

Perancangan Mesin Tetes Telur Otomatis Menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Udara

Alex Surapati^{1*}, Reza Satria Rinaldi¹, Okta Wahyudi¹

¹Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

*E-mail: alexsurapati@unib.ac.id

ABSTRACT

The design of quail egg incubators is intended to facilitate the hatching process. The heat source used in the incubator is produced from heaters that use incandescent lamps and humidifiers are used as humidity regulators. The temperature regulator uses a fan to maintain air circulation and reduce the temperature when the temperature has exceeded the setpoint. This tool is equipped with a DHT11 temperature and humidity sensor, an incubator motor is used for the egg turning process, a sound sensor is used to detect if an egg has hatched and a GSM module will send an SMS notification to the farmer. The whole system is controlled by Arduino Mega 2560. During the hatching period, the temperature needed to incubate quail eggs is 39°C and humidity is 60%. The eggs in the hatching machine are rotated once every 3 hours with a 45° rotation angle. This is so that the egg can be heated evenly. The hatching process takes 18 days, with a hatching success rate of 98% of 50 eggs. The use of power in the hatching machine is on average 62.44 watts up to 83.45 watts and for 1 hatching period for 18 days, that is 25.2392kWh.

Keywords: Arduino Mega 2560, DHT11, humidifier, GSM module

ABSTRAK

Perancangan mesin penetas telur puyuh dimaksudkan untuk memudahkan proses penetasan. Sumber panas yang digunakan pada mesin penetas ini dihasilkan dari pemanas yang menggunakan lampu pijar dan humidifier digunakan sebagai pengatur kelembaban. Pengatur suhu menggunakan kipas untuk menjaga sirkulasi udara dan menurunkan suhu bila suhu telah melebihi setpoint. Alat ini dilengkapi dengan sensor suhu dan kelembaban DHT11, motor inkubator digunakan untuk proses pemutaran telur, sensor suara digunakan untuk mendeteksi apabila telur ada yang menetas dan modul GSM akan mengirim SMS pemberitahuan ke peternak. Keseluruhan sistem dikontrol dengan Arduino Mega 2560. Selama periode penetasan, suhu yang diperlukan untuk menetas telur puyuh sebesar 39°C dan kelembaban sebesar

60%. Telur yang ada di dalam mesin tetes diputar setiap 3 jam sekali dengan sudut putaran 45°. Hal ini dimaksudkan agar pemanasan telur dapat merata. Proses penetasan selama 18 hari, dengan tingkat keberhasilan penetasan sebesar 98% dari 50 butir telur. Penggunaan daya pada mesin tetes ini rata-rata 62,44 watt sampai dengan 83,45 watt dan untuk 1 periode penetasan selama 18 hari yaitu 25,2392kWh. **Kata kunci:** Arduino Mega 2560, DHT11, humidifier, modul GSM

1. PENDAHULUAN

Krisis ekonomi mengakibatkan bertambahnya pengangguran. Lahan pekerjaan semakin berkurang sehingga dibutuhkan kemampuan untuk menemukan lahan usaha baru, salah satunya dengan beternak burung puyuh. Kemampuan tumbuh dan berkembang biak puyuh sangat cepat, dalam waktu 41 hari puyuh mampu berproduksi dan dalam satu tahun dapat menghasilkan tiga sampai empat keturunan [1].

Permasalahan penelitian ini adalah bagaimana merancang alat penetas telur otomatis sehingga dapat menetas telur dalam jumlah banyak dan pada waktu bersamaan. Penggunaan mesin tetes telur puyuh manual membutuhkan tenaga kerja yang harus mengawasi mesin guna mengontrol suhu dan pembalikan telur. Pembalikan telur dilakukan secara rutin yaitu minimal 2 kali pembalikan setiap harinya. Suhu dalam mesin tetes harus selalu terjaga apabila suhu berada di bawah ambang batas, maka kuning telur tidak terserap secara maksimal oleh embrio dan akan menyebabkan penyakit yolk saculitis. Sebaliknya, bila suhu melebihi ambang batas, maka telur akan cepat menetas sehingga pusing tidak menutup sempurna [1].

