

# IMPLEMENTASI APLIKASI PEMANTAU UNTUK SISTEM KANDANG REPTIL PINTAR BERBASIS JARINGAN SENSOR NIRKABEL

## IMPLEMENTATION MONITORING APPLICATION OF SMART REPTILE CAGE SYSTEM BASED ON WIRELESS SENSOR

Farhan Bayu Rianto<sup>1</sup>, Dr. Nyoman Bogi Aditya Karna, S.T., MSEE,<sup>2</sup> Dharu Arseno, S.T., M.T.<sup>3</sup>  
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
<sup>1</sup>fbayurianto@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>aditya@telkomuniversity.co.id,  
<sup>3</sup>darseno@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

Reptil merupakan hewan berdarah dingin, maka dari itu mereka tidak bisa mengatur suhu tubuh mereka sendiri dan selalu hanya mengikuti suhu sekitarnya, sehingga mengakibatkan kesulitan beradaptasi di tempat yang bukan lingkungan hidup asli mereka. Faktor tersebut yang menjadikan sebagian besar reptil memiliki persyaratan tempat hidup yang sulit dipenuhi pecinta reptil di kehidupan rumah. Oleh karena itu, penelitian kali ini akan membahas tentang bagaimana mengatur suhu dan kelembapan pada kandang reptil secara otomatis dengan konsep *Wireless Sensor Network* (WSN), dan memantau hasilnya melalui aplikasi web lokal

Penulis akan menggunakan aplikasi tersebut untuk mencoba memonitor 3 kandang reptil sekaligus. Rencananya pada setiap kandang akan ditaruh sensor DHT11 untuk mendeteksi tingkat kelembapan dan suhu. Sewaktu kondisi suhu dan kelembapan hasil deteksi sensor DHT11 di lingkungan kandang sudah tidak ideal lagi, sistem dapat menyalakan lampu juga menyemprotkan air secara otomatis. Aplikasi juga akan di tambahkan fitur-fitur tambahan seperti memberikan pesan berupa informasi mengenai reptil yang di tempatkan di kandang tersebut yang datanya di akses dari basis data MySQL.

Keberhasilan yang diharapkan dalam penelitian kali ini nantinya dapat dilihat dari tingkat keakuratan sensor DHT11 dan kemampuan lampu penghangat dalam menaikkan suhu serta *mini water-pump* dalam meningkatkan kelembapan kandang.

**Kata kunci :** Reptil, Sensor DHT11, Basis data, Suhu dan Kelembapan

---

### Abstract

Reptiles are cold-blooded animals, therefore they cannot regulate their own body temperature and always only follow the surrounding temperature, resulting in difficulty adapting in a place that is not their original environment. This factor has made most reptiles have living conditions that are difficult for reptile lovers to live in. Therefore, this study will discuss how to automatically regulate temperature and humidity in the reptile enclosure with the concept of *Wireless Sensor Network* (WSN), and monitor the results through local web application.

The author will use this application to try to monitor 3 reptile cages at once. The plan is to put a DHT11 sensor on each cage to detect humidity and temperature. When the conditions of temperature and humidity from the detection of the DHT11 sensor in the enclosure environment are no longer ideal, the system can turn on the lights as well as spray water automatically. The application will also add additional features such as giving messages in the form of information about reptiles placed in the enclosure the data is accessed from the MySQL database.

The expected success in this research can be seen from the accuracy of the DHT11 sensor and the ability of the heating lamp to raise the temperature and the mini water-pump in increasing the humidity of the enclosure.

