2 Hidup, Kipas Mati
3	37,3	61	Lampu 1 Mati & 2 Hidup, Kipas Mati
4	37,4	61	Lampu 1 Mati & 2 Hidup, Kipas Mati
5	37,6	61	Lampu 1 Mati & 2 Hidup, Kipas Mati
6	37,7	61	Lampu 1 Mati & 2 Hidup, Kipas Mati
7	37,8	60	Lampu 1 Mati & 2 Hidup, Kipas Mati
8	37,9	60	Lampu 1 Mati & 2 Hidup, Kipas Mati
9	38,0	60	Lampu 1 Mati & 2 Hidup, Kipas Mati
10	38,2	60	Lampu 1&2 Mati, Kipas Hidup

Berdasarkan pada tabel 2 menunjukkan hasil dari sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Tabel tersebut menunjukkan hasil pembacaan pada mesin inkubator sesuai dengan ketentuan untuk penetasan telur dimana suhu pada mesin inkubator bernilai 37-38 °C dan kelembaban pada mesin inkubator bernilai 60-64 %.

4.3 Pengujian sensor DHT22 dengan HTC-2

Data pengujian perbandingan sensor DHT22 dengan Temperatur HTC-2 dapat dilihat pada Tabel 3. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sensor DHT22 memberikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten dengan perangkat pengukur lainnya, seperti Temperatur HTC-2. Data dari pengujian ini akan digunakan untuk memastikan kinerja sensor DHT22 dalam mengukur suhu pada mesin inkubator.

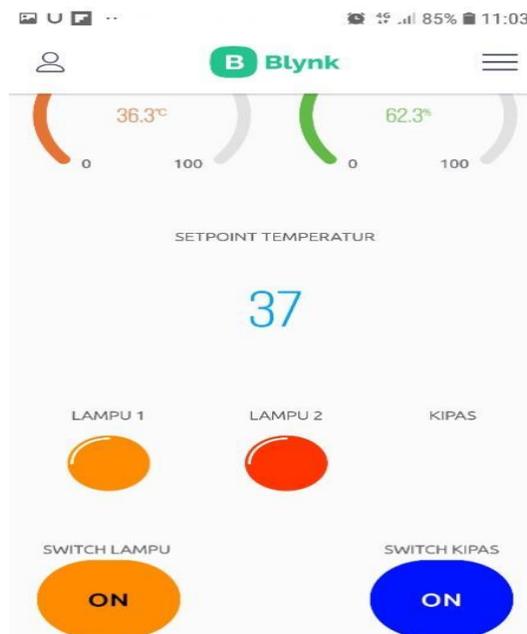
Tabel 3. Tabel Perbandingan Sensor DHT22 Dengan Temperatur HTC

Uji Ke	Sensor DHT 22 (°C)	Temperatur HTC-2 (°C)	Selisih	Error (%)
1	36,8	36,6	0,2	0,54
2	37,0	36,8	0,2	0,54
3	37,1	36,9	0,2	0,53
4	37,3	37,0	0,3	0,80
5	37,4	37,2	0,2	0,53
6	37,6	37,3	0,3	0,79
7	37,8	37,5	0,3	0,79
8	37,9	37,7	0,2	0,52
9	38,1	37,9	0,2	0,52
10	38,2	38,1	0,1	0,26
Rata-rata	37,5	37,3	0,22	0,58

Pada tabel 4. menunjukkan bahwa sensor DHT22 yang digunakan pada inkubator memiliki keakuratan yang cukup baik dalam pembacaan suhu, dengan perbedaan suhu antara sensor DHT22 inkubator dan HTC-2 memiliki selisih *error* 0,58%.

4.4 Pengujian Tombol *Blynk*

Pengujian *blynk* dilakukan dengan menekan tombol *button on/off* pada aplikasi *blynk* di android *smartphone* yang dimana masing-masing untuk lampu dan kipas. Dilakukan setelah sistem dihidupkan dan tersambung pada koneksi internet WiFi. Aplikasi *blynk* digunakan melalui *smartphone*. Jika koneksi internet terputus atau sinyal dalam kondisi buruk, maka dapat mempengaruhi kinerja sistem. Tampilan *Blynk* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Tampilan *Blynk*

Pengujian tombol lampu dan kipas dengan *blynk* bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dalam menghidupkan dan mematikan *relay* pada lampu dan kipas.