Mesin tetes telur yang ada di pasaran bertipe EM-1000AT menggunakan pengoperasian otomatis dengan memutar rak sendiri dengan kapasitas kurang lebih 1000 butir telur. Mesin jenis ini mempunyai panjang 90 cm, lebar 60 cm dan tinggi 125 cm, memerlukan asupan listrik 250 watt dan sumber tegangan 220 volt. Bahan yang digunakan berupa multipleks maupun medium density fiberboard (MDF).

Pada alat yang dirancang, daya mesin sebesar 62 - 83 watt lebih kecil dibandingkan dengan daya mesin yang ada di pasaran yaitu sebesar 250 watt. Tingkat keberhasilan pada alat yang dirancang adalah 98%, sedangkan pada alat yang di pasaran 95%.

Tujuan penelitian ini adalah merancang alat penetas telur puyuh otomatis menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT11. Pemutar rak telur menggunakan motor inkubator. Sumber panas menggunakan lampu pijar dan pengaturan kelembaban dalam menggunakan humidifier. Tampilan parameter suhu dan kelembaban dalam ruang penetasan digunakan LCD 16x2. Penggunaan LCD memudahkan pemantauan keadaan suhu dan kelembaban mesin. Sensor suara akan digunakan sebagai pendeteksi suara bila telur sudah menetas, dan akan memberitahukan ke peternak melalui sms dengan menggunakan modul gsm.

Manfaat alat tetas otomatis ini diantaranya adalah tingkat keberhasilan penetasan sebesar 98%, pemantauan suhu dan kelembaban mesin lebih mudah, telur yang sudah menetas lebih terpantau karena sensor suara akan terhubung ke peternak melalui modul gsm sehingga memudahkan, serta alat tetas ini harganya lebih terjangkau.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Burung puyuh Japonica (*Coturnix coturnix japonica*) tidak dapat mengerami telurnya sendiri sehingga penetasan telur harus dibantu dengan mesin tetas. Ciri-ciri fisik yang dijadikan pedoman dalam memilih telur yang baik untuk bibit diantaranya bukan berasal dari perkawinan saudara [1]. Telur sebaiknya diambil dari induk betina berumur 4-10 bulan dan dipelihara bersama pejantan dengan perbandingan 2-3:1. Telur tersebut tidak boleh berumur lebih dari 5 hari karena daya tetasnya akan menurun. Setelah 5 hari penyimpanan, daya tetas telur menurun sebesar 3% per hari [1].

Prinsip dasar kerja mesin tetas sangat sederhana terdiri atas kotak tahan panas yang terdapat alat pelembab udara berupa baskom yang berisi air serta alat pemantau suhu. Kestabilan suhu (39°C), sumber panas konstan, normal, dan menjangkau radius panas yang dibutuhkan telur serta kelembaban harus mencukupi dan ventilasinya memadai. Jarak antara tempat telur dan pemanas ±10 cm dan antara telur dengan bak air sekitar 10cm [1]. Posisi telur sebaiknya 45° dengan bagian tumpul (bagian berongga udara) terletak di atas.

Penetasan biasanya terjadi pada hari ke 17-19 dengan proses penetasan selama 3 jam. Telur yang tidak menetas selama 3 jam dapat disingkirkan karena

bila dipaksakan menetas maka kualitas bibitnya rendah dan mudah mati. Tingkat keberhasilan pada penetasan tersebut adalah 70% anak puyuh dan peling sedikit 60% diantaranya adalah betina [1].

Dari semua tahap-tahap penetasan telur ada 5 poin utama yang harus diperhatikan pada incubator mesin penetas telur [2], yaitu :

1. Suhu (Temperatur)
2. Kelembaban Udara (Humidity)
3. Ventilasi (Ventilation)
4. Pemutaran Telur (Egg Turning)
5. Kebersihan (Cleanliness).

Perancangan mesin tetas telur terdiri atas sistem mekanik dan hardware. Sistem mekanik berupa motor inkubator yang berfungsi sebagai penggerak rak telur. Modul motor inkubator terdiri dari modul timer, modul sinkron CW/CCW 220 Vac 4-6 rpm, gir set besar kecil, dan 2 limit switch [3]. Pada saat dihidupkan pertama kali motor akan berputar berlawanan atau searah jarum jam. Rak penetas harus diberi pembatas yang juga berfungsi sebagai dudukan switch. Pada saat motor berputar dan menekan switch 1, maka motor akan berhenti sejenak selama 6 detik, kemudian motor akan berputar ke arah yang berlawanan dan menekan switch 2 lalu motor akan diam selama 3 jam/6 jam (yang dapat diatur dengan mengubah posisi switch pada modul timer). Motor akan berputar terus sampai menekan switch 1 (berhenti 3 atau 6 jam) dan seterusnya [2].

