

Prototype Penetas Telur Ayam Kampung menggunakan Arduino Nano V3.0 Atmega328

Krisna Adriansyah*, Endi Permata, Bagus Dwicahyono
Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Article Info

Article history:

Submitted June 14, 2023
Accepted August 6, 2023
Published August 7, 2023

Keywords:

Prototype Penetas Telur
Ayam Kampung,
Arduino Nano V3.0
ATmega328,
Modul ESP8266,
Sensor DHT-22.

Free-range egg Incubator
Prototype,
Arduino Nano V3.0
ATmega328,
ESP8266 Module,
DHT-22 Sensor.

ABSTRACT

Penelitian ini merupakan penelitian keteknikan yang bertujuan untuk merancang *prototype* penetas telur ayam kampung menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan hasil pengujian *prototype* yang dibuat. Teknik analisis data menggunakan perbandingan selisih waktu pengiriman data suhu dan kelembaban dari *prototype* ke web server dengan komponen eksternal. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan telur yang menetas sebesar 90%. Selisih waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk mengirimkan data kepada web server adalah 0 detik dengan *error* sebesar 0%. Pengukuran sensor DHT-22 dengan termometer memiliki selisih suhu 0.6 °C dan *error* rata-rata 0.163% dan pengukuran kelembaban dengan higrometer memiliki rata-rata *error* sebesar 0%. Efektivitas sistem dilihat dari keberhasilan telur yang menetas, dengan tingkat persentase keberhasilan sebesar 90%.

This research is engineering research which aims to design a prototype free-range chicken egg incubator using Arduino Nano V3.0 ATmega328. Collecting data in this study using the results of prototype testing that was made. The data analysis technique uses a comparison of the difference in time for sending temperature and humidity data from the prototype to the web server with external components. The results of this study indicate that the success rate of hatching eggs is 90%. The difference in time needed by the machine to send data to the web server is 0 seconds with an error of 0%. DHT-22 sensor measurements with a thermometer have a temperature difference of 0.6 °C and an average error of 0.163% and humidity measurements with a hygrometer have an average error of 0%. The effectiveness of the system is seen from the success of the eggs hatching, with a success rate of 90%.



Corresponding Author:

Krisna Adriansyah,
Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
FKIP UNTIRTA, Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten, 42117, Indonesia.
Email: *krisnaadriansyah123@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pada era modern ini, teknologi sektor pangan memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan. Kemajuan pada teknologi ini tidak dapat dihindari seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan. Pemanfaatan teknologi sangatlah bervariasi, salah satunya terhadap sektor peternakan yang merupakan penggerak pembangunan di wilayah pedesaan. Pesatnya pertumbuhan penduduk di nusantara berdampak pada peningkatan konsumsi pangan penduduknya, terutama pada kebutuhan pangan yang memiliki sumber protein, yaitu daging unggas dan telur [1]. Masalah utama yang terjadi di wilayah pedesaan yaitu, para peternak yang memiliki keterbatasan produksi bibit ayam. Salah satu faktor penyebabnya adalah keterbatasan jumlah telur yang dapat ditetaskan. Induk ayam hanya dapat mengerami telurnya maksimal 10 sampai 12 butir saja [2].

Berdasarkan hasil wawancara dengan bapak Kinoy seorang peternak ayam tradisional yang telah berternak selama puluhan tahun di peternakan ayam kampung Sindangkarsa, Kecamatan Tapos, Kota Depok. Kendala dalam menetas telur secara tradisional adalah jumlah telur maksimal yang dapat ditetaskan. Jumlah telur maksimal yang dapat ditetaskan dengan cara tradisional oleh induk ayam berjumlah maksimal 10 butir telur. Jika lebih dari 10 butir, dikhawatirkan akan gagal menetas karena dalam proses pengeraman oleh induk ayam jika ada telur yang tidak terkena prosesnya, maka akan menyebabkan kematian embrio dari telur tersebut

yang disebabkan oleh penyebaran pemanasan suhu yang tidak merata ke seluruh bagian dari telur. Menurut penelitian Servet YALCIN, Sezen Özkan, Tahir Shah berjudul “*Incubation Temperature and Lighting: Effect on Embryonic Development, Post-Hatch Growth, and Adaptive Response*” menyatakan bahwa suhu optimal yang dibutuhkan untuk penetasan telur berada di antara 37.5°C-37.8°C [3].

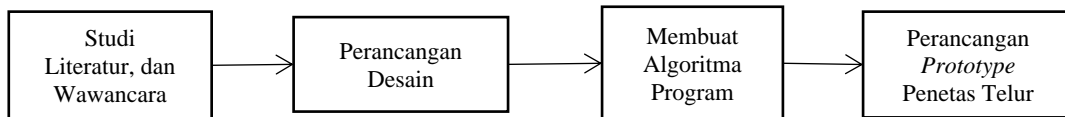
Berdasarkan alasan tersebut, para peternak tidak cukup hanya mengandalkan cara tradisional sehingga diperlukan suatu teknologi yang dapat menetas telur dengan cepat dan mudah [4]. Dalam kemajuan teknologi pada sektor peternakan, terdapat sebuah teknologi penetasan buatan yang dikenal sebagai inkubator telur [5]. Inkubator telur adalah alat yang dipanasi dengan aliran listrik pada suhu tertentu yang dipakai untuk mengerami telur. Inkubator biasanya berbentuk ruang atau boks (kotak) dengan ukuran tertentu [6]. Melalui penggunaan teknologi penetasan telur, waktu yang seharusnya digunakan induk unggas untuk mengerami telurnya dapat dialihkan untuk bersiap bertelur kembali [2]. Pendapat ini sejalan dengan penelitian “Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler” oleh S. Ridho yang menyatakan bahwa, menetas telur dengan menggunakan mesin memiliki banyak kelebihan dan kemudahan, salah satunya adalah dapat menetas telur dalam jumlah banyak sehingga tidak menyita waktu seperti yang dilakukan dengan cara tradisional [7]. Pada penelitian ini menggunakan Arduino dengan jenis Nano bertipe V3.0 ATmega328 karena memiliki ukuran yang fleksibel sehingga dapat dihubungkan dengan berbagai komponen lain tanpa memakan banyak tempat.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka penulis mengambil judul “*Prototype Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328*”. Diharapkan dengan adanya *prototype* penetas telur yang dibuat ini dapat mengatasi kendala dalam hal produksi bibit ayam dan jangka waktu yang dibutuhkan untuk menetas telur ayam.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alur Penelitian

Alur penelitian pada penelitian ini menggunakan rangkaian metode perancangan dengan model *linear process flow*. Alur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Alur Penelitian

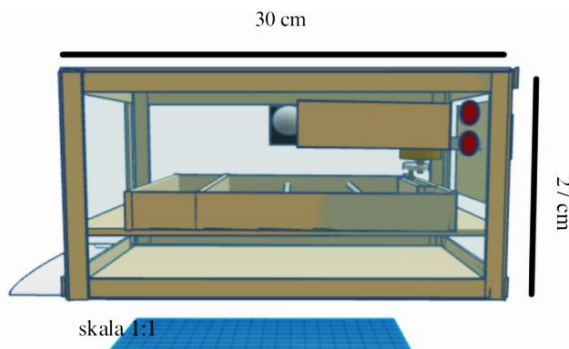
Linear process flow merupakan sebuah metode yang dijalankan masing-masing dari beberapa aktivitas kerangka kerja secara berurutan [8]. Berikut merupakan garis besar mekanisme yang dilakukan.

