

Sistem Kendali Dan Monitoring Mesin Tetas Secara Real Time Berbasis IOT

Mindorian Anugrahta Barus¹, Zulfian Azmi², Ishak³

^{1,3} Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

² Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹mindbryan118@gmail.com, ²zulfian.azmi@gmail.com, ³ishakmkom@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: mindbryan118@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pengendalian suhu berbasis ESP32 menggunakan metode PID (*Proportional-Integral-Derivative*). Sistem ini dirancang untuk mengatur suhu mesin tetas dengan memanfaatkan sensor suhu dan kelembapan DHT22 sebagai alat ukur, lampu 40W sebagai pemanas, dan kipas 12V sebagai pendingin. Data suhu dan kelembapan ditampilkan pada layar LCD I2C dan dikirim ke aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Pengguna dapat mengatur *setpoint* suhu melalui aplikasi Blynk, yang kemudian digunakan oleh algoritma PID untuk mengontrol relay yang mengaktifkan atau menonaktifkan pemanas dan kipas, menjaga suhu ruangan pada nilai *setpoint* yang diinginkan. Implementasi sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor DHT22 untuk pengukuran suhu dan kelembapan, LCD I2C untuk menampilkan data secara lokal, modul relay untuk mengontrol perangkat pemanas dan pendingin, serta aplikasi Blynk untuk kontrol dan pemantauan jarak jauh. Algoritma PID digunakan untuk menjaga suhu ruangan tetap stabil dengan mengatur *output* pemanas dan kipas secara dinamis berdasarkan perbedaan antara suhu aktual dan *setpoint*.

Kata Kunci: Mesin Tetas, ESP32, PID, DHT22, Blynk

Abstract

This research develops and implements a temperature control system based on the ESP32 using the PID (*Proportional-Integral-Derivative*) method. The system is designed to regulate the temperature of an incubator by utilizing the DHT22 temperature and humidity sensor as a measuring tool, a 40W lamp as a heater, and a 12V fan as a cooler. Temperature and humidity data are displayed on an I2C LCD screen and sent to the Blynk application for remote monitoring. Users can set the temperature *setpoint* through the Blynk application, which is then used by the PID algorithm to control the relay that activates or deactivates the heater and fan, maintaining the room temperature at the desired *setpoint*. The implementation of this system consists of several main components, including the ESP32 as the microcontroller, the DHT22 sensor for temperature and humidity measurement, the I2C LCD for local data display, the relay module to control the heating and cooling devices, and the Blynk application for remote control and monitoring. The PID algorithm is used to keep the room temperature stable by dynamically adjusting the output of the heater and fan based on the difference between the actual temperature and the *setpoint*.

Keywords: Incubator, ESP32, PID, DHT22, Blynk.

1. PENDAHULUAN

Dalam bidang peternakan khususnya dalam peternakan ayam, masalah yang dihadapi adalah bagaimana untuk menetas telur ayam dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang bersamaan. Karena kemampuan induk ayam dalam mengerami telurnya terbatas, yaitu maksimal 10 butir telur tiap induk ayam. Ini menjadi masalah yang serius karena kebutuhan daging dan telur ayam di pasar yang sangat banyak. Pada prinsipnya untuk menetas telur ayam hanya menjaga suhu pada telur tersebut agar stabil sesuai yang dibutuhkan telur agar bisa menetas. Embrio akan berkembang bila suhu udara di sekitar telur minimal 37°C. Di bawah suhu udara ini praktis embrio tidak mengalami perkembangan, sehingga penyimpanan telur tetas sebaiknya sama atau diatas suhu tersebut. Suhu yang baik untuk pertumbuhan embrio adalah berkisar diantara 37°C - 39°C. Maka untuk menggantikan induk ayam dalam menetas telurnya, dibuatlah mesin penetas telur ayam. Mesin penetas telur yang beredar di pasaran saat ini masih manual, terutama pada pemutar rak telur. Untuk kontrol suhunya menggunakan thermostat, sehingga hanya menggunakan kontrol on – off untuk *heaternya*. Mesin tetas yang sudah ada juga tidak dilengkapi kipas sebagai pendingin dan perata panas dalam mesin, sehingga panas dalam mesin kurang merata [1].