Perancangan hardware meliputi 1 unit kendali Arduino Mega 2560, sensor suhu dan kelembaban DHT11, sensor suara, LCD 16x2, lampu pijar sebagai pemanas, kipas DC sebagai pendingin dan sirkulasi udara, humidifier sebagai pengatur kelembaban dan modul GSM sebagai penanda bahwa telur telah menetas. Arduino Mega 2560 adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega 16U2 sebagai converter USB ke serialnya. Angka 2560 untuk menandakan keluaran (produk) Arduino. Arduino Mega mempunyai 54 pin digital input/output (15 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 analog input, 4 UART (hardware port serial), sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino Mega memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler agar mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC, Mega kompatibel dengan kebanyakan perisai yang dirancang untuk *Arduino Duemilanove* atau *Diecimila* [4].

Alat pengubah sumber listrik dari AC ke DC adalah penyearah. Alat ini berupa rangkaian elektronik

dengan komponen utama dioda. Penyearah tegangan bolak balik menggunakan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan sebuah dioda jembatan/bridge atau empat buah dioda. Gelombang keluarannya lebih baik bila dibandingkan dengan penyearah setengah gelombang [5]. Penyearah jembatan menghasilkan tegangan V_{dc} yang mendekati nilai rms tegangan yang disearahkan, yaitu 90% dari nilai rms tegangan sisi sekunder transformator. Untuk menghitung tegangan keluaran (V_{dc}) dari rangkaian jembatan penyearah, maka dapat digunakan persamaan (1) dan persamaan (2) berikut.

$$V_{2P} = 1,41 V_{2rms} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{dc} = 0,636 V_{2P} \quad \dots\dots\dots (2)$$

V_{2rms} adalah tegangan sekunder yang merupakan keluaran dari trafo, dan V_{2P} adalah tegangan puncak atau nilai puncak dari gelombang sinus [5].

Tegangan keluaran V_L yang dihasilkan oleh rangkaian-rangkaian penyearah yang masih belum berupa tegangan DC yang konstan nilainya, tetapi masih berupa tegangan DC yang berdenyut. Bentuk tegangan DC seperti ini hanya dapat digunakan pada pemakaian yang terbatas seperti pengeisian baterai dan menjalankan motor DC. Untuk menghasilkan tegangan DC yang lebih konstan, maka pada rangkaian penyearah perlu ditambahkan suatu penapis, yang umum digunakan adalah komponen kapasitor. Penapis kapasitor ini ditempatkan pada keluaran rangkaian penyearah dengan terhubung paralel terhadap beban. Penurunan tegangan yang kecil dari puncak V_{IN} yang pertama menuju ke puncak V_{IN} berikutnya disebut tegangan riak (*ripple*). Untuk menghitung nilai tegangan *ripple*, maka dapat digunakan persamaan (3) dan (4) berikut.

$$V_{rip} = \frac{V_{2P}}{2 \cdot f \cdot I_n \cdot R_L \cdot C} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$V_{rip} = \frac{I}{f \cdot X_C} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Untuk menghitung nilai V_{dc} digunakan persamaan (5).

$$V_{dc} = V_{2P} - \frac{V_{rip}}{2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dengan:

V_{rip} = tegangan *ripple* (Volt)

I = arus (Ampere)

f = frekuensi (Hz)

C = kapasitansi (Farad)

Pada sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Untuk menghitung nilai daya listrik digunakan persamaan (6) berikut.

$$P = I \times V \quad \dots\dots\dots (6)$$

Dengan P adalah daya (watt), V adalah tegangan (Volt) dan I adalah arus (Ampere) [7].

Untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dibutuhkan motor sinkron yang mempunyai kumparan jangkar pada stator dan kumparan medan pada rotor. Kumparan jangkarnya berbentuk sama dengan mesin induksi, sedangkan kumparan medan mesin sinkron dapat berbentuk kutub sepatu atau kutub dengan celah udara sama rata (rotor silinder) [8]

Sensor suhu dan kelembaban DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC, memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, dan dengan harga yang terjangkau [5].

