

## DESAIN PEMBERI PAKAN BURUNG OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS

### AUTOMATIC BIRD FEEDER DESIGN BASED ON INTERNET OF THINGS

Abdi JakaSumarimby<sup>1</sup>, Dr.Eng. Faisal Budiman, S. T.,M.Sc. <sup>2</sup>, Husneni Mukhtar,S.Si.,M.T.,Ph.D.<sup>3</sup> <sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[Abdijakasumarimby@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:Abdijakasumarimby@student.telkomuniversity.ac.id) [Faisalbudiman@telkomuniversity.ac.id](mailto:Faisalbudiman@telkomuniversity.ac.id)  
[Husnenimukhtar@telkomuniversity.ac.id](mailto:Husnenimukhtar@telkomuniversity.ac.id)

Sebagian dari orang-orang Indonesia sangat gemar untuk memelihara burung. Banyak dari mereka memiliki hobi untuk memelihara burung hias, karena pemeliharaannya tidak memerlukan lahan yang luas dan tidak sulit. Masalah bagi pemelihara burung adalah ketika ingin berpergian dengan jangka waktu yang cukup lama. Saat ini, proses pemberian pakan burung masih dilakukan secara manual. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu sistem yang dapat memantau ketersediaan pakan dan minum burung dan dapat melakukan penjadwalan pada alat pemberi pakan dan minum burung dengan otomatis.

Pada Penelitian ini, perancangan pemberi pakan burung otomatis berbasis IoT menggunakan aplikasi *Thunkable* yang terhubung dengan *Arduino* dan *Module WIFI Node MCUESP8266* pada alat. Pada sistem yang dirancang ini, proses pemberian pakan dapat dilakukan secara otomatis yang seluruhnya dikontrol melalui *smartphone* via aplikasi. Sistem terdiri dari sensor ultrasonik, sensor infra merah, Node MCUESP8266, dan motor servo. Adapun hasil dari keseluruhan pengujian tugas akhir ini adalah alat dapat di kendalikan melalui *smartphone* via aplikasi dengan melakukan pemberian makan dan minum pada saat pakan yang ada di dalam wadah kecil memiliki ketinggian kurang dari 2cm maka katup pakan dan minum akan tertutup dan apabila pakan yang ada di dalam wadah kecil memiliki ketinggian 2cm maka katup pakan dan minum akan terbuka, dalam menghitung ketinggian pakan yang masuk dalam penampungan wadah yang tersedia dengan persentase rata rata akurasi yang dihasilkan dari seluruh proses pengujian adalah 91.03%, lalu untuk rata rata *error* keseluruhan yang dihasilkan adalah 0,092%. Dari nilai persentasi akurasi dan *error* yang dihasilkan, maka alat dapat bekerja dengan baik. Dengan alat ini harapan nya adalah agar orang dapat memberikan pakan dan minum burung secara jarak jauh pada saat ingin berpergian yang cukup lama.

**Kata Kunci :** Burung, *Arduino*, *Thunkable*, *Module WIFI Node MCUESP8266*, *Ultrasonik*, *Internet of Things*

Some of the Indonesian people are very fond of raising birds. Many of them have a hobby to maintain ornamental birds, for the maintenance of her does not require a large area and not difficult. The problem for bird keepers is when they want to travel for a long period of time. Currently, the process of feeding birds is still done manually. Based on these problems, a system that can monitor the availability of bird feed and drink is needed and can schedule the feed and drink equipment for birds automatically.

In this study, design a feeder birds IOT based automated using an application *Thunkable* connected to the *Arduino* and *Module WIFI Node MCUESP8266* appliance. In this designed system, the feeding process can be done automatically which is entirely controlled via a *smartphone* via the application. The system consists of an ultrasonic sensor, infrared sensor, *MCUESP8266* node, and a servo motor. The results of the overall testing of this final project are the tools can be controlled via a *smartphone* via application by feeding and drinking when the feed in the small container has a height of less than 2cm then the feed and drinking valve will be closed and if the feed in the small container has a height of 2cm then the feed and drink valve will open. to calculate the height of the feed that goes into storage containers provided with percentage average accuracy resulting from the whole process of testing is 91.03%, and to average error overall produced was 0.092% of the value of the percentage of accuracy and error is generated, the tool can work well.

**With this tool, the hope is that people can provide food and drink to birds from a distance when they want to travel long enough.**

**Keywords : Bird, Arduino, Thinkable, WIFI Node Module MCUESP8266, Ultrasonic, Internet of Things.**

---

## 1. Pendahuluan

Saat ini, salah satu masalah bagi pemelihara burung adalah ketika ingin berpergian dengan jangka waktu yang cukup lama. Banyak yang hobi burung hias karena pemeliharaan tidak memerlukan lahan yang luas. Burung masa kini telah berkembang sedemikian rupa seperti bulu-bulu nya, terutama di sayap telah tumbuh semakin lebar, ringan, kuat dan bersusun rapat. Bulu-bulu ini juga bersusun sedemikian rupa sehingga mampu menolak air dan memelihara tubuh burung tetap hangat di tengah udara dingin [1]. Masalah pemeliharaan yang paling penting dalam memelihara burung hias adalah masalah konsistensi dalam pemberian pakan, baik dalam hal jadwal maupun takaran. Pemberian pakan dengan jadwal dan jumlah yang tidak teratur membuat burung tidak stabil [2].

Sistem pemberi pakan burung saat ini masih banyak yang menggunakan cara tradisional dengan cara memberi pakan burung secara langsung pada wadah pakan burung sehingga dapat mengurangi tenaga dan waktu pada manusia hanya untuk memberi pakan burung saja, solusi yang sudah ada saat ini adalah pemberian pakan burung berbasis *microcontroller* ATmega16. Dengan solusi tersebut pemberian pakan burung hanya bisa diberikan sesuai jadwal yang sudah diatur pada *microcontroller* tersebut [3]. Dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih dapat memberikan banyak manfaat dalam menyelesaikan pekerjaan bagi kehidupan manusia. Dengan munculnya *Internet of Things* atau IoT salah satu *trend* baru di dunia teknologi yang akan kemungkinan besar akan menjadi *trend* di masa depan. *Internet of Things* atau IoT adalah struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer [4]. Untuk penjelasan lebih sederhana IoT dapat digunakan dalam menyambungkan alat-alat elektronik yang terhubung ke internet secara terus menerus sehingga dapat dikendalikan pada jarak jauh melalui gawai.

Diperlukan sebuah solusi dalam masalah tersebut, yaitu dengan membuat alat pemberi pakan burung otomatis berbasis IoT. Penelitian ini berfokus pada konsistensi pemberian pakan baik dalam hal jadwal. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu menjadi solusi bagi para pemelihara burung yang ingin meninggalkan burung peliharaan-nya dalam jangka waktu yang cukup lama dan dengan alat ini dapat mengurangi biaya dalam menyewa orang untuk menjaga dan merawat burung.

Berdasarkan latar belakang masalah, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara mengimplementasikan sistem elektronika pada pemberi pakan burung otomatis pada saat isi dari wadah pakan burung habis ?
2. Bagaimana cara menginformasikan isi wadah pakan burung yang hampir habis?

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Pemberian Pakan Burung

Pemberian pakan yang cukup pada burung sangat penting untuk menjaga kesehatan dan tenaga untuk beraktivitas sepanjang hari. Burung yang aktif akan lebih banyak membutuhkan tenaga daripada burung yang pasif. Burung akan mencari makanan di waktu pagi, siang dan sore hari, pada jam tertentu yaitu pukul 07.00 pagi hari, untuk siang hari pukul 14.00 dan untuk sore hari pada pukul 16.00. Namun jumlah makanan yang diperlukan pada burung yang berukuran besar dan kecil berbeda, burung yang berukuran besar akan membutuhkan makanan lebih banyak dibandingkan burung yang berukuran kecil [5].

### 2.2 Sistem pakan burung pada penelitian sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya, sistem pemberi pakan burung masih menggunakan cara tradisional yaitu dengan cara memberi pakan secara manual pada wadah pakan burung untuk mengisi ulang pakan, Tentu nya dengan menggunakan sistem pemberi pakan burung yang masih tradisional ini dapat mengurangi tenaga dan waktu pada manusia untuk beraktivitas yang lain [5]. Dan juga sudah ada sistem pemberi pakan burung berbasis *microcontroller* ATmega16 dan menggunakan sensor ultrasonik dengan

cara pengujian pada sistem ini pakan burung hanya bisa diberikan sesuai jadwal yang sudah diatur pada *microcontroller* tersebut dengan memberikan delay tertentu[5]. Penelitian lainnya misalnya dibuat oleh mahasiswa Teknik Elektro Universitas Politeknik negeri Sriwijaya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Burung Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega16 Dengan Sms Gateway’. Rancang bangun alat pemberi pakan burung otomatis berbasis mikrokontroler Atmega16 dengan SMS gateway dan sensor ultrasonik dengan cara pengujian pada sistem ini pakan burung akan diberikan jarak tertentu pada sensor dan tempat makan untuk membuka dan menutup tempat makan [5].

### 2.3 Pakan burung dengan jenis biji-bijian

Biji-bijian sering disebut sebagai sumber protein makanan untuk burung ada yang berkulit atau tidak berkulit beberapa biji-bijian yang disukai burung antara lain jagung, padi, kacang tanah, kacang hijau, dan millet. pada pengujian tugas akhir ini akan menggunakan biji jenis millet, yang dimana millet merupakan campuran biji-bijian berbentuk bulir yang memiliki ukuran kecil.

### 2.4 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman datanya dilakukan per bit secara berurutan dan bergantian. Komunikasi serial memiliki kelebihan dibandingkan dengan komunikasi paralel karena hanya membutuhkan satu jalur, tetapi kelemahan dari komunikasi serial adalah pengiriman data lebih lambat dikarenakan pengirimannya per bit. Pada tugas akhir yang dirancang, komunikasi serial yang digunakan adalah jenis *Universal Asynchronous Transmitter Receiver (UART)*. UART merupakan standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. UART terdiri dari dua saluran yaitu *transmitter (TX)* dan *receiver (RX)* [6]. Jalur TX berfungsi sebagai pengirim data dan jalur RX berfungsi sebagai penerima data.

### 2.5 Internet of Things

*Internet of Things (IoT)* adalah sistem perangkat komputasi yang saling berkaitan, seperti mesin mekanis dan digital, objek, hewan atau orang-orang yang dilengkapi dengan pengenalan unik dan kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan akses manusia ke manusia atau interaksi manusia ke komputer [7]. IoT melakukan suatu interkoneksi antara satu atau banyak perangkat dengan menggunakan suatu jaringan sebagai media pengiriman datanya. Dalam sistem pengiriman data IoT umumnya digunakan sebuah *cloud / server*.

## 3. Pembahasan

### 3.1 Komponen yang Digunakan

#### 1. Sensor Ultrasonik

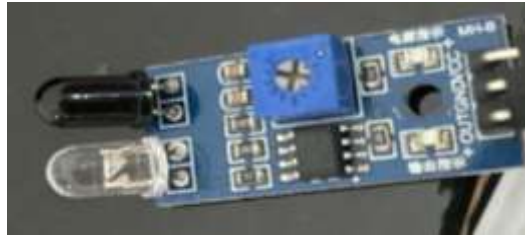
Sensor ultrasonik atau dinamakan sensor sonar adalah sensor yang menggunakan suara ultrasonik untuk mendeteksi objek yang ada di hadapannya. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian pakan yang ada pada wadah penampung. Sensor ini juga terdiri dari beberapa bagian utama yaitu *transmitter*, *receiver*, cara kerja dari sensor ultrasonik ini ketika *transmitter* mengirimkan gelombang ultrasonik saat ada objek tertentu gelombang tersebut akan kembali dan diterima oleh *receiver*.



Gambar 1. Sensor ultrasonik

#### 2. Sensor Infrared

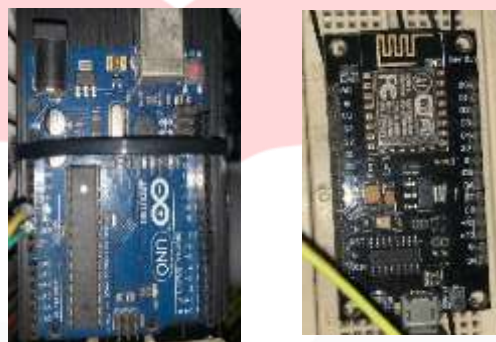
Sensor *infrared* adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi suatu benda ketika cahaya infra merah terhalangi oleh benda. Sensor infra merah digunakan untuk mendeteksi pakan dan minum yang ada pada wadah kecil.



Gambar 2. Sensor Inframerah

3. *Microcontroller*

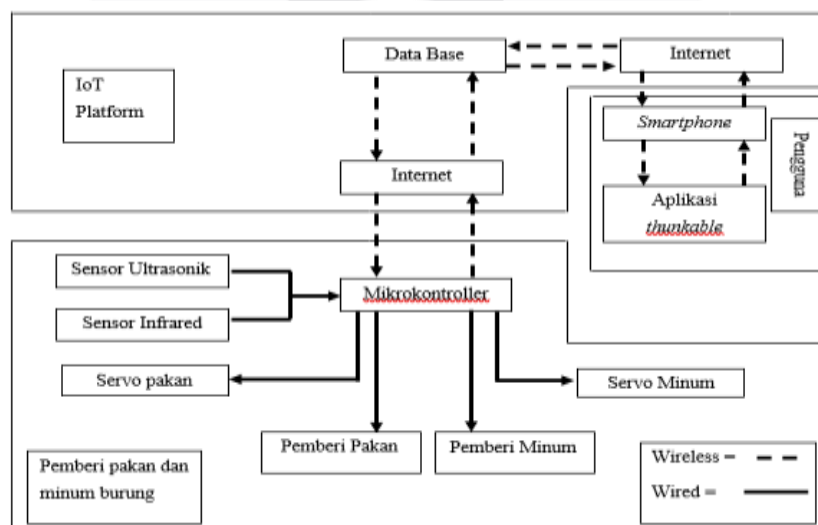
*Microcontroller* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi sebagai pengontrol suatu rangkaian elektronik yang digunakan dalam sistem mekanis, sistem komunikasi, sistem kendali cerdas dan sebagainya, untuk mewujudkan sistem yang optimal dan efisien.



Gambar 3. Arduino UNO dan ESP 8266

3.2 **Desain Sistem**

Pada bagian ini menjelaskan Sistem secara keseluruhan dapat direpresentasikan dengan diagram blok seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Mikrokontroler hanya akan menjalankan perintah yang diberikan oleh pengguna menggunakan aplikasi *thinkable*, baik itu perintah untuk pemberi pakan ataupun pemberi minum. Seluruh perintah pengguna dari aplikasi akan melalui *data base* terlebih dahulu sebelum dikirimkan ke mikrokontroler. Fungsi *data base* pada sistem ini adalah untuk menyimpan seluruh data yang dibutuhkan oleh sistem pada server agar dapat diakses oleh mikrokontroler.



Gambar 4. Diagram keseluruhan alat

### 3.3 Desain alat pemberi pakan burung otomatis

Desain alat pemberi pakan burung otomatis ini dibuat dengan 3d print menggunakan bahan filament, yang dimana untuk penempatan sensor ultrasonik berada di atas wadah penampung lalu ada sensor inframerah yang diletakkan di atas wadah kecil dan motor servo yang dipasang pada bagian tengah wadah penampung untuk membuka dan menutup pakan agar dapat mengisi pakan pada wadah kecil. Desain alat pemberi pakan burung otomatis dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Desain alat pemberi pakan burung otomatis

### 3.4 Desain alat pemberi minum burung otomatis

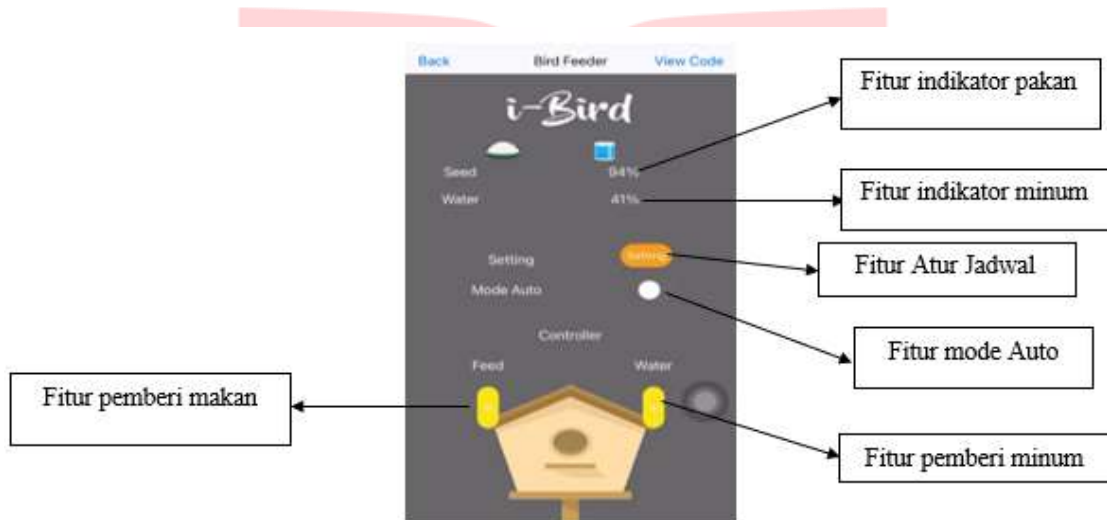
Desain alat pemberi minum burung otomatis ini dibuat dengan 3d print menggunakan bahan filament, yang dimana untuk penempatan sensor ultrasonik berada di atas wadah penampung lalu ada sensor inframerah yang diletakkan di atas wadah kecil dan motor servo yang dipasang pada bagian atas wadah penampung untuk membuka dan menutup minum agar dapat mengisi minum pada wadah kecil. Desain alat pemberi minum burung otomatis dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Desain alat pemberi minum burung otomatis

**3.5 Desain Aplikasi**

Desain aplikasi yang dibuat menggunakan thunkable dari aplikasi desain pemberi pakan burung otomatis yang telah dibuat ini memiliki beberapa fitur yang ada pada aplikasi ini yang pertama adalah memiliki indikator berapa sisa makanan dan minuman yang ada akan ditampilkan pada aplikasi, kemudian fitur yang kedua ada fitur setting yang dimana pada saat pengguna menekan tombol setting pengguna dapat memberikan jadwal dengan waktu yang sesuai pengguna inginkan fitur ketiga adalah mode auto maka pemberian pakan akan secara otomatis pada saat mode manual pemberian pakan digunakan dengan cara menekan tombol feed pada aplikasi agar makanan keluar dan pada saat menekan tombol water maka air akan keluar untuk mengisi minuman burung. Untuk desain aplikasinya dapat dilihat pada gambar 7.

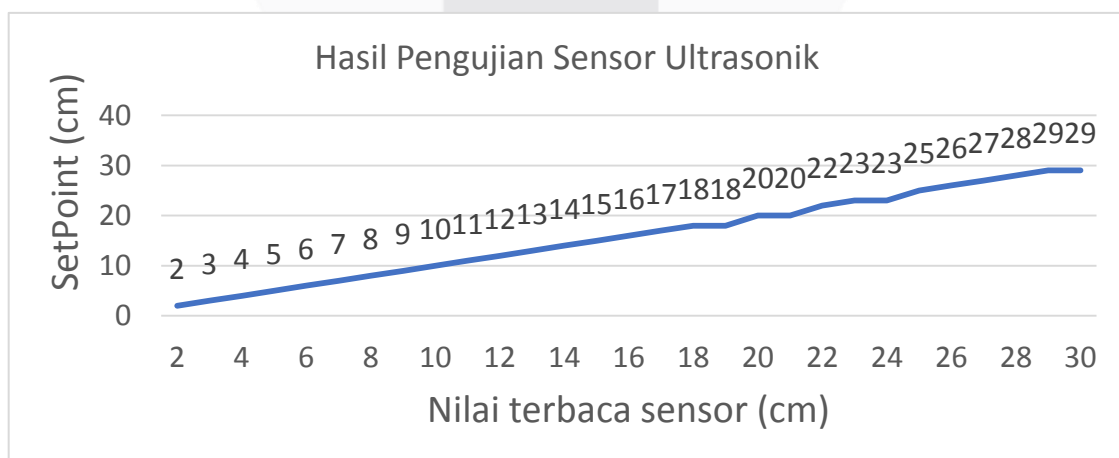


Gambar 7. Desain aplikasi

**4. Hasil dan Analisis**

**4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik**

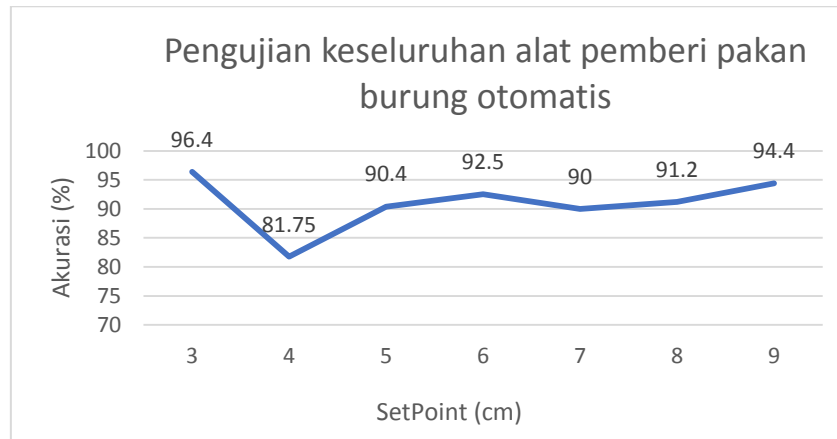
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi dari sensor ultrasonik. Hasil pengujian sensor ultrasonik untuk akurasi yang dihasilkan adalah 94.74% dengan error rata-rata 0.6% berikut grafik hasil pengujian sensor ultrasonik yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil pengujian sensor ultrasonik

**4.2 Pengujian keseluruhan alat pemberi pakan burung otomatis**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi pembacaan pakan yang berada pada wadah penampungan yang tersedia dengan sensor ultrasonik. Skema pengujian yang dilakukan adalah simulasi dengan melakukan proses pemberian pakan dari kondisi penampung penuh hingga habis, yang akan dilakukan 30× pengujian dengan perintah yang dijalankan dari aplikasi pemberian pakan, Pengujian keseluruhan alat pemberi pakan burung otomatis ditunjukkan pada gambar 9.

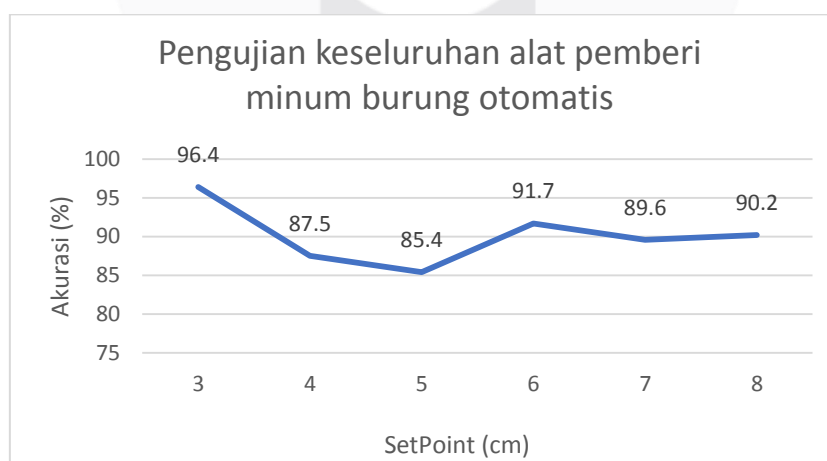


Gambar 9. Pengujian keseluruhan alat pemberi pakan burung otomatis

Dari pengujian keseluruhan alat pemberi pakan burung yang telah dilakukan, nilai persentasi akurasi tertinggi yang dihasilkan adalah 96,4% pada saat aplikasi membaca pakan dengan setpoint 3cm , sedangkan untuk nilai persentasi akurasi terendah yang dihasilkan adalah 81,75% pada saat aplikasi membaca pakan dengan setpoint 4cm. Persentase rata rata akurasi yang dihasilkan dari seluruh proses pengujian adalah 90.95%, lalu untuk rata rata *error* keseluruhan yang dihasilkan adalah 3,32%. Dari nilai persentasi akurasi dan *error* yang dihasilkan, sensor ultrasonik dapat bekerja dengan baik dikarenakan akurasi yang tinggi, sehingga implementasi sensor ultrasonik tepat pada sistem yang dibuat.

#### 4.3 Pengujian keseluruhan alat pemberi minum burung otomatis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi pembacaan minuman yang berada pada wadah penampungan yang tersedia dengan sensor ultrasonik. Skema pengujian yang dilakukan adalah simulasi dengan melakukan proses pemberian minum dari kondisi penampung penuh hingga habis, yang akan dilakukan 30× pengujian dengan perintah yang dijalankan dari aplikasi pemberian minum, Pengujian keseluruhan alat pemberi minum burung otomatis ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Pengujian keseluruhan alat pemberi minum burung otomatis

Dari pengujian keseluruhan alat pemberi minum burung yang telah dilakukan, nilai persentasi akurasi tertinggi yang dihasilkan adalah 96,4% pada saat aplikasi membaca minum dengan setpoint 3cm , sedangkan untuk nilai persentasi akurasi terendah yang dihasilkan adalah 85,4% pada saat aplikasi

membaca minum dengan setpoint 5cm. Persentasi rata rata akurasi yang dihasilkan dari seluruh proses pengujian adalah 90.13%, lalu untuk rata rata *error* keseluruhan yang dihasilkan adalah 5,9%. Dari nilai persentasi akurasi dan *error* yang dihasilkan, sensor ultrasonik dapat bekerja dengan baik dikarenakan akurasi yang tinggi, sehingga implementasi sensor ultrasonik tepat pada sistem yang dibuat.

#### 4.4 Pengujian aplikasi pada saat mode auto

Pengujian aplikasi dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat memberikan perintah terhadap sistem, kemudian sistem menjalankan perintah dengan baik. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30x percobaan pada saat aplikasi menjalankan mode auto, hasil dari pengujian aplikasi pada saat mode auto dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian aplikasi pada saat mode auto

NO	Fitur	Perintah dari aplikasi	Eksekusi perintah oleh sistem
1	Mode Auto	ON	Berhasil
2	Mode Auto	ON	Berhasil
3	Mode Auto	ON	Berhasil
4	Mode Auto	ON	Berhasil
5	Mode Auto	ON	Berhasil
6	Mode Auto	ON	Berhasil
7	Mode Auto	ON	Berhasil
8	Mode Auto	ON	Berhasil
9	Mode Auto	ON	Berhasil
10	Mode Auto	ON	Berhasil
11	Mode Auto	ON	Berhasil
12	Mode Auto	ON	Berhasil
13	Mode Auto	ON	Berhasil
14	Mode Auto	ON	Berhasil
15	Mode Auto	ON	Berhasil
16	Mode Auto	ON	Berhasil
17	Mode Auto	ON	Berhasil
18	Mode Auto	ON	Berhasil
19	Mode Auto	ON	Berhasil
20	Mode Auto	ON	Berhasil
21	Mode Auto	ON	Berhasil
22	Mode Auto	ON	Berhasil
23	Mode Auto	ON	Berhasil
24	Mode Auto	ON	Berhasil
25	Mode Auto	ON	Berhasil
26	Mode Auto	ON	Berhasil
27	Mode Auto	ON	Berhasil
28	Mode Auto	ON	Berhasil
29	Mode Auto	ON	Berhasil



30	Mode Auto	ON	Berhasil
----	-----------	----	----------

#### 4.5 Pengujian aplikasi pada saat mode manual

Pengujian aplikasi dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat memberikan perintah terhadap sistem, kemudian sistem menjalankan perintah dengan baik. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30x percobaan pada saat aplikasi menjalankan mode manual, hasil dari pengujian aplikasi pada saat mode manual dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Hasil pengujian aplikasi pada saat mode manual

NO	Fitur	Perintah dari aplikasi	Eksekusi perintah oleh sistem
1	Mode Manual	ON	Berhasil
2	Mode Manual	ON	Berhasil
3	Mode Manual	ON	Berhasil
4	Mode Manual	ON	Berhasil
5	Mode Manual	ON	Berhasil
6	Mode Manual	ON	Berhasil
7	Mode Manual	ON	Berhasil
8	Mode Manual	ON	Berhasil
9	Mode Manual	ON	Berhasil
10	Mode Manual	ON	Berhasil
11	Mode Manual	ON	Berhasil
12	Mode Manual	ON	Berhasil
13	Mode Manual	ON	Berhasil
14	Mode Manual	ON	Berhasil
15	Mode Manual	ON	Berhasil
16	Mode Manual	ON	Berhasil
17	Mode Manual	ON	Berhasil
18	Mode Manual	ON	Berhasil
19	Mode Manual	ON	Berhasil
20	Mode Manual	ON	Berhasil
21	Mode Manual	ON	Berhasil
22	Mode Manual	ON	Berhasil
23	Mode Manual	ON	Berhasil
24	Mode Manual	ON	Berhasil
25	Mode Manual	ON	Berhasil
26	Mode Manual	ON	Berhasil
27	Mode Manual	ON	Berhasil
28	Mode Manual	ON	Berhasil

29	Mode Manual	ON	Berhasil
30	Mode Manual	ON	Berhasil

Pengujian aplikasi pada saat mode auto dan pada saat mode manual telah berhasil dilakukan sebanyak 30x percobaan dengan 0x data gagal sehingga aplikasi yang dibuat sudah berjalan dengan baik.

## 5. Kesimpulan

1. Perancangan pemberi pakan burung otomatis telah dilakukan menggunakan microcontroller Arduino Uno dan *Node MCUESP8266* sistem otomasi telah berhasil melakukan pemberian makan dan minum dengan melakukan pemberian makan dan minum pada saat pakan yang ada di dalam wadah kecil memiliki ketinggian kurang dari 2cm maka katup pakan dan minum akan terbuka dan apabila pakan yang ada di dalam wadah kecil memiliki ketinggian 2cm maka katup pakan dan minum akan tertutup. Persentase rata-rata akurasi yang dihasilkan dari seluruh proses pengujian adalah 91.03%, lalu untuk rata-rata *error* keseluruhan yang dihasilkan adalah 0,092% Dari nilai persentase akurasi dan *error* yang dihasilkan, maka alat dapat bekerja dengan baik.
2. Perancangan aplikasi menggunakan *thinkable* telah berhasil dilakukan pengguna dapat melihat isi wadah pakan pada aplikasi *thinkable* dan dapat memberikan makan dan minum melalui aplikasi secara otomatis sesuai yang pengguna inginkan.



## Referensi

- [1] Kadir Abdul. 2017. Pemrograman Arduino & Processing. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [2] Kadir Abdul. 2018. Arduino dan Sensor. Yogyakarta: Andi.
- [3] Budiharto Widodo & Paula Andi Nalwan. 2009. Membuat Sendiri Robot Humanoid. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [4] M. P. T. Sulistyanto and D. A. Nugraha, "Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang," *SMARTICS Journal*, pp. 20-23, 2015.
- [5] J.Irawan (2014). *Rancang bangun pemberi pakan otomatis menggunakan sensor inframerah*. Sriwijaya: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [6] A. K. Gupta, A. Raman, N. Kumar, and R. Ranjan, "Design and implementation of high-speed universal asynchronous receiver and transmitter (UART)," *2020 7th Int. Conf. Signal Process. Integr. Networks, SPIN 2020*, vol. 1, pp. 295–300, 2020.
- [7] O. Vermesan and P. Friess, "Internet of Things Strategic Research and Innovation Agenda," *Internet Things – From Res. Innov. to Mark. Deploy.*, p. 143, 2014.