Penelitian ini membuat sistem kontrol dan monitoring mesin penetas telur berbasis IOT (*Internet of Things*) yang mampu memudahkan peternak dalam proses pemantauan penetasan telur dengan memudahkan tersebut peternak dapat mengontrol suhu dan waktu penetasan sesuai yang diinginkan dan memonitoring tanpa harus ketempat mesin penetasan telur itu berada yang menjadi lebih mudah dan praktis. Dengan perancangan sistem Esp32 sebagai mikrokontroler dan modul Wi-fi dan sensor DHT22 sebagai pembaca kondisi suhu serta kelembapan saat alat dijalankan sesuai yang diharapkan dengan kemampuan presentase penetasan telur yang optimal [2]. Dengan kontroler tersebut diharapkan bisa didapatkan pengontrolan suhu dan kelembapan yang diinginkan sehingga dapat menetas telur menjadi bibit ayam yang berkualitas unggul [3].

Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode PID (*proportional, integral, derivative*). Dalam penelitian ini metode PID melakukan berbagai fungsi yaitu *proporsional* (P) dapat membuat respon proposional terhadap perbedaan antara suhu saat ini dan *setpoint*, *integral* (I) untuk mengakumulasi kesalahan suhu seiring waktu,

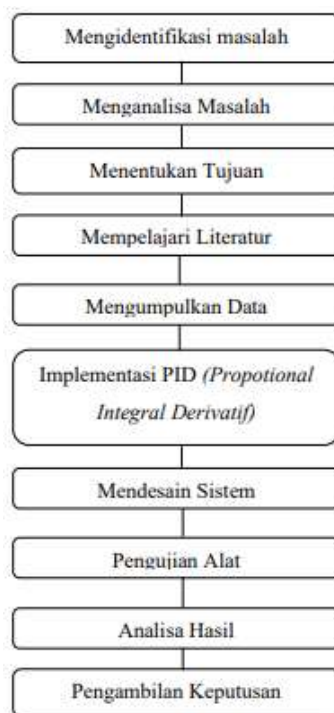
sedangkan *derivative* (D) untuk merespon laju perubahan suhu dan memperkecil *error* atau meredam *overshot/undershot* pada sistem. Penambahan sistem kendali PID pada mesin tetas otomatis akan dapat membantu meningkatkan efektifitas alat dan mempercepat kestabilan sistem untuk mencapai *setpoint* yang ditentukan [4].

Ayam broiler merupakan salah satu jenis ayam ras yang khusus menghasilkan daging. Jenis ayam ras ini mempunyai pertumbuhan yang cepat sehingga dalam waktu 4-5 minggu sudah dapat dipanen. Daging yang dihasilkan empuk dan sangat disukai oleh masyarakat. Produk dari ayam ras ini mempunyai peranan penting sebagai sumber protein hewani yang harganya relatif murah. Ayam broiler membutuhkan pemeliharaan yang baik untuk dapat mencapai produksi yang optimal [5]. Embrio dalam telur unggas akan cepat berkembang selama suhu telur berada pada kondisi yang sesuai dan akan berhenti berkembang jika suhunya kurang dari yang dibutuhkan. Suhu yang dibutuhkan untuk penetasan telur setiap unggas berbeda-beda. Contoh suhu untuk perkembangan embrio dalam telur ayam antara 38.33° - 40.55°C, itik 37.78°- 39.45°C, puyuh 39.5°C dan walet 32.22° - 35°C. Kestabilan suhu sangat penting dalam penetasan telur. Suhu dalam mesin tetas yang masih menjamin proses penetasan telur sekitar 0.2-0.3°C. Untuk itu sangat dibutuhkan keadaan suhu yang stabil dalam penetasan telur [6].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam suatu metodologi penelitian diperlukan penjabaran kerangka kerja saat merancang Sistem Kendali Dan Monitoring Mesin Tetas Secara Real Time Berbasis IOT. Kerangka kerja adalah bagian yang akan dilewati secara bertahap sehingga penelitian sistem ini akan berlangsung dengan baik. Adapun kerangka yang harus diikuti untuk penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Adapun penjelasan kerangka kerja sebagai berikut:

1. **Mengidentifikasi Masalah**
Mengidentifikasi masalah yang diteliti akan dipecahkan dalam penelitian ini dan bagaimana untuk memonitoring suhu pada kandang, mengontrol suhu kandang. Mendesain sistem pengujian alat mengidentifikasi hasil yang diproses akan ditampilkan oleh LCD dan dikirim ke aplikasi Blynk.
2. **Menganalisa Masalah**
Menganalisa Masalah yang dilakukan pada penelitian ini adalah dalam hal membangun sistem yang memanfaatkan metode PID (Propotional Integral Derivatif).
3. **Menentukan Tujuan**
Menentukan tujuan penelitian ini dilakukan agar hasil yang diharapkan tidak berbeda dengan yang diinginkan. Tujuan dalam penelitian ini adalah mengimplementasikan teknik PID (Propotional Integral Derivatif) dalam monitoring suhu dan kelembapan.