Konstruksi motor sinkron sama dengan generator sinkron, tetapi berbeda pada keluarannya. Untuk menghitung nilai daya output motor sinkron digunakan persamaan (7) dimana $P_{out} = p$ (daya output motor sinkron sama dengan nilai daya aktif motor).

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} \quad \dots\dots\dots (8)$$

Setelah nilai arus didapat maka dilakukan perhitungan daya input motor sinkron, dimana nilai $P_{in} = S$ (input motor sinkron sama dengan nilai daya semu motor) dengan menggunakan persamaan (9).

$$S = V \cdot I \quad \dots\dots\dots (9)$$

Perhitungan nilai efisiensi (η) dari motor sinkron menggunakan persamaan (10).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat yang disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini membaca koefisien sensor tersebut.

Kelembaban sangat dipengaruhi oleh jumlah uap air di udara. Alat untuk menambah jumlah uap air di udara dalam satu ruangan atau aliran udara adalah humidifier. Alat ini bekerja dengan cara menguapkan air pada sebuah tempat penampungan air. Pelembab udara atau air humidifier berfungsi untuk menyemprotkan air ke udara agar dapat mengikat bakteri dan virus serta menyeimbangkan kelembaban pada ruangan yang udaranya kering atau ruangan ber-AC [9]. Humidifier juga berfungsi menurunkan suhu secara stabil dengan tingkat penurunan $\pm 3-4^\circ\text{C}$.

Proses pengubahan sinyal *analog* menjadi sinyal *digital* (ADC) terjadi pada konverter/pengubah yang dikenal dengan *analog to digital converter*. Proses pengubahan ini dikenal juga dengan nama sistem akuisisi data. Terdapat empat macam ADC yang

Tabel 1. Perintah At Command

AT Command	Fungsi
AT	Mengecek koneksi
AT+CMGR	Membaca pesan
AT+CMGD	Menghapus pesan
AT+CMGS	Mengirim pesan

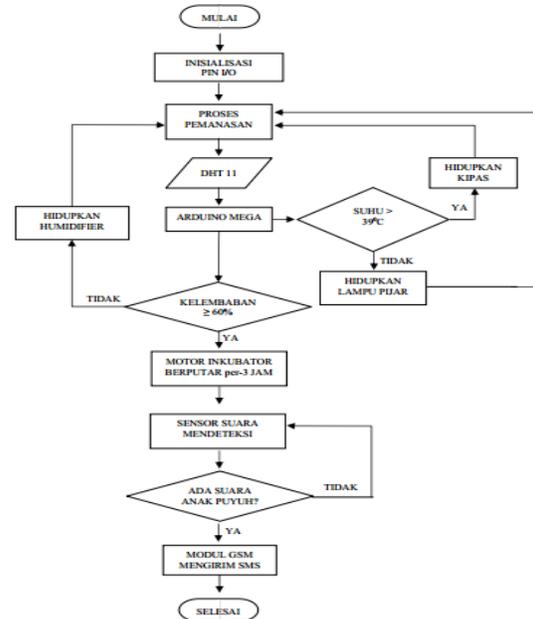
memenuhi standar industri, yaitu *integrating*, *tracking converter*, *successive approximation* dan *flash/paralel*. Keempat jenis ADC tersebut mewakili beberapa macam pertimbangan diantaranya resolusi, kecepatan konversi dan biaya[10].

Operasi ADC membutuhkan tegangan referensi V_{ref} dan *clock* F_{adc} (*register* ADCSRA). Tegangan referensi eksternal pada pin Aref tidak boleh melebihi V_{cc} . Tegangan referensi eksternal dapat di-decouple pada pin Aref dengan kapasitor untuk mengurangi derau atau dapat menggunakan tegangan referensi internal sebesar 2.56V (pin Aref diberi kapasitor secara eksternal untuk menstabilkan tegangan referensi internal). ADC mengkonversi tegangan input *analog* menjadi bilangan *digital* sebesar 10-bit. Gnd (0 Volt) adalah nilai minimum yang mewakili ADC dan nilai maksimum ADC diwakili oleh tegangan pada pin Aref minus 1 LSB. Hasil konversi ADC disimpan dalam *register* pasangan ADCH:ADCL. Sinyal input ADC tidak boleh melebihi tegangan referensi [10].

