

Rancang Bangun Sistem Penghangat Hewan Peliharaan Berbasis Arduino Uno

Yuwono Marta Dinata *

Informatika, Universitas Ciputra Surabaya, Surabaya,
60219

yuwono.dinata@ciputra.ac.id

*Corresponding author

Alimmada Ammar Sharhanata

Informatika, Universitas Ciputra Surabaya, Surabaya,
60219

asharhanatha@student.ciputra.ac.id

Abstrak—Penggemar hewan sering meluangkan waktu bermain dengan hewan peliharaan. Namun terkadang ada yang kurang tahu bagaimana merawat hewan peliharaan terutama mengenai suhu yang dibutuhkan. Hewan memiliki memiliki suhu yang berbeda – beda. Pada penelitian ini mengambil studi kasus Blue Tongue Skink. Pemilihan hewan ini karena Blue Tongue Skink atau kadal panana harus dijaga dengan baik pada suhu 23-29°C. Maka dari itu diperlukan suatu sistem untuk mengatur suhu untuk memberikan penghangat otomatis. Sistem ini dibuat dengan mengaplikasikan teknologi IoT (Internet of Things) berbasis Arduino Uno, ESP32 Cam, dan sensor DHT11. Perangkat teknologi tersebut kemudian digabungkan dengan perangkat lunak pada Arduino IDE yang diupload pada Arduino Uno. Aplikasi juga dapat dipantau secara *realtime* melalui aplikasi *smartphone* yang dikembangkan dengan bahasa Flutter. Maka dari itu penggemar hewan dapat melihat hewan peliharaannya sekaligus memonitor suhu kandang meskipun sedang berpergian. Sistem kerja pada alat ini diawali dengan sensor DHT11 akan mendeteksi suhu yang ada di sekitar. Jika sensor DHT11 mendeteksi suhu di bawah 26° C, maka alat penghangat akan menyala secara otomatis. Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik. Pengiriman gambar dapat dilakukan sesuai permintaan dari pengguna dan data suhu secara *realtime* dapat tampil pada *smartphone*.

Kata Kunci—Arduino Uno, ESP32 Cam, Blue Tongue Skink, Flutter, IoT.

I. PENDAHULUAN

Penggemar hewan sering meluangkan waktu bermain dengan hewan peliharaan. World Society for the Protection of Animal (WSPA) pada tahun 2007 telah melakukan survey di Indonesia tentang populasi hewan peliharaan. Hasil dari survey tersebut didapatkan bahwa populasi hewan peliharaan dengan jenis anjing sebesar 8 juta dan populasi jenis kucing sebesar 15 juta. WSPA juga menyebutkan dalam kurun waktu kurang dari lima tahun populasi anjing meningkat sebesar 22% (menduduki peringkat 9 dari 58 negara) dan pada populasi kucing meningkat sebesar 66% (menduduki peringkat 2 dari 58 negara) (Batson, 2008). Hal ini memberikan informasi bahwa di Indonesia perkembangan minat orang untuk memelihara hewan sangat pesat.

Keadaan ini ditambah juga dengan munculnya berbagai komunitas dan Yayasan yang bergerak dalam pemeliharaan hewan, misalnya Indonesian Cat Association (ICA) dan Ikatan Pecinta Reptil dan Amfibi Indonesia (IPRAI) yang berada dalam tingkat nasional hingga komunitas lokal seperti Malang Cat Lover (MCL) di Malang, Komunitas Pecinta Kucing (KPK) di Surabaya, dan Paguyuban Reptile Mblendez Surabaya. Pada penelitian ini akan fokus pada reptile karena hal ini cukup menarik dikalangan penggemar reptile di Indonesia. Dari data yang ada bahwa di Indonesia diperkirakan ada sekitar 350.000 jenis hewan dan terdapat 2000 jenis reptilian (Purnamasari & Ilham, 2021).

Reptil merupakan hewan yang tergolong eksotik dan hewan vertebrata yang memiliki tulang belakang serta berdarah dingin (Purnamasari & Ilham, 2021). Reptil ini ada yang membutuhkan perawatan khusus terutama untuk suhu. Beberapa pemilik hewan peliharaan khususnya reptile yang kurang mengetahui tentang perubahan ekstrim cuaca yang mempengaruhi kepada hewan peliharaannya. Ada beberapa hewan yang sensitif terhadap perubahan cuaca ekstrem yang bisa mengakibatkan hewan tersebut bisa meninggal. Reptil adalah salah satu hewan yang cukup penting dalam suatu ekosistem. Dua badan konservasi dunia, yaitu IUCN (International Union for Conservation of Nature) dan CITES (Convention on International Trade in Endangered Species) dalam hal ini kedua badan konservasi dunia tersebut membahas sosialisasi perlindungan terhadap satwa yang belum tersampaikan dengan baik. Reptil merupakan salah satu hewan yang dapat hidup berdampingan dengan manusia (Syakur & Hidayatullah, 2021). Salah satu reptil yang menarik untuk menjadi hewan peliharaan adalah Blue Tongue Skink (kadal berlidah biru). Terutama dalam hal suhu, perawatan Blue Tongue Skink harus diperhatikan. Suhu kandang *Blue Tongue Skink* atau kadal panana harus dijaga pada suhu 23-29°C (Alamlusvi, 2019; Yudha et al., 2016). Penempatan penghangat sebaiknya di bagian atas kandang agar perut Panana tidak terbakar. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem untuk mempermudah mempermudah pekerjaan pemilik reptile untuk mengatur suhu secara otomatis.

Sehingga diperlukan suatu teknologi yang bisa digunakan membantu penggemar hewan khususnya reptile untuk membantu aktifitasnya dalam memelihara

hewan peliharaannya. Teknologi yang diperlukan tentu harus yang murah dan terjangkau. Salah satu teknologi tersebut adalah Arduino Uno dan ESP32 yang masing-masing mempunyai fungsi sebagai penerima data sensor dan pengirim ke *cloud*. Sistem tersebut dipilih karena kedua komponen tersebut mempunyai tegangan rendah serta mudah digabungkan dengan komponen lain, seperti sensor. Arduino Uno merupakan digunakan untuk melakukan pemrosesan dan dapat dengan mudah dilakukan pembuatan sistem berupa prototipe (Dinata, 2016). ESP32-Cam ini juga telah digunakan sebagai pelindung hewan ternak dalam hal ini unggas dari hewan pemangsanya. Apabila ada hewan pemangsa yang tertangkap di jebakan hewan maka penjaga akan mendapatkan informasi. Informasi dikirimkan ESP32-Cam berupa gambar melalui aplikasi Telegram (Rifaini et al., 2021). Pada penelitian ini memanfaatkan kemampuan ESP32-Cam untuk memberikan informasi keadaan reptile di dalam kandang.

Arduino dapat dengan mudah dihubungkan dengan modul sensor suhu, seperti digunakan untuk melakukan pengukuran suhu tanah dengan memanfaatkan SHT11 (Putranto et al., 2009). Pada penelitian yang lain menggunakan sensor DHT11 yang telah digunakan pada monitoring suhu secara real time di laboratorium kimia XYZ dengan memanfaatkan Internet of Things (IoT). Pada bagian pengambilan data suhu kelembaban menggunakan sensor DHT11. Penelitian ini menggunakan jenis mikrokontroler yang berbeda yaitu NodeMCU ESP8266. NodeMCU8266 bertugas untuk melakukan pengiriman data ke website (Rangan et al., 2020).

Pemonitoring data yang telah didapatkan pada sisi layer persepsi ini akan dilakukan dengan menggunakan *smartphone* dengan memanfaatkan teknologi *hybrid*. Teknologi *hybrid* pernah dilakukan pada pembuatan aplikasi M-Voting pada Pemilu Raya Universitas Muhammadiyah Malang (Santoso et al., 2020). Teknologi *hybrid* juga sudah digunakan untuk pembuatan aplikasi untuk bisnis investasi *mobile* hewan ternak Manawa. Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan framework Flutter. Flutter memiliki keunggulan dalam kecepatan pengembangan aplikasi *mobile* (Aziz et al., 2020). Pada penelitian ini akan digunakan framework Flutter untuk pengembangan aplikasi *mobilenya*.

Dari uraian di atas dapat dilihat kebutuhan bahwa banyak penggemar hewan peliharaan dalam penelitian ini digunakan reptile. Hal ini karena reptile perlu suhu tertentu untuk perawatannya. Pemilik hewan yang sangat saya pada hewan peliharaannya untuk melepas rindu maka perlu mengetahui hewan kesayangannya. Maka dari itu berdasarkan latar belakang di atas, telah dibuat sistem penghangat hewan peliharaan berbasis Arduino Uno. Hal ini telah dilakukan dengan memanfaatkan beberapa komponen perangkat keras seperti Arduino Uno, ESP32, sensor dan penghangat. Penelitian ini memberikan kontribusi bahwa sistem ini bisa diakses pun dan kapanpun. Sistem yang dibuat dapat menghangatkan kandang secara otomatis dan memberikan informasi

berupa gambar keadaan kandang secara *realtime* saat pemilik berada ditempat yang jauh.

II. STUDI PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai studi pustaka yang telah dilakukan dan dasar teori yang dipakai.

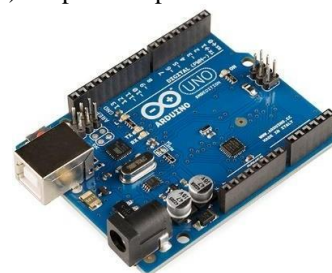
Pada pembuatan alat inkubator berbasis mikrokontroler telah berhasil untuk menetas telur unggas. Pemanfaat teknologi Arduino Uno dan sensor DHT 11 telah berhasil menetas empat telur anak unggas dari enam telur yang digunakan percobaan (D et al., 2020). Pemanfaatan lain dari sensor suhu juga digunakan bersama dengan sensor berat pada incubator bayi pada Universitas Negeri Malang. Hasil dari pembacaan sensor suhu didapatkan kesalahan sebesar 0.32% (Setiono et al., 2013). Pada penelitian ini akan memanfaatkan sensor DHT11 untuk memantau suhu pada kandang Blue Tongue Skink.

Penggunaan ESP32 telah dimanfaatkan untuk pengiriman data tempat sampah apabila penuh terisi (Muliadi et al., 2020). ESP 32 ini juga dapat digabungkan untuk robot pemotong rumput untuk kendali jarak jauh (Isrofi et al., 2021). Pada bidang keamanan juga menggunakan ESP32 untuk membantu melakukan pengiriman video maupun gambar (Setiawan & Purnamasari, 2019). Penelitian ini memanfaatkan ESP32 untuk melakukan pengiriman gambar ke *smartphone* pemilik hewan piaraan.

Teknologi yang digunakan pada penelitian ini antara lain yaitu Arduino Uno sebagai pemrosesan data dari sensor dan menampilkan output ke LCD maupun mengirimkan data ke ESP32. DHT11 sebagai sensor yang mengambil data suhu. Relay yang digunakan untuk menjadi saklar untuk tegangan yang diperlukan pada sistem. LCD berfungsi menampilkan data dari hasil pembacaan sensor. ESP32 berfungsi mengirimkan data gambar pada *cloud* sehingga dapat diakses oleh *smartphone*.

A. Arduino Uno

Arduino Uno adalah mikrokontroler ATmega328. Integrated circuit (IC) ini juga memiliki 14 input/output digital (6 output untuk Pulse Width Modulation (PWM)), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header In-Circuit Serial Programmer (ICSP), dan tombol reset (D et al., 2020; Dinata, 2016). Dapat lihat pada Gambar 1.

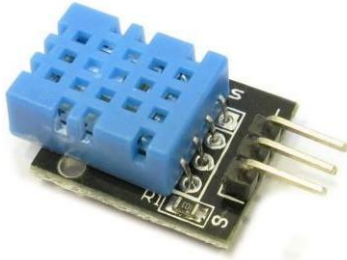


Gambar 1. Arduino Uno

B. DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor mendeteksi temperatur dan kelembaban dengan cara mengukur nilai

resistansi antar 2 elektroda. Untuk kelembaban, diberikan substrat yang dilapisi elektroda di permukaannya. Saat uap air diserap oleh substrat, maka substrat akan melepaskan ion yang dapat meningkatkan konduktivitas antar elektroda. Semakin tinggi tingkat kelembabannya maka resistansi antar elektroda semakin kecil, begitu sebaliknya jika semakin kecil tingkat kelembabannya maka resistansi antar elektroda semakin besar (Rianto et al., 2019; Setiono et al., 2013). DHT11 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor DHT11

C. Relay

Relay adalah saklar menggunakan elektromagnet untuk memindahkan dari posisi mati ke posisi hidup. Daya yang dibutuhkan untuk menghidupkan relay relatif kecil. Tetapi, Relay juga dapat mengendalikan barang yang membutuhkan daya yang besar (D et al., 2020). Relay dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Relay

D. LCD

LCD mempunyai fungsi untuk menampilkan hasil proses dari sistem dalam bentuk huruf atau angka. LCD biasa digunakan di rangkaian - rangkaian elektronik karena fungsinya sangat bervariasi dan juga sangat mudah digunakan (Dinata, 2016). LCD bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. LCD

E. ESP32 Cam

Modul AI - Thinker ESP32 - CAM dilengkapi dengan chip ESP32 - S merupakan kamera yang berukuran sangat kecil dan juga memiliki slot kartu micro SD. Slot

kartu micro SD dapat juga dapat digunakan untuk simpan gambar yang telah diambil dari kamera (Isrofi et al., 2021). ESP32 Cam dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. ESP32 Cam

F. Lampu Penghangat

Lampu penghangat ini bertujuan untuk menghangatkan khusus untuk para hewan yang harus membutuhkan penghangat ini. Lampu penghangat ini biasanya memiliki 60 watt.

G. Firebase

Firebase merupakan Database yang bisa digunakan dengan realtime. ketika ada perubahan data, maka aplikasi yang terhubung dengan firebase maka akan memperbaharui sendiri dengan secara otomatis melalui aplikasi ataupun website (Firman Maulana, 2020). Firebase yaitu menyediakan database realtime dan backend sebagai layanan. Layanan ini juga menyediakan pengembang aplikasi API yang dapat memungkinkan data aplikasi yang akan di sinkron di klien dan akan disimpan di Firebase. Penerapan Firebase ini juga telah diterapkan pada aplikasi pemesanan makan berbasis Android (Paraya & Tanone, 2018) Pada penelitian ini Firebase difungsikan untuk melakukan penyimpanan data berupa gambar.

II. METODOLOGI

Pada penelitian ini dimulai dari melakukan studi literature, melakukan analisa permasalahan, melakukan desain dan melakukan implementasi.

A. Permasalahan

Permasalahan yang ada saat ini adalah para pemilik hewan masih harus menyalakan penghangat atau pemanas secara manual. Pemilik hewan menyalakan pemanas atau penghangat masih menggunakan perasaan tiap masing-masing pemilik. Karena ada informasi yang pernah di dengar, pemilik hewan ini sedikit kesuan untuk menentukan suhu yang pas untuk hewan peliharaannya. Maka dari itu, harus ada sistem yang bisa memberi penghangat atau pemanas secara otomatis supaya para pemilik tidak perlu lagi menyalakan pemanas atau penghangat secara manual. Pada Table 1, diperlihatkan analisa permasalahan dan penyelesaiannya.

Table 1. Analisa Permasalahan dan Penyelesaiannya

NO	Permasalahan	Penyelesaian
1	Masih menyalakan alat penghangat secara manual	Membuat alat penghangat yang akan menyala otomatis
2	Memberi makan masih secara manual	Membuat alat pemberi makan otomatis.