4. Mempelajari Literatur
Mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan penelitian ini yang dapat dijadikan referensi, dalam penelitian ini adapun literatur yang dipakai adalah tentang teknik PID (Propotional Integral Derivatif) dalam monitoring, datasheet NodeMCU, sensor DHT22, dan Blynk.
5. Mengumpulkan Data
Mengumpulkan data-data, khususnya data-data dalam teori tentang teknik PID (Propotional Integral Derivatif), data-data tentang monitoring suhu dan kelembapan, dan data-data tentang penelitian yang akan dibuat.
6. Implementasi Teknik PID (Propotional Integral Derivatif)
Melakukan implementasi teknik PID (Propotional Integral Derivatif) pada sistem monitoring dan kontroling suhu dan kelembapan kandang yang dapat dipantau menggunakan aplikasi Blynk.
7. Mendesain Sistem
Melakukan desain rancang bangun sisten dalam bentuk 3D. Penentuan komponen yang akan digunakan dan pemanfaatan NodeMCU untuk mengendalikan sistem.
8. Pengujian Alat
Setelah perancangan sistem rancang bangun, tahap selanjutnya yang dilakukan adalah tahap pengujian sistem monitoring suhu dan kelembapan. Hal ini dilakukan agar dapat melihat hasil kinerja alat yang dirancang.
9. Analisa Hasil
Pengolahan data hasil yang didapat kemudian data tersebut dianalisa agar sesuai dengan hasil yang diharapkan.
10. Pengambilan Keputusan
Menentukan hasil dari sistem yang akan dirancang apakah sistem cocok dipergunakan atau harus melakukan perbaikan.

Kerangka kerja pada penelitian ini juga menggunakan flowchart sebagai penjelasan kinerja alat. Flowchart sendiri adalah diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program [11].

2.2 Metode Perancangan

1. Perencanaan
Pada tahapan ini proses perencanaan dari sistem yang akan dibuat memerlukan syarat pemakaian software sebagai interface beserta hardware sebagai sistem kendali sensor.
2. Analisa
Untuk mengamati secara rincian bagaimana menerapkan metode PID (Propotional Integral Derivatif) sebagai pengujian dan memperoleh data yang akan diperlihatkan di aplikasi blynk dapat diharapkan mempunyai penyesuaian selaras dengan perancangan.
3. Desain
Menggunakan aplikasi fritzing untuk merancang desain kandang mesin tetas otomatis dan google sketch up untuk desain tampilan 3 dimensi pada sistem.
4. Implementasi Metode
Dengan menggunakan metode PID (Propotional Integral Derivatif) untuk pembacaan sensor supaya lebih akurat.
5. Pengujian
Percobaan dilaksanakan setelah seluruh proses sebelumnya sudah betul-betul selesai dan berjalan dengan baik, pengujian dilaksanakan dengan menghidupkan sistem secara keseluruhan.
6. Perawatan
Melakukan pemeriksaan terhadap sistem secara rutin atau berjangka waktu. apakah sistem masih berjalan sesuai objek. Perawatan juga meliputi semua komponen pendukung sistem.

2.3 Kontrol PID (Poportional Integral Derivatif)

Sistem kontrol PID merupakan sebuah sistem yang mempunyai sistem kerja secara *close loop* metode PID terdiri dari tiga buah kontrol, *propotional* (P), *Derivative*(D), dan *Integral* (I), dimana masing masing mempunyai keunggulan dan kelemahan dalam responnya. Penggabungan tiga buah kontrol tersebut bertujuan untuk memaksimalkan sistem dalam mencapai setpoint yang telah diberikan. Dalam aplikasinya sistem perlu mengatur nilai Kp, Ki dan Kd, agar sinyal respon keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Elemen-elemen kontroller P, I, dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Mendefinisikan $u(t)$ sebagai *output* kontroler, bentuk algoritma PID dirumuskan:

$$u(t) = P(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Dalam cakupan waktu diskrit keluaran sinyal kendali dirumuskan:

$$u(t) = K_P (e(k) + K_I \cdot T_S [e(k-1) + e(k)] + \frac{K_P e(k) - e(k-1)}{T_S})$$

Kp = gain proporsional

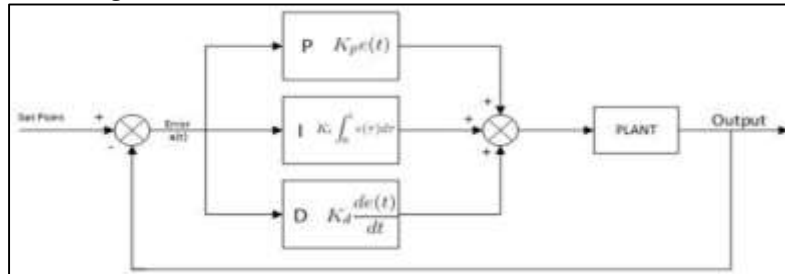
Ki = gain integral

Kd = gain derivative

T_s = Waktu cuplik (sampling time)

$e(k)$ Error = Y_{sp} (setpoint) – Y_m (variabel proses)

Keluaran controller PID merupakan jumlahan dari keluaran kontroler proporsional, keluaran kontroler integral. Gambar 2.9 menunjukkan hubungan tersebut.

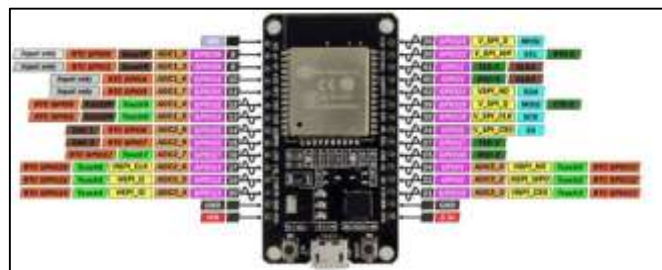


Gambar 2. Diagram Blok pengendali PID

Karakteristik kontroler PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I, dan D. Penyetelan konstanta K_p , T_i , dan T_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat disetel lebih menonjol dibanding yang lain. Konstanta yang menonjol itulah akan memberikan kontribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan [7].

2.4 ESP 32

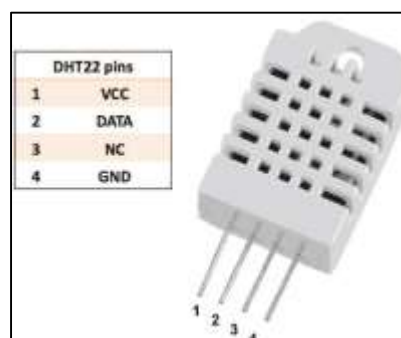
ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Terlihat pada 2.11 merupakan pin out dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan input atau output untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC [8].



Gambar 3. ESP32

2.5 DHT 22

Sensor DHT22 yaitu sensor seri DHT dari Aason Electronics yang dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembapan secara serempak dengan keluaran digital. Sensor DHT ini memiliki 2 jenis yaitu sensor DHT11 dan sensor DHT22. Sensor DHT22 ini memiliki akurasi yang lebih baik daripada DHT11 dengan angka relatif yang didapatkan dari pengukuran suhu 4% dan kelembapan 18%. Sensor ini mampu untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembapan dengan karakteristik resistive terhadap perubahan kadar air di udara serta terdapat chip yang di dalamnya melakukan beberapa konversi analog ke digital dan mengeluarkan output dengan format single-wire bi-directional (kabel tunggal dua arah) [2].



Gambar 4. Sensor DHT22

2.6 LCD

LCD 4x20 dengan format 4 baris dan 16 kolom. Ini menandakan bahwa layar tersebut dapat menampilkan informasi dalam bentuk teks pada 4 baris dengan masing-masing baris memiliki 20 karakter. Layar semacam ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, termasuk mikrokontroler dan perangkat lain yang memerlukan tampilan teks yang sederhana. Penggunaan LCD difungsikan untuk menampilkan kondisi temperatur, kelembaban, dan kondisi aktuator-aktuatornya dalam inkubator pada saat itu yang dilengkapi dengan tampilan waktu berupa detik, menit, dan jam. Sehingga melalui LCD dapat diketahui kondisi mesin pada proses penetasan secara keseluruhan. Kondisi aktuator tersebut dilambangkan dengan logika “0” dan “1”, maksudnya jika logika “0” maka aktuator tersebut mati (tidak menyala), sedangkan logika “1” berarti aktuator tersebut sedang menyala (hidup) [9].



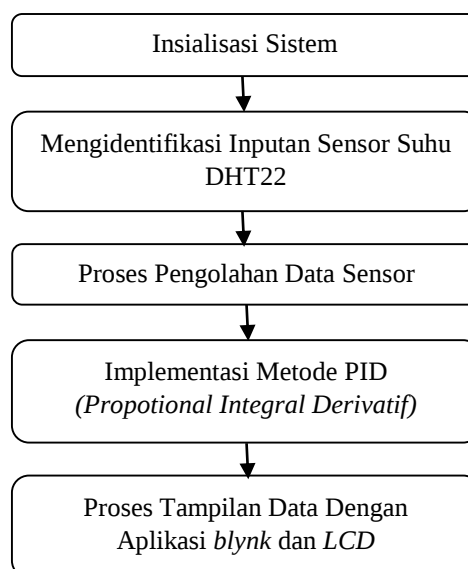
Gambar 5. LCD 4x20

2.7 Blynk

Blynk adalah sebuah layanan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet. Aplikasi yang disediakan oleh blynk sendiri masih butuh disusun sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan aplikasi blynk pada penelitian ini didasari oleh mudahnya implementasi program blynk dengan mikrokontroler, mudahnya pemasangan pada smartphone, penyusunan tampilan aplikasi bisa disesuaikan sendiri sesuai dengan selera, dan aplikasi blynk ini gratis [12]. Aplikasi blynk juga termasuk platform yang digunakan untuk mengontrol perangkat IoT (Internet of Things) dari jarak jauh melalui smartphone. IoT (*Internet Of Things*) sendiri adalah segala sesuatu atau perangkat elektronik yang dapat berinteraksi langsung dengan pengguna yang digunakan untuk kebutuhan monitoring ataupun kontrol pada perangkat tersebut melalui internet [12].

2.8 Tahapan Proses Sistem

Agar cara kerja sistem bisa lebih transparan tentu diperlukan penjabaran dengan melalui tahapan-tahapan kerja. Tahapan sistem tersebut bisa diperhatikan pada gambar dibawah ini:



Gambar 5. Tahapan Proses Sistem

1. Inisialisasi Sistem
Proses awal dari sistem sebagai syarat agar sistem bisa dioperasikan, perihail yang termasuk dalam inisialisasi sistem yaitu menghubungkan catu daya dan menentukan set point jika diperlukan hingga melaksanakan koneksi awal antara komponen-komponen utama.
2. Identifikasi inputan sensor suhu DHT22
Pada tahapan ini sensor akan di identifikasikan untuk aktif. Proses dimana sensor ini akan membaca nilai suhu dan kelembapan pada kandang.
3. Proses Pengolahan Data Sensor
Proses pengolahan data sensor dilakukan oleh sistem yang dipakai. Pada umumnya konfigurasi akan terjadi setelah sistem diaktifkan dan data sensor atau inputan akan otomatis dikirim ke sistem kendali untuk diolah berdasarkan metode yang dipakai.
4. Implementasi Metode PID (Propotional Integral Derivatif)
Program yang telah dimasukkan dalam sistem dengan ketentuan algoritma dari metode PID (Propotional Integral Derivatif) yang dipakai akan membandingkan data inputan dari sensor memakai tahapan-tahapan pengolahan data algoritma dari metode PID (Propotional Integral Derivatif).
5. Proses Tampilan Data Dengan Aplikasi Blynk dan LCD OLED.
Tahap terakhir dari sistem yang berjalan merupakan kondisi keluaran yang dimana pada sistem ini diberikan informasi suhu dan kelembapan pada kandang. Suhu dan kelembapan ini akan disesuaikan dengan inputan yang telah diolah sistem kendali berdasarkan metode yang di implementasikan.

2.9 Penerapan PID (*Propotional Integral Derivatif*)

Penerapan metode PID (Propotional Integral Derivatif) bertujuan untuk mengolah data setelah proses pengujian alat. Pada analisis data mencari nilai dari uji akurasi alat dan pengolahan data statistik menggunakan regresi logaritmik. Dalam mencari nilai suhu pada inkubator otomatis menggunakan kontrol PID, kita perlu mempertimbangkan beberapa hal seperti setpoint (SP), nilai aktual (PV), dan output kontrol (U) yang dihasilkan oleh algoritma PID. Berikut adalah cara umum untuk menghitung nilai suhu pada inkubator otomatis dengan menggunakan kontrol PID:

1. Setpoint (SP): Nilai suhu yang diinginkan pada inkubator.
2. Nilai aktual (PV): Nilai suhu saat ini yang diukur oleh sensor suhu pada inkubator
3. Output Kontrol (U): Nilai output yang dihasilkan oleh kontrol PID untuk mengatur suhu pada inkubator (misalnya, kecepatan pemanas atau pembukaan ventilasi).

Rumus umum untuk menghitung output kontrol (U) pada kontrol PID adalah sebagai berikut:

$$U = P + I + D$$

- Propotional (P) :

$$P = K_p \times (SP - PV)$$

- Integral (I) :

$$I = I + K_i \times (SP - PV) \times \Delta_t$$

Dimana Δ_t adalah interval waktu antara iterasi kontrol.

- Derivative (D) :ss

$$D = K_d \times \frac{d(PV)}{dt}$$

Dimana $\frac{d(PV)}{dt}$ adalah turunan dari nilai suhu terhadap waktu.

Setelah menghitung komponen P,I, dan D, kita dapat menjumlahkannya untuk mendapatkan nilai output kontrol (U). Nilai U ini kemudian digunakan untuk mengatur pemanas atau perangkat lainnya dalam inkubator untuk mencapai nilai suhu yang diinginkan (SP).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

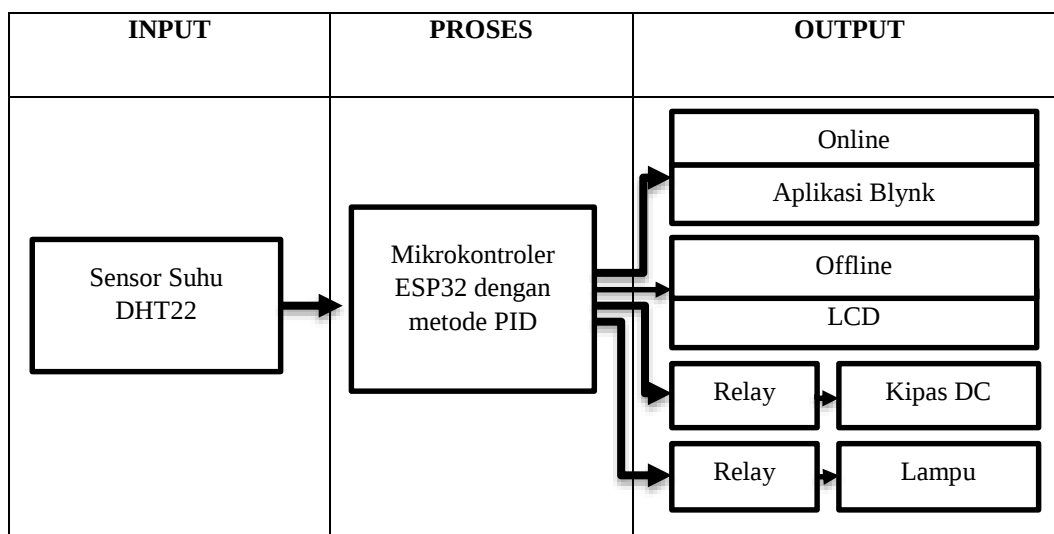
3.1 Pemodelan Sistem

Pada perancangan dan pemodelan sistem ini dilakukan dengan perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat windows (software). Sistem ini pada perangkat keras akan dibuat dengan menggunakan rangkaian elektronik digital yang terdiri dari beberapa rangkaian yang dijadikan sebuah sistem.

Pada perancangan perangkat lunak di desain sebuah aplikasi yang digunakan sebagai interface atau penerimaan data dan informasi dari hasil analisa atau pembacaan sebuah sensor. Perancangan perangkat lunak dikerjakan dengan bantuan sebuah sensor. Perancangan perangkat lunak dikerjakan dengan bantuan sebuah software fritzting.

3.2 Blok Diagram Sistem

Sebelum melakukan perancangan sistem, terlebih dahulu dibuat diagram yang akan menjelaskan aliran input, proses, dan output.



Gambar 6. Blok Diagram

3.3 Rangkaian Keseluruhan

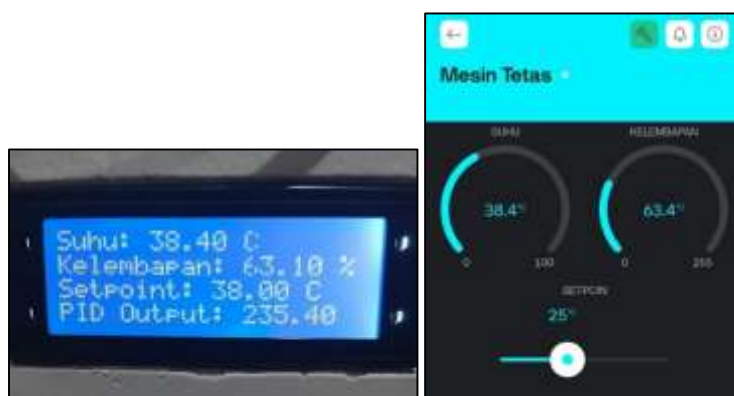
Berikut ini gambar dari rangkaian keseluruhan yang ada pada perangkat keras pada implementasi metode PID dalam Sistem Kendali Dan Monitoring Mesin Tetas Secara Real Time Berbasis IOT.



Gambar 6. Rangkaian Keseluruhan

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem prototype ini menggunakan output berupa LCD dan blynk. berikut ialah gambar hasil dari pengujian alat:



Gambar 7. Pengujian LCD dan blynk

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian implementasi IoT pada Sistem Kendali Dan Monitoring Mesin Tetas Secara Real Time Berbasis IOT yaitu, berdasarkan pengujian yang dilakukan untuk merancang sensor DHT22 dilakukan dengan cara menghubungkan ke ESP32 yang berfungsi untuk mengendalikan sistem dimana, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan, akan mengirim nilai data ke ESP32 agar diproses data yang lebih di input dan mengirim ke output. Hal baru yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sistem monitoring dan kontroling dengan metode PID yang dapat dilakukan dari jarak jauh yang dapat memudahkan peternak/pengguna dalam beternak telur.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini. Terima kasih kepada pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi sepanjang proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan dan keluarga atas dukungan moral dan materiil yang sangat berarti. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan aplikasi teknologi dalam bidang peternakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hartono, M. Fathuddin, and A. Izzuddin, "Perancangan dan Pembuatan Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Arduino," *Energy*, vol. 7, no. 1, pp. 30–37, 2017.
- [2] M. R. R. Jusman, S. Masita, and M. Dzarfaraby, "Sistem Kontrol & Monitoring Mesin Penetas Telur Berbasis Iot (Internet Of Things)," *Mechatronics J. Prof. Entrep.*, vol. 3, no. 2, pp. 64–71, 2021.
- [3] Patel, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Suhu Pada Incubator Penetas Telur Ayam Berbasis Internet of Things," pp. 9–25, 2019, [Online]. Available: <https://repository.mercubuana.ac.id/55332/>
- [4] N. Yuliarman, S. Aisyah, and H. Toar, "Implementasi Kontrol PID pada Mesin Pengembang Roti," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 11, no. 3, 2015, doi: 10.17529/jre.v11i3.2304.
- [5] T. Nuryati, "Performance Analysis of Broiler in Closed House and Opened House," *J. Peternak. Nusantara*, vol. 5, no. 2, p. 77, 2019, doi: 10.30997/jpnu.v5i2.1931.
- [6] P. Wicaksono, Heas, "Pembuatan Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler," pp. 1–96, 2018.
- [7] L. F. Viera Valencia and D. Garcia Giraldo, "濟無No Title No Title No Title," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 2, 2019.
- [8] A. Imran and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32," *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- [9] R. Nugroho, S. Santoso, R. Firmansyah, and H. A. Bazari, "RANCANG BANGUN MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS MICROCONTROLLER ATMEGA16 Abstrak," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–26, 2019.
- [10] A. Surahman, B. Aditama, M. Bakri, and R. Rasna, "Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet Of Things," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, p. 13, 2021, doi: 10.33365/jtst.v2i1.1025.
- [11] R. Rosaly and A. Prasetyo, "Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-Simbol," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 2, no. 3, pp. 5–7, 2020.
- [12] W. A. Prayitno, A. Muttaqin, and D. Syauqy, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hdiroponik Menggunakan Blynk Android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Komun. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 292–297, 2017, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/87/46>