SMS merupakan salah satu layanan pesan teks yang dikembangkan dan distandarisasi oleh suatu badan yang bernama ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*) sebagai bagian dari pengembangan GSM Phase 2, yang terdapat pada dokumentasi GSM 03.40 dan GSM 03.38. Fitur SMS ini memungkinkan perangkat stasiun seluler digital (*Digital Celluler Terminal*, seperti ponsel) untuk dapat mengirim dan menerima pesan-pesan teks dengan panjang sampai dengan 160 karakter melalui jaringan GSM [11].

Di balik tampilan menu *Messages* pada sebuah telepon seluler sebenarnya adalah AT Command yang bertugas mengirim/menerima data ke dan dari SMS *Centre*. AT Command tiap-tiap SMS *device* bisa berbeda-beda, tapi pada dasarnya sama. Perintah-perintah AT Command biasanya disediakan oleh *vendor* alat komunikasi yang kita beli. Jika tidak ada, kita dapat mendownloadnya dari internet[11].

AT Command pertama kali dikembangkan masih bernama *Hayes Command Set*, sebuah *script* yang



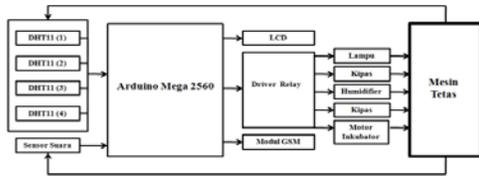
Gambar 1. Diagram Blok

diciptakan untuk dapat menjalankan fungsi dari Modem *Hayes* berkecepatan 300 *baud rate*. AT berasal dari kata *Attention*. Penggunaan AT Command pada *handset* telah mempermudah untuk mengetahui segala informasi yang terdapat pada *handset* tersebut. Penggunaan instruksi tertentu dapat mengetahui merk, nomor IME dan lain-lain [8]. Contoh perintah AT-Command yang dapat digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

AT Command juga bisa digunakan untuk mensetting instruksi atau mengaktifkan instruksi pada *handset* untuk melakukan fungsi tertentu, misalnya melakukan panggilan, mengirim sms, dan lain-lain. Seperti pada pedoman instruksi antarmuka pada modem, instruksi telepon seluler diawali dengan karakter AT dan diakhiri dengan enter atau 0Dh. AT Command untuk SMS, biasanya diikuti oleh data I/O yang diwakili oleh unit-unit PDU. Data yang mengalir ke atau dari SMS *Centre* harus berbentuk PDU (*Protocol Data Unit*). PDU berisi bilangan-bilangan *heksadesimal* yang mencerminkan bahasa I/O[10]

3. METODE RISET

Pada penelitian ini rancangan sistem terbagi menjadi 2 bagian, yang pertama adalah sistem mekanik dan bagian kedua merupakan perancangan hardware. Sistem mekanik berupa motor inkubator yang berfungsi sebagai penggerak rak telur.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Perancangan hardware meliputi 1 unit kendali, sensor suhu dan kelembaban, sensor suara, LCD 16x2, lampu pijar sebagai pemanas, kipas DC sebagai pendingin dan sirkulasi udara, humidifier sebagai pengatur kelembaban, dan modul GSM sebagai penanda bahwa telur sudah menetas. Tahapan akhir adalah perancangan perangkat lunak untuk Arduino Mega 2560 sebagai pengendali sistem. Setelah perangkat jadi, maka dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Digram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem untuk mengetahui hasil dari perancangan yang telah dibuat. Pengujian sistem ini terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari pengujian terhadap tiap-tiap bagian pendukung sistem hingga pengujian sistem secara keseluruhan.

A. Analisa Rangkaian Power Supply

Penggunaan nilai kapasitor C1 pada rangkaian power supply dianalisa menggunakan persamaan (4). Dioda yang digunakan merupakan dioda bridge dengan penapis, maka dengan tegangan sekunder 12 volt dilakukan perhitungan nilai V_{2P} (tegangan puncak) menggunakan persamaan (3) didapat nilai $V_{2P} = 16,92$ Volt.