2.1.1 Studi Literatur dan Wawancara

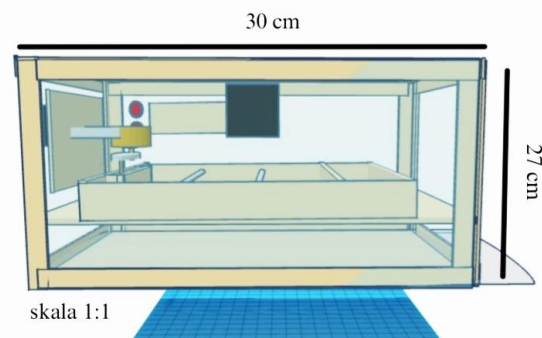
Pembuatan alat *Prototype Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328* ditetapkan melalui latar belakang masalah sebagai landasannya. Penelitian dilakukan dengan melakukan studi literatur dengan membaca beberapa sumber bahan penelitian pada internet, buku, dan jurnal untuk memperkaya informasi dan referensi mengenai materi dan penelitian yang diteliti. Juga dilakukan wawancara kepada seorang peternak ayam kampung bernama bapak Kinoy yang berlokasi di kampung Sindangkarsa, Kota Depok mengenai materi dan penelitian yang diteliti untuk memperkaya informasi aktual secara langsung di lapangan.

2.1.2 Perancangan Desain

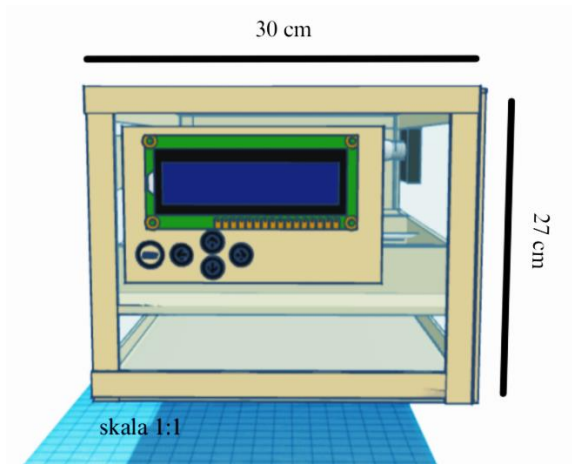
Setelah mencari beberapa informasi dan literatur dari beberapa jurnal dan penelitian yang relevan, kemudian dilakukan perancangan desain dari *prototype* yang akan dibuat. Perancangan desain dibuat menggunakan sebuah aplikasi AutoDesk TinkerCAD. Desain yang dibuat didasarkan dari beberapa konsep yang ditemukan pada tahap studi literatur sehingga dibentuk sedemikian rupa sebagaimana Gambar 2 ~ 7.



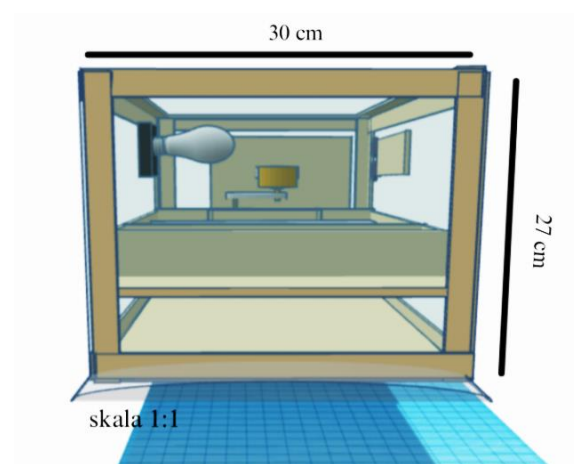
Gambar 2. Desain *Prototype* Bagian Depan



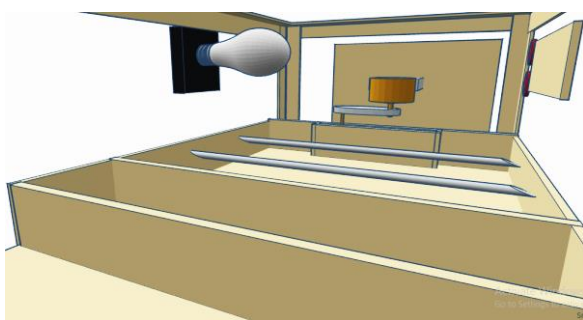
Gambar 3. Desain *Prototype* Bagian Belakang



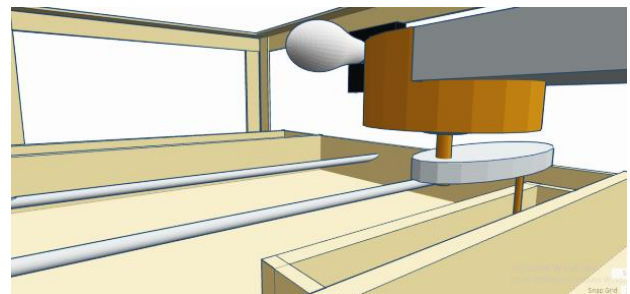
Gambar 4. Desain *Prototype* Bagian Samping Kanan



Gambar 5. Desain *Prototype* Bagian Samping Kiri



Gambar 6. Desain *Prototype* Bagian Rak Penggerak



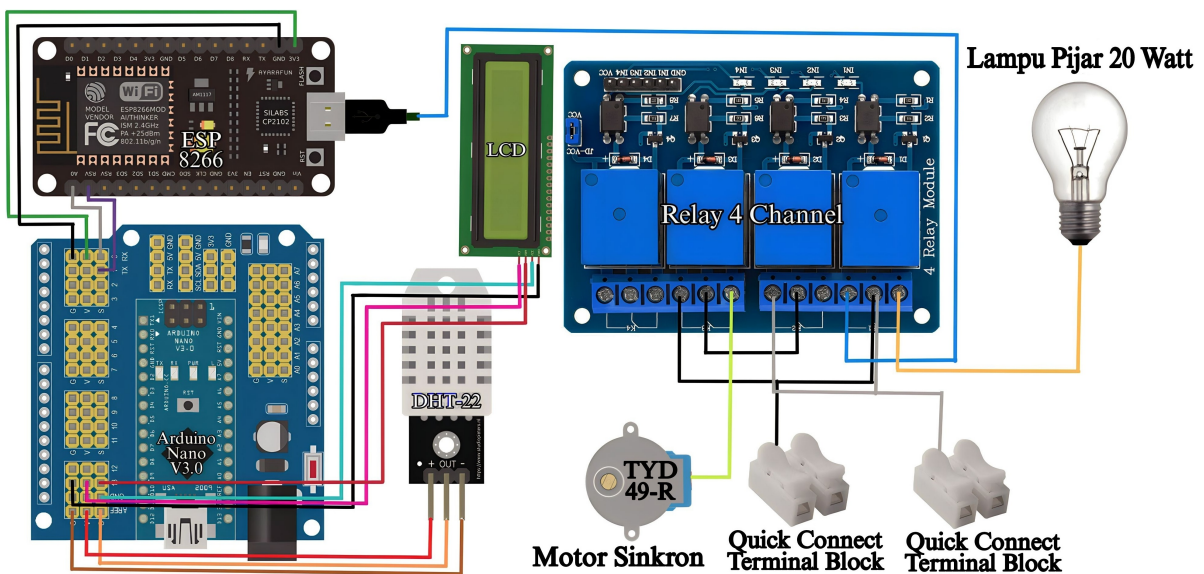
Gambar 7. Desain *Prototype* Bagian Dalam

2.1.3 Membuat Algoritma Program

Algoritma program dibuat untuk memudahkan penggunaan pada *Prototype* Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328. Adapun algoritma program yang dibuat adalah sebagai berikut :

1. Algoritma program Arduino Nano V3.0 ATmega328 untuk mengatur suhu dan kelembaban di dalam ruang penetasan telur.
2. Algoritma program Modul ESP8266 untuk mengirimkan data kepada *web server*.

Diagram perkabelan Arduino Nano dan Modul ESP8266 ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Blok Diagram *Prototype* Penetas Telur.

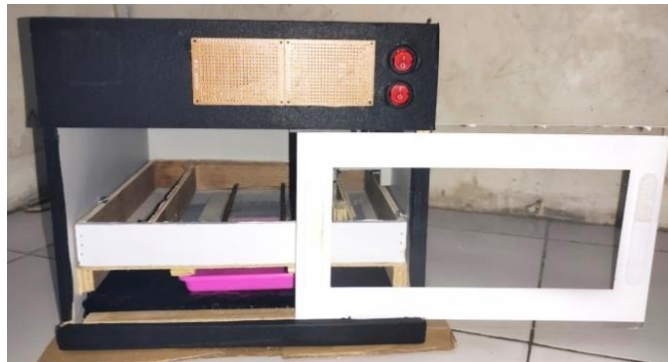
Berdasarkan Gambar 8 di atas, terdapat 2 tombol *switch* pada *Prototype* Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328. Tombol *switch* bagian atas terhubung pada komponen LCD dan *relay channel* ke-tiga dan berfungsi untuk mengaktifkan sensor kelembaban/*mist maker* serta motor sinkron sebagai penggerak ruang penetas telur. Tombol *switch* bagian bawah terhubung pada komponen LCD, Arduino Nano V3.0 ATmega328, Modul ESP8266, lalu sensor DHT-22. Tombol *switch* bagian bawah berfungsi untuk mengaktifkan keseluruhan komponen utama yang diatur daya nya dengan menggunakan *relay channel* ke-empat yang terhubung juga dengan 1 buah lampu pijar 20 watt sebagai pemanas telur dan adaptor *charger* 5 V serta steker untuk menghubungkannya ke listrik.

2.1.4 Perancangan *Prototype* Penetas Telur

Komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan *Prototype* Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328 ini, yaitu:

1. Arduino Nano dengan tipe v3.0 atmega328 yang diintegrasikan dengan aplikasi Arduino pada perangkat komputer atau laptop sebagai komponen utamanya.
2. LCD *display* dengan ukuran 16x2 untuk menampilkan keluaran data dari temperatur dan kelembaban.
3. Sensor dht-22 untuk mengukur temperatur dan kelembaban.
4. *Power supply* 5 V sebagai pengubah arus tegangan listrik agar tidak melebihi batas maksimal *prototype* serta sebagai daya cadangan atau *charger*.
5. Motor sinkron sebagai komponen penggerak ruang penetasan telur.
6. Modul *relay* 4 channel sebagai penyambung dan pemutus arus listrik.

Prototype penetas telur ayam ini ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. *Prototype* Penetas Telur

2.2 Implementasi

2.2.1 Arduino IDE

Software pada *Prototype* Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328 ini menggunakan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE digunakan untuk memprogram komponen Arduino Nano dan komponen ESP8266. Pemrograman yang dilakukan pada Arduino Nano adalah untuk membaca hasil dari sensor DHT-22 dan menyimpan hasil tersebut yang dijadikan *input* untuk menjalankan komponen lainnya. ESP8266 diprogram untuk mengirimkan data *real time* ke *web server* sehingga dapat dipantau secara *wireless* menggunakan *device smartphone* atau laptop.

2.2.2 Arduino Nano V3.0 ATmega328

Arduino adalah mikrokontroler *open-source* yang digunakan untuk membuat proyek-proyek elektronik interaktif [9]. Arduino NanoV3.0 ATmega328 digunakan karena pada Arduino jenis Nano ini memiliki fungsi yang sama dengan jenis Uno, tetapi memiliki ukuran yang lebih kecil sehingga sangat fleksibel dan tidak memakan banyak tempat. Arduino Nano berfungsi sebagai kontroler, tempat memrosesan data program yang sebelumnya telah dibuat pada aplikasi Arduino IDE.

2.2.3 Node MCU ESP8266

Node MCU ESP8266 adalah sebuah *chip wifi* yang berfungsi untuk mengirimkan data secara *wireless* dengan koneksi *wifi* [10]. Implementasi ESP8266 dilakukan dengan cara mengirimkan data yang diterima dari Arduino Nano dan Sensor DHT-22 kepada *web server* sehingga dapat diakses secara *wireless* melalui *device smartphone* atau laptop untuk memantau perkembangan temperatur dan kelembaban.

2.2.4 Sensor DHT-22

Sensor DHT-22 merupakan sebuah komponen yang berfungsi sebagai pengukur temperatur suhu dan kelembaban [11]. Sensor DHT-22 digunakan untuk membaca data mengenai temperatur dan kelembaban di dalam mesin penetas telur. Data yang dibaca akan dikirimkan kepada Arduino Nano dan diproses untuk memberi perintah kepada komponen lain agar dapat bekerja sesuai yang diharapkan.

2.2.5 Motor Sinkron

Motor yang bekerja pada kecepatan sinkron biasa disebut dengan *synchronous motor* atau motor sinkron [12]. Implementasi motor sinkron digunakan sebagai penggerak rak penetas telur yang pergerakannya dilakukan secara otomatis berdasarkan pengaturan program dari Arduino Nano. Motor sinkron yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut, ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi Motor Sinkron

No.	Spesifikasi	Data
1.	Arah Rotasi	Searah jarum jam
2.	Ukuran Motor	49 x 21 mm
3.	Jenis/Tipe	TYD-49R
4.	Frekuensi	50/60 Hz
5.	Operasi Tegangan	AC 220 – 240V
6.	Daya Keluaran	4 Watt

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Pengujian pada *prototype* penetas telur dilakukan di Laboratorium Pendidikan Vokasional Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

3.1.1 Hasil Pengujian Data Pada Mesin dan Web Server

Pengujian data pada mesin dan *web server* dilakukan untuk mengetahui selisih waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data pada mesin kepada *web server*. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Data Pada Mesin dan Web Server

No.	Data Pada Mesin		Data Pada Web Server		Selisih Waktu	Error %	
	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)		Temperatur	Kelembaban
1.	36.3 °C	62%	36.3 °C	62%	0 Detik	0%	0%
2.	37.2 °C	60%	37.2 °C	60%	0 Detik	0%	0%
3.	37.5 °C	58%	37.5 °C	58%	0 Detik	0%	0%
4.	37.8 °C	55%	37.8 °C	55%	0 Detik	0%	0%
5.	38.4 °C	53%	38.4 °C	53%	0 Detik	0%	0%

3.1.2 Hasil Pengujian Sensor Suhu

Persentase kesalahan/*error* pengukuran pada sensor suhu dihitung dari persamaan sebagai berikut:

$$\%error = \left(\frac{\text{nilai terbaca} - \text{nilai sebenarnya}}{\text{nilai terbaca}} \right) \times 100\%$$

Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.



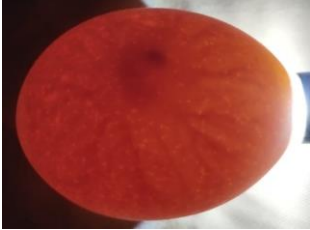





Tabel 3. Pengujian Sensor Suhu

No.	DHT-22		Termometer	Higrometer	Error %	
	(°C)	(%)	(°C)	(%)	(°C)	(%)
1.	36.3 °C	62%	35.6 °C	62%	0.196%	0%
2.	37.2 °C	60%	36.7 °C	60%	0.136%	0%
3.	37.5 °C	58%	37.0 °C	58%	0.135%	0%
4.	37.8 °C	55%	37.3 °C	55%	0.134%	0%
5.	38.4 °C	53%	37.8 °C	53%	0.158%	0%
Rerata	37.4 °C	57.5%	36.8 °C	57.5%	0.163%	0%

3.1.3 Hasil Uji Kinerja

Kinerja penetas telur ini dapat dilihat dari perkembangan proses penetasan pada Tabel 4.







Tabel 4. Hasil Uji Kinerja




No.	Hari Ke-	Penjelasan	Hasil / Gambar
1.	1	Pada hari pertama, dilakukan pengecekan embrio di dalam telur menggunakan senter yang disesuaikan dengan ukuran telur, terlihat bahwa embrio belum terbentuk sama sekali. Setelah proses pengecekan, dilakukan proses penetasan telur dengan cara memasukkan 10 butir telur ayam kampung ke dalam <i>prototype</i> penetas telur	  
2.	7	Penunjuk waktu menunjukkan bahwa mesin telah berjalan selama 7 hari 14 jam 17 menit dan 52 detik dengan suhu sebesar 37,8 °C dan kelembaban sebesar 71%. Pada hari ke 7 ini dilakukan pengecekan lagi dengan menggunakan senter kecil pada telur. Terlihat sudah terbentuk embrio di dalam telur yang berupa gumpalan kecil dengan serabut yang merupakan sirkulasi darah.	 
3.	14	Penunjuk waktu menunjukkan bahwa mesin telah berjalan selama 14 hari 3 jam, 31 menit, dan 7 detik dengan suhu sebesar 37.7 °C dan kelembaban sebesar 69%. Pada hari ke 14 ini, dilakukan proses pengecekan lagi guna mengetahui proses perkembangan dari telur. Terlihat bahwa embrio semakin berkembang, tubuhnya mulai terbentuk dan hampir menutupi permukaan telur.	 
4.	21	Penunjuk waktu menunjukkan bahwa mesin telah berjalan selama 21 hari 2 jam, 51 menit, dan 58 detik dengan suhu sebesar 37,7 °C dan kelembaban sebesar 70%. Pada hari ke 21 tubuh ayam sudah mulai terbentuk dengan sempurna, bagian cangkang telur sedikit demi sedikit mulai retak dan ayam mulai menetas keluar dari telur	

3.1.4 Tampilan LCD

Terdapat 9 tampilan informasi yang ditunjukkan pada LCD *prototype* penetas telur yang terletak pada bagian samping kanan *prototype*. Tampilan ini ditunjukkan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Tampilan LCD

No.	Tampilan	Data
1.	Tampilan pertama (P1)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan pengaturan suhu maksimal sebesar 37,8 °C yang diatur jika suhu melebihi suhu maksimal, maka pemanas di dalam ruang penetasan telur akan masuk pada kondisi <i>OFF</i> atau mati secara otomatis.</p>
2.	Tampilan kedua (P2)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan pengaturan suhu minimal sebesar 37,5 °C yang diatur jika suhu kurang dari suhu minimal, maka pemanas di dalam ruang penetasan telur akan masuk pada kondisi <i>ON</i> atau menyala secara otomatis.</p>
3.	Tampilan ketiga (P3)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan pengaturan kelembaban maksimal sebesar 60% yang diatur jika kelembaban melebihi dari suhu maksimal, maka kelembaban di dalam ruang penetasan telur akan masuk pada kondisi <i>OFF</i> atau mati secara otomatis.</p>
4.	Tampilan keempat (P4)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan pengaturan kelembaban minimal sebesar 55% yang diatur jika kelembaban kurang dari suhu minimal, maka kelembaban di dalam ruang penetasan telur akan masuk pada kondisi <i>ON</i> atau menyala secara otomatis.</p>
5.	Tampilan kelima (P5)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan pengaturan <i>OFFSET</i> atau kalibrasi suhu dari suhu aktual dengan suhu yang terbaca dari termometer yang lain.</p>
6.	Tampilan keenam (P6)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan pengaturan <i>OFFSET</i> atau kalibrasi kelembaban dari kelembaban aktual dengan kelembaban yang terbaca dari sensor kelembaban yang lain.</p>

No.	Tampilan	Data
7.	Tampilan ketujuh (P7)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan pengaturan interval jeda waktu untuk pemutaran motor sinkron di dalam ruang penetasan telur yang menggunakan satuan S (<i>Sekond/Detik</i>), M (<i>Minutes/Menit</i>), dan H (<i>Hours/Jam</i>) yang bisa diatur sesuai kebutuhan. Untuk huruf L merupakan pengaturan <i>relay</i> yang menggunakan satuan L (<i>Left</i>) untuk <i>relay</i> bagian kiri, R (<i>Right</i>) untuk <i>relay</i> bagian kanan, dan LR (<i>Left & Right</i>) untuk ke dua <i>relay</i> kiri dan kanan yang bisa diatur sesuai kebutuhan. Dalam perancangan <i>Prototype Penetas Telur Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328</i> hanya menggunakan <i>relay</i> bagian kiri (L).</p>
8.	Tampilan kedelapan (P8)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan pengaturan lama waktu perputaran dari motor sinkron.</p>
9.	Tampilan kesembilan (P9)	 <p>Baris pertama menunjukkan temperatur suhu dan kelembaban yang terbaca pada ruang penetasan telur dan baris kedua merupakan penunjuk waktu lama mesin dihidupkan dari awal dinyalakan. Penunjuk waktu pada P9 menggunakan format 24 jam yang detail mulai dari jam, menit, dan detik yang berjalan dengan interval waktu 2 detik dari 1 detik waktu aktual, jadi ketika waktu sudah berjalan lebih dari 24 jam maka akan kembali mulai menghitung dari awal, namun terjadi perubahan pada angka yang terletak di samping huruf D (<i>Day</i>) setiap 24 jam sekali angka di samping huruf D akan bertambah 1 sebagai penunjuk bahwa telah 1 hari berlalu.</p>

3.1.5 Efektivitas Sistem

Persentase efektivitas sistem pada perancangan *Prototype Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328* dihitung dari persamaan sebagai berikut :

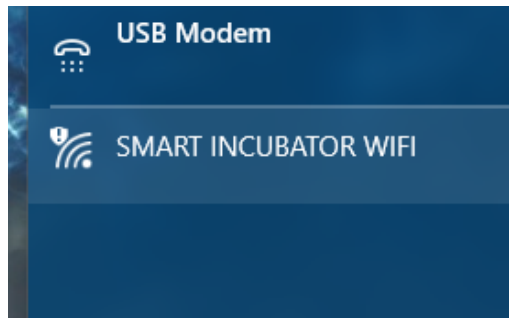
$$\text{Efektivitas Sistem} = \left(\frac{\text{jumlah telur menetas} - \text{jumlah telur ditetaskan}}{\text{jumlah telur ditetaskan}} \right) \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan tersebut, didapatkan hasil tingkat keberhasilan telur yang menetas berjumlah 9 telur dari 10 telur pada mesin tetas yang dibuat dengan tingkat persentase keberhasilan sebesar 90%.

3.2 Pembahasan

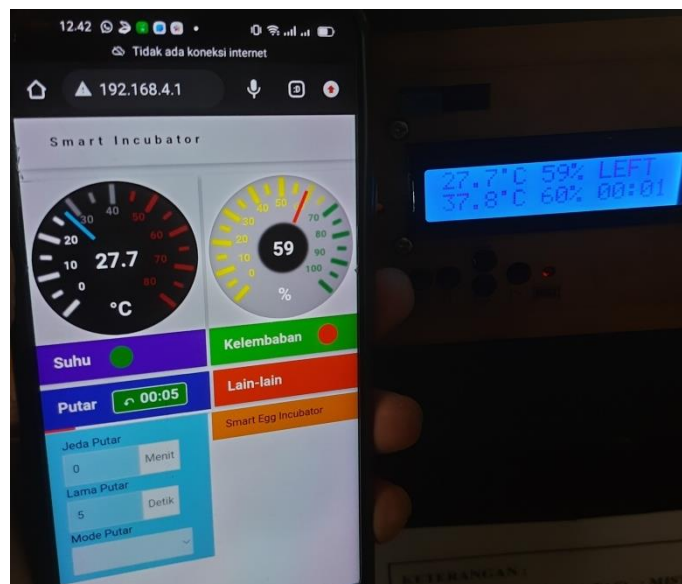
3.2.1 Analisis Pengujian Data Pada Mesin dan *Web Server*

Berdasarkan hasil pengujian data pada mesin dan *web server* yang ditunjukkan pada Tabel 2, dilakukan pengamatan data mengenai suhu dan kelembaban yang ditunjukkan oleh LCD pada mesin penetas telur yang dibuat, dan pengamatan pada *web server* sebagai media untuk memonitor data suhu dan kelembaban secara *wireless*. Dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini yang merupakan *Smart Incubator WiFi*.



Gambar 10. Tampilan *Smart Incubator Wifi*

Alat penetas telur yang dibuat menggunakan sistem IoT (*Internet of Thing*) dalam pengoperasiannya. Sistem IoT yang digunakan pada alat penetas telur adalah modul ESP8266. Di mana modul ESP8266 digunakan untuk memonitor pembacaan suhu dan kelembaban pada mesin penetas telur melalui pengiriman data kepada *web server* dengan koneksi *wifi*. SSID yang digunakan bernama *Smart Incubator Wifi*. Setelah koneksi *wifi* terhubung dengan perangkat komputer, lalu dilakukan pengaksesan melalui peramban internet manapun namun sangat disarankan menggunakan Google Chrome jika menggunakan *smartphone* dan Mozilla Firefox jika menggunakan PC atau Laptop. Dapat dilihat pada Gambar 11 di bawah ini yang merupakan data pada mesin dan *web server*.



Gambar 11. Data Pada Mesin dan *Web Server*

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 11 di atas, terdapat 2 tampilan pada *web server* yang dibuka melalui *smartphone*. Tampilan pertama yang terdapat pada sebelah kiri merupakan pengukuran temperatur suhu yang terbaca dari mesin penetas telur, sedangkan untuk tampilan ke dua yang terletak pada sebelah kanan merupakan pengukuran kelembaban yang terbaca pada mesin penetas telur. Pengukuran suhu dan kelembaban pada mesin penetas telur juga ditunjukkan pada LCD yang terpasang di mesin penetas telur. Pengujian data pada mesin dan *web server* dilakukan untuk membandingkan data yang tertera pada mesin dengan data yang tertera pada *web server*, serta selisih waktu yang dibutuhkan mesin untuk mengirimkan data pada *web server*. Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa selisih waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk mengirimkan data kepada *web server* adalah 0 detik. Kesimpulannya, data yang tertera pada mesin dikirimkan secara *real time* pada *web server*.

3.2.2 Analisis Pengujian Sensor Suhu

Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu yang ditunjukkan pada Tabel 3, dilakukan analisis data yang terbaca pada sensor DHT-22 di mesin *prototype* penetas telur dengan termometer digital dan higrometer digital untuk dilakukan perbandingan pembacaan data. Pengukuran pada sensor DHT-22 dengan termometer pada 5 kali percobaan. Pada termometer terjadi perbedaan selisih suhu sebesar 0.6 °C dan *error* rata-rata 0.163%. *Error* terjadi pada termometer sehingga terdapat perbedaan pembacaan selisih suhu karena termometer yang digunakan dibeli secara *online* melalui *online shop* yang membutuhkan durasi waktu pengiriman yang lama, dan dalam proses penyimpanan serta pengiriman barang selama perjalanan kemungkinan terkena guncangan sehingga

menyebabkan kurang sensitifnya pembacaan sensor suhu pada termometer digital yang digunakan. Pengukuran kelembaban yang dibandingkan dengan higrometer memiliki rata-rata error sebesar 0%.

3.2.3 Analisis Hasil Uji Kinerja

Berdasarkan hasil uji kinerja yang ditunjukkan pada Tabel 4, dalam percobaan ini digunakan 10 butir telur ayam kampung yang kemudian dimasukkan ke dalam *prototype* mesin penetas telur yang telah dibuat, lalu telur-telur tersebut diinkubasi di dalam mesin selama jangka waktu 21 hari. Telur yang digunakan dalam percobaan ini adalah telur fertil yang diambil langsung dari ayam indukan yang baru saja bertelur. Untuk memeriksa pertumbuhan telur, telur-telur tersebut diambil dan diterawang dengan menggunakan senter berukuran kecil guna menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran dari telur.

Suhu di dalam alat diatur pada suhu yang stabil antara 37.5°C-37.8°C dengan kelembaban sebesar 55-60%. Lampu pijar digunakan sebagai pemanas telur pada proses inkubasi, pengaturan suhu pemanas pada lampu pijar diatur stabil pada suhu antara 37.5°C-37.8°C. Jika suhu melebihi 37.8°C, maka pemanas akan masuk ke dalam kondisi mati secara otomatis, dan jika suhu kurang dari 37.5°C, pemanas akan menyala secara otomatis.

1. Pada hari pertama, mula-mula telur dilakukan pengecekan dengan menggunakan senter dengan ukuran yang disesuaikan dengan ukuran dari telur untuk melihat bagian dalam telur, kemudian telur yang berjumlah 10 butir dimasukkan ke dalam ruangan mesin penetas telur yang telah dibuat.
2. Pada hari ke 7, dilakukan pengecekan menggunakan kembali dengan menggunakan senter yang disesuaikan pada telur guna melihat perkembangannya. Pengecekan perkembangan telur yang di inkubasi pada hari ke-7 dilakukan bersama dengan dosen pembimbing. Hasil pengecekan perkembangan telur pada hari ke 7 dapat dilihat pada Tabel 4, terlihat pada penunjuk waktu menunjukkan bahwa mesin telah berjalan selama 7 hari 14 jam 17 menit dan 52 detik dengan suhu sebesar 37,8 °C dan kelembaban sebesar 71%. Hasil pengecekan dengan menggunakan senter terlihat bahwa terdapat gumpalan kecil embrio dengan serabut memanjang yang merupakan sistem sirkulasi darah.
3. Pada hari ke 14, dilakukan pengecekan lagi menggunakan senter. Hasil pengecekan perkembangan telur pada hari ke 14 dapat dilihat pada Tabel 4, penunjuk waktu menunjukkan bahwa mesin telah berjalan selama 14 hari 3 jam, 31 menit, dan 7 detik dengan suhu sebesar 37,7 °C dan kelembaban sebesar 69%. Hasil pengecekan dengan menggunakan senter kecil terlihat bahwa embrio semakin membesar dan berkembang, tubuh ayam sudah terbentuk secara perlahan dan hampir memenuhi seluruh permukaan di dalam telur.
4. Pada hari ke 21, diperlihatkan pada Tabel 4, penunjuk waktu menunjukkan bahwa mesin telah berjalan selama 21 hari 2 jam, 51 menit, dan 58 detik dengan suhu sebesar 37,7 °C dan kelembaban sebesar 70%. Pada hari ke 21 ini, tubuh ayam sudah mulai terbentuk dengan sempurna, bagian cangkang telur sedikit demi sedikit mulai retak dan ayam mulai menetas keluar dari telur, kemudian dидiamkan sebentar untuk mengeringkan cairan yang masih melekat pada tubuh anak ayam yang baru menetas, lalu setelah mengering dapat dipindahkan dari alat penetas telur. Pada kandang diberikan lampu pijar sebesar 20 watt yang hanya dinyalakan pada malam hari guna menghangatkan anak ayam sebagai pengganti dari induk ayam.

3.2.4 Efektivitas Sistem

Efektivitas sistem diketahui dari tingkat persentase penetasan telur yang dilakukan pada uji kinerja. Setelah dilakukan penetasan telur selama 21 hari menggunakan *Prototype* Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328 dengan jumlah 10 butir telur ayam kampung, didapatkan hasil 9 telur ayam menetas dengan normal, dan 1 telur ayam yang tidak menetas dikarenakan waktu penyimpanan yang terlalu lama dan terkena penyakit. Hal ini sejalan dengan penelitian Sayid Ridho yang berjudul “Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler” yang menyatakan bahwa hal yang mempengaruhi tidak menetasnya telur adalah pemilihan telur yang kurang baik untuk ditetaskan [7]. Penelitian dari Niswatin Hasanah, Nanang Dwi Wahyono, Achmad Marzuki yang berjudul “Teknik Manajemen Penetasan Telur Tetras Ayam Kampung Unggul KUB di Kelompok Gumukmas Jember” menyatakan bahwa telur tetras yang akan diinkubasi disimpan tidak melebihi 7 hari [13].

Penyimpanan yang melebihi 7 hari akan mengakibatkan daya tetas menurun walaupun berada dalam kondisi terbaik di ruang penyimpanan. Sedangkan menurut penelitian Herlina, T. Karyono, R. Novita, P. Novantoro yang berjudul “Pengaruh Lama Penyimpanan Telur Ayam Merawang (*Gallus Gallus*) terhadap Daya Tetas” menyatakan bahwa Telur tetras semakin lama disimpan maka akan menurunkan kualitas telur, di antaranya putih telur yang semakin encer, pori-pori semakin besar yang akan membuat mikroorganisme mudah masuk sehingga mengakibatkan kuning telur akan bergeser ke iri, dan bila terjadi pergeseran maka akan mengakibatkan bakteri masuk melalui pori-pori telur [14].

3.3 Perbandingan dengan Hasil Penelitian Lain

Sayid Ridho membuat penelitian dengan judul “Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler”. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk menetas telur ayam. Penelitian tersebut menggunakan metode perancangan alat dan menggunakan komponen Arduino Uno dengan Sensor DHT-11, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menetas telur ayam kampung. Penelitian ini menggunakan model *linear process flow*,

dan metode perancangan alat dengan menggunakan komponen yang digunakan adalah Arduino Nano V3.0 ATmega328, Sensor DHT-22, dan Modul ESP8266 dan bertujuan untuk menetas telur ayam kampung [7].

Muna Salsabila, Muhammad Halim, Nisya Tambun, Deviona Aurora, Rahmadani Lestari, Nurmasiyah membuat penelitian dengan judul “Alat Penetas Telur Sederhana”. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengukur warna cahaya bola lampu pada alat penetas telur yang dibuat. Penelitian tersebut menggunakan metode perancangan alat, komponen yang digunakannya adalah Termostat, Termometer, dan Higrometer, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menetas telur ayam kampung. Penelitian ini menggunakan model *linear process flow*, dan metode perancangan alat dengan menggunakan komponen Arduino Nano V3.0 ATmega328, Sensor DHT-22, dan Modul ESP8266 [15].

Yanuar Achadri membuat penelitian dengan judul “Penetasan Telur Ayam Menggunakan Mesin Penetas Otomatis dan Pengaturan Posisi Telur Untuk Meningkatkan Daya Tetas Telur”. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui daya tetas telur dari pengaturan posisi telur. Penelitian tersebut menggunakan metode perancangan alat dan menggunakan komponen termometer dan higrometer untuk mengukur suhunya, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menetas telur ayam kampung. Penelitian ini menggunakan model *linear process flow*, dan metode perancangan alat serta komponen yang digunakan adalah Arduino Nano V3.0 ATmega328, Sensor DHT-22, dan Modul ESP8266 [16].

Ahmad Abdullah Ranu Sentono membuat penelitian dengan judul “Rancang Bangun Inkubator Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*”. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk merancang bangun alat penetas telur berbasis IoT. Penelitian ini menggunakan metode perancangan alat, komponen yang digunakan pada penelitian tersebut adalah Mikrokontroler Wemos D1 R1, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menetas telur ayam kampung, penelitian ini menggunakan model *linear process flow*, dan metode perancangan alat dan komponen yang digunakan adalah Arduino Nano V3.0 ATmega328, Sensor DHT-22, dan Modul ESP8266 [2].

Dafa Farhan Aldisa membuat penelitian dengan judul “Sistem Penetas Telur Menggunakan Inkubator Berbasis IoT”. Penelitian tersebut menggunakan metode studi literatur, dan perancangan alat. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk merancang bangun alat penetas telur yang berbasis IoT. Penelitian tersebut menggunakan metode studi literatur, dan perancangan alat, dan komponen yang digunakan adalah ESP32, aplikasi *Blynk*, dan Sensor DHT-11, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menetas telur ayam kampung, penelitian ini menggunakan model *linear process flow*, dan metode perancangan alat dan komponen yang digunakan adalah Arduino Nano V3.0 ATmega328, Sensor DHT-22, dan Modul ESP8266 [6].

Dwi Novianto, Ika Setiyowati, Widitya Tri Nugraha membuat penelitian dengan judul “Rancang Bangun Inkubator Telur Ayam Menggunakan DHT-11 Sebagai Sensor Suhu dan Kelembaban. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk merancang bangun alat penetas telur ayam. Penelitian tersebut menggunakan metode perancangan alat dan komponen yang digunakan adalah Sensor DHT-11, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menetas telur ayam kampung, penelitian ini menggunakan model *linear process flow*, dan metode perancangan alat, komponen yang digunakan adalah Arduino Nano V3.0 ATmega328, Sensor DHT-22, dan Modul ESP8266 [17].

Ridwan Nugroho, Sugeng Santoso, Rizki Firmansyah, Hardika Alip Bazari, Rico Agung F.S.Kom membuat penelitian dengan judul “Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Micr^oControler Atmega16 Menggunakan Sensor LM35”. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk merancang bangun alat penetas telur secara otomatis. Penelitian tersebut menggunakan metode perancangan alat dan komponen yang digunakan adalah Mikrokontroler ATmega16 dan Sensor LM35, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menetas telur ayam kampung, penelitian ini menggunakan model *linear process flow*, dan metode perancangan alat, komponen yang digunakan adalah Arduino Nano V3.0 ATmega328, Sensor DHT-22, dan Modul ESP8266 [18].

Wisnu Wendanto, Ony Budi Prasetyo, Dhantel Rhesa Praweda, Alfian membuat penelitian dengan judul “Alat Pengontrolan Suhu Penetas Telur Otomatis Menggunakan ESP8266 Wemos D1 Mini Berbasis *Internet of Things*”. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh otomatisasi gerak rak telur dalam keberhasilan penetasan telur. Penelitian tersebut menggunakan metode *waterfall* dengan komponen ESP8266 Wemos D1 Mini, Sensor DHT-11, dan Aplikasi *Blynk*, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menetas telur ayam kampung, penelitian ini menggunakan model *linear process flow*, dan metode perancangan alat serta komponen yang digunakan adalah Arduino Nano V3.0 ATmega328, Sensor DHT-22, dan Modul ESP8266 [19].

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada jenis sensor dan mikrokontroler yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan sensor berjenis DHT-22 untuk mengukur kelembaban dan temperatur pada mesin penetas telur, sedangkan mikrokontroler yang digunakan adalah Node MCU ESP8266 dan Arduino Nano V3.0 ATmega328.