Tabel 3. Tabel Tombol *Blynk*

Uji Ke	Tombol ON/OFF	Kondisi Lampu	Waktu (Detik)
1	ON	ON	0.3
2	OFF	OFF	0.4
3	ON	ON	0.4
4	ON	ON	0.3
5	OFF	OFF	0.3
6	OFF	OFF	0.5
7	ON	ON	0.4
8	OFF	OFF	0.3
9	ON	ON	0.4
10	OFF	OFF	0.4
Rata-rata			0.4

Berdasarkan data pada tabel 4. hasil pengujian yang dilakukan pada *smartphone* seberapa cepat sinyal yang dikirimkan ke *hardware* dengan menggunakan tombol *ON/OFF* pada *blynk* untuk menjalankan Lampu dan kipas pada Inkubator berjalan sesuai dengan benar, dimana total waktu yang dibutuhkan 0.4 detik.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian sistem rancang bangun inkubator telur berbasis IoT dengan sumber daya listrik dari panel surya maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Pengujian Tegangan Panel Surya menunjukkan bahwa nilai pembacaan tegangan output pada baterai 12V mendekati spesifikasi yang diharapkan. Rata-rata pengukuran tegangan adalah 2,8A, sedangkan spesifikasi adalah 3,2A. Terdapat selisih sebesar 0,4A dan tingkat error pengukuran adalah 12,5%. Meskipun terdapat tingkat error, hasil pengujian menunjukkan bahwa panel surya berkinerja cukup baik dalam menghasilkan energi listrik dari energi matahari.
2. Pengujian Sensor DHT22 menunjukkan bahwa sensor dapat menerima rangsangan dan mengukur perubahan suhu dan kelembaban dengan baik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan data dari alat ukur suhu dan kelembaban lainnya, serta dengan data yang ditampilkan pada aplikasi, LCD, dan monitor Blynk. Sensor DHT22 memberikan informasi yang akurat terkait suhu dan kelembaban di lingkungan sekitarnya, dan berfungsi dengan baik dalam pengaturan lampu dan kipas pada mesin inkubator.
3. Pengujian Sensor DHT22 dengan Temperatur HTC-2 menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki keakuratan yang baik dalam pembacaan suhu. Perbedaan suhu antara sensor DHT22 pada inkubator dan Temperatur HTC-2 memiliki selisih error sebesar 0,58%. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor DHT22 dapat diandalkan untuk mengukur suhu dengan baik.
4. Pengujian Tombol Blynk menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Blynk pada *smartphone* dapat menghidupkan dan mematikan relay pada lampu dan kipas pada mesin inkubator dengan cepat dan sesuai dengan perintah. Pengujian ini menunjukkan bahwa sistem Blynk berfungsi dengan baik sebagai sistem pengontrol dari jarak jauh untuk lampu dan kipas pada mesin inkubator.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa sistem inkubator berbasis IoT dengan penggunaan panel surya, sensor DHT22, dan aplikasi Blynk berfungsi dengan baik dalam menjaga suhu dan kelembaban di dalam mesin inkubator, dan memberikan pengontrolan yang efisien dan akurat untuk penggunaannya.



REFERENCES

- Ahaya, R., Akuba, S., Gorontalo, M. P., Puncak, K., Panggulo, D., & Bolango, B. (2018). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Semi Otomatis. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 3(1), 44–44. <https://doi.org/10.30869/JTPG.V3I1.168>
- Anwar, S., & Hermanto. (2020). Pemanfaatan Internet of Thing (IoT) Dalam Pengendalian Lampu Dan Kipas Berbasis Android. *Jurnal RESTIKOM : Riset Teknik Informatika Dan Komputer*, 2(1), 17–31. <https://doi.org/10.52005/RESTIKOM.V2I1.63>
- Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifita Junfithrana. (2021). Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.52005/REKAYASA.V7I1.59>
- Dewi, N. H. L. (2019). *Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot)*.
- Hari Purwoto, B., Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif, E., Alimul, M. F., & Fahmi Huda, I. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14. <https://doi.org/10.23917/EMITOR.V18I01.6251>
- Puspasari, Fitri, Satya, T. P., Oktiawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40–45. <https://doi.org/10.12962/J24604682.V16I1.5776>