Nilai V_{dc} sama dengan nilai output V_{out} selanjutnya dapat dihitung menggunakan persamaan (5), didapat nilai $V_{rip} = 9,84$ volt ≈ 10 volt dan hasil perhitungan menggunakan rumus (4) diperoleh besar nilai kapasitor yang dibutuhkan sebesar 2×10^{-3} Farad = 2000 μF . Jadi nilai minimal kapasitor yang harus digunakan yaitu sebesar 2000 μF .

B. Pengujian Power Supply

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian rangkaian penyearah yang berfungsi untuk mengubah tegangan sumber AC menjadi DC. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak dengan cara menghubungkan output dari rangkaian tersebut dengan beban menggunakan resistor 1K Ω . Hasil pengukuran menggunakan alat ukur dari pengujian power supply dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Power Supply

No	Beban R_L (Ω)	Penapis C (μF)	V_{ac} (V)	V_{dc} (V)
1	1000	4700	4,35	5,46
2	1000	4700	5,57	7,10
3	1000	4700	6,76	8,65
4	1000	4700	8,94	12,49
5	1000	4700	11,19	15,20

Tabel 3. Hasil Perhitungan Dan Perbandingan Tegangan Output (V_{dc}) Power Supply

V_{ac} (volt)	V_{dc} ukur (volt)	V_{dc} hitung (volt)	Ralat Mutlak (volt)	Ralat Relatif (%)
4,35	5,46	6,12	0,66	12,08
5,57	7,10	7,85	0,75	10,56
6,76	8,65	9,52	0,87	10,06
8,94	12,49	12,59	0,10	0,80
11,19	15,20	15,76	0,56	3,68
Rata-rata			0,59	7

Tegangan sumber (V_{ac}) yang diberikan kepada rangkaian penyearah divariasikan sesuai dengan tegangan sekunder pada trafo. Dari hasil pengukuran beban dan kapasitor pada Tabel 1, maka dapat ditentukan nilai tegangan output rangkaian penyearah menggunakan Persamaan (1), Persamaan (3) dan Persamaan (5), didapat nilai $V_{2P} = 6,13$ Volt, nilai $V_{rip} = 0,01$ Volt dan nilai $V_{dc} = 6,125$ Volt.

Dengan melakukan cara yang sama diperoleh tegangan output (V_{dc}) dari masing-masing pengujian yang dilihat pada Tabel 3. Jika dilakukan perbandingan antara V_{dc} hasil pengukuran dengan hasil perhitungan, maka terdapat perbedaan dari kedua nilai tersebut. Untuk menentukan kesalahan atau error dari hasil perbandingan tersebut, maka dilakukan perhitungan kesalahan mutlak dan relatif. Hasil perhitungan didapat nilai ralat mutlak sebesar 0,66 dan ralat relatif sebesar 12,08%.

Power Supply sangat penting dalam memberikan supply energi untuk menghidupkan semua komponen elektronik yang membutuhkan tegangan yang cocok dan stabil. Dari Tabel 3 dapat dilihat persentase kesalahan rata-rata yang diperoleh adalah 7% dengan kesalahan terbesar 12,08%. Hal ini menunjukkan



Gambar 3. Tampilan Suhu dan Kelembaban

bahwa power supply dapat bekerja dengan baik. Kesalahan tersebut dapat terjadi dikarenakan kesalahan alat ukur yang kurang akurat, perubahan tegangan sumber dan gangguan pada masing-masing komponen yang digunakan.

Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan dengan menggabungkan semua peralatan ke dalam sebuah sistem yang terintegrasi. Tujuannya untuk mengetahui bahwa rangkaian yang dirancang telah bekerja sesuai yang diharapkan. Dari hasil pengujian selama proses dari awal penetasan telur sampai telur menetas ternyata kondisi peralatan masih tetap normal dan tidak terjadi gangguan yang berarti, sehingga mesin tetas telur puyuh otomatis ini sudah dapat beroperasi sesuai harapan.

Arduino Mega 2560 dapat melakukan kontrol pada proses penetasan dimana arduino dapat mengontrol secara cepat perubahan suhu dan kelembaban yang terjadi pada ruang penetasan. Data suhu dan kelembaban ini diinputkan oleh DHT11 yang bertindak sebagai sensor pada ruang penetasan dan ditampilkan pada layar LCD seperti pada Gambar 3.