Pada penelitian ini, pemantauan kinerja *prototype* penetas telur melalui *web server* khusus secara *wireless* menggunakan koneksi *wifi* yang terhubung pada *device smartphone* maupun laptop/PC. Suhu diatur secara otomatis untuk stabil dan merata di sekitar 37,5 °C – 37,8 °C, di mana pemanas lampu pijar yang terpasang akan mati jika suhu melebihi angka 37,8 °C dan akan hidup jika suhu kurang dari 37,5 °C. Kelembaban juga

diatur secara otomatis untuk stabil dan merata di sekitar 55% - 60%. Tidak memerlukan rangkaian yang berat dan rumit karena menggunakan Arduino Nano sehingga fleksibel dan tidak memakan banyak tempat untuk meletakkan komponen yang terhubung satu sama lainnya.

4. KESIMPULAN

Perancangan tempat inkubator telur menggunakan kayu triplek tebal dengan ukuran Panjang 30 cm, Lebar 30 cm, dan Tinggi 27 cm, menggunakan 1 buah lampu dengan jenis Lampu Pijar berdaya 20 watt yang dihubungkan dengan Relay 4 Channel, sensor DHT-22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, dan Motor Sinkron AC TYD49-R untuk penggerak rak telur. Dalam pembuatan algoritma program pada komponen Arduino Nano V3.0 ATmega328 dan komponen Modul ESP8266 digunakan aplikasi Arduino IDE dengan tingkat keberhasilan 100%. Selisih waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk mengirimkan data kepada *web server* adalah 0 detik dengan *error* sebesar 0%. Pengukuran sensor DHT-22 memiliki selisih suhu 0.6 °C dan *error* rata-rata 0.163%, sementara itu pengukuran kelembaban memiliki rata-rata *error* sebesar 0%. Efektivitas sistem pada perancangan *Prototype Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328* dilihat dari keberhasilan telur yang menetas, dengan tingkat persentase keberhasilan sebesar 90%.

REFERENSI

- [1] M. Ariani, "Konsumsi Pangan Masyarakat Indonesia Analisis Data Susenas," *Gizi Indon*, vol. 30, no. 1, hal. 47–56, 2007. <http://dx.doi.org/10.36457/gizindo.v30i1.40>
- [2] A. A. R. Sentono, "Rancang Bangun Inkubator Penetas Telur Berbasis Internet of Things," *Skripsi*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, 2020.
- [3] S. Yalcin, S. Özkan, T. Shah, "Incubation Temperature and Lighting: Effect on Embryonic Development, Post-Hatch Growth, and Adaptive Response," *Frontiers in Physiology*, vol. 13, Mei, hal. 1–16, 2022. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2022.899977>
- [4] Kartika, Wirapartha, Dewi, "Pengaruh Frekuensi Pemutaran Terhadap Daya Tetas Telur Ayam Kampung," *Tropical Animal Science Journal*, vol. 9 No. 2, hal. 285–295, 2021.
- [5] S. Purwanti, A. Febriani, Mardeni, Y. Irawan, "Temperature Monitoring System for Egg Incubators Using Raspberry Pi3 Based on Internet of Things (IoT)," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 5, hal. 349-352, 2021. <http://dx.doi.org/10.18196/jrc.25105>
- [6] D. F. Aldisa, "Sistem Penetas Telur Menggunakan Inkubator Berbasis IoT," *Laporan Tugas Akhir*, Program Studi Teknik Komputer, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, 2022.
- [7] S. Ridho, "Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler", *Laporan Tugas Akhir*, Universitas Negeri Yogyakarta. 2019.
- [8] R. Pressman, *Software Quality Engineering: A Practitioner's Approach*, vol. 9781118592, 2014. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118830208>
- [9] M. Banzi M. Shiloh, "Make: Getting started with Arduino", Wiley, 2014.
- [10] M. Mehta, "ESP8266: A Breakthrough in Wireless Sensor Networks and Internet of Things," *International Journal of Electronics and Communication Engineering and Technology (IJECET)*, vol. 6, no. 8, hal. 7–11, 2015.
- [11] M. Bogdan, "How to Use the DHT22 Sensor for Measuring Temperature and Humidity with the Arduino Board," *ACTA Univ. Cibiniensis*, vol. 68, no. 1, hal. 22–25, 2016. <http://dx.doi.org/10.1515/aucts-2016-0005>
- [12] Y. Yang, Q. He, C. Fu, S. Liao, P. Tan, "Efficiency Improvement of Permanent Magnet Synchronous Motor for Electric Vehicles," *Energy*, vol. 213, 118859, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118859>
- [13] N. Hasanah, N. D. Cahyono, A. Marzuki, "Teknik Manajemen Penetasan Telur Tetas Ayam Kampung Unggul KUB di Kelompok Gumukmas Jember," *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*, vol. 4, no. 1, hal. 13–22, 2019. <http://dx.doi.org/10.32503/fillia.v4i1.413>
- [14] B. Herlina, T. Karyono, R. Novita, P. Novantoro, "Pengaruh Lama Penyimpanan Telur Ayam Merawang (Gallus Gallus) terhadap Daya Tetas," *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, vol. 11, no. 1, hal. 48–57, 2016. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.11.1.48-57>
- [15] M. Salsabila, M. Halim, N. Tambun, D. Aurora, R. Lestari, Nurmasiyah, "Alat Penetas Telur Sederhana," *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, vol. 5, no. 1, hal. 17–23, 2022. <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v5i01.4896>
- [16] Y. Achadri, "Penetasan Telur Ayam Menggunakan Mesin Penetas Otomatis dan Pengaturan Posisi Telur Untuk Meningkatkan Daya Tetas," *Buletin Teknik Pertanian*, vol. 25, no. 1, hal. 58–62, 2020.
- [17] D. Novianto, I. Setiyowati, W. T. Nugraha, "Rancang Bangun Inkubator Telur Ayam Menggunakan DHT 11 Sebagai Sensor Suhu dan Kelembaban," *Prosiding Semnas Pengelolaan Sumber Daya Alam*

- Berkesinambungan Di Kawasan Gunung Berapi*, hal. 3–6, 2019.
- [18] R. Nugroho, S. Santoso, R. Firmansyah, H. A. Bazari, “Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Microcontroler ATmega16 Menggunakan Sensor LM35,” *JOISM: Jurnal Of Information System Management*, vol. 1, no. 1, hal. 23–26, 2019.
- [19] W. Wendanto, O. B. Prasetyo, D. R. Praweda, “Alat Pengontrolan Suhu Penetas Telur Otomatis Menggunakan ESP8266 Wemos D1 Mini Berbasis Internet of Things,” *INFOTECH: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, vol. 27, no. 2, hal. 167–176, 2021. <http://dx.doi.org/10.36309/goi.v27i2.154>