**Keywords:** Reptiles, DHT11 Sensors, Database, Temperature and Humidity

---

### 1. Pendahuluan

Penggunaan konsep WSN sudah dapat dirasakan saat ini, salah satunya ialah untuk *monitoring*, contohnya memonitor rumah, kantor, bahkan kandang hewan dan lainnya. Pecinta reptil pasti memiliki masalah yang sama, yakni karakteristik reptil yang berdarah dingin, membuat hewan tersebut sulit untuk dipelihara di lingkungan rumah karna membutuhkan perhatian, persiapan serta penyesuaian dengan lingkungan yang lebih, terutama pada suhu dan kelembapannya, karena penelitian yang dilakukan oleh Dr. Stephan Munch dan Ph.D. Santiago Salinas

menemukan bahwa suhu dan kelembapan lingkungan hidup sangat mempengaruhi jangka hidup dan skala ukuran tubuh hewan berdarah dingin tersebut [1].

Masalah tersebut dapat dibuatkan solusi dengan aktuator yang sistemnya dapat menaikkan suhu dengan lampu penghangat bila suhu menurun, juga menyemprotkan air bila kelembapan menurun, dari suhu dan kelembapan ideal yang telah di tetapkan untuk spesies reptil yang berbeda pada basis data MySQL. Sesuai dengan konsep *wireless sensor network*, sistem melakukan hal tersebut secara otomatis dan *real-time* masing-masing dengan *relay* yang pada dasarnya dikendalikan oleh mikrokontroler nodeMCU dan basis data *firebase*. Sistem ini terintegrasi dengan aplikasi di *smarthphone* sehingga memudahkan para pemelihara reptil dalam memantau kondisi suhu dan kelembapan kandang. Data kondisi kandang itu didapat dari hasil *sensing* yang dilakukan sensor DHT11 dan dikirim oleh NodeMCU ke *firebase* lalu dilanjutkan kepada aplikasi pengguna secara terus menerus menggunakan jaringan nirkabel *wi-fi* yang sama.

## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network (WSN) adalah jaringan nirkabel dari beberapa perangkat yang dapat saling bertukar informasi berdasarkan hasil dari node sensor secara otomatis dan dapat dipantau dari jarak jauh melalui internet browser maupun mobile device. Komunikasi yang dibangun melalui jaringan bluetooth, wi-fi, atau infrared ini memerlukan mikrokontroler yang nantinya diisi program untuk menggerakkan suatu alat atau hal lainnya. Biasanya WSN digunakan untuk memonitor suara, tekanan, cahaya, kelembapan dan yang lainnya lalu informasi hasil sensor tersebut dikirimkan secara *real-time*. Hal itu pastinya dapat memberikan kemudahan, kenyamanan dan kelebihan lainnya seperti meningkatkan produktivitas manusia dengan komunikasi machine to machine (M2M) lewat jaringan internetnya. Pada dasarnya juga keamanan data akan terjamin hingga sampai ke tujuan. WSN juga memiliki karakteristik diantaranya adalah. [1].

### 2.2 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor yang mendeteksi suhu dan kelembapan dengan cara mengukur nilai resistansi antar 2 elektroda. Untuk kelembapan, diberikan substrat yang dilapisi elektroda dipermukaannya. Saat uap air diserap oleh substrat, maka substrat akan melepaskan ion yang dapat meningkatkan konduktivitas antar elektroda. Semakin tinggi tingkat kelembapannya maka resistansi antar elektroda semakin kecil, begitu sebaliknya jika semakin kecil tingkat kelembapannya maka resistansi antar elektroda semakin besar. Untuk pengukuran suhu, DHT 11 mengukurnya dengan membaca thermistor yang terpasang pada permukaan sensor DHT11. 3 Pin yang ada pada sensor DHT11 adalah ground, vcc dan pin sinyal. [2].

### 2.3 Node MCU

NodeMCU merupakan mikrokontroler dalam pembuatan produk *Internet of things* yang bersifat *open source*. Pemrograman pada node MCU dapat dikembangkan lewat Android IDE. Pada kit node mcu ini bekerja dengan modul ESP8266. Modul ESP8266 adalah *chip wi-fi* yang paling terintegrasi. Ukurannya hanya 5mmx5mm. Modul ESP8266EX yang terintegrasi Tensilca L106 32-bit *micro-controller* (MCU) memiliki fitur seperti konsumsi tenaga yang sangat kecil, kecepatan clock maksimum mencapai 160 MHz. Sehingga 80% tenaga yang dipakai benar benar untuk membuat dan mengembangkan program untuk suatu aplikasi pengguna. Tidak hanya itu, nodeMCU juga terintegrasi 9 GPIO, 3 pin *Pulse Width Modulation* (PWM), 1 pin ADC Channel, pin RX-TX juga pin Vin dan 3 pin *ground* (GND) [3].

### 2.4 MySQL

MySQL adalah turunan konsep utama dalam basis data, yaitu *Structured Query Language* (SQL). SQL biasa digunakan untuk pemasukan dan pemilihan data yang dikerjakan secara otomatis. MySQL merupakan basis data yang bersifat *open-source* dan paling banyak dipakai karna memiliki kelebihan seperti DBMS-nya, *phpmyadmin* yang mudah digunakan dan dapat diakses siapa pun secara gratis [4].

### 2.5 Firebase

Firebase Realtime Database adalah basis data yang ditampung datanya di cloud. Data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara realtime ke setiap client yang terhubung. Saat pembuatan aplikasi lintas-platform dengan SDK Android, iOS, dan JavaScript, semua client akan berbagi sebuah instance realtime database dan menerima data terbaru secara otomatis. Firebase Realtime Database memungkinkan untuk membuat aplikasi kolaboratif dan kaya fitur dengan menyediakan akses yang aman ke basis data, langsung dari kode sisi client. Data disimpan di local drive. Bahkan saat offline sekalipun, pengiriman secara realtime terus berlangsung, sehingga pengguna akhir akan merasakan pengalaman yang responsif. Ketika koneksi perangkat pulih kembali, Realtime Database akan menyinkronkan perubahan data lokal dengan update jarak jauh yang terjadi selama client offline, sehingga setiap perbedaan akan otomatis digabungkan [5].

## 2.6 Framework Laravel

Laravel merupakan *framework* yang dilisensi oleh MIT. Laravel adalah pemengembangan website yang ditulis dalam bahasa php yang dirancang untuk mengembangkan suatu perangkat lunak serta pemeliharaan bahkan pengembangannya. Laravel juga menyediakan sintaks yang ekspresif, jelas dan menghemat waktu karena lebih ringkas dan terstruktur dengan adanya composer. Laravel juga dibangun dengan konsep *model, view, controller* (MVC) yang memisahkan antara antar muka pengguna dengan sistem aplikasi logika [6].

## 2.7 Relay

Relay merupakan sirkuit saklar yang terbuka dan tertutup secara elektromekanik dan elektronik. Relay dapat menggerakkan beberapa kontaktor yang disusun sedemikian rupa pada sebuah rangkaian elektronik. Relay mengontrol kontaktor pada sirkuit elektrik dengan membuka dan menutup kontak dengan sirkuit lain yang berguna untuk mengisolasi juga mendeteksi kegagalan di jalur transmisi dan distribusi. Kontaktor yang ditutup akan menyala dan yang dibuka akan mati apabila kumparan dialiri listrik. Kelebihan pada relay adalah dapat mengendalikan rangkaian yang membutuhkan tegangan dan arus tinggi dengan sinyal tegangan dan arus yang kecil [7].

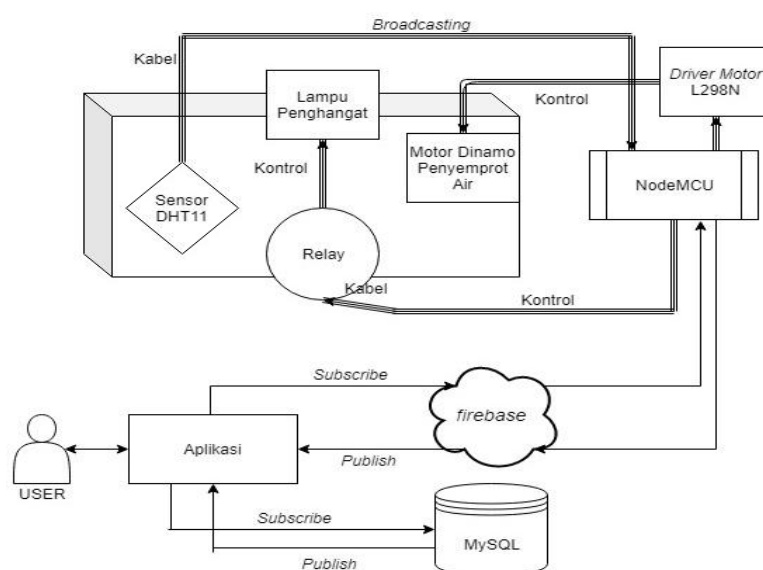
## 2.8 Driver Motor L298n

Driver motor L298N merupakan module driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Pada IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper. Untuk dipasaran sudah terdapat modul driver motor menggunakan ic l298 ini, sehingga lebih praktis dalam penggunaannya karena pin I/O nya sudah terpackage dengan rapi dan mudah digunakan. Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol [8].

## 3. Pembahasan

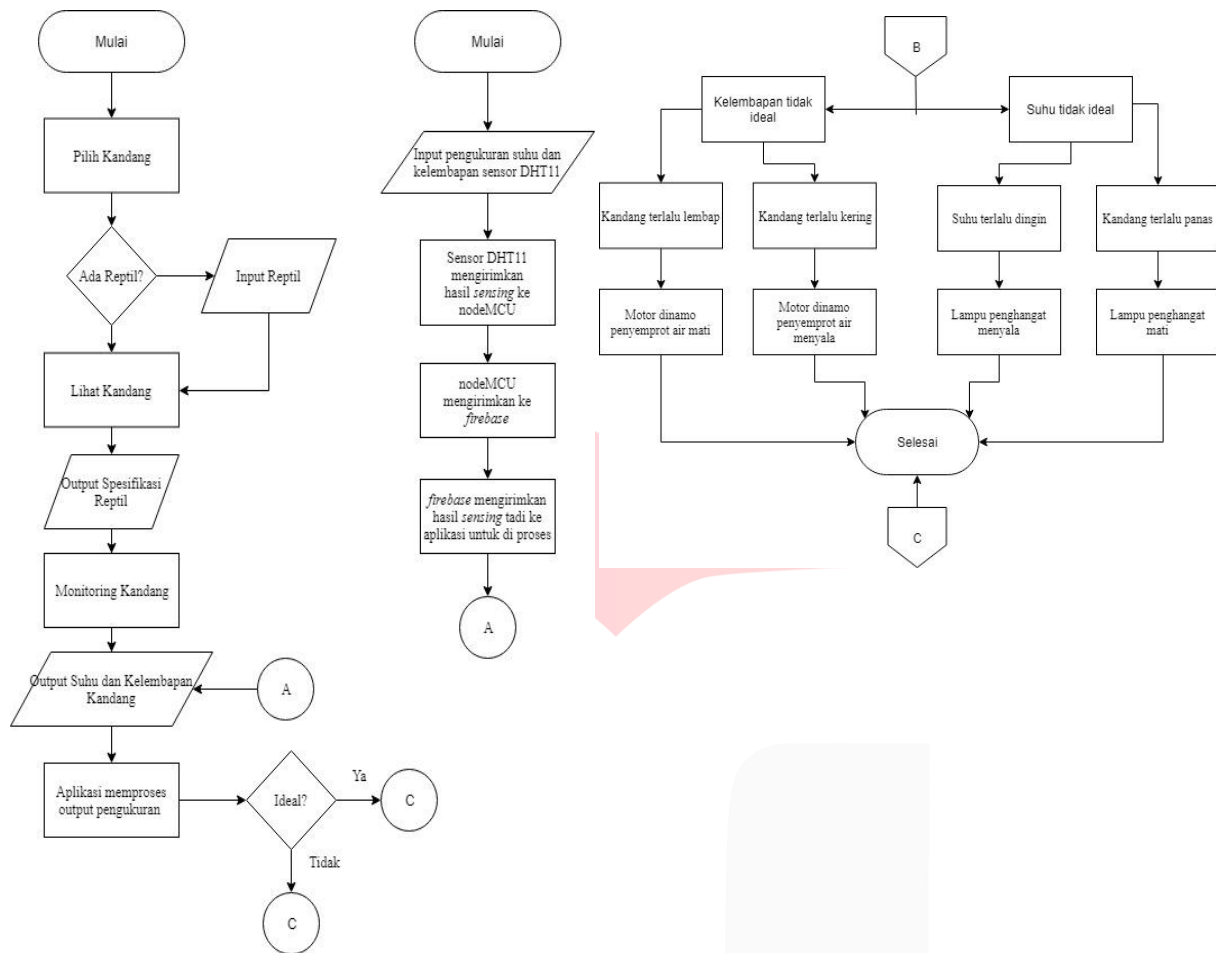
### 3.1. Desain Sistem

Pada gambar 3.1 terdapat 3 langkah dalam desain sistem pada tugas akhir ini, yaitu node sensor, aktuatur dan aplikasi. Pada node sensor terdapat sensor DHT11 yang mendeteksi kelembapan (%) dan suhu (°C) pada tiap kandang. Relay bertindak sebagai aktuatur dalam mengaktifkan/menon-aktifkan lampu dan *water-pump* bila suhu dan kelembapan tidak sesuai. Selanjutnya pada aplikasi pengguna yang dibuat dengan bahasa pemrograman php dengan packagist yang telah didapat dari platform laravel, berfungsi sebagai pemantau kondisi kandang. Sistem ini menggunakan 2 basis data yakni basis data MySQL untuk mendaftarkan reptil yang akan ditempatkan dikandang serta memberikan spesifikasi reptil tersebut ke pengguna dan basis data *firebase* untuk pengiriman dan penyimpanan hasil sensor secara *real-time*.



Gambar 3. 1 Desain Sistem Kandang Pintar

### 3.2 Diagram Alir Sistem



**Gambar 3. 2** Diagram Alir Sistem

Gambar 3.1.1 merupakan diagram alir dari sistem pada aplikasi monitoring yang bekerja memantau pada sistem kandang reptil pintar. Pada proses pertama, dengan aplikasi pemantau, pengguna yang terhubung dengan jaringan wi-fi yang sama akan menginput jenis dan spesies reptil mereka yang akan mereka tempatkan dikandang, dan data tersebut akan tersimpan pada basis data MySQL. Setelah itu basis data MySQL akan mengirimkan bermacam informasi sesuai jenis reptil yang mereka tempatkan pada kandang terpilih. Selanjutnya sensor DHT11 akan mengirimkan data hasil sensor ke nodeMCU yang langsung meneruskannya ke basis data firebase secara real-time. Data dari firebase lalu dikirimkan menuju aplikasi untuk di proses untuk dilihat apakah suhu dan kelembapan sudah ideal dengan reptil yang ditempatkan dikandang tersebut. Kemudian hasil yang didapatkan dari proses di aplikasi akan dikirim kembali ke basis data firebase. Basis data firebase yang menerima hasil tersebut langsung mengirimkannya ke nodeMCU untuk memproses hasil tersebut dan akan menentukan aksi mana yang akan diambil atau hanya diam saja. Jika tidak ideal, nodeMCU akan mengirimkan perintah ke relay untuk menyalakan atau mematikan lampu juga driver motor L298N untuk menggerakkan motor dinamo agar menyemprotkan air sampai suhu dan kelembapan yang dideteksi oleh sensor DHT11 kembali ideal untuk reptil pada kandang yang dipantau.

## 4. Pengujian Sistem

### 4.1 Pengujian Keakuratan Sensor

Pengujian tingkat akurasi sensor DHT11 dilakukan dengan cara membandingkan hasil uji deteksinya dengan *thermohygrometer*. Pengujian yang dilakukan terbagi dua, memantau suhu dan kelembapan secara terpisah secara normal dan juga diberikan radiasi panas dan *spray* air. Berikut adalah hasil pengukuran suhu dan kelembapan yang dilakukan kedua alat tersebut.

**Tabel 4. 1 Pengukuran Suhu Tanpa Radiasi Panas**  
**Pengujian Pengukuran Suhu Normal Tanpa Radiasi Panas**

| No | Thermohyrometer | Sensor DHT11 | Akurasi |
|----|-----------------|--------------|---------|
| 1  | 30.3 °C         | 28.8 °C      | 95,04 % |
| 2  | 30.3 °C         | 28.8 °C      | 95,04 % |
| 3  | 30.1 °C         | 28.7 °C      | 95,34 % |
| 4  | 29.9 °C         | 28.7 °C      | 95,98 % |
| 5  | 30.1 °C         | 28.7 °C      | 95,34 % |

**Tabel 4. 2 Pengukuran Suhu Dengan Radiasi Panas**

| No | Thermohyrometer | Sensor DHT11 | Akurasi |
|----|-----------------|--------------|---------|
| 1  | 30.4 °C         | 32.6 °C      | 93,67 % |
| 2  | 30.9 °C         | 33.1 °C      | 93,76 % |
| 3  | 31.3 °C         | 33.9 °C      | 92,87 % |
| 4  | 31.5 °C         | 34.2 °C      | 92,68 % |
| 5  | 31.9 °C         | 34.6 °C      | 92,76 % |

Pengujian pada Tabel 4.13 hasil sensor suhu DHT11 menunjukkan nilai yang relatif sama dengan hasil sensor thermohyrometer sedangkan pada Tabel 4.14 hasil sensor DHT11 menunjukkan yang lebih besar saat diberikan radiasi Panas dari lampu penghangat.

**Tabel 4. 3 Pengukuran Kelembapan Tanpa Spray Air**

| No | Thermohyrometer | Sensor DHT11 | Akurasi |
|----|-----------------|--------------|---------|
| 1  | 37 %            | 52 %         | 77,61 % |
| 2  | 37 %            | 53 %         | 76,81 % |
| 3  | 37 %            | 53 %         | 76,81 % |
| 4  | 37 %            | 52 %         | 77,61 % |
| 5  | 37 %            | 52 %         | 77,61 % |

**Tabel 4. 4 Pengukuran Kelembapan Dengan Spray Air**

| No | Thermohyrometer | Sensor DHT11 | Akurasi |
|----|-----------------|--------------|---------|
| 1  | 39 %            | 54 %         | 78,26 % |
| 2  | 46 %            | 61 %         | 80,26 % |
| 3  | 47 %            | 66 %         | 77,64 % |
| 4  | 49 %            | 70 %         | 76,92 % |
| 5  | 51 %            | 72 %         | 77,41 % |

Pengujian pada Tabel 4.15 hasil sensor kelembapan DHT11 menunjukan nilai yang cukup besar dengan hasil sensor thermohyrometer sedangkan pada Tabel 4.16 hasil sensor DHT11 menunjukkan yang lebih besar lagi saat diberikan spray dari penyemprot air.

#### 4.2 Pengujian Kemampuan Lampu.

Pengujian pada Tabel 4.20 didapatkan sejumlah 10 percobaan yang dalam hal ini memakai kura kura African Spurred [12] sebagai hewan percobaannya yang memiliki suhu ideal siang hari sebesar 28°C – 35°C dan suhu ideal malam hari sebesar 25°C – 28°C didapat hasil yang berbeda dengan kecepatan yang sangat baik. Setiap percobaan tersebut kemudian dihitung kecepataannya menggunakan persamaan (4.2), lalu dihitung rata-rata kecepatan dari setiap percobaan dengan persamaan (4.3)

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Suhu Menaikkan} - \text{Suhu Menurun}}{\text{Waktu}} \quad (4.2)$$

$$\text{Kecepatan Rata-Rata} = \frac{\sum \text{Kecepatan}}{\sum \text{Percobaan}} \quad (4.3)$$

Tabel 4. 1 Kecepatan Menaikkan Suhu Kandang

| Perhitungan Kecepatan Lampu Dalam Menaikkan Suhu |               |       |              |                |       |             |
|--|---------------|-------|--------------|----------------|-------|-------------|
| No   | Device ID     | Time  | Suhu Menurun | Suhu Menaikkan | Waktu | Kecepatan   |
| 1  | 127.854.23.81 | 22.27 | 24.2 °C      | 25.7 °C        | 15 s  | 0.10 °C / s |
| 2  | 127.854.23.81 | 22.49 | 23.7 °C      | 25.8 °C        | 32 s  | 0.06 °C / s |
| 3  | 127.854.23.81 | 23.04 | 24.2 °C      | 25.5 °C        | 15 s  | 0.08 °C / s |
| 4  | 127.854.23.81 | 23.17 | 24.4 °C      | 25.7 °C        | 14 s  | 0.09 °C / s |
| 5  | 127.854.23.81 | 23.28 | 24.1 °C      | 25.7 °C        | 18 s  | 0.08 °C / s |
| 6  | 127.854.23.81 | 23.40 | 24.1 °C      | 25.8 °C        | 20 s  | 0.08 °C / s |
| 7  | 127.854.23.81 | 23.54 | 23.3 °C      | 25.6 °C        | 35 s  | 0.06 °C / s |
| 8  | 127.854.23.81 | 00.05 | 23.8 °C      | 25.9 °C        | 29 s  | 0.07 °C / s |
| 9  | 127.854.23.81 | 00.14 | 24.6 °C      | 25.5 °C        | 22 s  | 0.04 °C / s |
| 10   | 127.854.23.81 | 00.21 | 24.5 °C      | 25.9 °C        | 19 s  | 0.07 °C / s |

#### 4.3 Pengujian Kemampuan Motor Dinamo Penyemprot Air

Pengujian pada Tabel 4.22 didapatkan sejumlah 10 percobaan yang dalam hal ini memakai Iguana [12] sebagai hewan percobaannya yang memiliki kelembapan ideal sebesar 40% – 60% dan didapat hasil yang berbeda. Setiap percobaan tersebut kemudian dihitung kecepatannya menggunakan persamaan (4.4), lalu dihitung rata-rata kecepatan dari setiap percobaan dengan persamaan (4.5).

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Kelembapan Menaikkan} - \text{Kelembapan Menurun}}{\text{Waktu}} \quad (4.4)$$

$$\text{Kecepatan Rata-Rata} = \frac{\sum \text{Kecepatan}}{\sum \text{Percobaan}} \quad (4.5)$$

Tabel 4. 2 Kecepatan Menaikkan Kelembapan Kandang

| Perhitungan Kecepatan Pompa Air Dalam Menaikkan Kelembapan |               |       |                    |                      |       |            |
|--|---------------|-------|--------------------|----------------------|-------|------------|
| No   | Device ID     | Time  | Kelembapan Menurun | Kelembapan Menaikkan | Waktu | Kecepatan  |
| 1  | 127.854.23.81 | 12.34 | 37 %               | 41 %                 | 14 s  | 0.28 % / s |
| 2  | 127.854.23.81 | 12.44 | 38 %               | 57 %                 | 24 s  | 0.79 % / s |
| 3  | 127.854.23.81 | 12.50 | 37 %               | 43 %                 | 16 s  | 0.37 % / s |
| 4  | 127.854.23.81 | 13.10 | 38 %               | 47 %                 | 18 s  | 0.50 % / s |
| 5  | 127.854.23.81 | 13.27 | 36 %               | 44 %                 | 12 s  | 0.67 % / s |
| 6  | 127.854.23.81 | 13.32 | 39 %               | 44 %                 | 14 s  | 0.35 % / s |
| 7  | 127.854.23.81 | 13.47 | 38 %               | 46 %                 | 16 s  | 0.50 % / s |
| 8  | 127.854.23.81 | 14.01 | 38 %               | 41 %                 | 8 s   | 0.37 % / s |
| 9  | 127.854.23.81 | 14.10 | 37 %               | 42 %                 | 9 s   | 0.55 % / s |
| 10   | 127.854.23.81 | 14.24 | 39 %               | 47 %                 | 11 s  | 0.72 % / s |



## 5. Kesimpulan

Aplikasi pemantau suhu dan kelembapan kandang yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik sesuai dengan hasil yang diharapkan. Aplikasi berhasil menampilkan suhu dan kelembapan yang dilakukan oleh sensor DHT11 yang datanya disimpan dan dikirimkan melalui basis data *firebase*. Aplikasi juga berhasil menampilkan informasi reptil yang di pelihara pengguna yang datanya berasal dari basis data MySQL. Aliran data suhu dan kelembapan hasil deteksi, memerlukan koneksi internet yang sama apabila ingin melakukan pemantauan melakukan aplikasi. Sistem juga dibuatkan aktuator yakni lampu penghangat dan pompa air yang masing-masing menjalankan tugas yang berbeda. Lampu penghangat berhasil menaikkan suhu kandang dengan baik hingga mencapai suhu ideal bagi reptil tersebut sesuai rancangan program. Pompa air juga berhasil menaikkan kelembapan kandang dengan baik hingga mencapai kelembapan ideal bagi reptil.

## Daftar Pustaka:

- [1] E. Pievanelli, A. Plesca, R. Stefanelli, and D. Trincherro, "Dynamic wireless sensor networks for real time safeguard of workers exposed to physical agents in constructions sites," *WiSNet 2013 - Proc. 2013 IEEE Top. Conf. Wirel. Sensors Sens. Networks - 2013 IEEE Radio Wirel. Week, RWW 2013*, pp. 55–57, 2013.
- [2] EnginnersGarage, "Sensors: Different Types of Sensors", [Online]. Tersedia: <https://www.engineersgarage.com/articles/sensors>. [Diakses 15 September 2018].
- [3] L. K. P. Saputra and Y. Lukito, "Implementation of air conditioning control system using REST protocol based on NodeMCU ESP8266," *Proceeding 2017 Int. Conf. Smart Cities, Autom. Intell. Comput. Syst. ICON-SONICS 2017*, vol. 2018–January, pp. 126–130, 2018.
- [4] The Editors of Encyclopaedia Britannica. 2018. "Database, COMPUTER SCIENCE", [Online]. Tersedia: <https://www.britannica.com/technology/database>. [Diakses tanggal 22 Oktober 2018]
- [5] Firebase Google. " Firebase Realtime Database", [Online]. Tersedia: <https://firebase.google.com/docs/database?hl=id>. [Diakses: 16 April 2019]
- [6] Alfat, Latifah, A. Triwiyatno, R. R Isnanto. 2015. " Sentinel Web: Implementation of Laravel Framework in Web Based Temperature and Humidity Monitoring System". *Proc. of 2015 2nd Int. Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), Indonesia, Oct 16-18th*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7437768>. Diakses 15 Maret 2019.
- [7] Galco Industrial Electronics. "How Relays Work", [Online]. Tersedia: <https://www.galco.com/comp/prod/relay>. [Diakses tanggal 16 September 2018].
- [8] TEACH ME MICRO. "How to Use L298N Motor Driver", [Online]. Tersedia: <https://www.teachmemicro.com/use-l298n-motor-driver/>. [Diakses 20 Oktober 2018].