Arduino dapat menjalankan proses kontrolnya dengan mengacu pada nilai suhu dan kelembaban yang telah ditentukan (*set point*). Nilai *set point* ini digunakan oleh arduino untuk menjalankan sistem kontrol dimana setiap terjadi perubahan nilai suhu, arduino melakukan tugas dengan mengontrol pengaktifan dan penonaktifkan kipas dan lampu pijar supaya suhu tetap berada pada nilai *set point*. Sedangkan pada setiap terjadinya perubahan nilai kelembaban arduino akan mengontrol pengaktifan dan penonaktifan *humidifier* sehingga kelembaban tetap berada pada nilai *set point*.

C. Pengujian Motor Inkubator

Pada pengujian motor inkubator ini, dilakukan untuk mengetahui ketepatan lama waktu pergerakan motor untuk membalik rak telur penetasan dari posisi 45° ke posisi -45°.



Gambar 4. Rak Telur Penetas Posisi 45°



(a) Modul GSM



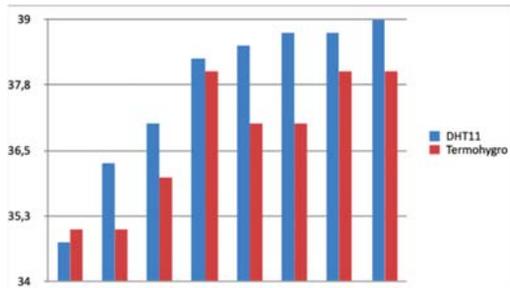
(b) SMS yang diterima

Gambar 5. Hasil Pengiriman SMS

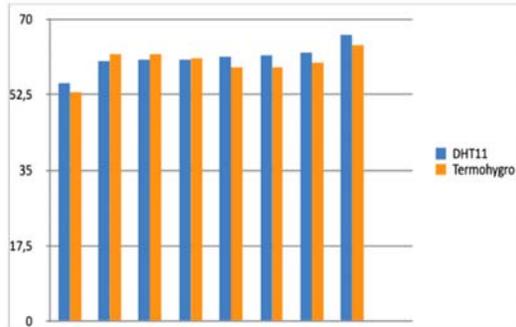
Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pergerakan motor dari pertama dihidupkan dari posisi 45° menuju ke posisi -45° membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan pergerakan motor dari posisi 45° ke -45° dan sebaliknya. Waktu rata-rata yang dibutuhkan motor untuk berputar dari posisi 45° ke -45° dan sebaliknya adalah 181 menit 12 detik (3 jam, 1 menit, 12 detik).

Motor inkubator mampu bekerja sesuai dengan waktu yang ditentukan. Serta mampu membalik rak telur setiap 3 jam sekali. Motor dapat memutar rak telur secara otomatis setiap tiga jam tanpa ada telur yang jatuh.

Untuk mendeteksi telur yang telah menetas maka digunakan sensor suara. Sensor suara dapat bekerja dengan baik. Saat ada frekuensi suara yang terdeteksi *condenser*, maka akan dicocokkan dengan frekuensi suara pada *tone decoder*, dan jika *tone decoder* berlogika 1 berarti ada puyuh yang menetas. Sehingga sensor suara memberi input ke arduino dan arduino memproses data sehingga modul GSM dapat mengirimkan SMS ke *handphone* penerima. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Suhu



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kelembaban

Tabel 4. Data Pengujian Penetasan Tahap I

	Normal	52
Menetas	Cacat	3
	Mati	2
	Tidak Menetas	2
Telur berembrio		59
Telur tidak berembrio		1
Jumlah Telur		60

D. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor DHT11 dengan *thermohyrometer* analog. DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat

Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kelembaban yang terukur dari DHT11 mendekati kelembaban yang terukur dari *termohygro*, dengan rata-rata kesalahan 1,85% dan dengan persentase kesalahan rata-rata adalah 3,11%. Dari hasil pengujian menunjukkan sensor DHT11 dalam kondisi baik dan layak digunakan.