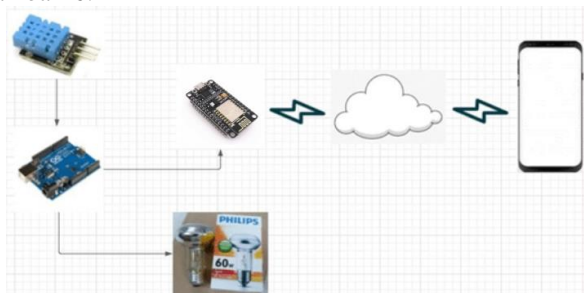
Pada Table 1, dapat dilihat terdapat dua buah permasalahan. Namun pada penelitian ini fokus pada permasalahan pertama yaitu bagaimana dapat membuat sistem penghangat secara otomatis. Selain itu ditambahkan feature untuk dapat dimonitor secara realtime.

B. Analisa permasalahan

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pemilik hewan memerlukan menambahkan sistem penghangat otomatis yang mempunyai fungsinya mempermudah pemilik hewan. Hewan peliharaan dapat dipantau secara jarak jauh melalui Smartphone pemilik pengguna. Karena proses pemeliharaan hewan Blue Tongue Skink tergolong gampang, karena hewan ini tidak wajib dijemu maka selama pemilik pergi dapat hanya ditaruh di kandang.

C. Desain

Desain meliputi dimulai dari membuat arsitektur sistem, desain perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Arsitektur digunakan untuk memberikan gambaran tentang sistem yang akan dikerjakan. Pada arsitektur pada Gambar 6. Arsitektur Diagram, dimulai dari pembacaan sensor suhu yang kemudian diproses dan datanya dikirimkan ke ESP32. ESP32 akan mengirimkan ke Cloud dan akan diakses oleh smartphone pengguna. Arduino juga akan mengontrol mati atau hidup lampu penghangat. Arsitektur lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Arsitektur Diagram

1. Flowchart Pembacaan Sensor DHT11

Proses pembacaan sensor suhu DHT11 dapat dilakukan dengan membaca suhu dilingkungan sekitarnya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bahwa suhu disekitar dingin atau panas. Proses dimulai saat sensor DHT11 ini akan mendekteksi suhu yang ada disekitar, jika suhu disekitar suhunya dingin maka alat penghangat akan menyala secara otomatis, jika sensor

DHT11 mendeteksi udara panas maka alat penghangat akan mati secara otomatis. Flowchart DHT1 bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pembacaan Sensor DHT11

2. Flowchart Pengambilan Gambar oleh ESP32

Pengambilan gambar dilakukan oleh ESP32 sesuai dengan permintaan pemilik dengan menggunakan smartphone. Proses ini akan dimulai jika pemilik hewan meminta ESP32 Cam untuk mengambil gambar yang ada disekitar ESP32 Cam. Flowchart ESP32 Cam dapat dilihat pada Gambar 8.



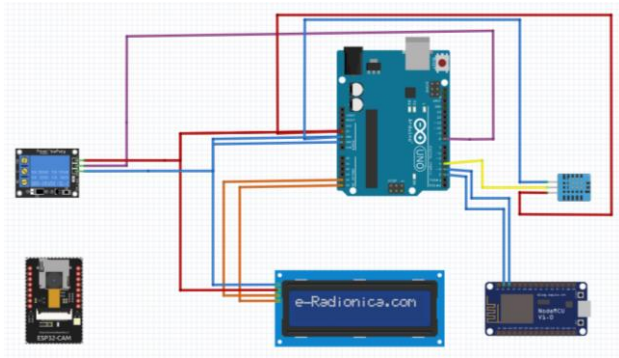
Gambar 8. Flowchart ESP32 Cam

3. Desain Skematik Diagram

Desain skematik diagram yang menggabungkan beberapa komponen elektronik. Komponen tersebut yaitu:

1. ESP32 Cam
2. Relay
3. Arduino
4. UnoLCD 16x2
5. DHT11

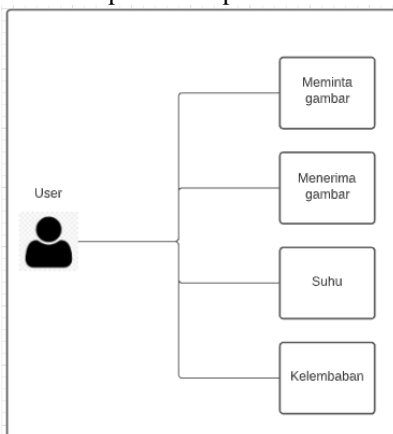
Gambar skematik rangkaiannya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perangkat keras

4. Use Case Diagram

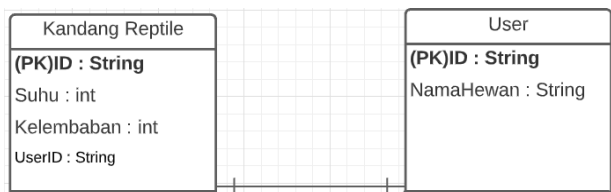
Pada diagram use case ini menjelaskan apa saja yang bisa dilakukan oleh pengguna atau pemilik hewan. Pada sistem ini pengguna atau pemilik hewan dapat meminta gambar yang akan dikirim oleh ESP32 Cam dan pengguna akan menerima gambar dari ESP32 Cam dan juga pemilik dapat melihat suhu dan kelembaban. Diagram Use Case dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Use case diagram

5. Use Case Diagram

Desain database yang digunakan pada Firebase dapat dilihat pada Gambar 11. Relasi yang dimiliki oleh tabel Kandang Reptile terhadap tabel User adalah tabel Kandang Reptil hanya dapat memiliki oleh satu data dari tabel User, sedangkan relasi yang dimiliki data User terhadap tabel Kandang Reptil adalah tabel User dapat memiliki satu data dari tabel Kandang Reptil.

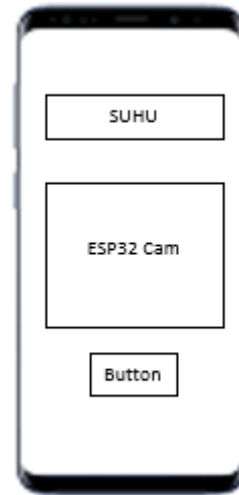


Gambar 11. Tabel Database

6. Mockup

Mockup pada aplikasi efisien karena hanya satu layar saja yang memuat informasi gambar dan suhu. Tampilan

home akan menampilkan sebuah gambar yang dikirim dari ESP32 Cam dan juga ada satu tombol atau button untuk mengeluarkan gambar. Mockup dapat dilihat pada Gambar 12.

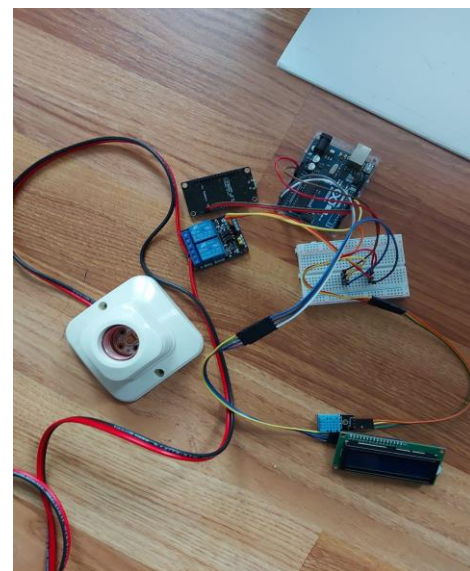


Gambar 12. Mockup Mobile

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Implementasi Perangkat Keras

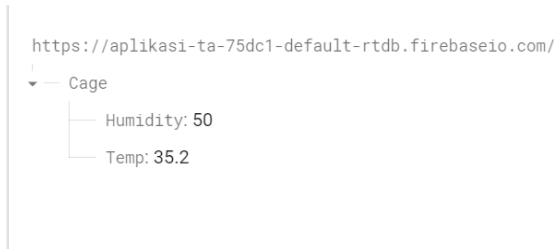
Implementasi telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 13. Pada gambar terdapat beberapa alat yang terhubung ke Arduino Uno, ESP8266, Sensor DHT11, Relay, dan LCD I2C.



Gambar 13. Implementasi

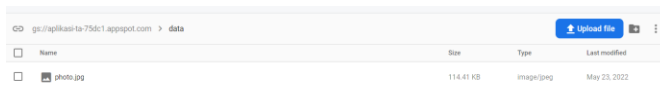
2. Implementasi Firebase

Implementasi Firebase dapat dilihat pada Gambar 14 bahwa data sensor dapat terkirim dengan baik. data dari sensor yang akan tersimpan di firebase. Sensor akan membaca humidity dan temperature kemudian data tersebut masuk ke firebase dan akan terganti secara otomatis sesuai dengan sensor membacanya



Gambar 14. Data dari sensor

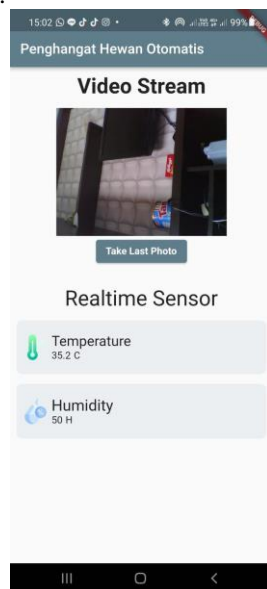
Data gambar dari ESP32 disimpan pada Firebase storage dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Firebase Storage

3. Implementasi hasil mockup

Hasil implementasi *mockup* yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 16. Hanya terdapat satu halaman saja yaitu halaman main. Di dalam halaman main ini terdapat suhu yang dapat berubah secara otomatis dan juga dapat melihat hewan dari foto yang di tangkap oleh ESP32 Cam.



Gambar 16. Implementasi Mockup

4. Implementasi pada maket

Pada implementasi penempatan alat dapat dilihat dari penampakan atas pada Gambar 17 dan penampakan bagian dalam (yang ada alatnya) pada Gambar 18.



Gambar 17. Penampakan atas



Gambar 18. Penampakan dalam

Hasil pengujian yang dilakukan dengan metode Black Box Testing. Black box testing merupakan metode yang mudah digunakan karena hanya memerlukan batas bawah dan batas atas dari data yang di harapkan. Dengan metode ini dapat diketahui jika fungsi masih dapat menerima masukan data yang tidak diinginkan maka akan menyebabkan data yang disimpan tidak valid (Cholifah et al., 2018). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Hasil Pengujian Metode Black Box

Aktivitas Pengujian	Kondisi	Aksi yang diharapkan	Aksi yang terjadi	Status
DHT11 membaca suhu sekitar	DHT11 harus bisa membaca suhu disekitar	Harus bisa mendeteksi temperature dan humidity	Sukses mendeteksi suhu sekitar	Valid
ESP32 Cam mengambil gambar	ESP32 Cam harus bisa mengambil gambar	Sukses mengambil gambar	Sukses dikirim ke firebase	Valid
ESP8266 mengirim data	ESP8266 mengirim data ke firebase	Sukses mengirim gambar	Sukses mengirim gambar dan tersimpan di firebase	Valid
Relay	Relay harus bisa mematikan dan menghidupkan sesuai perintah	Sukses menyalakan dan mematikan	Sukses menyalakan dan mematikan alat penghangat	Valid
LCD I2C	LCD nyala akan menampilkan data	Sukses menampilkan data humidity dan temperature	Sukses menampilkan data humidity dan temperature	Valid

Hasil yang diperoleh dari pengujian Black Box ini didapatkan bahwa semua *feature* dapat berfungsi sebagaimana seharusnya.

V. KESIMPULAN

Dari hasil Rancang Bangun Sistem Penghangat Hewan Peliharaan Berbasis Arduino Uno telah berhasil dilakukan. Hal ini dimulai melakukan mencari tahu permasalahan dan membuat solusi sehingga kemudian membuat desainnya dan implementasikan. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja 100% sesuai dengan *feature* yang diharapkan yaitu menampilkan kondisi temperature dan pengambilan foto melalui smartphone dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamlusvi. (2019, July 6). *Memelihara Kadal Lidah Biru*.
 Aziz, D. A., Andreswari, R., & Gumilang, S. F. S. (2020). Perancangan Bisnis dan Arsitektur Aplikasi Pada Aplikasi Mobile Manawa Investasi Hewan Ternak. *E-Proceeding of Enginerring*, 7(2), 7111–7121.
 Batson, A. (2008). *Global Companion Animal Ownership and Trade: Project Summary, June 2008*. http://www.wspa.org.uk/Images/Pet%20ownership%20and%20trade%20-%20Global%20report_tcm9-10875.pdf
 Cholifah, W. N., Yulianingsih, & Sagita, S. M. (2018). Pengujian Black Box Testing Pada Aplikasi Action & Startegy Berbasis Android Dengan Teknologi Phonegap. *Jurnal String*, 3(2), 207–210.
 D, A. D., N, F. L., & Zaenudin, M. (2020). Perancangan Dan Pembuatan Alat Inkubator Berbasis Mikrokontroler. *INDEPT*, 9(1), 52–62.
 Dinata, Y. M. (2016). *Arduino Itu Pintar* (2nd ed., Vol. 2). PT. Elex Media Komputindo.
 Firman Maulana, I. (2020). Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi E-Tilang Smartphone berbasis Mobile Android. *Jurnal Resti*, 4(5), 854–863.
 Isrofi, A., Utama, S. N., & Putra, O. V. (2021). Rancang Bangun Robot Pemotong Rumput Otomatis Menggunakan Wireless Kontroller Modul ESP32-CAM BERBASIS Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknoinfo*, 15(1), 45–55. <https://doi.org/10.33365/jti.v15i1.675>
 Muliadi, Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73–79.
 Paraya, G. R., & Tanone, R. (2018). Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 4(3), 397–406.
 Purnamasari, I., & Ilham, I. (2021). Hoby Ekstrim Pecinta Reptil: Studi Antropologi Budaya pada Komunitas Animal Lovers di Kota Lhokseumawe. *Aceh Anthropological Journal*, 5(1), 64–82.
 Putranto, A. B., L, B. I., & Nurdianto, B. (2009). APLIKASI SENSOR SHT11 PADA PENGUKURAN SUHU TANAH. *Meteorologi Dan Geofisika*, 10(1), 66–72.
 Rangan, A. Y., Amelia Yusnita, & Muhammad Awaludin. (2020). Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(2), 168–183. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v4i2.404>
 Rianto, F. B., Karna, Dr. N. B. A., & Arseno, D. (2019). Implementasi Aplikasi Pemantau Untuk Sistem

Kandang Reptil Pintar Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 4002–4008.

- Rifaini, A., Sintaro, S., & Surahman, A. (2021). Alat Perangkap dan Kamera Pengawas Dengan Menggunakan ESP32-CAM Sebagai Sistem Keamanan Kandang Ayam. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, 2(2), 53–63.
- Santoso, H., Suharso, W., & Hariyadi. (2020). Pembangunan Aplikasi Mobile Hybrid Pada M-Voting Pemilu Raya Universitas Muhammadiyah Malang. *Indonesian Journal of Applied Informatics*, 4(2), 127–137.
- Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2019). Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasiskan Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan. *SISFOTEK*, 3(1), 148–154.
- Setiono, J., Heriyanto, & Hidayat, S. (2013). Rancang Bangun Kontrol Suhu dan Timbangan Berat Badan Otomatis Pada Inkubator Bayi Universitas Negeri Malang. *Journal Online Universitas Negeri Malang*, 2, No 2. <http://jurnal-online.um.ac.id/article/do/detail-article/1/36/848>
- Syakur, S. A., & Hidayatullah, T. (2021). Perancangan Media Informasi Mengenai Hewan Reptil Chameleon Dalam Buku Ensiklopedia. *Divagatra*, 01(01), 18–33. <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/divagatra>
- Yudha, D. S., Eprilurahman, R., Jayanto, H., & Wiryawan, I. F. (2016). Keanekaragaman Jenis Kadal dan Ular (Squamata: Reptilia) di Sepanjang Sungai Code, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Biota*, 1(1), 31–38.