

PROTOTYPE INKUBATOR UNTUK ANAK BURUNG LOVEBIRD (AGAPORNIS) DENGAN KEMAMPUAN KENDALI JARAK JAUH BERBASIS SMS

Adi Tyas Iswara, 21401053023¹, Sugiono², Oktriza Melfazen³
Mahasiswa Teknik Elektro¹, Dosen Teknik Elektro^{2,3}, Universitas Islam Malang
adityasiswara8@gmail.com

ABSTRAK

Fase anak merupakan tahapan yang sangat penting karena pada fase ini anak burung *lovebird* mulai dipisahkan dengan induknya, di mana lingkungannya dijaga hingga usia 30 hari atau hingga bulu-bulunya terbentuk sempurna. Untuk usia 7 hari hingga 14 hari, dibutuhkan temperatur lingkungan 33°C hingga 35°C, sedangkan usia 15 hari hingga 30 hari dibutuhkan 31°C hingga 33°C. Jika temperatur tidak terjaga pada batas tersebut, maka bulu anak burung *lovebird* akan rontok dan tidak bisa menjadi dewasa dengan kualitas terbaik. Dalam penelitian ini akan dibangun sebuah *prototype* inkubator yang mampu menjaga temperatur dan kelembaban di dalamnya secara otomatis. Pengaturan yang bisa dilakukan oleh operator adalah temperatur dan kelembaban. Sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan anak burung *lovebird* pada fase anak, maka temperatur interior inkubator harus bisa memiliki rentang minimal 31°C hingga 35°C. Perangkat inkubator ini akan menggunakan pemanas dan ventilasi kipas angin untuk menjaga temperatur, kelembaban, dan memberikan udara segar dalam ruangnya. Selain itu, proses pengaturan dan monitoring juga bisa dilakukan dari jarak jauh melalui media SMS. Estimasi konsumsi energi listrik untuk proses inkubasi anak burung *lovebird* usia 7 hari hingga 30 hari menggunakan perangkat inkubator yang telah dibangun adalah sebesar 28.938 kWh.

Kata kunci: inkubator, *lovebird*, sistem kendali, temperatur, kelembaban, SMS

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam pengembangbiakan burung *lovebird*, terdapat beberapa fase, seperti penetasan telur, fase anak mulai 7 hari hingga 30 hari, dan fase dewasa yang sudah siap menjadi induk pada 45 hari atau lebih. Fase anak merupakan tahapan yang sangat penting karena pada fase ini anak burung *lovebird* mulai dipisahkan dengan induknya. Pada fase ini lingkungan anak burung *lovebird* harus dijaga hingga usia 30 hari atau hingga bulu-bulunya terbentuk sempurna. Harapan hidup anak burung *lovebird* sangat bergantung pada temperatur lingkungannya. Untuk usia 7 hari hingga 14 hari, dibutuhkan temperatur 33 °C hingga 35 °C. Usia 15 hari hingga 30 hari dibutuhkan temperatur 31 °C hingga 33 °C. Jika temperatur tidak terjaga pada batas tersebut, maka bulu anak burung *lovebird* akan rontok dan tidak bisa menjadi burung *lovebird* dewasa dengan kualitas terbaik. (Susanti, 2018)

Untuk membantu solusi atas permasalahan tempat ini, maka dalam penelitian ini akan dibangun sebuah *prototype* inkubator yang mampu menjaga temperatur di dalamnya secara otomatis. Perangkat inkubator yang akan dikembangkan akan melakukan pengendalian temperatur di dalam ruangnya, yang juga dilengkapi dengan pengendali kelembaban. Pengendalian ini sangat penting karena anak burung *lovebird* memerlukan suhu yang konstan agar bisa bertahan hidup. Pengaturan yang bisa dilakukan oleh operator adalah temperatur dan kelembaban, dengan rentang antara nilai minimal dan nilai maksimal. Sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan anak burung *lovebird* di usia 7 hari hingga 30 hari, maka temperatur interior inkubator

harus bisa memiliki rentang minimal 31 °C hingga 35 °C. Sesuai dengan *setpoint* yang diatur oleh operator tersebut, perangkat inkubator ini akan menggunakan pemanas dan ventilasi kipas angin untuk menjaga temperatur, kelembaban, dan sekaligus memberikan udara segar dalam ruangnya. Selain itu, proses pengaturan dan monitoring juga bisa dilakukan dari jarak jauh melalui media SMS. Perangkat inkubator ini akan menggunakan sensor temperatur dan kelembaban sebagai indikator tercapainya *setpoint*. Sebagai tambahan, akan dipasang perangkat penerangan dan penguncian elektronik yang juga bisa dikendalikan melalui media SMS.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas yang telah ditulis sebelumnya maka pada penelitian ini memiliki beberapa permasalahan yang akan diteliti:

1. Bagaimana pengendalian lingkungan buatan berdasarkan temperatur dan kelembaban menggunakan pemanas dan ventilasi kipas angin yang diatur oleh operator.
2. Bagaimana rancangan perangkat inkubator untuk anak burung *lovebird* yang mampu mengendalikan temperatur dan kelembaban serta menggunakan media SMS guna kendali dan monitoring jarak jauh.
3. Seberapa besar energi listrik yang diperlukan untuk proses inkubasi anak burung *lovebird* usia 7 hari hingga 30 hari menggunakan perangkat inkubator yang dibangun..

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masukan yang digunakan adalah *setpoint* temperatur dan kelembaban dengan nilai minimal dan nilai maksimal.
2. Perangkat pengendali menggunakan sebuah pemanas 100 W dan ventilasi tiga kipas angin (satu untuk pompa udara masuk dan dua untuk pompa udara keluar).
3. Perangkat inkubator yang akan dihasilkan ditargetkan mampu mempertahankan batas bawah temperatur mulai dari 31 °C hingga 35 °C.
4. Keluaran nilai kendali berupa nilai digital untuk menyalakan atau mematikan pemanas maupun kipas angin.
5. Sensor utama yang digunakan adalah HDC1080 yang merupakan sensor untuk temperatur dan kelembaban.
6. Perangkat mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560.
7. Perangkat komunikasi jarak jauh yang digunakan adalah modul GSM SIM900A.

1.4. Tujuan Masalah

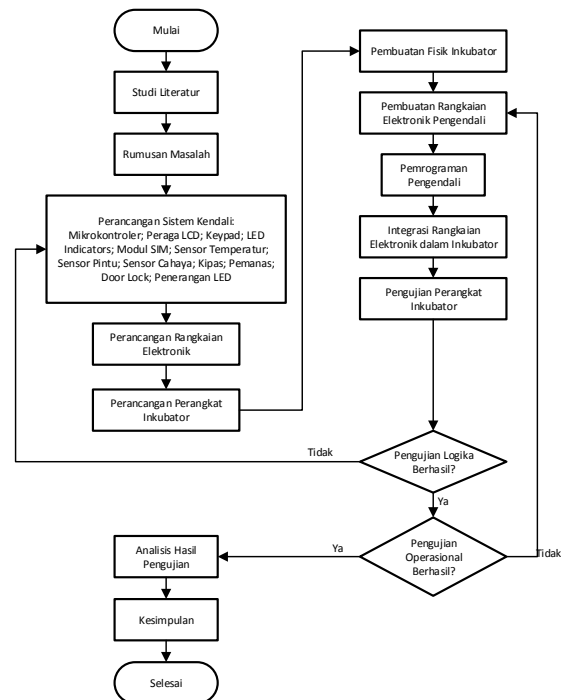
Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis terhadap sistem kendali lingkungan berdasarkan indikator perubahan temperatur dan kelembaban menggunakan pemanas dan ventilasi kipas angin pada ruangan tertutup.
2. Merancang sebuah purwarupa perangkat inkubator untuk anak burung lovebird yang mampu mengendalikan temperatur dan kelembaban serta menggunakan media SMS guna kendali dan monitoring jarak jauh.
3. Melakukan estimasi energi listrik yang diperlukan untuk proses inkubasi anak burung lovebird usia 7 hari hingga 30 hari menggunakan perangkat inkubator yang dibangun.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Langkah Penelitian

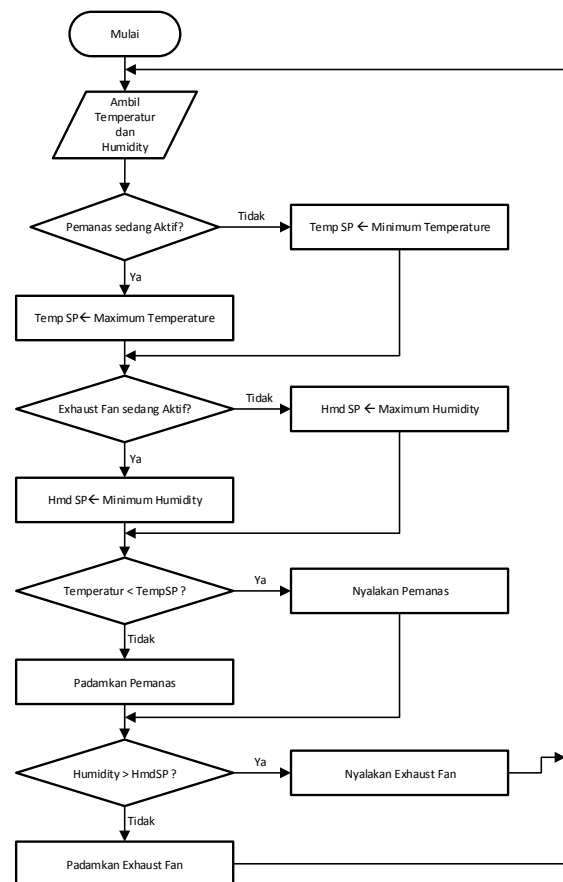
Langkah penelitian yang dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir langkah penelitian.

2.2. Rancangan Umum

Rancangan umum sistem pengendali perangkat inkubator pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.

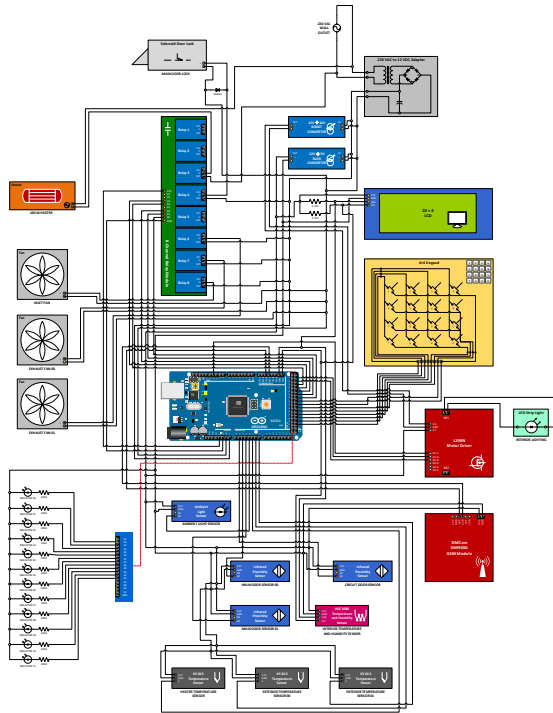


Gambar 2. Rancangan umum sistem pengendali.

Karena pada mikrokontroler instruksi dijalankan terus menerus, maka proses dalam diagram alir tersebut tidak pernah selesai, kecuali daya listrik diputuskan. Interaksi yang digambarkan pada Gambar 2 merupakan yang terjadi antara perangkat dengan operator.

2.3. Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik dari sistem kendali yang digunakan pada perangkat inkubator anakan burung *lovebird* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian elektronik kendali.

Diagram IPO (*input-process-output*) yang mengendalikan proses utama dari sistem pengendali inkubator ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I. Diagram IPO Sistem Pengendali Inkubator

Input Masukan	Process Proses	Output Keluaran
Temperatur Interior Status Pemanas	Jika temperatur interior kurang dari temperatur minimal, maka pemanas harus dinyalakan. Jika pemanas dalam posisi menyala dan temperatur interior kurang dari temperatur maksimal, maka pemanas tetap dinyalakan. Jika temperatur interior lebih dari temperatur maksimal, maka pemanas harus dipadamkan. Jika pemanas dalam posisi padam dan temperatur interior lebih dari temperatur minimal, maka pemanas tetap dipadamkan.	Status Pemanas Status Kipas Inlet

Input Masukan	Process Proses	Output Keluaran
Kelembaban Interior Status Kipas Exhaust	Jika kelembaban interior lebih dari kelembaban maksimal, maka kipas exhaust harus dinyalakan. Jika kelembaban interior kurang dari atau sama dengan kelembaban maksimal, maka kipas exhaust harus dipadamkan.	Status Kipas Exhaust
Temperatur Pemanas	Jika temperatur pemanas lebih dari temperatur pemanas maksimal, maka pemanas harus dipadamkan apapun yang terjadi.	Status Pemanas
Sensor Pencahayaan	Jika nilai sensor pencahayaan kurang dari ambang minimal, maka lampu dipadamkan. Jika nilai sensor pencahayaan di antara ambang minimal dan ambang maksimal, maka lampu dinyalakan sesuai jarak dari ambang minimal dibagi jarak ambang minimal dan maksimal. Jika nilai sensor pencahayaan lebih dari ambang maksimal, maka lampu dinyalakan 100%.	Lampu Penerangan LED

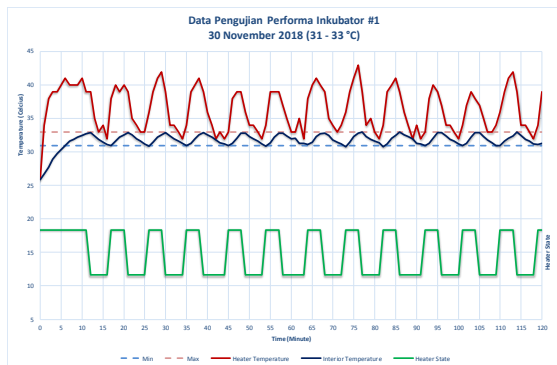
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Uji Coba Perangkat Inkubator Anakan Burung *Lovebird*

Uji operasional dilakukan pada perangkat inkubator ini dengan menyalakan sistem kendali dan mengamati perubahan temperatur di dalam interiornya. Uji coba dilakukan dua kali, yaitu:

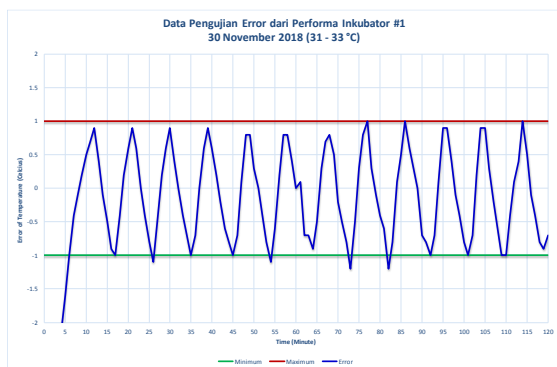
1. Menggunakan range temperatur 31°C hingga 33°C untuk anak burung *lovebird* usia 15 hari hingga 30 hari.
2. Menggunakan range temperatur 33°C hingga 35°C untuk anak burung *lovebird* usia 7 hari hingga 14 hari.

Gambar 4 menunjukkan grafik representasi hasil pengujian pertama, dengan garis biru menunjukkan temperatur interior, garis merah menunjukkan temperatur pemanas, dan garis hijau menunjukkan status pemanas (nyala atau padam).



Gambar 4. Grafik hasil pengujian operasional pertama dengan range temperatur 31°C hingga 33°C.

Setelah pemanasan awal, sistem kendali menjaga temperatur interior berada di kisaran range 31°C hingga 33°C. Dari nilai range tersebut, maka titik tengah range didefinisikan sebagai 32°C dengan error band sebesar $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$, sehingga error yang terbentuk akan memenuhi spesifikasi jika tidak melampaui $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ seperti yang ditunjukkan pada kolom Error. Grafik hasil dari error ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil pola kerja sistem kendali seperti yang telah diujikan sebelumnya membuat pemanas hanya akan bekerja ketika temperatur interior inkubator turun hingga menyentuh temperatur minimal, dan akan berhenti bekerja ketika temperatur interior inkubator naik hingga menyentuh temperatur maksimal. Temperatur pemanas tercatat mencapai nilai tertinggi sebesar 43°C, yaitu masih di bawah pengaturan temperatur pemanas maksimal sebesar 55°C, yang mengindikasikan bahwa penyebaran panas dari pemanas sudah memenuhi syarat.

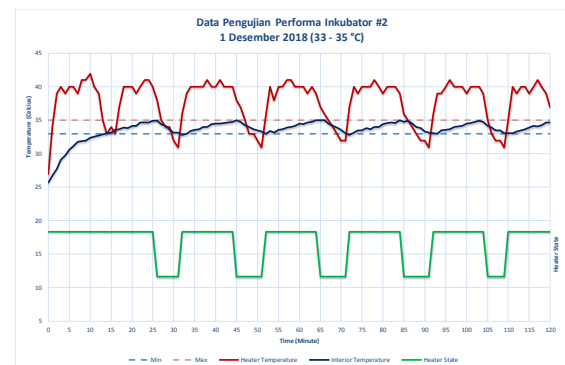


Gambar 5. Grafik hasil pengujian error operasional pertama dengan range temperatur 31°C hingga 33°C.

Dengan temperatur luar sebesar rata-rata 24,8°C, aksi sistem kendali melakukan pemanasan awal memerlukan waktu 6 menit sampai temperatur interior menuju ke range. Setelah pemanasan awal, kerja pemanas setiap putaran membutuhkan waktu rata-rata 4,2 menit sampai temperatur mencapai maksimal. Sedangkan turunnya temperatur hingga temperatur minimal di mana pemanas berhenti bekerja membutuhkan waktu rata-rata 5,3 menit.

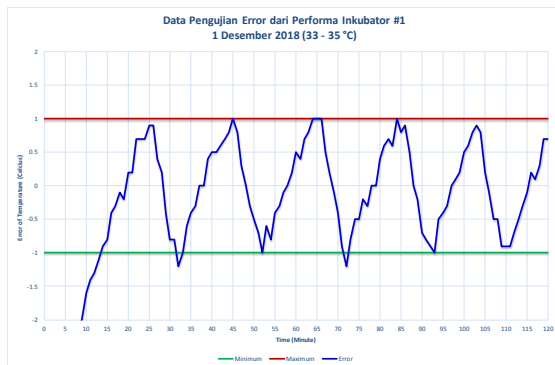
Dari 109 menit pengujian (terhitung setelah pemanasan pertama), 46 menit pemanas dalam posisi aktif (42% dari total waktu uji), sementara 63 menit pemanas dalam posisi tidak aktif (58% dari total waktu uji). Dari 109 menit pengujian (terhitung setelah pemanasan awal) temperatur interior masuk pada range selama 105 menit (96% berada dalam range), di mana tercatat temperatur yang di luar range adalah 30,9°C pada menit ke-26 dan ke-54, kemudian 30,8°C di menit ke-73 dan ke-82.

Gambar 6 menunjukkan grafik representasi hasil pengujian kedua, dengan garis biru menunjukkan temperatur interior, garis merah menunjukkan temperatur pemanas, dan garis hijau menunjukkan status pemanas (nyala atau padam)..



Gambar 6. Grafik hasil pengujian operasional kedua dengan range temperatur 33°C hingga 35°C.

Setelah pemanasan awal, sistem kendali menjaga temperatur interior berada di kisaran range 33°C hingga 35°C. Dari nilai range tersebut, maka titik tengah range didefinisikan sebagai 32°C dengan error band sebesar $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$, sehingga error yang terbentuk akan memenuhi spesifikasi jika tidak melampaui $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ seperti yang ditunjukkan pada kolom Error. Grafik hasil dari error ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil pola kerja sistem kendali seperti yang telah diujikan sebelumnya membuat pemanas hanya akan bekerja ketika temperatur interior inkubator turun hingga menyentuh temperatur minimal, dan akan berhenti bekerja ketika temperatur interior inkubator naik hingga menyentuh temperatur maksimal. Temperatur pemanas tercatat mencapai nilai tertinggi sebesar 42°C, yaitu masih di bawah pengaturan temperatur pemanas maksimal sebesar 55°C, yang mengindikasikan bahwa penyebaran panas dari pemanas sudah memenuhi syarat.



Gambar 7. Grafik hasil pengujian error dari operasional kedua dengan range temperatur 33°C hingga 35°C.

Dengan temperatur luar sebesar rata-rata 24,6°C, aksi sistem kendali melakukan pemanasan awal memerlukan waktu 6 menit sampai temperatur interior menuju ke range. Setelah pemanasan awal, kerja pemanas setiap putaran membutuhkan waktu rata-rata 12,5 menit sampai temperatur mencapai maksimal. Sedangkan turunnya temperatur hingga temperatur minimal di mana pemanas berhenti bekerja membutuhkan waktu rata-rata 6,4 menit. Dari 95 menit pengujian (terhitung setelah pemanasan awal), 63 menit pemanas dalam posisi aktif (66% dari total waktu uji), sementara 32 menit pemanas dalam posisi tidak aktif (34% dari total waktu uji). Dari 95 menit pengujian (terhitung setelah pemanasan awal) temperatur interior masuk pada range selama 93 menit (98% berada dalam range), di mana tercatat temperatur yang di luar range adalah 32,8°C pada menit ke-32 dan ke-72.

3.2. Evaluasi Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian, maka bisa dilakukan evaluasi kualitatif dan kuantitatif pada perangkat inkubator yang telah dirakit. Secara kualitatif, maka semua spesifikasi yang telah ditentukan untuk membangun perangkat inkubator pada penelitian ini telah berhasil diuji.

Secara kuantitatif, maka berdasarkan hasil pengujian pengambilan data, dengan asumsi bahwa dengan temperatur rata-rata 24°C dan range yang dikhususkan untuk anak burung lovebird, maka pemilihan pemanas dengan daya 100 W sudah mencukupi karena range terjaga lebih dari 95% waktu inkubasi. Selain itu penggunaan energi listrik perangkat inkubator ini dapat diestimasi berdasarkan data yang telah diambil.

Proses inkubasi burung lovebird pada 7 hari hingga 14 hari (total 8 hari) membutuhkan range temperatur antara 33°C hingga 35°C. Sesuai dengan Lampiran 8, dari 95 menit total pengujian (terhitung setelah proses pemanasan awal) terdapat 63 menit pemanas pada posisi menyala.

Proporsi pemanas menyala adalah sebesar 66,32%. Dengan proporsi sebesar itu, dapat dihitung jumlah energi listrik yang dibutuhkan untuk pemanas selama 8 hari yaitu sebesar 12,7 kWh.

Jadi energi listrik yang dikonsumsi oleh pemanas pada perangkat inkubator untuk proses inkubasi burung lovebird pada usia 7 hari hingga 14 hari adalah 12,7 kWh.

Proses inkubasi burung *lovebird* pada 15 hari hingga 30 hari (total 16 hari) membutuhkan range temperatur antara 31 °C hingga 33 °C. Sesuai dengan Lampiran 7, dari 109 menit total pengujian (terhitung setelah proses pemanasan awal) terdapat 46 menit pemanas pada posisi menyala.

Proporsi pemanas menyala adalah sebesar 42,2%. Dengan proporsi sebesar itu, dapat dihitung jumlah energi listrik yang dibutuhkan untuk pemanas selama 16 hari yaitu sebesar 16,206 kWh.

Jadi energi listrik yang dikonsumsi oleh pemanas pada perangkat inkubator untuk proses inkubasi burung *lovebird* pada usia 15 hari hingga 30 hari adalah 16,2 kWh.

Dari hasil pengujian logika yang telah dilakukan tersebut menunjukkan bahwa purwarupa sistem kendali perangkat inkubator yang telah dirakit telah berhasil memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Dari hasil pengambilan data uji yang telah dilakukan serta evaluasi hasil pengujian, dapat diberikan analisis bahwa:

1. Pada proses inkubasi burung lovebird usia 7 hingga 14 hari (kondisi temperatur udara luar rata-rata 24°C, inkubator menggunakan pemanas 100 W), 98% dari waktu inkubasi temperatur terjaga dalam range, dengan 2% waktu inkubasi memiliki penyimpangan dari range sebesar 0,2°C di bawah temperatur minimal.
2. Pada proses inkubasi burung lovebird usia 7 hingga 14 hari nonstop (kondisi temperatur udara luar rata-rata 24°C, inkubator menggunakan pemanas 100 W), diperlukan energi listrik untuk pemanasan sebesar 12,7 kWh.
3. Pada proses inkubasi burung lovebird usia 15 hingga 30 hari (kondisi temperatur udara luar rata-rata 24°C, inkubator menggunakan pemanas 100 W), 96% dari waktu inkubasi temperatur terjaga dalam range, dengan 4% waktu inkubasi memiliki penyimpangan dari range sebesar 0,2°C di bawah temperatur minimal.
4. Pada proses inkubasi burung lovebird usia 15 hingga 30 hari nonstop (kondisi temperatur udara luar rata-rata 24°C, inkubator menggunakan pemanas 100 W), diperlukan energi listrik total untuk pemanasan sebesar 16,2 kWh.

IV. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis pada penelitian ini, maka dapat ditarik tiga kesimpulan, antara lain:

1. Lingkungan buatan yang tertutup untuk anak burung *lovebird* dapat diatur temperaturnya mulai 33°C hingga 35°C dan kelembabannya mulai 50% hingga 95% menggunakan pemanas dan ventilasi kipas angin.
2. Perangkat inkubator untuk anak burung *lovebird* yang mampu mengendalikan temperatur dan kelembaban serta menggunakan media SMS guna kendali dan monitoring jarak jauh telah berhasil dibangun sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, yaitu mampu mempertahankan temperatur dari 33°C hingga 35°C, dengan penyimpangan 4% dari rata-rata waktu inkubasi sebesar -0,2°C dari temperatur minimal.
3. Estimasi konsumsi energi listrik untuk proses inkubasi anak burung *lovebird* usia 7 hari hingga 30 hari menggunakan perangkat inkubator yang telah dibangun adalah sebesar 28,9 kWh.

4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian berikutnya diharapkan ada pengembangan perangkat inkubator yang menggunakan dinding insulasi panas untuk lebih menghemat konsumsi listrik.
2. Pada penelitian berikutnya diharapkan ada pengembangan perangkat inkubator yang bisa mencatat penggunaan energi listrik dan memiliki *data logger* untuk lebih memudahkan pengujian.
3. Pada penelitian berikutnya diharapkan ada pengembangan perangkat inkubator yang menerapkan sistem kendali *Fuzzy Logic Control* untuk pengendalian temperatur dan kelembabannya.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Alderton, D. (2003). *The Ultimate Encyclopedia of Caged and Aviary Birds*. London: Hermes House.
- Arduino - Introduction. (2018, 7 15). Retrieved from Arduino: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>
- Banzi, M. (2011). *Getting Started with Arduino*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Dyer, S. (2004). *Wiley Survey of Instrumentation and Measurement*. John Wiley & Sons.
- Faradila, O. (2016). *Rancang Bangun Inkubator Anakan Burung Lovebird Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Hazami, S., Hardienata, S., & Suriansyah, M. (2018). Model Pengatur Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam Broiler Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 dan Sensor DHT11. *Jurnal FMIPA Universitas Pakuan*, 1-8.
- Heath, S. (2003). *Embedded Systems Design*. Massachusetts: Newnes.
- Islam, H., Nabilah, N., Atsaurry, S., Saputra, D., Pradipta, G., Kurniawan, A., . . . Irzaman. (2016). Sistem Kendali Suhu dan Pemantauan Kelembaban Udara Ruangan Berbasis Arduino Uno dengan Menggunakan Sensor DHT22 dan Passive Infrared (PIR). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016* (hal. 119-124). Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Ogata, K. (1987). *Discrete-Time Control Systems*. New York: Prentice-Hall.
- Research Design Lab. (2016). *GPRS/GSM SIM900A Modem User Manual*. Mangaluru: Research Design Lab.
- Roberts, J., & Miller, A. (1960). *Heat and Thermodynamics*. Glasgow: Blackie & Son Limited.
- Shanghai SIMCom Wireless Solutions Ltd. (2010, 1 15). AT Commands Set for SIM900_ATC_V1.00. Shanghai, Shanghai Municipality, People's Republic of China.
- Subrata, D., Sajuri, A., Priyadi, A., & Siregar, H. (2013). Rancang Bangun Incubator dengan Suhu dan Kelembaban Udara Terkendali untuk Penetasan Telur Ulat Sutera. *JTEP Jurnal Keteknikan Pertanian*, Vol. 1, No. 1, 85-91.
- Susanti, W. (2018, 11 15). Kiat Sukses Memelihara Anakan Lovebird Dalam Kondisi Cuaca Extreme | Media Ronggolawe. Diambil kembali dari <https://mediaronggolawe.id/kiat-sukses-memelihara-anakan-lovebird-dalam-kondisi-cuaca-extreme/>
- Texas Instruments. (2015). *HDC1080 Datasheet*. Dallas: Texas Instruments.
- Vukić, Z., Kuljača, L., Đonlagić, D., & Tešnjak, S. (2003). *Nonlinear Control Systems*. New York: Marcel Dekker.