E. Percobaan 1

Pengujian mesin tetas telur puyuh otomatis tahap I sebanyak 60 butir telur. Hasil dari pengujian tahap I ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5. Data Pengujian Penetasan Tahap II

	Normal	47
Menetas	Cacat	2
	Mati	0
	Tidak Menetas	1
Telur berembrio		50
Telur tidak berembrio		0
Jumlah Telur		50

Hasil perhitungan persentase fertilitas telur yaitu 98,33% dari jumlah telur 60 butir. Penetasan terjadi pada hari ke 17 – 19, dengan suhu ruang 39°C dan kelembaban relatif antara 40 – 60%. Pembalikan telur dilakukan per 3 jam sekali mulai dari hari ke 1 sampai hari ke 19 dengan sudut kemiringan 45°. Dari pelakuan yang dilakukan didapat persentase daya tetas dari mesin tetas yang dibuat yaitu 96,61% dan viabilitas daya bertahan hidup anakan puyuh sampai 48 jam yaitu 91,22% dengan tingkat kematian 3,5%.

F. Percobaan 2

Pada pengujian tahap II ini telur puyuh yang diuji coba yaitu sebanyak 50 butir telur. Hasil dari pengujian tahap II ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil perhitungan persentase fertilitas telur yaitu 100% dari jumlah telur 50 butir. Penetasan terjadi pada hari ke 15 – 19, dengan suhu ruang 39°C dan kelembaban relatif antara 55 – 60%. Pembalikan telur dilakukan per 3 jam sekali mulai dari hari ke 1 sampai hari ke 19 dengan sudut kemiringan 45°. Dari pelakuan yang dilakukan didapat persentase daya tetas dari mesin tetas yang dibuat yaitu 98% dan viabilitas daya bertahan hidup anakan puyuh sampai 48 jam yaitu 95,91% dengan tingkat kematian 0%.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Sistem mampu menjaga suhu dan kelembaban mesin tetas pada *setpoint* dengan *error* rata-rata suhu dan kelembaban yaitu 2,64% dan 3,11%.
2. Tingkat keberhasilan penetasan terbesar pada mesin tetas telur puyuh otomatis ini sebesar 98%, pada suhu 39°C dan kelembaban relatif 60%.
3. Penggunaan daya pada mesin tetas telur puyuh otomatis ini rata-rata 62,44 watt sampai dengan 83,45 watt.

4. Penggunaan daya rata-rata pada mesin tetas telur puyuh otomatis ini yaitu 0,0568 kWh, 1,4022 kWh per hari dan total penggunaan daya untuk 1 periode penetasan selama 18 hari yaitu 25,2392 kWh

B. Saran

Ada beberapa saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat diperbesar kapasitas jumlah telur yang ditetaskan.
2. Sistem pengisian air pada wadah penampung air dapat diotomatiskan, agar kelembaban pada mesin tetas tetap terjaga.

REFERENSI

- [1] Listiyowati, Elly dan Roosпитasari, Kinanti. 2007. *Puyuh, Tata Laksana Budi Daya Secara Komersial*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [2] Nurhadi, Imam dan Puspita, Eru. 20 . Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8 Menggunakan Sensor SHT 11. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya ITS. Surabaya. <https://core.ac.uk/download/pdf/12343351.pdf>
- [3] User Manual. 2014. “*Modul Motor Inkubator*” Steigenz
- [4] Datasheet. 2014. *Arduino Mega 2560*. Arduino
- [5] Susanto, Heri., Pramana, Rozeff dan Mujahidin. Muhammad. 2013. *Perancangan Sistem Telemetri Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 Atmega328P Dan Xbee Pro*. Tanjung Pinang: Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- [6] Rinaldi, Reza Satria dan Anggraini, Ika Novia. 2014. *Bahan Ajar Elektronika I*. Bengkulu: Universitas Bengkulu Fakultas Teknik.
- [7] Lister, Eugene C. 1988. *Mesin Dan Rangkaian Listrik “Edisi Keenam”*. Jakarta: Erlangga.
- [8] Chapman, Stephen J. 2001. *Electric Machinery and Power System Fundamentals “First Edition”*. Australia: McGraw-Hill, Inc.
- [9] Winda dan Devin. 2010. *Ultrasonic Humidifier*. Malang: Mesin Raya
- [10] Miranto, Afit. 2014. *Perancangan Alat Pemberian Pakan Ayam Kampung Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*. Bengkulu: Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu.
- [11] Ciputra, Akhmad. 2011. *Perancangan Alat Pencatat KWH Meter dengan Pengiriman Data Menggunakan SMS*. Bengkulu: Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu