

Journal of
Robotics, Automation, and Electronics Engineering

Volume 1, Nomor 1, Maret 2023

JRAEE EDITORS

EDITOR-IN-CHEF

Gilang Nugraha Putu Pratama, M.Eng.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Arya Sony, M.Eng.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

ASSOCIATE (MAIN HADLING) EDITORS

Ir. Oktaf Agni Dhewa, S.Si., M.Cs.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Rizky Hidayat Prasetyo, S.T., M.T.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Purno Tri Aji, M.Eng.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Ahmad Taufiq Musaddid, S.T., M.Eng.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Journal of
Robotics, Automation, and Electronics Engineering

Volume 1, Nomor 1, Maret 2023

JRAEE REVIEWERS

Dessy Irmawati, S.T., M.T.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Indra Hidayatulloh, S.Kom., M.T.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Moh Alif Hidayat Sofyan, M.Pd.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Septian Rahman Hakim, S.Kom., M.Pd.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY

Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Faris Yusuf Baktiar, S.Si., M.Cs.

Department of Electrical and Electronics
Engineering, Vocational Faculty, UNY
Kampus Wates, Kulon Progo, Yogyakarta

Lukman Awaludin, S.Si., M.Cs.

Department Computer Science and Electronics,
Faculty of Natural Science and Mathematics, UGM
Bulak Sumur, Mlati, Sleman, Yogyakarta

Roghib Muhammad Hujja, S.Si., M.Cs.

Department Computer Science and Electronics,
Faculty of Natural Science and Mathematics, UGM
Bulak Sumur, Mlati, Sleman, Yogyakarta

Journal of
Robotics, Automation, and Electronics Engineering
Volume 1, Nomor 1, Maret 2023

Table of Contents

Enhancing Barn Hygiene through Smart Farming: A Goat Farm Case Study in Besijangkang Using IoT <i>Nurisma Zenita Dewi, Otniel Andi Hermawan, Abdul Mujiburrohman Luthfi, Saddam Putra Kunsina, Mentari Putri Jati</i>	1 – 14
Automatic Catfish Sorter and Counter Based on Weight Classification <i>Alif Naufal Allaudin, Aris Nasuha</i>	15 – 23
Smart Aquaculture in Internet of Things-based Catfish <i>Kurniawan Budi Kusnanto, Aris Nasuha</i>	24 – 35
Quality Control Patient Trigger Ventilator using Negative Air Pressure <i>Rahman Maulana Jundika, Ardy Seto Priambodo</i>	36 - 44
MQTT and CoAP Communication Protocol Analysis in Internet of Things System for Strawberry Hydroponic Plants <i>Nilam Andi Safitri, Ardy Seto Priambodo</i>	45 – 56

Enhancing Barn Hygiene through Smart Farming: A Goat Farm Case Study in Besijangkang using IoT

Nurisma Zenita Dewi^{a,1}, Otniel Andi Hermawan^{a,2}, Abdul Mujiburrohman Luthfi^{a,3}, Saddam Putra Kunsina^{a,4}, Mentari Putri Jati^{b,5,*}

^a Department of Electrical and Electronics Engineering, Vocational Faculty, UNY

^b National Taipei University of Technology

¹ nurismazenita.2019@student.uny.ac.id; ² otnielandi.2019@student.uny.ac.id; ³ abdulmujiburrohman.2019@student.uny.ac.id; ⁴ saddamputra.2019@student.uny.ac.id; ⁵ t111999402@ntut.edu.tw

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article History

Received 6 April 2023

Revised 13 April 2023

Accepted 27 April 2023

Keywords

Goat Farm,
Barn Hygiene,
IoT

ABSTRACT

Besijangkang farms currently rely on conventional management methods, including manual cleaning with broomsticks and inadequate lighting. The scattered droppings and urine on the floor pose challenge for efficient farm maintenance. To address these issues, a solution combining technology and conventional cage management has been proposed to allow remote access for breeders. Researchers have implemented Internet of Things (IoT) utilizing the ESP8266 NodeMCU microcontroller connected to Firebase Web. The integration of IoT in smart farming tools has proven successful and functional. The app enables remote control of the lights through designated buttons. A critical indicator for the goat farm is the urine volume, reaching full capacity at 778 liters, which triggers the illumination of the light near the component box. Furthermore, the DC motor and conveyor effectively manage the dirt load at 09.00, fulfilling their designated functions. By adopting IoT-based smart farming tools, Besijangkang farms can improve their hygiene system, enhance management efficiency, and empower breeders with remote accessibility, revolutionizing traditional farming practices for better productivity and sustainability.

Peternakan Besijangkang saat ini mengandalkan cara pengelolaan konvensional, antara lain pembersihan manual dengan sapu lidi dan penerangan yang kurang memadai. Kotoran dan urin yang berserakan di lantai menimbulkan tantangan bagi pemeliharaan peternakan yang efisien. Untuk mengatasi masalah ini, solusi yang menggabungkan teknologi dan manajemen kandang konvensional telah diusulkan untuk memungkinkan akses jarak jauh bagi peternak. Peneliti telah mengimplementasikan Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung Web Firebase. Integrasi IoT pada alat pertanian pintar telah terbukti berhasil dan fungsional. Aplikasi ini memungkinkan kendali jarak jauh lampu melalui tombol yang ditentukan. Indikator kritis untuk peternakan kambing adalah volume urin, mencapai kapasitas penuh pada 778-liter, yang memicu penerangan lampu di dekat kotak komponen. Selain itu, motor DC dan konveyor secara efektif mengelola beban kotoran pada pukul 09.00, memenuhi fungsinya yang telah ditentukan. Dengan mengadopsi alat pertanian pintar berbasis IoT, peternakan Besijangkang dapat meningkatkan sistem kebersihan, meningkatkan efisiensi manajemen, dan memberdayakan peternak dengan akses jarak jauh, merevolusi praktik pertanian tradisional untuk produktivitas dan keberlanjutan yang lebih baik.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Introduction

Livestock in general is the activity of breeding and raising livestock to obtain benefits and results in improving the community's economy. In this case, several small to large companies are starting to get involved or cooperate with businesses in the livestock sector. In the Besijangkang area, Yogyakarta, livestock is one of the sectors that makes a major contribution to the local community's economy, it's just that there are problems that come with it. Besijangkang farms are conventional farms in terms of management, such as using a broom stick to clean the cages and inadequate lighting. Conventional farms tend to have a small workforce and consist of the farmer's own family. This makes breeders pay less attention to the condition of the cage so that the management is still not optimal.

The research was conducted from 2 August 2022 to 15 September 2022, the owner of the farm confirmed that the cleaning of goat droppings and urine that fell to the floor was still scattered, causing inconvenience to the livestock.

In this final project, one of the things researchers can do to overcome this condition is to apply smart farming technology. Smart farming is an idea to implement technology and innovation in an efficient and effective farm. Currently, the implementation of smart farming can use electronic automation systems and IoT technology. The IoT technology used by researchers is the ESP8266 NodeMCU microcontroller board which is connected to Firebase Web so that it can be accessed in real time.

According to a study conducted in 2019 in the Journal of Information Science, smart farming or smart farming is the concept of using technology and innovation in livestock to increase efficiency and productivity. Examples of technologies used include sensors and the Internet of Things (IoT). With this technology, a livestock monitoring system that can be carried out remotely and livestock monitoring can be done easily. Several studies also show that conventional goat farms are different from Internet of Things (IoT) based farms in terms of productivity and profits. However, there are still many farmers who choose conventional farms because the production costs are cheaper and easier to do. Although conventional farming is still widely practiced, there are a number of problems encountered, such as limited manpower and resources which have a negative impact on livestock health. Therefore, currently many farmers are switching to IoT-based farms which can be done remotely.

2. The Proposed Method/Algorithm

2.1. Design Concept

Identification of needs in the manufacture of tools is needed in the design tool. Needs that have been identified are then analyzed to obtain component specifically. Then enter the hardware design stage and software, then making tools and testing tools. The application of the Internet of Things (IoT) can make it easier for farmers to cage monitoring such as cage cleaners and lights automatically. Smart Farming here is in the form of an android application that can monitor cage cleaners and a lamp in which there is a feature for detecting the volume of goat urine, conveyor movement, time, monitoring the lights of the inner cage and outer cage. IoT implementation can turn farms into smart farms or smart farming, namely a livestock monitoring system that can minimize their work. According to Yuwono M. Dinata (2022), Smart Farming is a smart farm that uses Internet of Things (IoT) concepts and technology that utilizes internet networks and can be integrated into Android. These stages formulated in the flowchart below:

Figure 3.1. The flowchart above explains the condition or command of the Tool system ESP8266 based Automatic Enclosure Cleaner and Auto Lamp using the Smart Farm application.



Fig. 1. Tool design flowchart

2.2. Identification and Analysis of Tool Requirements

This smart farming tool requires software requirements and hardware requirements that can be operated. Steps for making a Smart Farming Tool for Cleaning Cages and Monitoring Lights using ESP8266 NodeMCU, Relay and Conveyor. The components needed are as follows:

- **Hardware Requirements**

Hardware is a device that can be used physically and can be physically integrated directly with software. Identify the requirements needed to create the hardware for smart farming tools for cleaning and monitoring automatic lights is shown in the table below.

Table 1. Hardware requirements

No.	Requirement	Component
1.	Microcontroller	ESP8266 NodeMCU
2.	Urine Volume Detection	Ultrasonic Sensor
3.	Hygiene System	Motor DC-MCG 26A and Adapter 9Volt
4.	Automatic lamp	Relay and Adapter 20 Volt
5.	Output	Relay
6.	Complementary	Tin
7.	Complementary	Socket
8.	Circuit Board	PCB
9.	Operator	Jumper

- **Software Requirements**

In addition to hardware requirements to support manufacture tools, we also need a software that supports the working system of this final project.

Table 2. Software requirements

No.	Software	Function
1.	Arduino IDE	Wi-Fi Module Programming
2.	Firebase	Realtime Database
3.	Kodular	Android Application Programming Blocks
4.	SketchUp2020	Design 3D

2.3. Block Diagram

The block diagram is a series of tools and systems that have functions each. The following is a block diagram of the circuit:

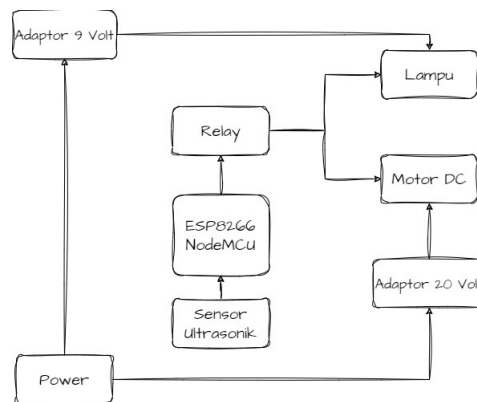


Fig. 2. Block Diagram

On the block on the left is an MCB (Miniature Circuit Breaker) or also a power supply which functions as a protection system in the event of an overload on the tool and minimizes short circuits. The MCB is connected to a 9 Volt adapter that is used to change the electric voltage on the lamp and a 20 Volt adapter that is used to change the electric voltage to the DC Motor to ESP8266 NodeMCU.

In the middle block there is a microcontroller that is used to process data, namely the ESP8266 NodeMCU then receives data from the ultrasonic sensor which will then transmit it into a larger current using a relay. The relay functions as an input that will change the voltage current on the lamp and the DC motor.

In the block on the right, the lights and the DC motor are output when the data sent by the ESP8266 NodeMCU is successful. The DC motor uses a 20 Volt Adapter which functions to change the voltage supplied from the DC Motor to the ESP8266 so that the DC Motor is able to lift the load on the gutter carpet. Meanwhile, the lamp uses a 9 Volt adapter which is used to change the amount of alternating current provided by the lamp into a direct current with a low value.

2.4. Research Design and Implementation

Schematic or schematic is a picture or diagram that shows how an electronic system or component works.

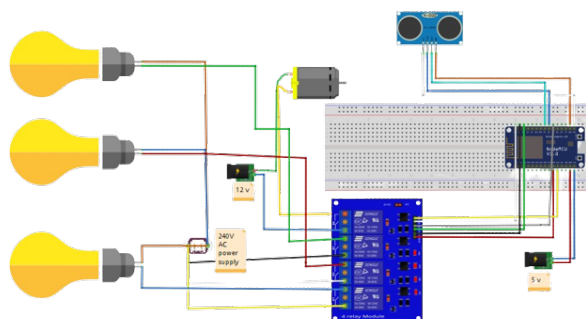


Fig. 3. Hardware schematic

In figure 3. Above is a hardware schematic designed using Fritzing software. Schematic design of the circuit begins by determining the input and output pins that will be used on the NodeMCU ESP8266 microcontroller to Relay and Ultrasonic Sensors. Then proceed with the

wiring. Making a circuit schematic using fritzing. The following is the pin mapping table of the ESP8266.

Table 3. Mapping pin schematic diagram

Pin VIN	Pin Out + Sensor Motor DC
Pin GND	Pin Out - GND Sensor Ultrasonic
Pin EN	Pin - DC Relay
Pin D7	Pin + VIN 1 Relay
Pin D8	Pin - Trig Ultrasonic
Pin D0	Pin + VIN 2 Relay
Pin 3V3	Pin VCC Ultrasonic + GND Motor DC
Pin TX	Pin + Jumper Pin Echo Sensor Ultrasonic
Pin D5	Pin + Jumper Pin DC Relay
Pin D6	Pin GND Motor DC

In table 3. above is the pin mapping on ESP8266 where there are 9 ESP8266 pins connected to relays, ultrasonic sensors, and DC motors. This 2-channel relay changes the amount of current supplied by the adapter so that it can be connected to the 3 lamps that have been designed and the ultrasonic sensor is already connected to the ESP8266, then connected to the 2-channel relay which can change the amount of current generated by the adapter. DC motors and conveyors are smart farming tools that work to clean goat feces using the smart farm application and implementation of outside lights as well as inside lights can be controlled using the smart farm application. Smart Farming here is in the form of an android application that can monitor cage cleaners and a lamp in which there is a feature for detecting the volume of goat urine, conveyor movement, time, monitoring the lights of the inner cage and outer cage. This tool will be processed using ESP8266 NodeMCU which later the device will receive data from Wi-Fi and smart farm applications. Ultrasonic Sensor serves to help process data from NodeMCU ESP8266 to the smart farm application using a goat urine volume detector and a lamp that automatically turns on when monitoring is successful, and all tools are running well.



Fig. 4. Below view of the cage design



Fig. 5. Front view of the cage design

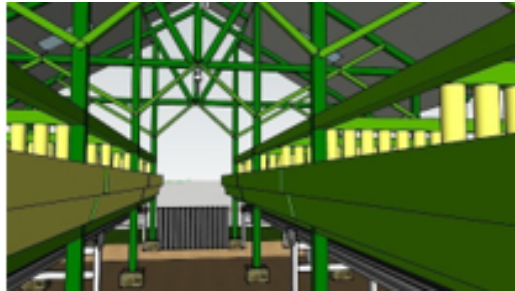


Fig. 6. Side view of the cage design

In figure above is a 3D cage design with 3 views, namely bottom view, front view, and side view which was designed using the SketchUp2020 software and adjusted to the conditions and size of the goat pen, which is 116 cm x 40 cm. This cage is designed according to the conditions, namely by requiring a conveyor cleaner that is at the bottom of the cage and lights that are inside and outside the cage. This 3D cage is a design of a conveyor cage cleaner and a lamp.

3. Method

The method used is utilizing IoT technology growing rapidly, widely used in all fields and become improvement or update for old methods make work easier. By using IoT in monitoring conveyor cage cleaners and automatic lighting can monitor the equipment without having to go to the cage, breeders can also save energy and work time in monitoring the tool. Notifications the smart farm application that has been integrated into firebase will be notified on android. The test plan for this tool is divided into 2, namely direct tool testing functional and performance tool testing. On tool testing this functional there are several test tables namely ESP8266 Testing, Ultrasonic sensor testing, and DC Motor Testing. Plan testing tool is created to plan functional testing of tool to be used. Things to be tested on the sensor input circuit and results overall analysis. From testing this tool can be seen the performance of the tool which has been made. This research is of the Real Design/Implementation type which is carried out using the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation).

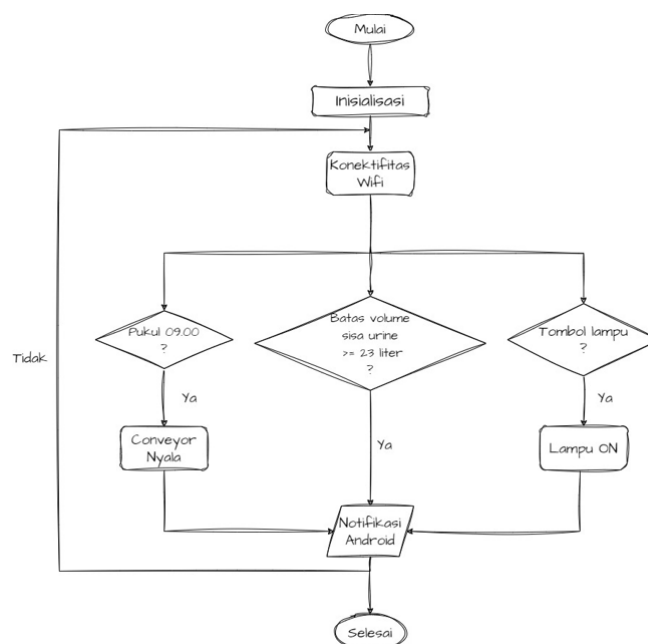


Fig. 7. Designing a smart farming tool system

3.1. Equation

Ultrasonic Sensor Testing with Ruler,

$$Error = \frac{|x - y|}{y} * 100\% \quad (1)$$

with known:

x = sensor measurement result (m)

y = ruler results (cm)

difference = abs(x - y)

The formula above is a way of calculating the error obtained from a comparison of measurements between a ruler (ruler) and an ultrasonic sensor.

Testing Ultrasonic Sensors in Detecting Urine Volume

$$V_{max} = Volume\ of\ Drum = \pi * r^2 * t \quad (2)$$

with known:

$\pi = 3.14$

r^2 = drum circle radius (cm)

t = drum height (cm)

The formula above is the volume formula for the maximum capacity of the drum (V_{max}).

$$V_b = Drum\ Height\ Limit * Drum\ Circle\ Area \quad (3)$$

The formula above is the formula for the volume limit of the drum where the height limit of the drum is multiplied by the area of the drum.

$$V_s = V_{max} * V_b \quad (4)$$

The formula above is the remaining volume formula that is displayed on the smart farm application and will be notified on Android.

4. Result and Discussion

4.1. Implementation

Smart Farming is a smart farm that utilizes the network internet that can be integrated into android applications, namely smart applications farm. The following is the implementation of the smart farming tool:

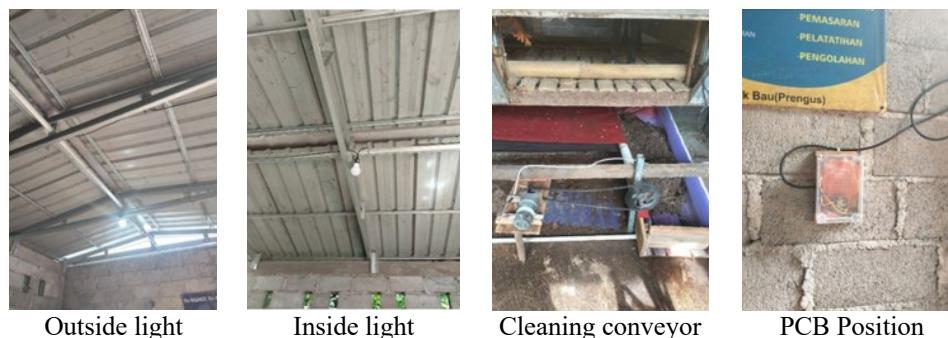


Fig. 8. Implementation

DC motors and conveyors are smart farming tools that work to clean goat feces using the smart farm application and implementation of outside lights as well as inside lights can be controlled using the smart farm application. This tool will be processed using ESP8266 NodeMCU which later the device will receive data from Wi-Fi and smart farm applications. Ultrasonic Sensor serves to help process data from NodeMCU ESP8266 to the smart farm application using a goat urine volume detector and a lamp that automatically turns on when monitoring is successful and all tools are running well.

4.2. Functional Test Results and Discussion

The results of this Functional Test are a test that the tool is running properly and function properly.

ESP8266 NodeMCU Testing

The purpose of testing the ESP8266 NodeMCU is to find out the voltage without load and after being loaded also to determine WiFi connectivity. ESP8266 NodeMCU is also used as a data processor for all components located in the component box. Test calculation This ESP8266 NodeMCU was obtained from measurements of the ESP8266 NodeMCU with a multimeter with a comparison of tools without load or with burden.

Table 4. ESP8266 NodeMCU testing

No.	Testing	Hasil	
		No Load	With Load
1.	ESP8266 NodeMCU	3.34 Volt	3.34 Volt
2.	Wi-Fi Connectivity	Good	

Based on the test results in table 4.1. get voltage results NodeMCU ESP8266's no-load output is 3.34 Volts. Then the test results with the load is 3.34 Volts. Thus, no there is a difference in voltage when testing without load and when with burden.



Fig. 9. ESP8266 NodeMCU testing

The results of the NodeMCU ESP8266 voltage test can work properly. Then to test wifi connectivity by uploading the program on the NodeMCU ESP8266 board via the Arduino IDE with the NodeMCU ESP8266 position already attached to the USB cable connected to the laptop. After that, activate the hotspot on Android with the username and password according to the program, get the results of wifi connectivity on the NodeMCU ESP8266 running well. Then all the pins used are also capable of processing input into output.

Ultrasonic Sensor Testing

The purpose of testing the ultrasonic sensor is to find out the results of sensor measurements with a 30 cm ruler as many as 12 pieces and connected horizontally which will be displayed on the serial monitor. Then the measurement results are compared with the volume of urine in the drum. Then an ultrasonic function test is carried out with readings on the smart farm application to determine the success of data transfer.



Fig. 10. Ultrasonic sensor testing of ruler

Table 5. Ultrasonic sensor test table with ruler

No.	Ruler Results (cm)	Sensor Measurement Result (cm)	Difference (cm)	Error (%)
1.	0	0	0	0
2.	1.3	2	0.7	53.8
3.	10.3	10.6	0.3	2.91
4.	20.3	20.5	0.2	0.98
5.	30	30	0	0
6.	50.3	50.4	0.2	0.39
7.	100	100.4	0.4	0.4
8.	200	200	0	0
9.	300.3	300.5	0.2	0.06
10.	350	350	0	0

How to calculate the error obtained from a comparison of measurements between a ruler (ruler) and an ultrasonic sensor can be calculated using equation (4).

The equipment used in this study was a goat urine drum with a height of 3.5 m and a diameter of 0.54 m which had an ultrasonic sensor on top to detect goat urine when it was full.

Table 6. Urine volume detection test on applications

No.	Test-	Residual Volume (Vs) (Liter)	Limit Urine Volume of Drum (Vb)(Liter)	Explanation
1	1	213.269	587.902	Lights off
2	2	50.941	750.23	Lights off
2	2	22.891	778.280	Lights on

So, the volume in the drum, which is 778,280 liters of urine, can be said to be full and the light on the component PCB will light up.

DC Motor Testing

Testing the DC motor was tested 2 times, namely testing using a tachometer and testing the condition of the DC motor so that the DC motor was functioning properly or not. The DC motor test can be carried out by measuring the voltage on the DC motor when the DC motor is supplied with an 18 Volt DC voltage source. Then the speed of the motor voltage can be measured using a

tachometer.

Table. 7. DC motor condition testing

No.	Power	Condition
1.	OFF	Not Rotating
2.	ON	Rotating

In Table 7 is a table testing the condition of the DC Motor. Testing the condition of the DC motor is divided into two, namely when the power is ON and OFF. When the power is OFF the position of the DC motor will remain in the initial position, which is not moving. When the power is ON the position of the DC motor will move.



Fig. 11. Motor DC testing

In Figure 11 above is a DC Motor test whether it is running well or not. However, in testing the cleaning equipment, conveyor and gutter carpet, they were not able to lift the load for 1 week. And also, in the picture above it has not been able to minimize the occurrence of human error in DC motors.

4.3. Test Analysis

Tool testing is the most important stage in making a tool, because with a test we can find out the performance of the tool we make, whether it can operate according to its function and in accordance with what is in target, and from the results we can find out the advantages and disadvantages of the tools we make.

ESP8266 Test Analysis

Based on the test results in table 16 get the results NodeMCU ESP8266's no-load output voltage is 3.34 Volt. Then the results of testing with a load is 3.34 Volts. Thus, there is no difference in the voltage when testing without load and when with load. Voltage test results NodeMCU ESP8266 can work well. Then for test wifi connectivity by uploading the program on the NodeMCU ESP8266 board via the Arduino IDE with the NodeMCU ESP8266 position already attached to the USB cable connected to the laptop. After that, activate the hotspot on Android with the username and password according to the program, get the results of Wi-Fi connectivity on the NodeMCU ESP8266 running well. Then all the pins used are also capable of processing input into output.

Urine Volume Detection Test Analysis

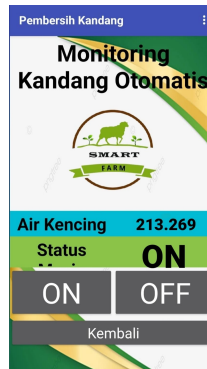


Fig. 12. Urine volume detection test analysis

From Figure 12 the test above, the volume displayed on the smart farm application is a calculation of distance with the formula $\text{distance} = \text{duration} / 58.2$. The formula is obtained from the HC-SR04 ultrasonic sensor datasheet. In the ultrasonic programming sketch for this smart farming project, it is written that $\text{distance} = (\text{duration}/2) / 29.1$. This formula can be interpreted that when the wave reflection occurs 2x the distance traveled. That is where the distance when the wave is emitted from the sensor to the goat urine and the distance when the wave bounces from the goat urine to the sensor.



Fig. 13. Urine volume block programming

After creating the programming block, make sure the ESP8266 has received power, is connected to the internet network, and the ultrasonic sensor is connected to the ESP8266. Then open the Smart Farm application on the smartphone, make sure the smartphone is also connected to the internet network. The following are the test results from the notification of the volume of urine that was carried out:

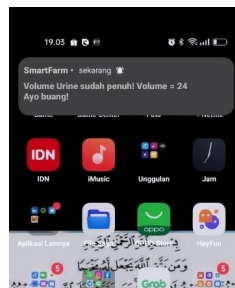


Fig. 14. Notification in apps

Conveyor Cage Analysis

DC motors use a 20-volt adapter to be able to lift the load. However, in testing the cleaning equipment, conveyor, and gutter carpet, they were not able to lift the load for 1 week. And also, in the picture above it has not been able to minimize the occurrence of human error on DC motors.

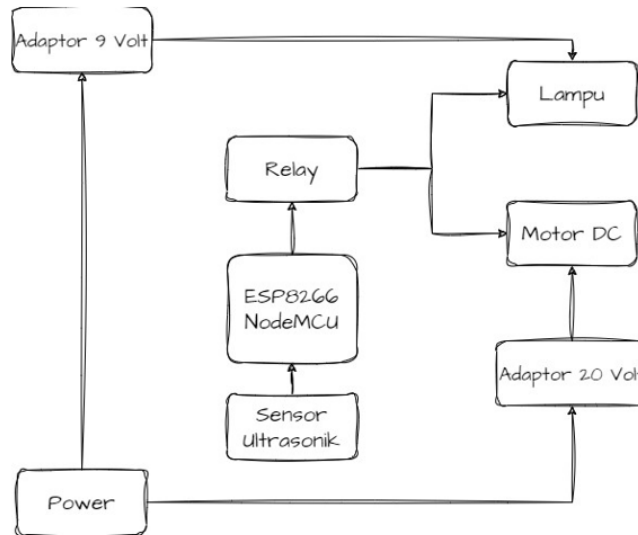


Fig. 15. Motor DC block programming

The programming block above is a notification on the smart farm application when the conveyor movement is running at the time that has been set. The following is a cage cleaner notification on conveyor movement in the smart farm application.

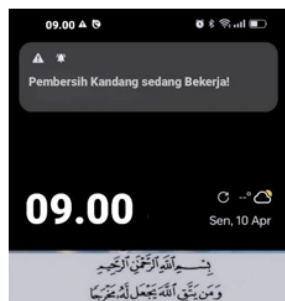


Fig. 16. Motor DC notifications

In the picture above is a notification from the DC Motor is working. Notifications can be monitored remotely from the house so that farmers do not need to go to the stables to control the movement of the DC motor.

Automatic Light Analysis

Automatic Light Analysis This automatic light can be monitored remotely without having to goto the cage so it can minimize the farmer’s work. The following is a program block in modulars:



Fig. 17. Auto lamp programming block

The automatic light control system is running well and can be monitored using the smart farm application manually or automatically with a preset time of 17.00. This is very helpful for breeders in monitoring lights without having to go to the cage.

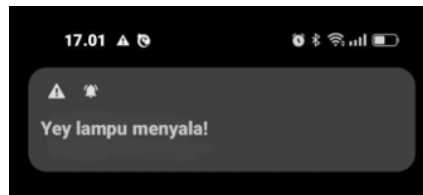


Fig. 18. Light notifications on Android

5. Conclusion

Based on the test results and discussion of the final project entitled Smart Farming is Internet of Thing (IoT) based cage cleaner it is concluded that the results of component testing and Smart performance Internet of Thing (IoT) based Cage Cleaning Farming works with good and fit for purpose. All systems are in the box PCB components, DC Motors and Ultrasonic sensors can be connected to The NodeMCU ESP8266 is then integrated into the Smart Farm application, on the application SmartFarm will display a dashboard containing cleaning monitoring cage, light control and detection of goat urine volume. Urinary volumes The goat is said to be full if the volume of urine has reached 778 liters and the remaining volume displayed on the smart farm application shows a volume of 22,891 liters or rounded up to 23 liters then the lamp near the component PCB will be light up. The DC motor cannot accommodate the load of goat manure for as long 1 week so that monitoring must be carried out periodically using smart farm application. The smart farm application is an application made for monitoring the Smart Farming tool for cleaning cages. Smart farm application using kodular platform, firebase and Arduino IDE so make it easier for workers to access on their respective cellphones.

Author Contribution: This journal has been compiled by Nurisma Zenita Dewi and has been approved by the Dean of the Vocational Faculty, Electronic Engineering Supervisor and Head of the Electronics Engineering Study Program.

Funding: “This research was funded by PT Sebangku Jaya Abadi”

Acknowledgment: Thank God for all the blessings of Allah SWT, the work of this final project is mine dedicated to the authors.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- [1] I. M. Sari and N. Firmawati, "Rancang bangun sistem kontrol suhu dan ketinggian air secara otomatis pada kandang sapi perah berbasis arduino uno," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 9, no. 4, pp. 558–564, 2020.
- [2] S. Tejo and R. Mauli, "Implementasi sensor mq 4 dan sensor dht 22 pada sistem kompos pintar berbasis iot," *Jurnal Informasi UNSOED*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [3] A. D. Desandy Hadina Muhtadin and B. D. Sulo, "Sistem pembersih kandang ayam otomatis berbasis iot," *KONFERGENSI*, vol. 16, no. 2, pp. 101–110, 2020.
- [4] R. Darti Suja and K. Khaili, "Sistem kontrol nyala lampu otomatis dengan menggunakan sensor gerak pada ruang belajar berbasis arduino," *Jurnal Ilmu Informasi*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [5] T. Navageethan and Sounderrajan, "Animal health monitoring using nanosensor networks," *Science Direct*, vol. 20, no. 4, 2022.
- [6] R. P. Pratama, "Pengendali lampu merah berbasis esp8266 dengan protokol mqtt," *TESLA*, vol. 22, no. 1.
- [7] C. Sarah and Fillipo, "Industry 4.0 and precision livestock farming (plf): An up to date overview across animal productions," *Sensors*, vol. 22, no. 3, 2022.
- [8] U. Zurhaiti and S. Mikaila, "Environmental monitoring berbasis internet of things untuk peternakan cerdas," *Jurnal Elektronika dan Komunikasi*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [9] R. Hamam Bil Khair, Saja Rahma and R. Rania, "Pengendali lampu rumah berbasis esp8266 dengan protokol mqtt," *Jurnal Elektronika dan Informatika*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [10] Sari and J. Ramadhan, "Sistem pembersih kandang ayam otomatis berbasis iot," *Jurnal Elektronika dan Informasi*, vol. 4, no. 2, 2020.
- [11] R. Jauhari and Sarah, "Rancang bangun prototipe kandang kambing sistem terkoleksi dan pemberian pakan otomatis berbasis arduino uno r3," *Jurnal Elektronika dan Informasi*, vol. 3, no. 1, 2022.
- [12] Baihaqi and R. Alfath, "Pembangunan sistem monitoring produktivitas sapi perah berbasis internet of things (iot)," *Jurnal UNIKOM*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [13] H. Muhammad David, Sri Ratna Sulistiyanti and H. Fitriawan, "Rancang bangun prototipe kandang kambing sistem terkoleksi dan pemberian pakan otomatis berbasis arduino uno r3," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 10, no. 2, pp. 102–107, 2022.
- [14] O. Ezema, Nnabuko and Orah, "Design and implementation of an embedded poultry farm," *Automation and Cyber-Physical Computer System*, vol. 2, no. 1, pp. 187–192, 2019.
- [15] Y. M. Dinata, "Design and simulation of temperature and humidity monitoring on farms using centralized servers," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi (JATISI)*, vol. 9, no. 4, 2022.
- [16] Y. S. Mohammad Daffa Ananda and R. Hidayat, "Rancang bangun kandang unggas berbasis iot menggunakan aplikasi telegram," *Jukung Teknik Elektro dan Komputasi (Elkom)*, vol. 4, no. 2, 2022.
- [17] X. W. Mengjie Zhang and Q. Hwang, "Wearable internet of things enabled precision livestock farming in smart farms: A review of technical solutions for precise perception, biocompatibility, and sustainability monitoring," *Journal of Cleaner Production*, vol. 3, no. 2, 2021.
- [18] Y. H. da Bagus Oka Tyagi Natha and H. Adiluhung, "Perancangan conveyor feses sapi untuk meningkatkan efektivitas kerja peternak sapi perah tradisional di pangalengan," *Jurnal Telkom University*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [19] R. Nuraini and Octavia, "Prototype sistem monitoring dan keamanan pada peternakan sapi berbasis iot," *Jurnal SiPoRa*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [20] S. Indarjulianto and Y. Yanuartono, "Pendampingan pembuatan kandang domba sehat di desa sriharjo imogiri kabupaten bantul," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 3, 2021.
- [21] H. A. R. Y. Saragih, J. H. P. Silaban and S. A. Elisabet, "Design of automatic water flood control and monitoring systems in reservoirs based on internet of things (iot)," *International Conference on Mechanical, Electronics, Computer, and Industrial Technology (MECnIT)*, vol. 3, no. 1, pp. 30–35, 2020.
- [22] M. S. F. Munsyi and N. Saubari, "Environmental monitoring berbasis internet of things untuk peternakan cerdas," *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 5, no. 1, pp. 56–64, 2019.
- [23] F. F. C. E. W. Erick Laurianto, Erica Gracia and Putra, "Transformasi peternakan digital dengan mengimplementasikan teknologi internet of things (iot) pada arjuna farm," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, vol. 3, no. 1, pp. 300–308, 2022.
- [24] M. Mubarok and Sulo, "Model otomatisasi monitoring kandang untuk peternakan kambing berbasis arduino mega 2560," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [25] M. I. Tjut AWliyah and Addan, "Smart urban farming berbasis internet of things (iot)," *Jurnal Bina Insani University*, vol. 3, no. 2, 2019.

Automatic Catfish Sorter and Counter Based on Weight Classification

Alif Naufal Allaudin^{a,1}, Aris Nasuha^{a,2,*}

^a Department of Electrical and Electronics Engineering, Vocational Faculty, UNY

¹ alifnaufal.2019@gmail.com; ² arisnasuha@uny.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article History

Received 12 April 2023

Revised 19 April 2023

Accepted 03 May 2023

Keywords

Sorting Tool,

Loadcell,

Servo,

Infrared.

ABSTRACT

Catfish is one of the main raw materials in the fisheries sector which also supports the Indonesian economy. However, manual sorting of catfish makes the weight of catfish not uniform when marketed. Therefore, tools and machines are needed that automatically sort catfish in large quantities, making it more effective and easier for catfish breeders to use. In this study the process of making the system was realized in 3 stages, namely needs analysis, implementation, and testing of tools. The purpose of this system is to be able to classify the weight of catfish in the large category with fish weighing > 140 grams, medium with fish weighing 80-140 grams and small with fish weighing 20-80 grams. From the system test results, the average accuracy is 99.56. % and a precision of 98.75% for load cell sensor readings, while for E18 infrared sensor readings the results are always known, but data is not always sent and displayed on the LCD screen. Classification of fish categories carried out by the system has worked well, where the system is able to sort and count correctly 14 times out of 15 tests with an accuracy of 93%. The average computing time required for this tool is 3.67 seconds for 15 tests.

Ikan lele menjadi salah satu bahan baku utama di bidang perikanan yang juga menopang perekonomian Indonesia, Namun, penyortiran lele yang dilakukan secara manual membuat ketidak seragaman bobot ikan lele saat dipasarkan. Oleh karena itu dibutuhkan alat dan mesin yang secara otomatis menyortir ikan lele dalam jumlah besar, sehingga lebih efektif dan lebih mudah digunakan oleh peternak lele. Dalam penelitian ini proses pembuatan sistem direalisasikan pada 3 tahapan yaitu analisis kebutuhan, implementasi, dan pengujian alat. Tujuan dari sistem ini adalah mampu mengklasifikasikan berat ikan lele pada kategori besar dengan berat ikan >140 gram, sedang dengan berat ikan 80-140 gram dan kecil dengan berat ikan 20-80 gram Dari hasil pengujian sistem diperoleh akurasi rata-rata sebesar 99,56% dan presisi sebesar 98,75% untuk pembacaan sensor load cell, sedangkan untuk pembacaan sensor infra merah E18 hasilnya selalu diketahui, tetapi data tidak selalu terkirim dan tertampil pada layer LCD. Klasifikasi kategori ikan yang dilakukan oleh sistem telah bekerja dengan baik, dimana sistem mampu menyortir dan menghitung secara benar sebanyak 14 kali dari 15 kali pengujian dengan akurasi sebesar 93%. Rata-rata waktu komputasi yang dibutuhkan alat ini adalah 3,67 detik untuk 15 kali pengujian.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Di Indonesia memiliki total sekitar 1193 jenis ikan (Froese dan Pauly, 2013: 5-6). Indonesia memiliki keanekaragaman ikan air tawar terbanyak ketiga di dunia dan salah satu jenis ikan tersebut adalah lele. Ikan lele (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu ikan air tawar dan produknya yang sangat digemari masyarakat, sangat mudah tumbuh dan banyak diminati masyarakat untuk dikonsumsi (Ubaidillah A dan Hersoelistyorini W, 2010: 46). Ikan lele dapat ditemukan di perairan umum seperti di sungai, rawa, waduk dan badan air lainnya. Tubuh lele memanjang, kepalanya rata, dan memiliki empat pasang kumis panjang yang tumbuh di dekat mulutnya. Kulit lele halus tidak bersisik dan berwarna hitam.

Ikan lele dapat hidup di bawah 1.000 mdpl pada daerah dengan suhu 20-32 C, pH 6,5-8, dan kandungan oksigen 3 ppm. Ikan lele dapat hidup pada air kotor dan berlumpur karena memiliki alat pernapasan khusus yang terdapat di atas rongga insang (arborescent atau labyrinth) sehingga mampu menghirup oksigen langsung dari udara (Mahartika L, 2019: 11).

Budidaya ikan lele merupakan kegiatan membudidayakan ikan lele untuk dijual dan dikonsumsi oleh masyarakat umum. Indonesia termasuk negara dengan angka budidaya lele yang tinggi. Proses budidaya lele diawali dengan pemilihan bibit sampai dengan proses panen. Pada saat ini proses penyortiran panen ikan lele masih banyak menggunakan cara manual sehingga membutuhkan lebih banyak tenaga dan tingkat ketelitian berat ikan yang tergolong kecil. Cara manual tersebut menggunakan tangan atau wadah yang telah dilubangi dengan ukuran yang sudah disesuaikan. Penyortiran manual tersebut akan menimbulkan beberapa kekurangan, salah satunya perbedaan berat pada saat penyortiran manual dan pada saat dipasarkan, sehingga akan menimbulkan ketidakadilan bagi petani ikan lele dan penjual yang ada di pasaran. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah inovasi pengembangan alat penyortir yang lebih teliti dan minim kesalahan dengan pendekatan digital.

2. Skenario dan Arsitektur Sistem

2.1. Skenario Sistem

Perancangan dan pembuatan suatu sistem, dibutuhkan suatu gambaran umum yang dapat menjelaskan cara kerja sistem secara keseluruhan.

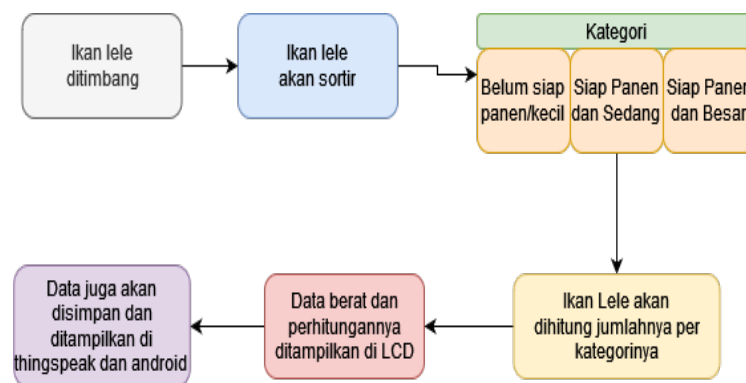


Fig. 1. Alur skenario sistem

Dari diagram blok diatas dapat dijelaskan:

- Ikan lele akan ditimbang dan dibaca beratnya oleh sensor berat.
- Ikan lele akan disortir sesuai dengan kategori yang diinginkan.
- Ada 3 kategori yang akan digunakan yaitu ikan lele yang belum siap panen atau yang mempunyai berat dibawah 80 gram, ikan lele yang siap panen kategori sedang atau yang mempunyai berat 80 - 140 gram, dan ikan lele siap panen kategori berat dengan berat diatas 140 gram.

- d. Ikan lele akan dihitung jumlahnya per kategori dengan sensor infrared 1,2,3 yang digunakan sebagai input untuk mendeteksi berapa banyak jumlah ikan lele yang keluar dari alat penyortiran dari berbagai kategori berat ikan lele.
- e. LCD 20x4 dan modul I2C digunakan sebagai output untuk menampilkan hasil pembacaan berat dan jumlah ikan lele berdasarkan kategorinya.
- f. Untuk data juga akan disimpan dan ditampilkan di webserver thingspeak yang dihubungkan dengan modul ESP 01 terlebih dahulu.

2.2. Arsitektur Sistem

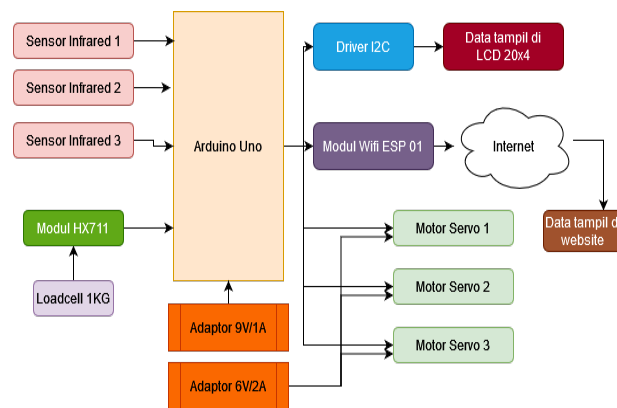


Fig. 2. Arsitektur keseluruhan sistem

Dari diagram blok diatas dapat dijelaskan:

- a. Sensor infrared 1,2,3 digunakan sebagai input untuk mendeteksi berapa banyak jumlah ikan lele yang keluar dari alat penyortiran dengan berbagai kategori berat ikan lele.
- b. Sensor load cell dan modul HX711 yang digunakan sebagai input untuk membaca berat ikan lele sebelum disortir menggunakan motor servo.
- c. Arduino uno yang digunakan sebagai pengolah data dari sensor infrared dan sensor load cell serta keluarannya untuk menggerakkan motor servo sebagai pemisah ikan lele nantinya.
- d. LCD 20x4 dan modul I2C digunakan sebagai output untuk menampilkan hasil pembacaan berat dan jumlah ikan lele berdasarkan kategorinya.
- e. Motor servo 1 digunakan untuk mendorong ikan lele dari tempat penimbangan berat yang nantinya jatuh kebawah dan di sortir menggunakan motor servo lainnya.
- f. Motor servo 2 digunakan untuk bergerak 50 derajat ke kanan searah jarum jam untuk memisahkan ikan lele yang belum siap panen atau yang mempunyai berat dibawah 80 gram.
- g. Motor servo 3 digunakan untuk bergerak 50 derajat ke kiri berlawanan jarum jam untuk memisahkan ikan lele yang siap panen kategori sedang atau yang mempunyai berat 80 – 140 gram.
- h. Untuk ikan lele siap panen kategori berat akan dilewatkan saja menuju kebawah.
- i. Untuk data juga akan disimpan dan tampil di webserver thingspeak yang dihubungkan dengan modul ESP 01 terlebih dahulu.

3. Rancangan Sistem

3.1. Rancangan Elektronik

Rancangan elektronik dari sistem penyortir dan penghitung ikan lele otomatis ditunjukkan pada

gambar berikut ini,

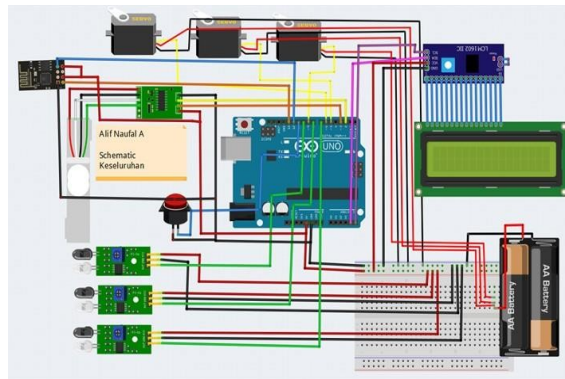


Fig. 3. Rancangan elektronik sistem

Sistem elektronik dibuat dengan menggunakan 3 buah sensor infrared sebagai input, 1 sensor loadcell 1kg sebagai input beserta modul HX711, push button untuk mereset angka perhitungan, 3 buah motor servo sebagai penyortir dan output sistem, LCD 20x4 sebagai penampil data, modul wifi ESP 01 sebagai pengirim data menuju ke internet, dan sumber adaptor sebagai sumber tenaga bagi rangkaian.

3.2. Rancangan Mekanik

Rancangan body alat penyortir dan penghitung ikan lele dengan ketinggian sekitar 125cm dan panjang 160cm.

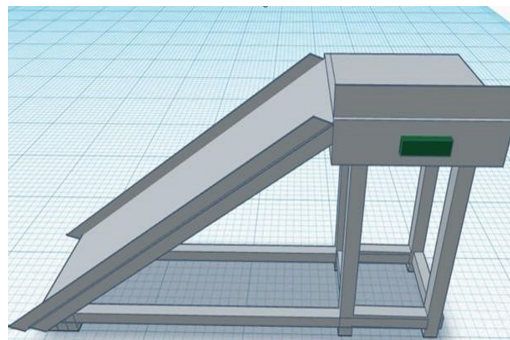


Fig. 4. Rancangan mekanik sistem

3.3. Rancangan Perangkat Lunak

Dalam melakukan proses desain dan perakitan komponen tentunya dibutuhkan sebuah perangkat lunak untuk mempermudah dalam proses visualiasi sehingga gambaran mengenai desain alat akan terlihat secara nyata. Dalam hal ini dibutuhkan 4 (empat) perangkat lunak yaitu Fritzing yang berfungsi sebagai media untuk mensimulasikan dan membuat desain wiring elektronik, Thingspeak yang digunakan untuk pengumpul data yang diambil dari perangkat keras berupa beberapa sensor yang telah terhubung ke internet untuk keperluan visualisasi, MIT App Inventor berfungsi sebagai tempat pembuatan aplikasi android yang akan digunakan nantinya, sedangkan aplikasi Arduino IDE digunakan sebagai media pembuatan program dan upload program untuk menjalankan perangkat keras nantinya. Alur logika perangkat lunak dalam sistem ini ditunjukkan pada diagram alur seperti gambar berikut ini,

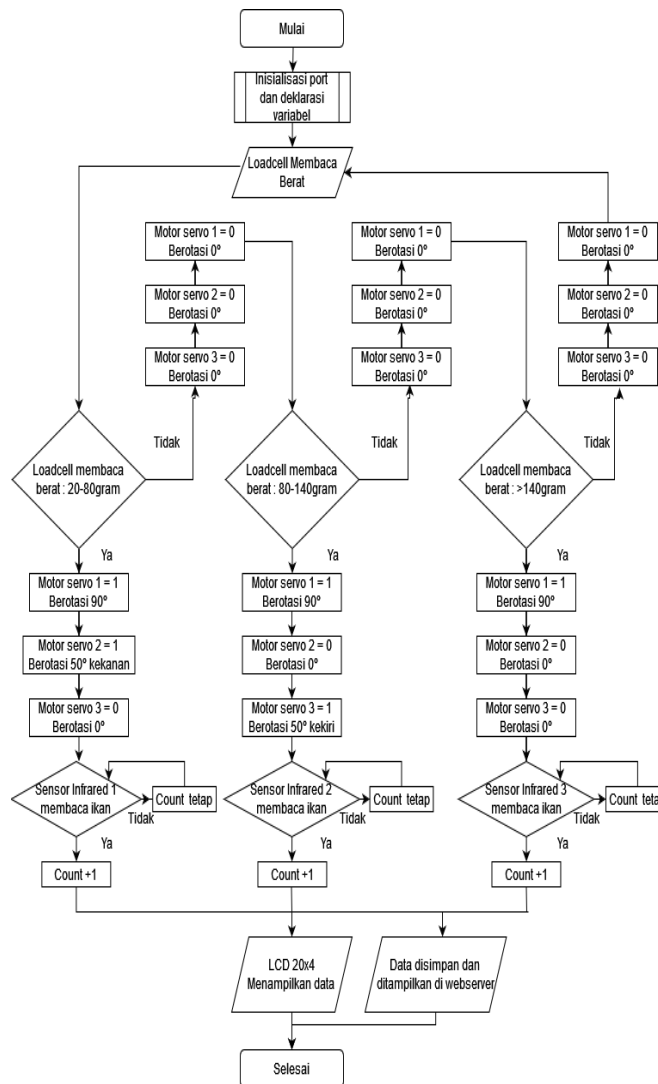


Fig. 5. Alur diagram logika

4. Hasil dan Pembahasan

Skema rangkaian yang dibuat menggunakan aplikasi Fritzing dapat dijalankan dengan perintah coding sehingga alat dapat diaplikasikan pada alat sortir. Sumber daya yang digunakan ada 2 yaitu yang pertama adaptor 9V/1A untuk menyuplai power untuk arduino uno dan kedua adaptor 5V/2A untuk menyuplai power untuk motor servo dikarenakan membutuhkan arus yang cukup besar sehingga tidak mengganggu masukan power ke arduino sehingga kerja dari arduino uno dan motor servo dapat dimaksimalkan.



Fig. 6. Pengujian sistem

4.1. Pengujian Sensor Loadcell

Kemudian untuk mengukur akurasi dari sensor loadcell dalam pembacaan nilai berat. Pengujian dilakukan dengan cara menaruh ikan lele pada alat sensor loadcell yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan dengan 7 ekor ikan lele yang kemudian akan ditimbang sebanyak 10 kali per ekornya untuk mendapatkan nilai akurasi dan presisi. Pengujian dilakukan seperti pada gambar 7.



Fig. 7. Pengujian sensor loadcell

Dari hasil pengujian didapatkan data yang ditunjukkan pada table 1 berikut,

Table 1. Akurasi dan presisi pengujian sensor loadcell

Ikan lele ke-		Berat Seharusnya (gram)	Pengujian ke-										Rata - rata	Akurasi (%)	Presisi (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Hasil Pengukuran	100	98,94	101,04	102,36	101,39	99,38	102,72	99,93	101,67	99,99	100,91	100,83	99,17	98,98
	Deviasi		1,89	0,21	1,53	0,56	1,45	1,89	0,90	0,84	0,84	0,08	1,02		
2	Hasil Pengukuran	55,79	55,58	56,44	55,10	57,79	56,32	57,38	53,12	55,49	54,53	54,58	55,66	99,77	98,91
	Deviasi		0,08	0,78	0,56	2,13	0,66	1,72	2,54	0,17	1,13	1,08	1,09		
3	Hasil Pengukuran	148,27	146,87	147,03	150,22	146,60	149,88	148,92	150,66	147,56	149,20	147,66	148,46	99,87	98,68
	Deviasi		1,59	1,43	1,76	1,86	1,42	0,46	2,2	0,9	0,74	0,8	1,32		
4	Hasil Pengukuran	106,17	104,39	108,97	109,89	108,77	104,02	107,63	105,88	106,89	108,50	104,60	106,95	99,26	98,20
	Deviasi		2,56	2,016	2,94	1,82	2,93	0,68	1,07	0,06	1,55	2,35	1,80		
5	Hasil Pengukuran	104,66	104,02	106,32	103,48	101,88	102,68	105,90	105,24	104,30	105,92	104,54	104,43	99,78	98,84
	Deviasi		0,41	1,89	0,95	2,55	1,75	1,47	0,81	0,13	1,49	0,11	1,16		
6	Hasil Pengukuran	41,9	41,69	42,74	41,03	39,95	41,44	43,37	43,01	41,93	40,38	40,40	41,59	99,27	99,05
	Deviasi		0,10	1,15	0,56	1,64	0,15	1,78	1,42	0,34	1,21	1,19	0,95		
7	Hasil Pengukuran	109,97	112,54	113,48	109,25	110,33	107,80	108,53	111,26	110,54	109,72	108,74	110,22	99,77	98,59
	Deviasi		2,32	3,26	0,97	0,11	2,42	1,69	1,04	0,32	0,50	1,48	1,41		
Rata-rata														99,56	98,75

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 diatas. Berdasarkan table hasil pengujian akurasi dan presisi sensor loadcell diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

- Tingkat presisi ikan lele 1 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,02}{100,83} \times 100\% = 98,98\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 1 = $100\% - 0,83\% = 99,17\%$
- Tingkat presisi ikan lele 2 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,09}{55,661} \times 100\% = 98,91\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 2 = $100\% - 0,33\% = 99,77\%$
- Tingkat presisi ikan lele 3 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,32}{148,46} \times 100\% = 98,68\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 3 = $100\% - 0,23\% = 99,87\%$

- Tingkat presisi ikan lele 4 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,80}{106,954} \times 100\% = 98,20\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 4 = $100\% - 0,74\% = 99,26\%$
- Tingkat presisi ikan lele 5 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,16}{104,428} \times 100\% = 98,84\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 5 = $100\% - 0,22\% = 99,78\%$
- Tingkat presisi ikan lele 6 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{0,95}{41,594} \times 100\% = 99,05\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 6 = $100\% - 0,73\% = 99,27\%$
- Tingkat presisi ikan lele 7 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,41}{110,219} \times 100\% = 98,59\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 7 = $100\% - 0,23\% = 99,77\%$

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan sensor loadcell diatas dengan cara mencari std atau standar deviasi terlebih dahulu dengan persamaan 1,

$$\text{std} = \frac{\sqrt{\sum t = 1 (x - x_1)^2}}{n - 1} = \frac{\sqrt{\sum t = 1 (\text{rata rata} - \text{nilai } x_{1,2,\dots})^2}}{\text{jumlah data} - 1} \quad (1)$$

rata-rata akurasi sebesar 99,56% dan presisi sebesar 98,75%. Ini artinya sensor loadcell memiliki akurasi dan presisi yang tinggi, dikarenakan jika melihat nilai akurasi dan presisi yang baik yaitu mendekati 100% (Pasaribu, 2021).

4.2. Pengujian Sensor Infrared

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur akurasi dari sensor infrared dalam pembacaan benda terdeteksi. Pengujian dilakukan dengan cara melewatkan ikan lele pada alat sensor infrared yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali untuk hasil yang diharapkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Table 2. Data pengujian sensor infrared

No	Kategori	Kondisi Sensor	Data pada LCD
1	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Tidak Berubah
2	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
3	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
4	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
5	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
6	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
7	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
8	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
9	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
10	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Tidak Berubah
11	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Tidak Berubah
12	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
13	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
14	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
15	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Tidak Berubah

4.3. Hasil Klasifikasi Ikan Lele

Berdasarkan uji coba yang dilakukan menyatakan bahwa alat mampu mengklasifikasi berat ikan sesuai dengan kategorinya yaitu ikan lele yang belum siap panen atau mempunyai berat dibawah 80 gram, ikan lele yang siap panen kategori sedang atau mempunyai berat 80 - 140 gram, dan ikan lele siap panen kategori berat dengan berat diatas 140 gram. Uji coba dilakukan dengan cara menaruh beberapa ikan lele satu persatu diatas alat sortir dan akan diuji apakah alat dapat berhasil mengklasifikasikan ikan dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali untuk mendapatkan nilai akurasi. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Table. 3. Hasil klasifikasi kategori ikan lele

No	Kategori	Servo yang bergerak	Hasil
1	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Berhasil
2	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Berhasil
3	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Tidak Berhasil
4	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Berhasil
5	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Berhasil
6	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
7	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
8	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
9	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
10	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
11	Besar	Servo 1	Berhasil
12	Besar	Servo 1	Berhasil
13	Besar	Servo 1	Berhasil
14	Besar	Servo 1	Berhasil
15	Besar	Servo 1	Berhasil

Didapatkan hasil keberhasilan 14 kali dari 15 kali data yang diujikan yang artinya alat mempunyai hasil keberhasilan sebesar 93%.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan pembuatan skema rangkaian, membuat body alat, perakitan komponen, pengujian, dan pembahasan alat diatas dapat disimpulkan bahwa alat yang sudah dibuat dapat digunakan sesuai fungsinya untuk sistem penyortiran ikan lele dengan cara manual ke cara otomatis yang dilihat dari data yang sudah dilakukan selama pengujian.

Setelah dilakukan pengujian, rangkaian komponen yang telah dibuat menggunakan aplikasi fritzing bekerja dengan baik ketika diterapkan pada rangkaian komponen yang asli. Untuk pengujian pengiriman data dari mikrokontroler arduino ke webserver Thingspeak dan aplikasi android yang dilakukan dengan beberapa kali percobaan pengiriman data, didapatkan hasil pengiriman data yang sudah terkirim dengan baik ke webserver Thingspeak dan aplikasi android. Hal ini menunjukkan hasil pengujian pengiriman data tergolong sudah baik dan pengujian skema rangkaian dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian dan perhitungan sensor *loadcell* diatas menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 99,56% dan presisi sebesar 98,75%. Ini artinya sensor *loadcell* memiliki akurasi dan presisi yang tinggi. Dan untuk pembacaan sensor infrared E18 hasilnya selalu terdeteksi namun untuk mengirimkan dan ditampilkan datanya ke lcd kadang tidak

terampil. Keberhasilan klasifikasi kategori ikan yang dihasilkan tergolong baik. Didapatkan hasil keberhasilan 14 kali dari 15 kali data yang diujikan yang artinya alat mempunyai hasil keberhasilan sebesar 93 persen. Untuk rata-rata waktu komputasi yang diperlukan alat saat melakukan sistem penyortiran yaitu selama 3,67 detik dari 15 kali data yang diujikan. Dari semua hasil pengujian yang sudah dilakukan dan dibahas diatas jika dibandingkan dengan cara manual dan beberapa penelitian lain, maka dapat disimpulkan bahwa alat penyortir ikan lele memiliki kinerja yang tergolong sudah baik dan dapat berguna sesuai fungsinya.

Kedepannya alat ini akan lebih baik ditambahkan fitur monitoring hasil sortir dengan database buatan sendiri agar dapat memudahkan petani ikan lele nantinya. Selain itu juga memanfaatkan sensor infrared yang baik dan membuat desain kabel yang pendek menuju sensor agar tidak terjadi gangguan noise saat pengiriman data.

References

- [1] A. Khairuman & K. Amri, "Budi Daya Lele Lokal Secara Intensif", Agromedia 2003.
- [2] H. A. Dharmawan, "Mikrokontroler: Konsep Dasar Dan Praktis", Universitas Brawijaya Press, 2017.
- [3] L. Mahartika, "Cara Berternak Mudah Dan Dijamin Menghasilkan Ikan Lele Berkualitas", 2019.
- [4] D. A. R. Wati, "Rancang Bangun Sistem Penyortir Dan Penghitung Bibit Ikan Lele Berbasis Arduino", 2020.
- [5] J. Alfian Destha & K. M. Anbiya, Identifikasi Penggunaan Material Besi Hollow Pada Proses Produksi Modifikasi Box Standar 20 Feet Di Pt. Marunda Jaya Inti. *Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik*, 11(3), 80-87.
- [6] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino. E-Book", Tobuku, 24, 2011.
- [7] T. Endramawan, M. Rahmi, & F. Fahad, "Analisis Proses Pengujian Kinerja Mesin Fish Grading untuk Sortir Ikan Lele Kapasitas 5 Kg", 2017.
- [8] P. W. Ginta & R. F. Milati, "Robot Pendeteksi Dan Penghitung Jalan Berlobang Menggunakan Sensor Infra Merah Berbasis Mikrokontroler At89s5". 7(1), 2011.
- [9] A. R. Hakim, "Perancangan Dan Implementasi Keran Air Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino".
- [10] H. D. Juniar, D. Suwandi, & M. Si, "Perancangan Object Follower Robot Untuk Sistem Scanning dan Tracking Object Follower Menggunakan Kontrol PID".
- [11] *Jurnal Pangan Dan Gizi Vol 01 No. 02 Tahun 2010.* (2010). 01(02).
- [12] W. Khoiro, "Evaluasi Supplier Bahan Baku Plat Besi Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process Dan Taguchi Loss Function", *Jurnal Teknik Industri*, 16(1), 10, 2017. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol16.no1.10-21>
- [13] F. I. Pasaribu, "Penentuan Hot Point Dan Monitoring Peralatan Menggunakan Thermal Imagers Fluke Dengan Metode Thermovisi", *Journal Of Electrical And System Control Engineering*, 4(2), 113-128, 2021. <https://doi.org/10.31289/jesce.v4i2.4814>
- [14] F. B. Prakarsa, "Rancang Bangun Alat Sortir Panen Ikan Lele Berbasis Arduino", 6, 2022.
- [15] E. B. Raharjo, S. Marwanto, & A. Romadhona, "Rancangan Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Ruang Server Berbasis Internet Of Things".
- [16] E. Rismawan, S. R. Sulistiyanti, & A. Trisanto, "Rancang Bangun Prototype Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535", *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol. 1, No. 1, 2013. <https://doi.org/10.23960/jitet.v1i1.22>
- [17] H. Sagita & B. A. Rozany, "Model Sistem Automasi Sortir Barang Berdasarkan Warna Menggunakan Programmable Logic Control Berbasis Mikrokontroler", 6(1), 2017.
- [18] A. Sapriansyah & D. Triyanto, "Sistem Penyortir Dan Penghitung Bibit Ikan Nila Merah Menggunakan Arduino Dan Website", vol. 06, no. 2, 2018.
- [19] L. F. R. Simanjuntak & R. Hanifi, "Rancang Bangun Sistem Penyortir Dan Penghitung Lele Sangkal Berbasis Iot".

Smart Aquaculture in Internet of Things-based Catfish Farming

Kurniawan Budi Kusnanto^{a,1}, Aris Nasuha^{a,2,*}

^a Department of Electrical and Electronics Engineering, Vocational Faculty, UNY

¹ kurniawanbudi.2019@student.uny.ac.id; ² arisnasuha@uny.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article History

Received 17 April 2023

Revised 24 April 2023

Accepted 08 May 2023

Keywords

Internet of Things,
Monitoring,
Water Quality.

ABSTRACT

The primary objective of developing the project titled "Smart Aquaculture in Internet of Things-based Catfish Farming" is to create a specialized tool for catfish farming that facilitates automated monitoring and control of water quality, eliminating the need for manual intervention at the aquaculture pond. The collected data is made accessible through a web monitoring system. The tool aims to mitigate catfish mortality risks, enhance yield, and streamline the cultivation process. The development process of this tool encompasses several stages, which are as follows: (1) Requirements Analysis, involving the identification of necessary tools and materials for the project; (2) Implementation, encompassing the design and fabrication of the tool, outlining the circuit scheme, and detailing the step-by-step manufacturing process; (3) Testing, describing the procedures and results of evaluating the tool's performance. The monitoring system employs PH-4502C sensors, DS18B20 temperature sensor, and HC-SR04 level sensor, all controlled by ESP32 DevKit. Comparative analysis against standard measuring instruments demonstrates an average error percentage of 1.64% for pH, 0.88% for temperature, and 0.70% for water level measurements. Additionally, the data transmission test reveals a delay of 19.16 seconds, while the actuator response test, based on sensor readings, successfully operates within the system's intended parameters.

Tujuan dari pembuatan proyek akhir yang berjudul "Smart Aquaculture in Internet of Things-based Catfish Farming" adalah merancang alat budidaya ikan lele yang dapat membantu budidaya ikan lele, dengan cara memantau dan mengendalikan kualitas air secara otomatis tanpa harus mendatangi kolam budidaya, kemudian proses pemantauannya dapat dilihat pada web monitoring. Dengan adanya alat ini, diharapkan dapat mengurangi resiko kematian pada ikan lele, dapat meningkatkan hasil panen dan mengefisienkan proses budidaya. Proses perancangan dan pembuatan alat ini dilakukan dengan beberapa tahap, sebagai berikut: (1) Analisis Kebutuhan yang mencakup alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat tugas akhir, (2) Implementasi yang mencakup perancangan dan pembuatan alat yang menjelaskan proses perancangan skema rangkaian serta pembuatan alat dari awal sampai akhir, (3) Pengujian yang menjelaskan bagaimana proses pengujian alat dilakukan. Implementasi dirancang menggunakan mikrokontrol ES32 DevKit dengan sensor PH-4502C, DS18B20, dan HC-SR04 didapat hasil perbandingan pembacaan sensor terhadap alat ukur standar dengan persentase error rata – rata 1,64% untuk pembacaan pH air, 0,88% untuk pembacaan suhu, dan 0,70% untuk pembacaan level air kolam. Kemudian pada hasil uji pengiriman data didapat delay sebesar 19,16 detik dan pada pengujian respon aktuator berdasar pembacaan sensor bekerja dengan baik sesuai dengan sistem yang diterapkan.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi memunculkan berbagai inovasi salah satunya ialah Internet of Things dimana pada penerapannya mengacu pada penggunaan sensor, aktuator dan komunikasi yang terintegrasi sehingga memungkinkan untuk melakukan pengambilan data, pengumpulan data, dan menampilkan data secara wireless sehingga dapat membantu untuk mengambil keputusan guna optimalisasi hasil pada berbagai bidang pengaplikasian (Bansal, et al., 2015).

Ikan lele merupakan salah satu komoditas perikanan yang paling sering dikonsumsi masyarakat. Pasalnya, lele mempunyai rasa yang lezat dan harganya cukup terjangkau. Hal itu membuat produksi lele di dalam negeri cukup besar. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mencatat, produksi lele di Indonesia mencapai 1,06 juta ton dengan nilai Rp18,93 triliun pada 2021. Berdasarkan volumenya, produksi lele meningkat 2,95% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebesar 1,03 juta ton. Secara nilai, produksi lele juga naik 1,58% dibandingkan pada 2020 yang sebesar Rp18,63 triliun. Melihat trennya dalam satu dekade terakhir, produksi ikan lele mengalami fluktuasi cenderung meningkat. Produksi ikan lele paling banyak sebesar 1,14 juta ton dengan nilai Rp19,94 triliun pada 2017. Secara rinci, produksi ikan lele yang berasal dari hasil budi daya sebanyak 1,03 juta ton dengan nilai Rp17,79 triliun sepanjang tahun lalu. Sementara, produksi ikan lele dari hasil tangkap perairan umum daratan (PUD) sebanyak 34.915,83 ton dengan nilai Rp1,13 triliun. Berdasarkan wilayahnya, produksi ikan lele terbesar berada di Jawa Barat mencapai 245.408,8 ton dengan nilai Rp4,22 triliun. Posisinya disusul oleh Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan produksi lele sebesar 164.608,29 ton dan 137.196,1 ton (Shilvina Widi, 2022).

Ikan lele terdapat di perairan umum, seperti sungai, rawa, waduk, dan genangan air lainnya. Tubuh lele berbentuk gilig memanjang, kepala gepeng, dan meruncing. Di dekat mulutnya ditumbuhi empat pasang kumis yang kaku memanjang. Kulit tubuh lele licin tidak bersisik dan berwarna kehitaman. Lele dapat hidup di daerah hingga ketinggian >1.000 m dpl dengan suhu 26–32 0C, pH 6,5–8, dan kandungan oksigen 3 ppm. Lele dapat hidup di perairan kotor dan lumpur karena memiliki alat bantu pernapasan yang terletak di atas rongga insang (arborescent atau labyrinth) sehingga mampu mengambil oksigen langsung dari udara (Loadia Mahartika, 2019).

Pada perkembangan budidaya ikan ini semakin tersebar luas pada masyarakat khususnya budidaya ikan lele. Dengan semakin berkembangnya budidaya ikan lele ini timbul berbagai permasalahan salah satunya ialah kualitas air kolam ikan lele khususnya pada kolam dengan desain beton atau bioflok yang disebabkan oleh kondisi cuaca yang sering berubah – ubah dan tidak terpenuhinya kadar oksigen pada kolam, maka mengakibatkan suhu dan pH air kolam mengalami kenaikan ataupun penurunan. Hal ini perlu adanya pemantauan dan pengendalian kualitas air kolam pada masa awal budidaya untuk mengurangi tingkat kematian. Kemudian permasalahan kedua yaitu dengan kondisi kolam berada diruang bebas, memungkinkan adanya kotoran daun – daun yang masuk ke dalam kolam, sehingga menyebabkan saluran buang air kolam atau pipa-U tersumbat, dan khususnya pada kolam dengan desain bioflok atau beton, memungkinkan adanya faktor kebocoran, maka perlu adanya pemantauan pada ketinggian air kolam.

Berdasar permasalahan tersebut perlu adanya pemantauan dan pengendalian kualitas air secara berkala pada kolam budidaya sehingga pada penelitian ini dibuat sebuah inovasi pemantauan dan pengendalian kualitas air pada kolam budidaya. Pada penelitian ini berjudul “Smart Aquaculture Pada Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet of Things”. Smart yang diharapkan dapat mengendalikan atau menjaga kualitas air atau kondisi kolam tetap pada standar normal yaitu ketinggian >1.000 m dpl dengan suhu 26–32 0C, pH 6,5–8 (Loadia Mahartika, 2019) dan dengan implementasi Internet Of Things pada sistem yang dibangun dengan menggunakan sensor untuk mengukur pH air, suhu air dan level air dapat dilakukan pemantauan dan pengendalian kualitas air pada kolam tanpa harus mendatangi kolam satu persatu sehingga dapat memudahkan pembudidaya dan meningkatkan hasil produktivitas ikan lele.

2. Metode

2.1. Rancangan Umum

Perancangan dan pembuatan suatu sistem, dibutuhkan suatu gambaran umum yang dapat menjelaskan cara kerja sistem secara keseluruhan.

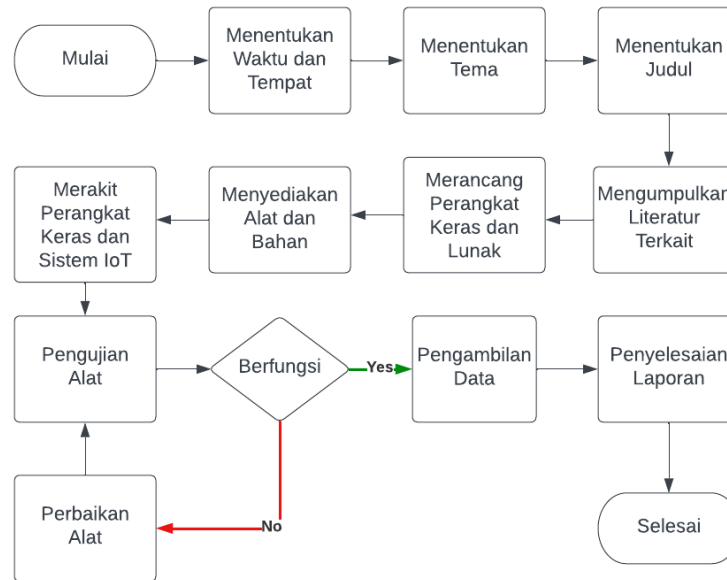


Fig. 1. Rancangan umum

Secara garis besar langkah-langkah dasar pelaksanaan penelitian ini digambarkan dalam blok diagram seperti pada Gambar 1. Langkah awal dalam penelitian ini ialah penentuan tema yaitu monitoring parameter kualitas air (keasaman air (pH), suhu air dan level air). Langkah selanjutnya ialah dengan mengumpulkan literatur terkait dengan penelitian kemudian dari literatur yang sudah didapat dikaji untuk kemudian digunakan sebagai dasar acuan dalam penelitian. Selanjutnya, melakukan perancangan dan desain perangkat keras dan lunak. Setelah alat dan bahan telah tersedia maka desain alat yang sudah dibuat dapat diimplementasikan sehingga dapat terintegrasi dengan sistem yang dibuat. Kalibrasi sensor-sensor yang digunakan perlu dilakukan sebelum pengujian untuk menghasilkan output yang valid. Jika pada saat pengujian terdapat komponen atau sistem tidak berfungsi, maka dilakukan perbaikan pada alat, lalu di uji kembali, hingga semua komponen dan sistem berfungsi dengan baik. Setelah dilakukan pengujian alat dilakukan pengambilan data dari alat diuji agar dapat mengetahui kerja alat serta kerja sistem yang telah dibuat. Setelah data telah diambil, laporan penelitian dibuat untuk melaporkan dan menganalisis kinerja alat yang dibuat.

2.2. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan kumpulan dari beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi atau dimiliki oleh suatu alat yang akan dibuat sehingga menghasilkan produk yang berkualitas. Adapun beberapa analisis kebutuhan untuk membuat alat sebagai berikut:

- Menghasilkan alat yang dapat digunakan untuk memonitoring kualitas air kolam budidaya ikan lele yang dapat ditampilkan pada web monitoring.
- Menghasilkan alat yang dapat menormalkan kondisi air kolam sesuai standart kualitas air kolam budidaya ikan lele, menggunakan otomisasi sistem kendali.
- Menghasilkan alat yang dapat melontarkan pakan secara otomatis berdasarkan waktu yang diatur.

d. Menghasilkan alat yang mudah digunakan oleh semua kalangan, khususnya untuk para peternak ikan lele.

Pada tahap berikutnya yaitu menentukan komponen dan alat yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat. Untuk mempermudah dalam mengklasifikasi antara komponen dan kebutuhan alat tersebut, maka dibuat menjadi 3 bagian antara lain:

2.3. Kebutuhan Perangkat Keras

Sebuah alat selain memerlukan perangkat lunak sebagai media untuk membuat desain, dalam pembuatan alat juga memerlukan perangkat keras atau hardware. Berikut ini beberapa komponen yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini:

Sensor pH

Secara sederhana sensor pH meter merupakan salah satu jenis sensor kimia, dimana dalam proses pembacaannya didasarkan pada reaksi kimia yang kemudian diubah menjadi besaran listrik kemudian diolah oleh mikrokontroler menjadi besaran digital untuk kemudian dapat dikeluarkan menjadi nilai pH pada cairan yang diukur.

Didasarkan pada bagian elektroda yang dipakai dalam sensor pH meter terdapat dua bagian penting yaitu elektroda kaca yang digunakan untuk mengukur besar ion yang terukur dalam larutan kemudian besar ion yang telah terbaca diubah menjadi besaran nilai tegangan analog oleh elektroda referensi. Sehingga dengan prinsip kerja tersebut dapat diketahui bahwa semakin banyak elektron yang terdeteksi pada sampel maka semakin bernilai asam pula cairan tersebut, dan apabila semakin sedikit elektron yang terdeteksi maka sampel cairan tersebut bernilai basa (Azmi & Saniman, 2016).

Elektroda E-201 pH sensor Merupakan salah satu jenis sensor pH yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman cairan. Modul Sensor PH-4502C digunakan untuk mengolah nilai tegangan yang terbaca dari elektroda berdasar pada besaran nilai ion yang terbaca pada larutan dengan suplai tegangan 5V, rentang pengukuran 0,00 - 14,00 PH, persentase akurasi 98,5%, menggunakan konektor port BNC, dan menggunakan output pin analog.

Sensor Suhu (DS18B20)

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang berfungsi untuk merubah besaran panas yang di tangkap menjadi besaran tegangan yang mana dalam sistem ini menggunakan IC DS18B20 dengan presisi tinggi.

Karakteristik dari IC DS18B20 memiliki faktor skala linear $+10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ dengan tingkat akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$, jangkauan suhu antara -55°C sampai 150°C , bekerja pada tegangan 3 – 5 volt, dan impedensi keluaran sebesar $0,1\Omega$ serta melakukan proses pembacaan melalui antarmuka one wire (Arduino, 2010).

Sensor Jarak (HC-SR04)

Sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat mengukur jarak benda dari 2 cm – 400 cm dengan akurasi 3mm. Dengan konsumsi tegangan 5 Vdc dan sudut sensor maksimal 15 derajat. Dengan prinsip kerja sensor HC-SR04 dimana mengatur pin Trig pada Keadaan HIGH selama 10 μs , maka pin trig (trigger) akan mengirimkan 8 siklus gelombang ultrasonik yang berjalan pada kecepatan suara dan diterima oleh pin Echo akan menampilkan waktu (dalam mikrodetik) gelombang suara berjalan sehingga dapat diolah oleh mikrokontrol untuk mendapat nilai jarak antara sensor dengan target atau benda.

Pada sensor ultrasonic gelombang ultrasonik dibangkitkan pada osilator dengan frekuensi tertentu, umumnya berfrekuensi 40 KHz. Prinsip kerja alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik pada suatu target, kemudian gelombang akan dipantulkan kembali setelah mengenai target kemudian ditangkap dan diolah oleh sensor untuk dihitung selisih antara waktu pengiriman dan penerimaan gelombang ultrasonik sehingga didapat jarak antara sensor dan target (Santoso, 2015).

ESP32 Devkit

ESP32 DevKit adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul Wi-Fi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet Of Things. ESP32 DevKit sendiri tidak jauh berbeda dengan ESP8266 yang familiar di pasaran, hanya saja ESP32 DevKit lebih kompleks dibandingkan ESP8266.

Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh ESP32 DevKit yaitu sudah terdapat Wi-Fi dan Bluetooth di dalamnya, sehingga akan sangat memudahkan ketika kita belajar membuat sistem IoT yang memerlukan koneksi wireless. Mikrokontroler ESP32 DevKit memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul Wi-Fi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki bluetooth dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel. (circuits4you, 2018)

Relay adalah komponen elektronika yang prinsip kerjanya seperti saklar konvensional. Relay beroperasi secara elektrik dan termasuk jenis komponen elektromekanikal dengan Coil dan kontak saklar sebagai bagian utamanya. Prinsip Elektromagnetik berguna dalam cara kerja kontak saklar dimana arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi

Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer ini digunakan sebagai indikator (alarm) (Riny Sulistyowati & Dedi Dwi Febriantoro, 2012)

Papan PCB

Printed Circuit Board atau disebut juga PCB adalah sebuah papan sirkuit cetak yang penuh dengan sirkuit dari logam yang menghubungkan komponen elektronik yang berbeda jenis maupun sama satu sama lain tanpa kabel. Untuk PCB yang mempunyai lapisan tembaga hanya pada salah satu sisi permukaannya saja disebut PCB satu sisi (Single-layer). Sedangkan PCB yang mempunyai lapisan tembaga di kedua sisi permukaannya disebut PCB dua sisi (Multilayer).

PCB (Printed Circuit Board) digunakan dalam aplikasi penerapan komponen-komponen elektronika dimana dalam pembuatannya meliputi perancangan skematik, pembuatan jalur rangkaian, pengeboran, pemasangan komponen dan penyolderan. Pembuatan rangkaian PCB bisa dilakukan secara manual atau secara komputerisasi. Membuat rangkaian secara manual tentu akan menghabiskan banyak biaya, waktu dan bila terjadi kesalahan akan sulit untuk dideteksi dan diperbaiki. Dengan demikian membuat rangkaian PCB dengan bantuan komputer merupakan suatu pilihan utama bagi seorang perancang dibandingkan dengan merancang PCB secara manual, karena dapat lebih meningkatkan waktu rancang produk, hasil yang lebih presisi dan akurat, serta mudah melakukan pengecekan dan perbaikan apabila ditemukan kesalahan dalam rangkaian PCB (Saguh Al Hafidz, 2017)

Box Pelindung

Box pelindung digunakan untuk melindungi komponen – komponen yang sudah tersusun dalam satuan rangkaian mikrokontroler pada papan PCB, agar terhindar dari cipratan air kolam dan air hujan, serta terhindar dari debu atau kotoran yang dapat menghambat fungsi dari rangkaian tersebut.

2.4. Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam melakukan proses desain dan perakitan komponen tentunya dibutuhkan sebuah

perangkat lunak untuk mempermudah dalam proses visualisasi sehingga gambaran mengenai desain alat akan terlihat secara nyata. Dalam hal ini dibutuhkan 3 (tiga) perangkat lunak yaitu Arduino IDE digunakan sebagai media pembuatan program dan upload program untuk menjalankan perangkat keras nantinya. Kicad yang berfungsi sebagai media untuk mensimulasikan dan membuat desain wiring elektronik, Thingspeak yang digunakan untuk pengumpul data yang diambil dari perangkat keras berupa beberapa sensor yang telah terhubung ke internet untuk keperluan visualisasi.

3. Arsitektur dan Rancangan Sistem

3.1. Arsitektur Sistem

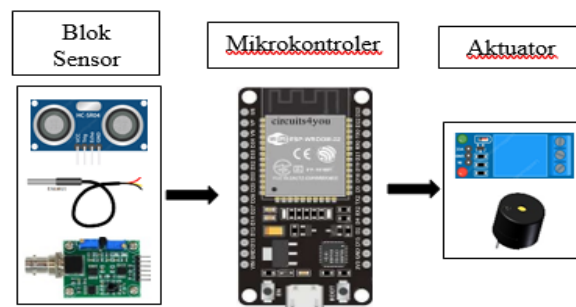


Fig. 2. Arsitektur sistem

Pada Gambar 2. adalah sistem kerja alat, dimana ESP32 DevKit mendapat suplai dari adaptor 5V kemudian sensor dihubungkan pada ESP32 DevKit untuk pemrosesan data dari sensor dan untuk mengatur output berupa *Buzzer* dan *Relay*. ESP32 DevKit juga berfungsi sebagai *gateway* koneksi ke internet untuk mengirimkan data dari pembacaan sensor ke platform IoT untuk dimonitor oleh user menggunakan jaringan internet melalui router. Selain berfungsi sebagai *transmitter*, ESP32 DevKit juga digunakan untuk sistem kendali, dimana terdapat *Relay* dan *Buzzer* yang digunakan untuk sistem kendali dan otomisasi alat.

3.2. Alur Logika Pemrograman

Perancangan ini membahas penggunaan perangkat lunak yang digunakan sebagai interface / tampilan data nilai sensor yang dibaca. Interface yang digunakan adalah tampilan dashboard web.

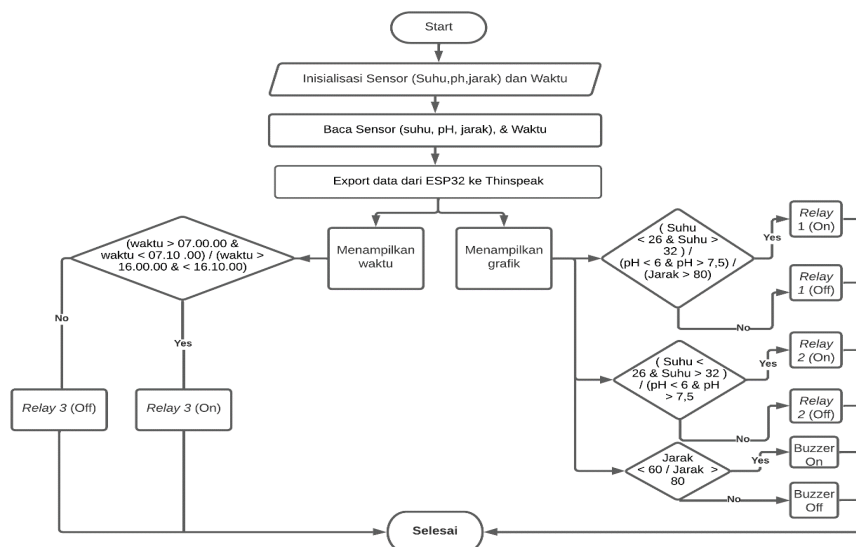


Fig. 3. Alur logika pemrograman

Pada Gambar 3, dijelaskan bahwa ketika proses pembacaan sensor berhasil dilakukan data kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk kemudian dikirim dengan menyambungkan pada jaringan yang sudah diatur sebelumnya. Setelah data dikirim, data kemudian diterima oleh *Thingspeak* yang kemudian ditampilkan dalam sebuah grafik data. Dari grafik data ini, kemudian dapat dilakukan sistem kendali / otomatisasi berupa pengeturan *Relay 1* (Pompa Air), *Relay 2* (*Aerator*), dan *Relay 3* (Pakan) secara otomatis sesuai data yang sudah diatur dalam program.

3.3. Rancangan Elektronik

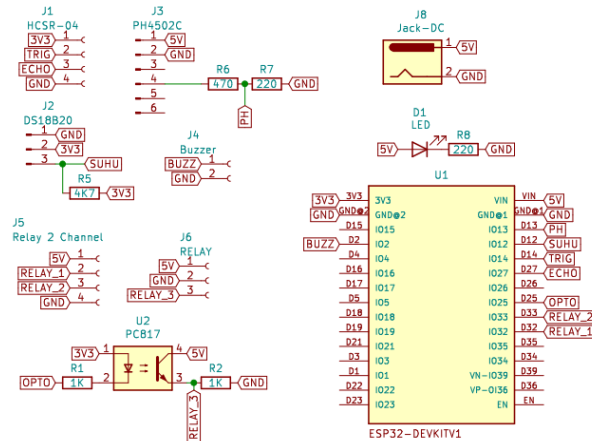


Fig. 4. Rancangan elektronik sistem

Gambar 4 merupakan rancangan keseluruhan rangkaian yang akan dibuat dengan menggunakan 3 buah sensor infrared sebagai input, 1 sensor loadcell 1kg sebagai input beserta modul HX711, push button untuk mereset angka perhitungan, 3 buah motor servo sebagai penyortir dan output sistem, LCD 20x4 sebagai penampil data, modul wifi ESP 01 sebagai pengirim data menuju ke internet, dan sumber adaptor sebagai sumber tenaga bagi rangkaian.

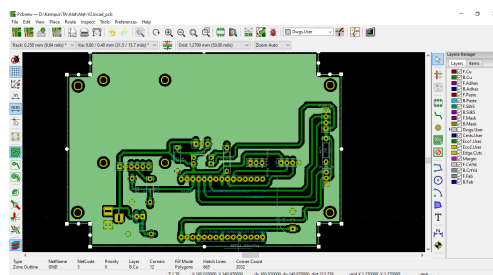


Fig. 5. Desain PCB sistem

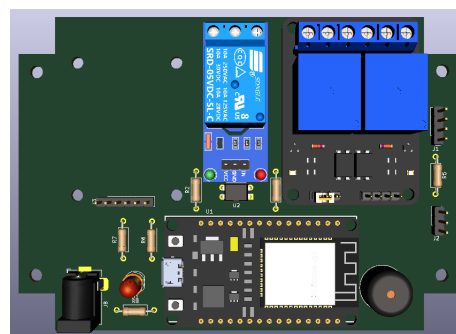


Fig. 6. 3D display PCB

3.4. Rancangan Mekanik

Rancangan mekanik sistem ditunjukkan pada Gambar 7.

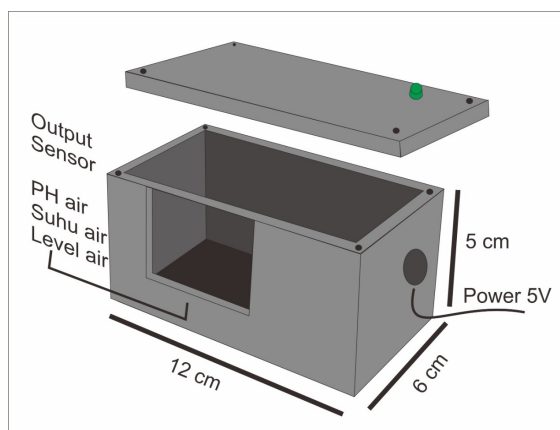


Fig. 7. Rancangan mekanik sistem

Pada Gambar 7. dijelaskan bahwa pelindung ini terbuat dari kotak palstik berukuran sedang. Didalam kotak berisi rangkaian *board* sesuai dengan perancangan perangkat keras pada gambar 5. kemudian pada sisi kotak diberi lubang untuk keluaran pin yaitu untuk pinout sensor jarak yang digunakan untuk mendeteksi level air, probe sensor pH dan sensor suhu (DS18B20), selain itu juga ada keluaran *Relay* yang mana secara opsional dapat digunakan untuk saklar otomatis pada penggunaan pompa air, *Aerator* dan pakan otomatis yang digunakan pada kolam. Pada sisi yang lain terdapat lubang input suplai tegangan yang digunakan untuk menghidupkan perangkat yang digunakan. Didalam kotak juga terdapat mikrokontrol yang telah terintegraasi dengan komponen sensor dalam sebuah *Printed Circuit Board* yang terlindungi untuk mengurangi resiko kerusakan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengujian Rangkaian



Fig. 8. Pengujian skema rangkaian

Pada Gambar 8. berupa alat monitoring yang telah dibuat dimana pada bagian sisi kanan terdapat lubang yang digunakan untuk masukan suplai tegangan 5V untuk mentenagai ESP32 Devkit, sensor, Relay dan Buzzer. Keseluruhan komponen terlindungi dalam box plastik kecil dengan membuat lubang untuk keluaran probe sensor ph, sensor suhu dan Relay.

4.2. Pengujian Akurasi Pembacaan Sensor

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran pada sensor dengan pengukuran manual.



Fig. 9. Alat ukur manual

Perhitungan besar kesalahan dari pengukuran didapatkan melalui persamaan 1 berikut ini,

$$\%error = \frac{|Standar - Hasil|}{Standar} * 100\% \quad (1)$$

Persamaan 1 merupakan rumus perhitungan nilai **%Error** dimana dari hasil pembacaan dengan alat ukur standar (**Standar**) dikurangi dengan hasil pembacaan sensor (**Hasil**) kemudian dibagi terhadap hasil pembacaan alat ukur standar yang hasilnya kemudian dikalikan dengan 100% sehingga didapat persentase *error* (**%error**).

Perbandingan Pembacaan pH Meter dan Sensor pH

Pada pengujian pengukuran pH air menggunakan metode pengambilan data berulang sebanyak 10 kali dengan menggunakan PHMeter dan sensor pH pada kondisi kolam dan waktu selang 1 menit.

Table 1. Hasil perbandingan pembacaan pH meter dan sensor pH

Data ke-	pHMeter	Sensor pH	Selisih	Error
1	7,33	7,5	0,17	2,32%
2	7,1	7,12	0,02	0,28%
3	6,51	6,5	0,01	0,15%
4	6,22	6,5	0,28	4,31%
5	7,12	7,12	0	0,00%
6	7,28	7,12	0,16	2,25%
7	7,31	7,12	0,19	2,67%
8	7,36	7,5	0,14	1,87%
9	7,27	7,12	0,15	2,11%
10	7,15	7,12	0,03	0,42%
Rata-rata	7,065	7,072	0,115	1,64%

Pada Tabel 1. dapat diketahui bahwa perbandingan antara pembacaan menggunakan pHMeter dengan pembacaan menggunakan sensor pH didapat nilai persentase error pada tiap data dengan rentang 0,00% hingga 4,31% sehingga didapat nilai rata-rata persentase error sebesar 1,64%.

Perbandingan Pembacaan Thermometer dan Sensor Suhu

Pada pengujian pengukuran suhu air menggunakan metode pengambilan data berulang sebanyak 10 kali dengan menggunakan thermometer dan sensor suhu pada kondisi kolam dan waktu selang 1 menit.

Table 2. Hasil perbandingan embacaan thermometer dan sensor suhu

No	Thermometer (°C)	Sensor Suhu (°C)	Selisih	Error
1	26,2	26	0,2	0,76%
2	26,55	26,68	0,13	0,49%
3	26,25	26,45	0,2	0,76%
4	26,33	26,27	0,06	0,23%
5	27,1	26,89	0,21	0,77%
6	26,1	26,35	0,25	0,96%
7	26,7	27,25	0,55	2,06%
8	26,87	27,2	0,33	1,23%
9	27,31	27,45	0,14	0,51%
10	27,12	27,4	0,28	1,03%
Rata-rata	26,653	26,794	0,235	0,88%

Pada Tabel 2. dapat diketahui bahwa perbandingan antara pembacaan menggunakan thermometer dengan pembacaan menggunakan sensor suhu didapat nilai selisih suhu paling tinggi sebesar 0,55°C sedangkan nilai persentase error pada tiap data pada rentang 0,49% hingga 2,06% sehingga didapat nilai rata-rata persentase error sebesar 0,88%.

Perbandingan Pembacaan Sensor Jarak dan Penggaris

Pada pengujian pengukuran level air pada kolam menggunakan metode pengambilan data berulang sebanyak 10 kali dengan menggunakan sensor jarak dan dibandingkan dengan pengukuran dengan penggaris pada kondisi kolam dan waktu selang 1 menit.

Table 3. Hasil perbandingan pembacaan sensor jarak dan penggaris

No	Penggaris (cm)	Sensor Jarak (cm)	Selisih	Error
1	28	27,54	0,46	1,64%
2	28	27,95	0,05	0,18%
3	28	28,02	0,02	0,07%
4	35	34,45	0,55	1,57%
5	35	34,68	0,32	0,91%
6	35	34,95	0,05	0,14%
7	30	29,87	0,13	0,43%
8	30	30,03	0,03	0,10%
9	30	30,35	0,35	1,17%
10	30	29,79	0,21	0,70%
Rata-rata	30,9	30,763	0,217	0,70%

Pada Tabel 3. dapat diketahui bahwa perbandingan antara pembacaan menggunakan penggaris dengan pembacaan menggunakan sensor jarak pada pengukuran level air kolam didapat nilai selisih paling tinggi sebesar 0,55 cm sedangkan nilai persentase error pada tiap data pada rentang 0,07% hingga 1,57% sehingga didapat nilai rata-rata persentase error sebesar 0,70%.

4.3. Pengujian Interface

Pengujian ini dilakukan menggunakan Stopwatch yang berfungsi untuk mengetahui waktu *delay* yang diperlukan untuk mengirim data hasil pembacaan sensor ke web monitoring (Thingspeak). Serta dalam pengujian ini menampilkan hasil pembacaan sensor pada serial monitor Arduino IDE dan web monitoring (Thingspeak).

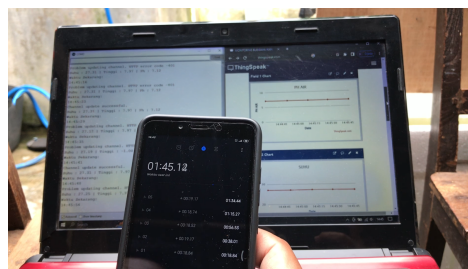


Fig. 10. Pengujian interface

Table 4. Hasil pengujian interface

Data Ke-	Waktu	Delay (s)	Status
1	14:48:19	18.32	Chanel Update Successful
2	14:48:38	19.16	Chanel Update Successful
3	14:48:57	19.15	Chanel Update Successful
4	14:49:16	18.42	Chanel Update Successful
5	14:49:35	19.37	Chanel Update Successful
6	14:49:55	19.56	Chanel Update Successful
7	14:50:14	19.26	Chanel Update Successful
8	14:50:32	19.26	Chanel Update Successful
9	14:50:51	19.20	Chanel Update Successful
10	14:51:10	19.09	Chanel Update Successful
Rata-rata		19.16	Chanel Update Successful

Pada Tabel 4. dapat diketahui bahwa hasil pengujian interface dengan menggunakan Stopwatch memiliki waktu *delay* yang berbeda. Pengujian ini mengambil 10 data yang berhasil di kirim dari hasil pembacaan sensor yang ditampilkan ke dalam web monitoring (Thingspeak). Dari 10 data tersebut dapat dilihat dari hasil pengukuran menggunakan stopwatch tampak waktu *delay* yang berbeda tiap data dengan rentang waktu 18.32 detik hingga 19.56 detik, sehingga didapat nilai rata-rata waktu *delay* sebesar 19.16 detik. Dengan nilai rata-rata waktu *delay* tersebut dapat disimpulkan bahwa web monitoring dengan Thingspeak memiliki nilai *delay* pengiriman data sebesar 19.16 detik.

4.4. Pengujian Kinerja Alat

Hasil dari pengujian kinerja alat ditunjukkan pada Gambar 11 berikut ini,

DATA Ke-	waktu	Selisih Waktu	PH	Suhu (°C)	Tinggi (cm)	Status		
			6-7,5	26-32	15-20	Relay 1	Relay 2	Buzzer
1	17:35:20	00:03:10	7,12	34,25	17,1	Nyala	Nyala	Mati
2	17:38:30		6,95	31,95	18	Mati	Mati	Mati
3	17:40:28	00:03:57	7,12	35,33	17,2	Nyala	Nyala	Mati
4	17:44:25		7	31,95	18,2	Mati	Mati	Mati
5	17:47:15	00:06:20	6,4	25,3	18,5	Nyala	Nyala	Mati
6	17:53:35		6,67	26,2	17,9	Mati	Mati	Mati
7	18:30:28	00:05:01	6,78	24,95	18,9	Nyala	Nyala	Mati
8	18:35:29		7,12	26,15	18,7	Mati	Mati	Mati
9	18:37:40	00:07:00	5,4	28,75	17,6	Nyala	Nyala	Mati
10	18:44:40		6,2	27,5	16,9	Mati	Mati	Mati
11	18:46:23	00:09:47	7,8	27,95	17,5	Nyala	Nyala	Mati
12	18:56:10		7,4	27,2	18	Mati	Mati	Mati
13	19:35:12	00:01:01	7,12	28,92	21,3	Mati	Mati	Nyala
14	19:36:13		7,25	28,75	19,3	Mati	Mati	Mati
15	19:38:40	00:01:40	7,52	28,67	13,8	Nyala	Nyala	Nyala
16	19:40:20		7,25	28,27	15,2	Mati	Mati	Mati
		standar uji yang diterapkan						
		diluar standar				Relay 1 = Pompa Air		
		respon aktuator (ON)				Relay 2 = Aerator		

Fig. 11. Hasil pengujian respon pembacaan sensor pada aktuator

Dari penjelasan diatas dilakukan standar respon sensor terhadap aktuator pada kolam miniatur dimana standar yang diberlakukan adalah suhu pada rentang 26-32 °C, pH pada rentang 6,0 – 7,5 dan ketinggian pada rentang 15-20 cm. Kemudian standar rentang sensor yang digunakan dibuat respon aktuator dimana ketika pembacaan sensor diluar rentang suhu atau pH maka pompa air dan *Aerator* menyala, serta ketika ketinggian berada dibawah 15 cm pompa air dan *Buzzer* akan

menyala, dan ketika ketinggian diatas 20 cm maka *Buzzer* akan menyala dan pompa air mati.

Pada gambar 12. dapat diketahui bahwa hasil pengujian sudah sesuai dengan standar yang diujikan, dimana aktuator dapat merespon berdasarkan nilai pembacaan sensor pada alat dengan menerapkan *range* atau standar uji yang diberlakukan pada kolam miniatur sebagai media pengujian respon sensor terhadap aktuator.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa sistem pemantauan dan pengendalian pada kolam budidaya lele dari beberapa pengembangan yang sudah ada sebelumnya dapat dikembangkan dengan baik melalui pembuatan alat ini dengan menggunakan *Internet of Things (IoT)* sebagai nilai tambah dari pengembangan sebelumnya yang kemudian ditampilkan menggunakan piranti web monitoring sebagai *interface* berdasar pada parameter suhu, pH dan level air. Pada pengembangan alat guna sistem pemantauan dan pengendalian pada kolam budidaya lele berbasis *Internet of Things (IoT)* digunakan beberapa komponen sensor yang digunakan untuk parameter dasar pengendalian kualitas air yaitu sensor suhu (DS18B20) yang digunakan untuk mengukur suhu pada kolam budidaya, sensor pH yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman pada kolam budidaya, dan sensor jarak (HC-SR04) yang digunakan untuk mengukur jarak air terhadap sensor yang kemudian di konversi sebagai level air pada kolam budidaya. Kinerja dari sistem pemantauan dan pengendalian pada kolam budidaya lele berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat berfungsi dengan baik dengan masing-masing memiliki hasil pengujian interface didapati data dapat terkirim dengan baik dengan rata-rata delay antar data sebesar 19,16 detik dan dapat tertampil pada interface ThinkSpeak berupa grafik. Kemudian, hasil pengujian pembacaan sensor dapat berfungsi dengan baik dimana nilai error rata-rata uji sensor suhu sebesar 0.88%, sensor pH sebesar 1.64% dan sensor jarak sebesar 0.70% terhadap hasil pembacaan alat ukur standar. Selain itu juga, hasil pengujian respon aktuator berdasar pembacaan sensor didapati sistem bekerja dengan baik dengan tidak ditemukannya abnormalitas respon terhadap pembacaan sensor berdasar pada batasan pembacaan yang diterapkan.

References

- [1] Andika S. "Teknologi IoT pada Monitoring dan Otomasi Kolam Pembesaran Ikan Lele Berbasis Mikrokontroler"
- [2] Bansal, A., Yadav, A. N. & Kulkarni, A., 2015. *Internet Of Things*, IoT Day Special. San Fransisco: LexInnova.
- [3] Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur. Statistik Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur. Surabaya: Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur, 2014.
- [4] L. Mahartika, "Cara berternak mudah dan dijamin menghasilkan ikan lele berkualitas," 2019.
- [5] M. Cordova-Rozas, dkk, "A Cloud Monitoring System for Aquaculture using IoT", Auckland University of Technology, 2020.
- [6] Rahman, dkk, "Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter Melalui Jaringan Internet Berbasis Lokasi Menggunakan Smartphone Android", *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol, dan Otomasi (SNIKO)*. Bandung: 10-11 Desember 2018
- [7] H. Santoso, Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya, 2015. <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html> (Diakses 25 Februari 2023)
- [8] B. Sauleka, dkk, "Sistem Data Logging Sederhana Berbasis *Internet Of Things* untuk Pemantauan Suhu Tubuh dan Detak Jantung" *Jurnal Teknik Elektro*, 2018.
- [9] S. Widi, DataIndonesia.id "Produksi Lele di Indonesia Sebanyak 1,06 Juta Ton pada 2021", 2022. Diakses dari: <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi-lele-di-indonesia-sebanyak-106-juta-ton-pada-2021> . Pada tanggal 25 April 2023.
- [10] Y. Sukrismon, dkk, "Smart Fish Pond for Economic Growing in Catfish Farming", Proc. ICOMITEE 2019 no. 1570570952.
- [11] S. Azmi & I. Saniman, "Sistem Penghitung Ph Air Pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroler", SAINTIKOM, 15", 2016.

Quality Control Patient Trigger Ventilator using Negative Air Pressure

Rahman Maulana Jundika^{a,1}, Ardy Seto Priambodo^{a,2,*}

^a Department of Electrical and Electronics Engineering, Vocational Faculty, UNY

¹ alifnaufal.2019@gmail.com; ² ardyseto@uny.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article History

Received 19 June 2023

Revised 26 June 2023

Accepted 10 July 2023

Keywords

Patient Trigger Ventilator, Quality Control, Tekanan Udara Negatif.

ABSTRACT

This research aims to develop a quality control tool for patient trigger ventilators at PT Stechoq Robotika Indonesia. The increasing demand for ventilators has driven PT Stechoq Robotika Indonesia to create high-end ventilators. However, the production process faces challenges, particularly in the manual quality control of patient trigger alarms. Therefore, an automated quality control tool is needed to replace the manual mechanism. The research utilizes the Research and Development method. Trials are conducted on SIMV and CPAP modes with variations in pressure trigger and flow trigger parameters to evaluate the performance of patient trigger alarms on ventilators. The results of implementing the patient trigger quality control tool show an average accuracy rate of 70% for pressure and flow triggers in SIMV and CPAP modes. This tool is expected to reduce time and effort in the quality control process while improving the accuracy of triggering patient alarms on ventilators. Overall, the patient trigger ventilator quality control tool has significant potential in the ventilator industry, with positive implications for product quality and production efficiency at PT Stechoq Robotika Indonesia.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat quality control patient trigger ventilator di PT Stechoq Robotika Indonesia. Kebutuhan ventilator yang terus meningkat mendorong PT Stechoq Robotika Indonesia untuk menciptakan ventilator high-end. Namun, proses produksi menghadapi kendala dalam quality control alarm patient trigger yang masih dilakukan secara manual. Oleh karena itu, alat quality control otomatis diperlukan untuk menggantikan mekanisme manual. Metode Research and Development digunakan dalam penelitian ini. Ujicoba dilakukan pada mode SIMV dan CPAP dengan variasi parameter pressure trigger dan flow trigger untuk mengevaluasi kinerja alarm patient trigger pada ventilator. Hasil penerapan alat quality control patient trigger menunjukkan tingkat akurasi rata-rata 70% pada pressure dan flow trigger untuk mode SIMV dan CPAP. Alat ini diharapkan mengurangi waktu dan tenaga dalam proses quality control serta meningkatkan keakuratan memicu alarm patient trigger ventilator. Secara keseluruhan, alat quality control patient trigger ventilator memiliki potensi besar dalam industri ventilator dengan implikasi positif pada kualitas produk dan efisiensi produksi di PT Stechoq Robotika Indonesia..

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Ventilator adalah alat untuk membantu kerja paru-paru dalam proses pernapasan saat pasien sulit atau bahkan tidak bisa bernapas. Alat ventilator berfungsi mendorong oksigen masuk ke paru-paru pasien dan mengeluarkan karbon dioksida dari dalam tubuh. Saat ini kebutuhan ventilator secara global juga sedang meningkat, bukan hanya untuk kebutuhan pandemi Covid-19, tetapi juga untuk penanganan penyakit kronis lainnya yang membutuhkan alat bantu pernapasan. Kebutuhan pasar global dari ventilator diperkirakan akan meningkat sebanyak 5% setiap tahunnya dengan nilai sebesar USD5,79 Miliar pada tahun 2022 dan diperkirakan pada tahun 2027 pasar global ventilator akan mencapai USD9,13 Miliar. Maka dari itu Kementerian Perindustrian terus melakukan koordinasi dan memberikan dukungan kepada tim Perguruan tinggi untuk melakukan proses produksi ventilator dan alat bantu pernafasan lainnya.

Oleh sebab itu, anak bangsa mulai bergerak membuat beberapa ventilator salah satunya adalah Venindo V-01 dan R-03 yang merupakan Ventilator asli buatan anak bangsa Indonesia yang diciptakan dengan kolaborasi beberapa perusahaan di Yogyakarta yaitu RSUP dr Sardjito, Universitas Gadjah Mada, PT Swasaya Prakarsa, PT YPTI, PT Stechoq Robotika Indonesia, dan Rajawali 3D. Ventilator yang sudah diproduksi sebelum didistribusikan perlu melalui proses pengecekan akan dilakukan oleh seorang operator. Metode yang dilakukan dalam proses pengecekan yaitu quality control.

Quality Control merupakan proses pengecekan dan pengujian yang dilakukan untuk mengukur serta memastikan kualitas produk telah sesuai dengan standar yang ditetapkan. Quality Control sangat diperlukan di setiap produksi barang sehingga ventilator ini juga perlu dilakukan pengecekan kualitas udara maupun mode-mode yang ada pada ventilator agar sesuai dengan standar yang telah ada. Pada ventilator terdapat beberapa hal yang harus dicek terlebih dahulu sebelum di pasarkan. Salah satunya adalah Alarm Patient Trigger. Patient Trigger adalah tarikan nafas dari pasien yang akan memicu ventilator agar memberikan support berupa oxygen.

Perharinya, ventilator dapat diproduksi sebanyak 40 pcs. Maka dari itu diperlukan standarisasi proses quality control yang baik, agar dapat segera memproduksi ventilator dengan kualitas yang baik di indonesia. Namun di PT Stechoq Robotika Indonesia sendiri masih melakukan Quality Control Patient Trigger secara manual yang dilakukan oleh operator dengan menggunakan sebuah alat yaitu Test Lung dengan cara dikembang-kempiskan secara manual dengan cara ditarik menggunakan tangan.

Terdapat alasan kenapa mekanisme quality control secara manual ini perlu digantikan oleh alat quality control otomatis. Diantaranya dari segi akurasi, proses quality control yang dilakukan oleh alat akan lebih memberikan hasil yang akurat dan konsisten daripada tenaga manusia. Selain itu dengan adanya alat quality control ventilator otomatis, proses quality control dapat selalu dilakukan secara terus menerus tanpa memerlukan istirahat atau kelelahan. Selanjutnya adalah untuk mengurangi resiko human error pada saat proses quality control seperti kesalahan pengukuran dan kesalahan ujicoba.

Maka dari itu untuk meningkatkan jumlah produksi ventilator di indonesia, PT Stechoq Robotika Indonesia saat ini sedang mengembangkan alat yang dapat melakukan Quality Control Patient Trigger Ventilator secara otomatis agar bisa mempercepat produksi ventilator di indonesia. Pengembangan alat ini kemudian dijadikan salah satu project riset alat kesehatan yang harus dikerjakan oleh mahasiswa magang MSIB. Peneliti merupakan mahasiswa magang MSIB yang terdaftar di PT Stechoq Robotika Indonesia pada divisi Hardware Engineer dan terplot pada tim Quality Control Patient Trigger Ventilator. Diharapkan dengan terciptanya alat Quality Control ini dapat mempercepat produksi ventilator dan meningkatkan efisiensi proses Quality Control Patient Trigger Ventilator.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam pembuatan alat quality control patient trigger ventilator mengikuti metode penelitian dan pengembangan R&D (Research and Development)

dengan mengacu pada model ADDIE yang terdiri dari lima tahap, yaitu Analisis, Perancangan, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi.

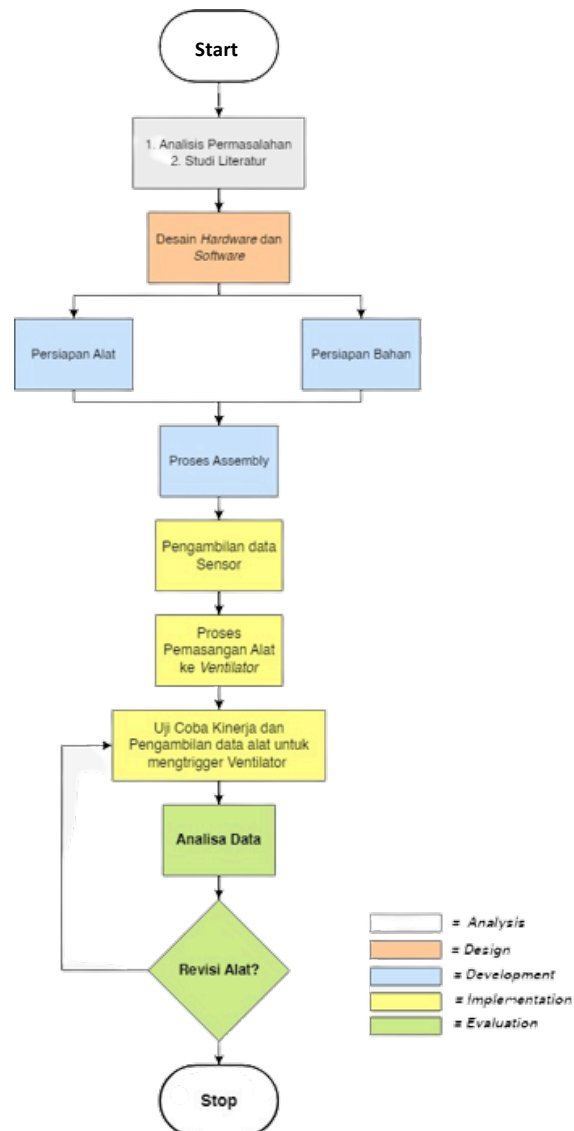


Fig. 1. Diagram alur penelitian

Pada tahap Analisis, dilakukan analisis terhadap pengembangan alat berdasarkan masalah yang ada di PT Stechoq Robotika Indonesia. Langkah pertama adalah melakukan observasi terhadap proses quality control di PT Stechoq Robotika Indonesia untuk mengumpulkan data mengenai permasalahan yang muncul saat proses quality control ventilator. Selanjutnya, dilakukan wawancara dengan mentor ahli terkait pengembangan alat yang diperlukan untuk mempermudah proses quality control patient trigger pada ventilator. Setelah mendapatkan hasil dari observasi dan wawancara, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi permasalahan yang terjadi saat proses quality control patient trigger pada ventilator. Salah satu permasalahan yang ditemukan adalah proses quality control masih dilakukan secara manual dengan mengembang-kempiskan test lung secara manual dalam waktu minimal selama 1 jam.

Pada tahap perancangan (design) dilakukan perancangan konsep cara kerja, kebutuhan komponen dan software yang akan digunakan, dan design box dari alat quality control patient trigger ventilator. Setelah semua konsep sudah dirancang maka selanjutnya adalah finalisasi konsep. konsep tersebut didiskusikan dengan mentor ahli di PT Stechoq Robotika Indonesia untuk mendapatkan persetujuan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

Pada tahap pengembangan (Development), dilakukan pembuatan alat quality control patient trigger ventilator sesuai dengan finalisasi konsep perancangan sebelumnya. Setelah semua alat dan bahan tersedia, dilakukan proses perakitan alat ke dalam box. Kemudian, alat quality control patient trigger ventilator akan dipasang ke ventilator untuk melakukan pengambilan data mengenai akurasi keberhasilan alat dalam memicu ventilator.

Tahap Implementasi melibatkan ujicoba alat pada ventilator untuk pengujian pressure dan flow trigger pada mode SIMV (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation) dan CPAP (Continuous Positive Airway Pressure). Pada tahap ini, dilakukan pengambilan data mengenai keberhasilan alat quality control patient trigger dalam memicu ventilator dengan parameter pressure trigger (-1-15 cmH2O) dan flow trigger (1-5 L/min) pada mode SIMV dan CPAP. Setelah data terkumpul, data tersebut akan diolah menjadi persentase keberhasilan alat dalam memicu ventilator.

Terakhir, tahap Evaluasi bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat quality control patient trigger ventilator dan menganalisis data yang belum dapat dipenuhi oleh alat ini. Pada tahap ini juga dilakukan evaluasi untuk kebutuhan revisi, dan jika tidak ada revisi yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah finalisasi alat. Pada tahap finalisasi, dilakukan persiapan untuk presentasi kepada PT Stechoq Robotika Indonesia untuk tahap produksi massal

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Rancang Bangun Alat Quality Control Patient Trigger

Rancang Bangun Alat Quality Control Patient Trigger ditunjukkan pada gambar 1 berikut,



Fig. 2. Quality control patient trigger

Berikut merupakan daftar kebutuhan komponen dan fungsinya yang ada pada alat quality control patient trigger ventilator:

Table. 1. Spesifikasi Komponen Elektronik

No.	Komponen	Fungsi
1.	Arduino Nano	Sebagai Mikrokontroler
2.	Pressure Sensor Honeywell	Untuk mengukur tekanan udara yang dihasilkan ventilator
3.	Pressure Sensor Festo SPAN	Untuk mengukur tekanan yang ada pada air reservoir
4.	Flow Sensor Festo SFAH	Untuk mengukur aliran udara yang dihasilkan setelah proses vacuum
5.	Air Reservoir	Sebagai tabung kosong untuk nanti udara didalamnya dihisap menggunakan motor vacuum
6.	Motor Vacuum	untuk menghisap udara yang ada pada Air Reservoir sehingga menghasilkan tekanan udara negatif
7.	Solenoid Valve	Sebagai katup untuk membuka dan menutup salah satu ujung pada air reservoir dan menjadi jalan keluar udara dari support yang diberikan oleh ventilator
8.	Relay 1 Channel	Sebagai saklar yang akan mengaktifkan dan menonaktifkan Solenoid Valve

9.	Step-up Regulator	Untuk menaikkan tegangan dari adaptor 12 V menjadi 24 V
10.	Adaptor 12 V/5A	Sebagai power supply

3.2. Cara Kerja Sistem

Alat ini memiliki cara kerja yang menghasilkan output seperti tarikan nafas manusia dengan memanfaatkan negative air pressure. Setelah memasukkan nilai target pressure yang diinginkan, motor vakum akan mulai menghisap udara hingga mencapai target tersebut. Setelah tekanan yang dihasilkan dari hisapan vakum mencapai nilai target, solenoid valve akan terbuka sehingga udara dari saluran luar alat quality control patient trigger ventilator akan terhisap.

Pada awalnya, solenoid valve pada air reservoir akan tertutup. Selanjutnya, motor vakum akan menghisap udara yang tersisa pada air reservoir hingga mencapai nilai target pressure yang dimasukkan. Setelah tekanan yang dihasilkan oleh motor vakum mencapai nilai target, solenoid valve akan terbuka sehingga udara dari saluran udara di luar alat quality control patient trigger ventilator akan terhisap. Hisapan udara tersebut akan menjadi trigger untuk menguji respon ventilator. Nilai tekanan yang dihasilkan dibaca oleh sensor pressure SPAN, sementara nilai aliran udara didapatkan dari pembacaan sensor flow SFAH. Sensor pressure Honeywell digunakan untuk membaca nilai tekanan yang masuk dari ventilator atau support oksigen.

Sistem kerja alat ini menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontroler dan diprogram menggunakan Arduino IDE. Prinsip kerjanya melibatkan penggunaan kendali PID (Proportional, Integral, Derivative) yang berfungsi untuk mengatur kecepatan motor vakum agar mencapai nilai masukan target pressure. Alat ini memiliki tiga tahapan dalam urutan kerjanya, yaitu tahap 1 proses vakum, tahap 2 proses membuka valve, dan tahap 3 proses menutup valve. Untuk flowchart dapat dilihat pada gambar 3.

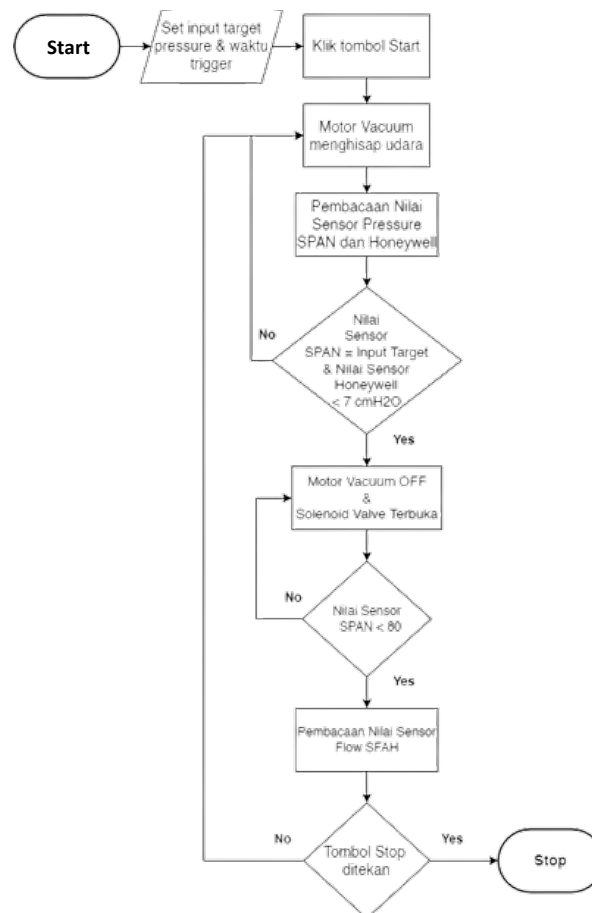


Fig. 3. Flowchart cara kerja alat quality control

3.3. Hasil Uji Coba Pressure Trigger pada Mode SIMV

Parameter nilai Pressure trigger yang digunakan untuk uji coba ada pada nilai -1 - -5 cmH2O. Hasil dari uji coba dari alat quality patient trigger ventilator dapat dilihat pada tabel 2. Dari 40 kali ujicoba, alat ini berhasil memicu ventilator sebanyak 23 kali. Dari jumlah keberhasilan tersebut alat ini memiliki tingkat akurasi keberhasilan trigger sebesar 57.5% pada pressure trigger mode SIMV.

Table. 2. Data pressure trigger mode SIMV

	Pressure Trigger (cmH2O)				
	-1	-2	-3	-4	-5
Target Pressure (cmH2O)	100	V	X	X	X
	150	V	V	X	X
	200	V	V	X	X
	250	V	V	V	X
	300	V	V	V	X
	350	V	V	V	X
	400	V	V	V	V
	450	V	V	V	V

Untuk indikator bahwa alat ini dapat memicu ventilator dapat dilihat pada gambar 4. Dari gambar tersebut apabila ada tarikan udara seperti lingkaran warna merah maka akan muncul notifikasi seperti pada garis warna kuning.



Fig. 4. Hasil uji coba mode SIMV dengan pressure trigger

3.4. Hasil Uji Coba Flow Trigger pada Mode SIMV

Parameter nilai flow trigger yang digunakan untuk uji coba ada pada nilai 1- 5 L/min. Hasil dari uji coba dari alat quality patient trigger ventilator dapat dilihat pada Tabel 3. Dari 40 kali ujicoba, alat ini berhasil memicu ventilator sebanyak 29 kali. Dari jumlah keberhasilan tersebut alat ini memiliki tingkat akurasi keberhasilan trigger sebesar 72.5% pada flow trigger mode SIMV.

Table. 3. Data flow trigger mode SIMV

	Flow Trigger (L/min)				
	-1	-2	-3	-4	-5
Target Pressure (cmH2O)	100	V	X	X	X
	150	V	X	X	X
	200	V	V	V	X
	250	V	V	V	V
	300	V	V	V	V
	350	V	V	V	V
	400	V	V	V	V
	450	V	V	V	V

Indikator alat ini dapat memicu ventilator dapat dilihat pada Gambar 5.



Fig. 5. Hasil uji coba mode SIMV dengan flow trigger

3.5. Hasil Uji Coba Pressure Trigger pada Mode CPAP

Parameter nilai pressure trigger yang digunakan untuk uji coba ada pada nilai -1 - -5 cmH₂O. Hasil dari ujicoba dari alat quality patient trigger ventilator dapat dilihat pada tabel 4. Dari 40 kali ujicoba, alat ini berhasil memicu ventilator sebanyak 27 kali. Dari jumlah keberhasilan tersebut alat ini memiliki tingkat akurasi keberhasilan trigger sebesar 67.5% pada pressure trigger mode CPAP.

Table 4. Data pressure trigger mode CPAP

	Pressure Trigger (cmH ₂ O)				
	-1	-2	-3	-4	-5
100	V	X	X	X	X
150	V	V	X	X	X
200	V	V	V	X	X
250	V	V	V	X	X
300	V	V	V	V	X
350	V	V	V	V	X
400	V	V	V	V	V
450	V	V	V	V	V

Indikator alat ini dapat memicu ventilator dapat dilihat pada Gambar 6.



Fig. 6. Hasil uji coba mode CPAP dengan pressure trigger

3.6. Hasil Uji Coba Flow Trigger pada Mode CPAP

Parameter nilai flow trigger yang digunakan untuk ujicoba ada pada nilai 1- 5 L/min. Hasil dari ujicoba dari alat quality patient trigger ventilator dapat dilihat pada tabel 5. Dari 40 kali ujicoba, alat ini berhasil memicu ventilator sebanyak 33 kali. Dari jumlah keberhasilan tersebut alat ini memiliki tingkat akurasi keberhasilan trigger sebesar 82.5 %.

Table 5. Data flow trigger mode CPAP

	Flow Trigger (L/min)					
	-1	-2	-3	-4	-5	
Target Pressure (cmH2O)	100	V	V	X	X	X
	150	V	V	V	X	X
	200	V	V	V	X	X
	250	V	V	V	V	V
	300	V	V	V	V	V
	350	V	V	V	V	V
	400	V	V	V	V	V
	450	V	V	V	V	V

Indikator alat ini dapat memicu ventilator dapat dilihat pada Gambar 7.



Fig. 7. Hasil uji coba mode CPAP dengan flow trigger

Hasil pengujian alat quality control patient trigger ventilator menunjukkan performa yang cukup baik. Setelah dilakukan beberapa kali pengujian, rata-rata akurasi yang diperoleh adalah 70%. Hal ini menunjukkan bahwa alat quality control patient trigger ventilator yang telah dikembangkan mampu memicu ventilator menggunakan pressure trigger dan flow trigger pada setiap mode, meskipun pada beberapa nilai target pressure, alat ini tidak dapat memicu ventilator untuk semua parameter nilai.

Hal ini dikarenakan output keluaran tarikan udara yang terlalu kecil untuk memicu ventilator. Namun apabila output tarikan udara yang dihasilkan cukup besar dari parameter pressure dan flow trigger maka seharusnya muncul notifikasi patient trigger pada ventilator. Dari pernyataan tersebut, jika alat ini tidak dapat memicu ventilator, solusi terbaiknya adalah meningkatkan nilai target pressure pada alat quality control patient trigger ventilator. Namun, kelemahan dari meningkatkan nilai target pressure adalah membutuhkan waktu sekitar 14 detik agar alat dapat memicu ventilator. Hal ini tentu memiliki dampak pada mode SIMV, karena perlu menyesuaikan nilai respiration rate menjadi 4, mengingat dalam 1 menit alat ini akan menghisap udara sebanyak 4 kali pada target pressure 450 cmH2O.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan kegiatan penelitian dan pengembangan (research & development) Alat quality control patient trigger ventilator di PT Stechoq Robotika Indonesia, maka dapat disimpulkan bahwa kerja setiap komponen yang digunakan pada alat quality control patient trigger ventilator dapat bekerja dengan baik dan stabil pada masing masing bagian dengan total eror 1.08 %. Cara kerja alat ini dibuat menyerupai tarikan nafas manusia. Setelah memasukkan nilai target pressure yang diinginkan selanjutnya motor vakum akan mulai menghisap udara sampai target tercapai. Setelah tekanan yang dihasilkan dari hisapan vakum tercapai, solenoid valve akan terbuka menyebabkan udara dari saluran luar alat quality control patient trigger ventilator terhisap. Cara kerja ini akan terus berulang, sehingga proses quality control patient trigger ventilator dapat dilakukan secara otomatis dengan output pressure dan flownya yang dapat diubah sesuai dengan

nilai input target pressure yang dimasukkan. pengaruh dari variasi nilai target pressure dalam uji coba alarm patient trigger ventilator yaitu, semakin besar nilai masukan dari target pressure alat ini maka kemampuan untuk memicu ventilator juga akan semakin besar namun hal ini juga akan berpengaruh pada waktu penarikan udara motor vakum yang juga akan semakin lama khususnya dalam mode SIMV yang dimana juga perlu memperhatikan respiration rate dari ventilator. Sebaliknya jika nilai masukan target pressure kecil maka kemampuan untuk memicu ventilator juga akan menurun namun waktu yang diperlukan untuk menarik udara dari motor vakum akan semakin cepat. Alat quality control patient trigger ventilator memiliki tingkat akurasi pada uji coba pressure trigger mode SIMV sebesar 57.5 %, pressure trigger mode CPAP sebesar 67.5 %, flow trigger mode SIMV sebesar 72.5 %, dan flow trigger mode CPAP sebesar 82.5 %. Dengan total rata-rata sebesar 70 %. Hal ini menunjukkan bahwa alat quality control patient trigger ventilator yang telah dikembangkan mampu memberikan hasil yang konsisten dan dapat meningkatkan efisiensi dari proses quality control patient trigger ventilator di PT Stechoq Robotika Indonesia. Dengan ini juga mekanisme manual proses quality control dapat digantikan dengan alat quality control ventilator otomatis.

Kedepannya, untuk mempercepat waktu penarikan udara dan kekuatan hisap dari motor vakum, motor vakum dapat diganti dengan motor vakum yang memiliki spesifikasi lebih besar dari segi penarikan udaranya. Selain itu, agar alat quality control patient trigger ventilator dapat bekerja tanpa digunakannya laptop, pada pengembangan selanjutnya bisa mengubah HMI dari alat ini dengan HMI baru menggunakan LCD atau OLED.

References

- [1] Pham, T., Montanya, J., Telias, I. et al. Automated detection and quantification of reverse triggering effort under mechanical ventilation. *Crit Care* 25, 60 (2021).
- [2] Sassoon CS, Gruer SE. Characteristics of the ventilator pressure- and flow-trigger variables. *Intensive Care Med.* 1995 Feb;21(2):159-68. doi: 10.1007/BF01726540. PMID: 7775698.
- [3] Sawyer AM, Gooneratne NS, Marcus CL, Ofer D, Richards KC, Weaver TE. A systematic review of CPAP adherence across age groups: clinical and empiric insights for developing CPAP adherence interventions. *Sleep Med Rev.* 2011 Dec;15(6):343-56. doi: 10.1016/j.smrv.2011.01.003. Epub 2011 Jun 8. PMID: 21652236; PMCID: PMC3202028.
- [4] Santosh V. Angadi, Robert L. Jackson. A critical review on the solenoid valve reliability, performance and remaining useful life including its industrial applications (2022).
- [5] Yavuz Bahadır Koca, Yilmaz Aslan, Baris, G "okc,e, "Speed Control Based PID Configuration of a DC Motor for An Unmanned Agricultural Vehicle", 2021 8th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE), pp.117-120, 2021.
- [6] Jackson, J. Edward. "Quality Control Methods for Several Related Variables." *Technometrics*, vol. 1, no. 4, 1959, pp. 359–77. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/1266717>. Accessed 8 July 2023.
- [7] Pavelchak, N., DePersis, R., London, M., Stricof, R., Oxtoby, M., DiFerdinando, G., & Marshall, E. (2000). Identification of Factors That Disrupt Negative Air Pressurization of Respiratory Isolation Rooms. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 21(3), 191-195. doi:10.1086/501742.
- [8] Sassoon CS. Triggering of the ventilator in patient-ventilator interactions. *Respir Care.* 2011 Jan;56(1):39-51. doi: 10.4187/respcare.01006. PMID: 21235837.
- [9] Patel DS, Rafferty GF, Lee S, Hannam S, Greenough A. Work of breathing during SIMV with and without pressure support. *Arch Dis Child.* 2009 Jun;94(6):434-6. doi: 10.1136/adc.2008.152926. Epub 2009 Feb 17. PMID: 19224888.
- [10] Duncan AW, Oh TE, Hillman DR. PEEP and CPAP. *Anaesthesia and Intensive Care.* 1986;14(3):236-250. doi:10.1177/0310057X8601400304.
- [11] Robert M Kacmarek. The Mechanical Ventilator: Past, Present, and Future. *Respiratory Care* Aug 2011, 56 (8) 1170-1180; DOI: 10.4187/respcare.01420

MQTT and CoAP Communication Protocol Analysis in Internet of Things System for Strawberry Hydroponic Plants

Nilam Andi Safitri^{a,1}, Ardy Seto Priambodo^{a,2,*}

^a Department of Electrical and Electronics Engineering, Vocational Faculty, UNY

¹ nilamandi.2019@student.uny.ac.id; ² ardyseto@uny.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article History

Received 27 July 2023

Revised 3 August 2023

Accepted 8 August 2023

Keywords

Hydroponic,
Internet of Things,
MQTT,
CoAP,
Messaging Protocol,

ABSTRACT

Strawberry is a fruit that is widely consumed and cultivated globally because of its richness in nutrients, vitamins, and minerals. However, several challenging factors that need to be faced in strawberry cultivation are temperature, humidity, lighting, etc. The author focuses on the application of IoT in *container* strawberries, especially in high-temperature advertisements. Where *Hardware*, *Back End* and *Front End* are important frameworks for developing the system. In developing a system that utilizes IoT technology optimally and efficiently, it is necessary to consider the lines of communication. Without an eligible communication, the device cannot be connected smoothly. In this study the authors will focus on *Back End* to analyze the performance of the two protocols MQTT and CoAP. The MQTT protocol is better used for IoT-based hydroponic plant automation systems because the MQTT protocol can configure messages/packets sent. MQTT can provide efficient and reliable communications in the IoT environment. In addition, the development of the *prototype* of strawberry cultivation using the *container* aims to allow strawberry farmers to control the plants without having to be near the plants.

Stroberi merupakan salah satu buah *subtropis* yang banyak dikonsumsi dan dibudidayakan secara global karena kekayaan nutrisi, vitamin, dan mineralnya. Namun, beberapa faktor tantangan yang perlu dihadapi dalam budidaya stroberi adalah seperti suhu, kelembapan, penyiangan, dll. Penulis berfokus pada penerapan IoT dalam *container* stroberi khususnya di iklim yang bersuhu tinggi. Dimana *Hardware*, *Back End* dan *Front End* merupakan kerangka penting untuk mengembangkan sistem tersebut. Dalam mengembangkan sistem yang memanfaatkan teknologi IoT yang optimal dan efisien, diperlukan pertimbangan terhadap jalur komunikasi. Tanpa adanya komunikasi yang eligible, maka perangkat tidak dapat terkoneksi dengan lancar. Pada penelitian ini penulis akan berfokus pada *Back End* untuk menganalisis kinerja dua protokol MQTT dan CoAP. Protokol MQTT lebih baik digunakan untuk sistem otomatisasi tanaman hidroponik berbasis IoT karena protokol MQTT dapat mengkonfigurasi pesan/ paket yang terkirim. MQTT memiliki kemampuan untuk menyediakan komunikasi yang efisien dan handal dalam lingkungan IoT. Selain itu pengembangan *prototype* budidaya stroberi dengan *container* ini bertujuan agar para petani stroberi bisa mengontrol tanaman tanpa harus berada didekat tanaman.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris penghasil komoditas pertanian dan memiliki potensi ekspor yang cukup besar. Untuk saat ini permintaan ekspor dan daya saing di pasar internasional dan domestik terbilang rendah. Sub sektor hortikultura salah satunya buah-buahan memiliki peluang yang cukup besar untuk memasuki pasar internasional maupun lokal. Stroberi merupakan salah satu buah subtropis yang banyak dikonsumsi dan dibudidayakan secara global karena kekayaan nutrisi, vitamin, dan mineralnya. Berdasarkan pada Badan Pusat Statistik tentang produksi tanaman buah-buahan menyebutkan bahwa produksi stroberi terus meningkat dari tahun ke tahun. Produksi stroberi di Indonesia mencapai 9.860-ton pada 2021, jumlah tersebut meningkat 18,08% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang hanya 8.350 ton. Namun, beberapa faktor tantangan yang perlu dihadapi dalam budidaya stroberi adalah seperti suhu, kelembapan, penyiangan, dll.

Atas dasar di atas, penulis mempunyai gagasan dalam pengembangan teknologi pada bidang budidaya stroberi. Teknologi yang penulis kembangkan berupa *monitoring* dan *controlling* terhadap kondisi tanaman stroberi berupa suhu dan kelembapan ruangan, EC, PH, Kelembapan tanah serta suhu larutan nutrisi. Semua parameter tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen stroberi. *Monitoring* dan *controlling* ini berbasis IoT. Dimana *Hardware*, *Back End* dan *Front End* merupakan kerangka penting untuk mengembangkan sistem tersebut. Pada penelitian ini penulis akan berfokus pada *Back End*.

Dalam mengembangkan sistem yang memanfaatkan teknologi IoT yang optimal dan efisien, diperlukan pertimbangan atau perhatian terhadap parameter. Salah satu parameter tersebut ialah jalur komunikasi. Tanpa adanya komunikasi yang *eligible*, maka perangkat yang terhubung tidak dapat berinteraksi dengan lancar. Yang dapat menyebabkan sistem tidak berfungsi dengan baik dan tidak dapat melakukan pertukaran data. Komunikasi yang *eligible* sangat penting untuk memastikan bahwa IoT dapat berjalan dengan efisien.

Untuk menentukan jalur komunikasi yang efisien, diperlukan analisis terhadap messaging protokol yang akan diimplementasikan pada sistem tersebut. Oleh sebab itu, penulis akan melakukan analisis terhadap metode messaging protokol *Constrained Application Protocol (CoAP)* dan *Message Queue Telemetry Transport (MQTT)* pada tanaman hidroponik stroberi berbasis IoT. Analisis ini bertujuan untuk menguji fitur dan kemampuan dari kedua protokol tersebut.

Protokol MQTT lebih baik digunakan untuk sistem otomasi tanaman hidroponik stroberi berbasis IoT karena protokol MQTT dapat mengkonfigurasi pesan/ packet yang terkirim. Jika jaringan internet tidak stabil maka MQTT menyimpan pesan yang belum diproses oleh server dan akan terkirim ulang jika internet pada jaringan yang baik. Selain itu, MQTT menyediakan label pesan dimana sangat dibutuhkan dalam sistem ini sebagai konfirmasi apakah pesan sudah terkirim atau belum. MQTT memiliki kemampuan untuk menyediakan komunikasi yang efisien dan handal dalam lingkungan IoT. Sedangkan protokol CoAP kurang layak untuk sistem hidroponik stroberi dikarenakan tidak memberikan dukungan dalam hal pemberian label pesan dengan jenis atau metadata lain untuk membantu user memahaminya. Tetapi, jika memiliki *bandwidth* yang kecil, protokol CoAP mampu diunggulkan karena dapat mengirimkan pesan lebih cepat.

Selain itu pengembangan *prototype* budidaya stroberi dengan *container* ini bertujuan agar para petani stroberi bisa mengontrol tanaman tanpa harus berada didekat tanaman. Cukup menggunakan *smartphone* yang sudah terintegrasi pada perangkat *controller* yang sudah dipasang di dalam *container* stroberi sehingga proses budidaya stroberi lebih cepat, efisien dan mendapatkan hasil panen yang lebih baik serta dapat memenuhi permintaan ekspor dan daya saing di pasar internasional maupun domestik.

2. Pendekatan Pemecahan Masalah

2.1. Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)

Protokol berlangganan berbasis topik, seperti MQTT, biasanya menyajikan arsitektur fisik yang terdiri dari tiga jenis node yaitu *publisher*, *subscriber* dan *broker*.

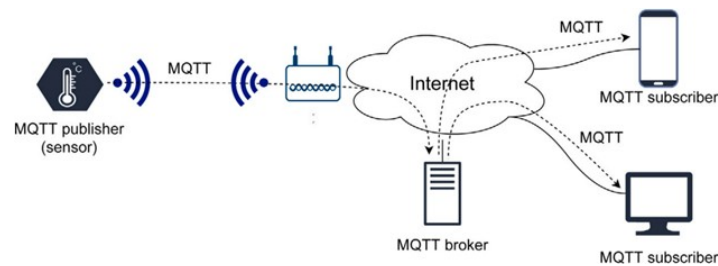


Fig. 1. MQTT system overview

- MQTT *Publisher* yaitu setiap *client* yang membuat/ mengirimkan pesan yang terkait dengan topik apapun (*sensor*) ke *broker*.
- MQTT *Subscriber* yaitu setiap *client* yang akan meminta/ menerima informasi berlangganandari *broker* sesuai dengan topik yang di *subscribe*.
- MQTT *Broker* yaitu perangkat *server* yang bertanggung jawab untuk menerima pesan dari *publisher* dan meneruskan ke *subscriber* sesuai dengan topik.

2.2. Constrained Application Protocol (CoAP)

Bedasarkan model *server/ client*, CoAP mengandalkan REST sehingga dapat meningkatkan kemampuan interoperanya.

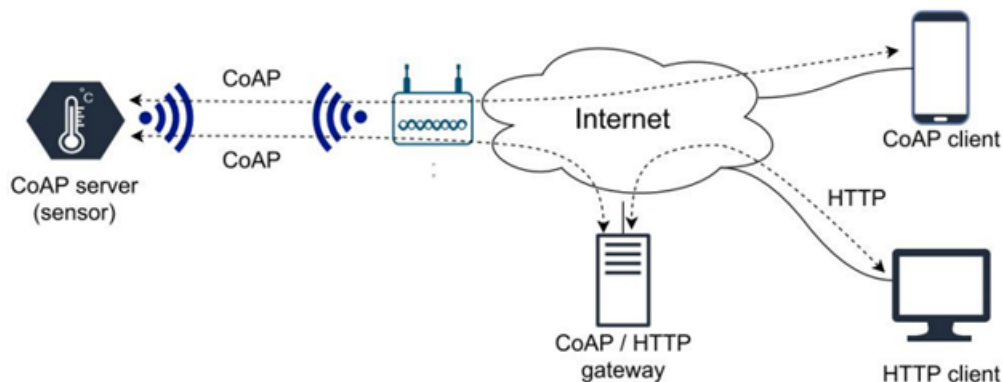


Fig. 2. CoAP system overview

Dalam jaringan CoAP memiliki 2 jenis node yang terdapat pada gambar 2.10. Server CoAP, biasanya perangkat yang dibatasi (*sensor dan actuator*) yang dapat dikontrol menggunakan REST API dan *client* CoAP. Dimana perangkat yang akan mengambil data atau meminta tindakan dari *server*. *client* HTTP juga dapat Ber Komunikasi dengan *server* CoAP menggunakan protokol CoAP.

3. Rancangan Penelitian

Pada bab ini dijelaskan langkah- langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah pada penelitian ini. Langkah- Langkah tersebut meliputi Studi Literatur, Analisis Kebutuhan, Arsitektur Sistem Perancangan, Implementasi, Pengujian dan Analisis, Pengambilan Kesimpulan. Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini digambarkan flowchart pada gambar 3.



Fig. 3. Rancangan penelitian

Studi Literatur ialah kegiatan yang dilakukan untuk menentukan objek penelitian yang sesuai dengan topik yang diambil yang berfungsi sebagai referensi untuk penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur digunakan untuk mendukung penelitian dalam penyelesaian masalah agar tercapainya tujuan penelitian. Teori pendukung dapat diperoleh dari jurnal, buku dan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Studi literatur dalam penelitian ini yaitu *Internet of Things* (IoT), protokol CoAP, protokol MQTT.

Analisis kebutuhan didapatkan dari pembahasan studi literatur untuk perancangan kebutuhan dalam melakukan penelitian. Kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian terbagi menjadi dua yaitu kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan kebutuhan perangkat lunak (*software*). Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

- Laptop
- Raspberry Pi, Pada penelitian ini penulis menggunakan Raspberry Pi model 3B+ sebagai perangkat yang difungsikan sebagai *server*.

Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*) Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam implementasi sistem dalam penelitian ini yaitu:

- *VNC Viewer*, Pada penelitian ini *VNC Viewer* digunakan untuk mengakses raspberry pi dalam *Local Area Network* (LAN) dengan jarak dekat ataupun jarak jauh.
- *Mosquitto*, *Mosquitto* merupakan sebuah MQTT broker *open source* dan dalam penelitian ini digunakan sebagai perantara pengirim dan penerima pesan pada jaringan MQTT.
- Python, Python merupakan bahasa pemrograman interpretative dengan perancangan yang berfokus pada tingkatan pembacaan kode dan dalam penelitian kali ini python digunakan sebagai bahasa pemrograman dengan komunikasi menggunakan MQTT lokal dan mengirimkan data hasil pemrosesannya ke *cloud*.
- Ubuntu, Pada penelitian ini ubuntu digunakan sebagai pengganti raspberry pi. Raspberry dan ubuntu sama-sama berbasis linux. Ubuntu yang dipakai adalah jenis WSL, merupakan aplikasi windows yang dapat menjalankan paket-paket aplikasi dari linux. Ubuntu digunakan sebagai pengembangan program CoAP sebelum diterapkan ke *server* (Raspberry pi).

Arsitektur sistem perancangan merupakan gambaran dari *project* yang akan diimplementasikan

pada penelitian tugas akhir. Skema project ini akan dibagi menjadi sub tiga bagian diantaranya *hardware*, *back end*, dan *front end*. Dimana masing-masing pembagian *project*-nya untuk *hardware* sendiri nantinya akan mengoperasikan sistem dari sisi *hardware* untuk mendapatkan data sensor menggunakan *mikrokontroller*.

Implementasi adalah proses pembuatan sistem yang disesuaikan dengan perancangan yang telah dibuat sebelumnya dan berpacu pada studi literatur. Dalam penelitian ini langkah pertama dalam proses implementasi yaitu multi-protokol sesuai dengan arsitektur yang sudah dibuat kemudian menjalankannya di Raspberry Pi. Lalu mengimplementasikannya dalam topologi jaringan untuk proses pengujian.

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah implementasi yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan fungsional untuk kinerja dalam hal *monitoring* pengiriman data dari MQTT ke *server*, *monitoring* pengiriman data dari CoAP ke *server*. Dari data hasil pengujian akan dianalisis untuk mengetahui tingkat keteroperabilan dan kinerja sistem dalam pengiriman data yang dihadapkan dengan beberapa kondisi jaringan.

3.1. Perancangan Alur Komunikasi

Perancangan alur sistem menggunakan server multi-protokol yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 4.

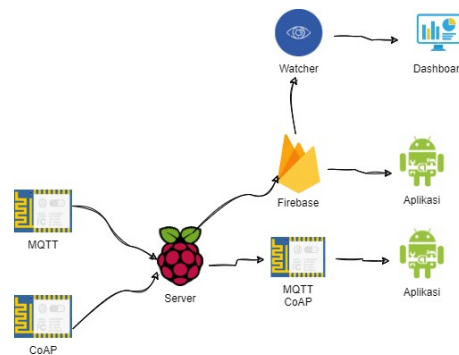


Fig4 Arsitektur sistem perancangan alur komunikasi sistem

Penjelasan pada gambar 4 yaitu :

- Perangkat sensor *subscribe* data ke server.
- MQTT mengirimkan data sensor *atlas scientific*, *DHT* dan *actuator* setiap 10 detik sekali.
- CoAP mengirimkan data sensor *atlas scientific*, *DHT* dan *actuator* setiap 10 detik sekali.
- Aplikasi menerima data yang telah dikirimkan secara lokal.
- Server juga mengirim data ke *cloud firebase* untuk diterima aplikasi.
- Program *watcher* bertugas menerima data dan menyimpan data sensor ke dalam basis data MySQL untuk analisis data yang akan ditampilkan di *dashboard*.
- Aplikasi dapat diakses menggunakan *smartphone* dan *dashboard* menggunakan *browser*.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Implementasi Pengembangan Alur Komunikasi Sistem

Pada pengujian kali ini keseluruhan alat bekerja dengan cara dihubungkan pada kesatuan jaringan WiFi yang sama antara sensor (*hardware*), *server* (*software*), dan aplikasi. Selama pengujian *hardware* dinyalakan selama 3 jam dengan pengambilan data selama 5 menit. Ketika alat dinyalakan sensor akan membaca nutrisi tanaman, kondisi sekitar tanaman hidroponik stoberi. Data yang sudah didapatkan akan dikirimkan ke *server* (Raspberry Pi), data tersebut diolah oleh *server* menjadi tipe data JSON dan dikirimkan pada protokol MQTT, CoAP dan *Cloud (firebase)*. Data yang akan dikirimkan sensor akan diterima aplikasi melalui dua protokol yang berbeda, yaitu komunikasi lokal dengan MQTT, *cloud* dengan *firebase*. *Server* akan melakukan *subscribe* data

sensor lalu mengir- imkannya ke *cloud firebase* untuk diterima aplikasi dan akan ditampilkan berupa data sensor, lalu terdapat *dashboard* yang akan menampilkan data sensor secara *realtime*.



Fig. 5. Pengembangan sistem otomasi hidroponik stroberi

4.2. Evaluasi Kinerja Pengembangan Prototype

Bedasarkan implementasi *prototype* yang sudah dibuat dalam kondisi nyata untuk pertanian stroberi, *prototype* mampu melakukan pengontrolan terhadap pemberian air, nutrisi secara otomatis dan dapat dilakukan pemantauan menggunakan aplikasi secara berkala serta dapat memudahkan para petani hidroponik dengan bantuan teknologi IoT.

4.3. Evaluasi Kinerja Protokol MQTT dan CoAP

Berikut ditampilkan grafik komparasi *packet loss*, *delay*, *CPU Usage* dan *Battery Usage* dari tabel yang menunjukkan hasil uji coba pada jaringan MQTT dan CoAP.

Evaluasi *Packet Loss* Protokol MQTT dan CoAP

Pada gambar 6 akan ditampilkan perbandingan *packet loss* antara MQTT dan CoAP dengan topik/URI Actuator dan variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s). Untuk topik/

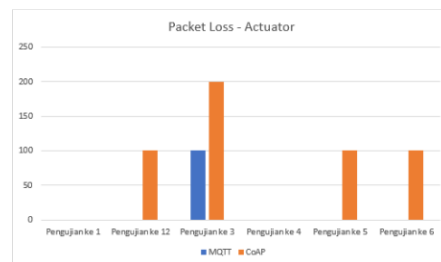


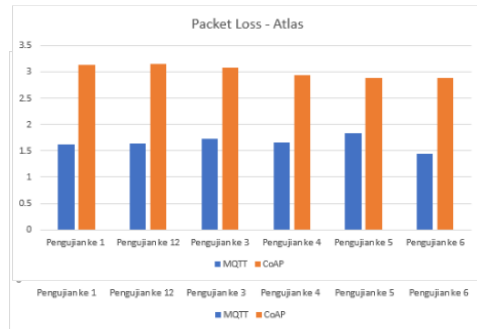
Fig. 6. Grafik packet loss sensor actuator

URI *Actuator* pada variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 detik (s) dan adanya 6 parameter dengan total 30 parameter. Didapatkan hasil jika pada protokol MQTT hasil % error yaitu terdapat pada pengujian ke- 3 yaitu pada parameter pompa pH dimana saat kondisi sudah dimatikan namun hasil data yang diterima masih dalam kondisi menyala. Dalam hal itu, *packet* yang error dengan perhitungan (total parameter sebanyak 30 dibagi %error 100) dan didapatkan hasil yaitu 3.33% dengan kategori kondisi bagus. Sedangkan untuk protokol CoAP hasil % error didapatkan pada pengujian ke- 2, 3, 5, dan 6. *packet* yang error dengan perhitungan (30 dibagi 500 yaitu 0.06) dan didapatkan hasil yaitu sebesar 6% dengan kategori kondisi bagus.

Pada gambar 7 akan ditampilkan perbandingan *packet loss* antara MQTT dan CoAP dengan topik/URI Atlas dan variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s). Untuk topik/URI Atlas pada variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 detik (s) dan adanya 6 parameter dengan total 12 parameter. Didapatkan hasil jika pada protokol MQTT hasil % error yaitu terdapat pada semua pengujian sensor pH dimana data yang diterima terdapat selisih sedikit dengan data yang

dikirimkan. Dalam hal itu, *packet loss* yang didapatkan pada protokol MQTT yaitu 9.92% dengan kategori kondisi bagus. Sedangkan untuk protokol CoAP hasil % error terdapat pada semua pengujian baik pH maupun EC dan didapatkan sebesar 18.07% dengan kategori kondisi sedang.

Fig. 7. Grafik packet loss Atlas



Pada gambar 8 akan ditampilkan perbandingan *packet loss* antara MQTT dan CoAP dengan topik/URI DHT dan variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s). Untuk topik/

Fig. 8. Grafik packet loss sensor DHT

URI DHT pada variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 detik (s) dan adanya 6 parameter dengan total 12 parameter. Didapatkan hasil jika pada protokol MQTT hasil % error yaitu terdapat pada semua pengujian sensor *humidity* dimana data yang diterima terdapat selisih sedikit dengan data yang dikirimkan. Dalam hal itu, *packet loss* yang didapatkan pada protokol MQTT yaitu 1.18% dengan kategori kondisi sangat bagus. Sedangkan untuk protokol CoAP hasil % error terdapat pada semua pengujian baik *humidity* maupun *temperature* dan didapatkan sebesar 43.48% dengan kategori kondisi jelek.

Dari hasil rata-rata *packet loss* diatas, terlihat bahwa protokol MQTT dan CoAP memiliki besaran paket yang jauh berbeda. Dimana terbukti jika % error paket MQTT lebih ringan dibandingkan dengan CoAP dan CoAP lebih besar dibandingkan MQTT. Hal ini terjadi karena CoAP merupakan transmisi komunikasi berjenis *connectionless* yang menyebabkan paket akan terus dikirimkan meskipun penerima tidak menerima pesan sebelumnya. Variasi *packet loss* pada protokol CoAP menunjukkan bahwa tetap akan ada pesan yang terkirim meskipun banyak pesan yang tidak sampai kepada penerima. Sedangkan protokol MQTT komunikasi berjenis *connectionful*, sehingga paket akan dipastikan untuk sampai ke penerima. Apabila belum sampai maka server MQTT akan menyimpan pesan. Hal ini yang menyebabkan sedikit adanya *packet loss* pada MQTT.

Evaluasi Delay Protokol MQTT dan CoAP

Pada gambar 9 akan ditampilkan perbandingan *delay* antara MQTT dan CoAP dengan topik/URI *Actuator* dan variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s). Untuk topik/URI *Actuator* pada variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 detik (s) dan adanya 6 parameter dengan total 30 parameter

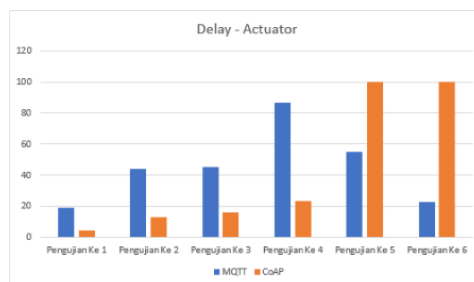


Fig. 9. Grafik delay actuator

Didapatkan hasil rata-rata dengan menjumlah semua total *delay* protokol MQTT dari data diatas adalah $(19.01 + 21.15 + 22.99 + 24.97 + 20.22 + 31.44 + 31.44 + 23.74 + 26.40 + 28.49 + 22.82) : 60 = 4.5445 \text{ second}$. Sedangkan untuk protokol CoAP didapatkan hasil $(04.68 + 07.02 + 05.62 + 09.75 + 06.44 + 09.60 + 12.39 + 13.85 + 15.07 + 10.17 + 13.27) : 60 = 1.7977 \text{ second}$.

Pada gambar 10 akan ditampilkan perbandingan *delay* antara MQTT dan CoAP dengan topik/URI Atlas dan variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s). Untuk topik/ URI Atlas

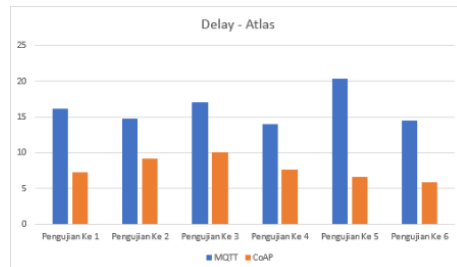


Fig. 10. Grafik aelay Atlas

pada variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 detik (s) dan adanya 6 parameter dengan total 30 parameter. Didapatkan hasil rata-rata dengan menjumlah semua total *delay* protokol MQTT dari data diatas adalah $(16.11 + 14.71 + 17.07 + 14.02 + 20.33 + 14.49) : 60 = 1.6122 \text{ second}$. Sedangkan untuk protokol CoAP didapatkan hasil $(07.25 + 09.21 + 10.06 + 07.63 + 06.59 + 05.86) : 60 = 0.7767 \text{ second}$.

Pada gambar 11 akan ditampilkan perbandingan *delay* antara MQTT dan CoAP dengan topik/URI DHT dan variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s). Untuk topik/ URI Actuator pada variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 detik (s) dan adanya 6 parameter dengan total 30 parameter.

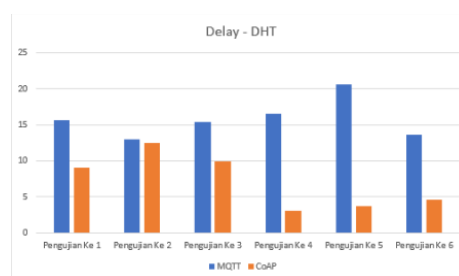


Fig. 11. Grafik delay DHT

Didapatkan hasil rata-rata dengan menjumlah semua total *delay* protokol MQTT dari data diatas adalah $(15.60 + 13.01 + 15.42 + 16.50 + 20.53 + 13.60) : 60 = 1.5777 \text{ second}$. Sedangkan untuk protokol CoAP didapatkan hasil $(09.10 + 12.47 + 09.92 + 03.07 + 03.67 + 04.56) : 60 = 1.4263 \text{ second}$.

Dari grafik *delay* diatas, terlihat dengan jelas bahwa pada protokol MQTT dan CoAP memiliki variasi nilai yang berbeda. Rata-rata *delay* dari variasi topik yang berbeda pada pengujian sistem yaitu MQTT lebih besar dibandingkan CoAP. Rata-rata *delay* yang dihasilkan CoAP lebih stabil dibandingkan MQTT. Hal tersebut terjadi karena *client response* CoAP akan terus mengirimkan *response* walaupun *client receiver* belum menerima pesan tersebut. Sedangkan protokol MQTT, *publisher* akan menunggu *acknowledge* dari *client* penerima sebelum mengirimkan pesan berikutnya.

Evaluasi CPU Usage Protokol MQTT dan CoAP

Pada gambar 12 akan ditampilkan *CPU usage* protokol MQTT dengan topik/URI Actuator variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s).

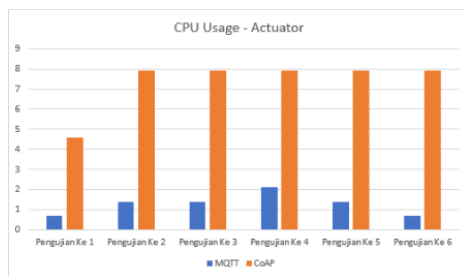


Fig. 12. Grafik *CPU usage* sensor actuator

Dari grafik penggunaan CPU untuk protokol MQTT memiliki nilai terbesar yaitu 0.7%. Rata - rata untuk penggunaan CPU protokol MQTT sensor *actuator* sebesar 7.7%. Hal tersebut terjadi jika kondisi dinyalakan maka CPU akan bekerja, dan jika *actuator* dimatikan maka penggunaan CPU 0.0%. Sedangkan untuk protokol CoAP yaitu sebesar 44.1%.

Pada gambar 13 akan ditampilkan *CPU usage* protokol MQTT dengan topik/URI Atlas variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s).

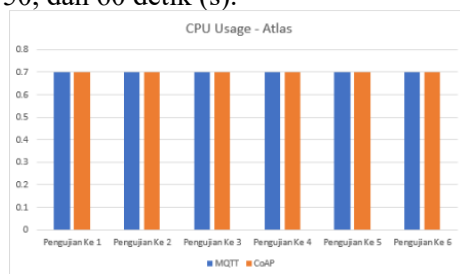


Fig. 13. Grafik *CPU usage* sensor Atlas

Dari grafik penggunaan CPU untuk protokol MQTT dan CoAP memiliki hasil yang konstan yaitu 0.7%. Sedangkan untuk rata-rata penggunaan CPU protokol MQTT dan CoAP yaitu 4.2%.

Pada gambar 14 akan ditampilkan *CPU usage* protokol MQTT dengan topik/URI DHT variasi waktu sebesar 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 detik (s).

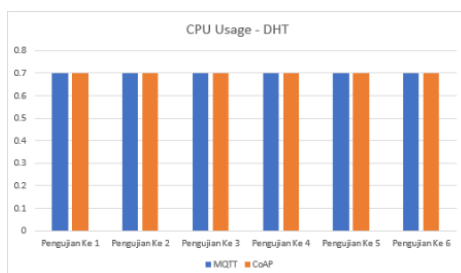


Fig. 14. Grafik *CPU usage* sensor DHT

Dari grafik penggunaan CPU untuk protokol MQTT dan CoAP memiliki hasil yang konstan yaitu 0.7%. Sedangkan untuk rata-rata penggunaan CPU protokol MQTT dan CoAP yaitu 4.2%.

Presentase rata-rata total CPU usage pada pengujian diatas yaitu protokol CoAP lebih besar dibandingkan MQTT. Rata- rata penggunaan CPU yang dihasilkan MQTT lebih kecil, karena penggunaan CPU hanya dijalankan untuk menjalankan broker MQTT yang bertugas melakukan subscribe dan CPU akan memproses penguraian pesan MQTT. Sedangkan penggunaan CPU CoAP digunakan untuk menjalankan server dan client secara bersamaan, termasuk pengiriman dan penerimaan permintaan serta tanggapan CoAP (acknowledge).

Evaluasi *Battery Usage* Protokol MQTT dan CoAP

Pada gambar 15 akan ditampilkan perbandingan *battery usage* antara MQTT dan CoAP dengan topik/URI *Actuator*, *Atlas*, dan *DHT* dengan waktu pengujian selama 5 menit.

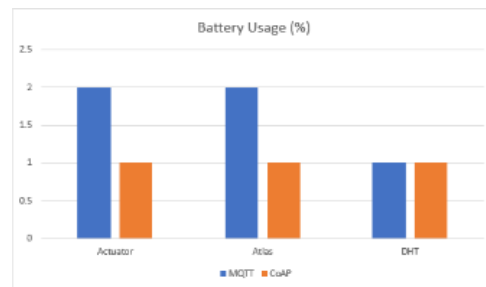


Fig. 15. Grafik battery usage actuator, Atlas, DHT

Dari grafik penggunaan *battery* diatas, pada protokol MQTT dan CoAP memiliki nilai yang hampir sama. Penggunaan *battery* MQTT dengan jumlah nilai 5%. Sedangkan penggunaan *battery* CoAP sebesar 3%. Presentase rata-rata *battery usage* dari variasi topik/ URI dengan variasi waktu yang berbeda pada pengujian sistem yaitu protokol MQTT lebih besar daripada protokol CoAP. Rata-rata penggunaan *battery* protokol CoAP lebih kecil, karena CoAP memiliki overhead yang lebih rendah dan ukuran paket yang lebih kecil daripada MQTT, serta menggunakan UDP sebagai transport layer sehingga hanya membutuhkan percakapan satu arah.

4.4. Evaluasi Literatur Protokol MQTT dan CoAP

Pada sub bab kali ini penulis akan melakukan komparasi protokol berdasarkan literatur protokol MQTT dan CoAP. Beberapa parameter yang akan dikomparasikan yaitu pola komunikasi, jenis protokol dan keamanan protokol, serta kehandalan protokol.

Pola Komunikasi MQTT dan CoAP

Protokol MQTT dan CoAP memiliki paradigma komunikasi yang berbeda. Protokol MQTT menggunakan arsitektur komunikasi *publish-subscribe*, dimana *publisher* mengirim pesan dengan topik tertentu dan *subscriber* dapat mengenerate topik tersebut sesuai dengan topik yang ingin diterima sehingga sangat memungkinkan komunikasi yang fleksibel antara *publisher* dan *subscriber*. Tetapi MQTT memerlukan broker yang berperan sebagai perantara antara *publisher* dan *subscriber* (percakapan dua arah).

Sedangkan protokol CoAP menggunakan pola komunikasi RESTful (*Representational State Transfer*) dengan fitur *request-respons*. *Client* akan mengirim *request* ke *server* untuk mengakses/mengirim pesan dan server melakukan respon yang berisi pesan yang diminta (percakapan satu arah).

Jenis Protokol Aplikasi MQTT dan CoAP

MQTT menggunakan TCP (*Transmission Control Protocol*) sebagai protokol *transport* yang memastikan pengiriman pesan dapat diandalkan. Koneksi TCP memastikan pesan yang akan dikirimkan berurutan dan tidak ada pesan yang hilang. Namun penggunaan TCP dalam MQTT memiliki *overhead* yang tinggi. Sedangkan CoAP menggunakan UDP (*User Datagram protocol*) sebagai protokol *transport* yang sangat ringan sehingga dapat mengurangi *overhead* komunikasi. Tetapi UDP tidak sehandal TCP dikarenakan UDP tidak terjamin bahwa pesan akan sampai ke penerima. Oleh karena itu, MQTT diekspetasikan untuk lebih andal daripada CoAP. Tetapi MQTT memiliki nilai *overhead* yang lebih besar dibandingkan CoAP.

Keamanan Protokol MQTT dan CoAP

Pada aspek keamanan, kedua protokol tersebut menyajikan keamanan yang sama. MQTT dikembangkan dengan enkripsi SSL (*Secure Sockets Layer*)/ TLS (*Transport Layer Security*) yang mendukung protokol TCP yang dirancang untuk keamanan yang lebih tinggi dalam keadaan

pengiriman data. Sedangkan CoAP dikembangkan enkripsi dengan metode DTLS (*Data-gram Transport Layer Security*) yang mendukung protokol UDP yang dirancang khusus untuk lingkungan jaringan yang tidak andal.

Kehandalan Protokol MQTT dan CoAP

MQTT menghadirkan fitur QoS (*Quality of Service*) yaitu QoS 0, QoS 1, QoS 2. Sedangkan keandalan CoAP didasari dengan pesan NON/CON. MQTT level QoS 0 dan pesan NON tidak memberikan jaminan keandalan dalam berkomunikasi. MQTT level QoS 1 dan pesan CON memberikan jaminan keandalan berdasarkan ACK dalam berkomunikasi. Sedangkan pada MQTT QoS 2 menjamin pesan tidak akan terduplikat pada sisi penerima. Hal tersebut tidak dimiliki oleh CoAP yang memberikan fleksibilitas kepada para user dan membuat MQTT lebih cocok digunakan pada aplikasi yang tidak mentoleransi pesan duplikat.

4.5. Analisis Keseluruhan Literatur Protokol MQTT dan CoAP

Pada bagian ini merupakan kesimpulan dari studi literatur yang telah dilakukan.

Table 1. Parameter protokol MQTT dan CoAP

Parameter	MQTT	CoAP
Pola Komunikasi	Publish – Subscribe	RESTful
Kualitas Pengiriman Pesan	Terstruktur	Berantakan/Tidak terlacak
Internet Protokol	TCP	UDP
Keamanan	SSL/TLS	DTLS
Pengembangan Protokol	Stabil	Masih Berkembang

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian IoT menggunakan metode MQTT dan CoAP, dapat disimpulkan bahwa keseluruhan alat dapat bekerja dengan cara dihubungkan pada kesatuan jaringan WiFi yang sama antara sensor (*hardware*), *server*, dan aplikasi. Sehingga dapat melakukan *monitoring* dan *controlling* terhadap hidroponik stroberi secara efektif. MQTT lebih cocok digunakan dalam sistem *many-to-many*, dimana pesan disampaikan antara beberapa *client* melalui *broker*. MQTT menggunakan prinsip percakapan dua arah karena memisahkan *publisher* dan *subscriber* dengan membiarkan *client* menerbitkan dan meminta *broker* untuk memutuskan dan penyalinan pesan. Sedangkan, CoAP cocok dipakai dalam sistem *one-to-one*, dimana pesan disampaikan antara *client* dan *server*. CoAP menggunakan prinsip percakapan satu arah karena menggabungkan *server* dan PUT serta GET terpisah. Protokol CoAP tidak memberikan dukungan dalam hal pemberian label pesan dengan jenis atau metadata lain untuk membantu *user* memahaminya. Sehingga *user* tidak mengetahui pesan mana yang berhasil terkirim, karena berupa kode *enkripsi*. Protokol MQTT lebih unggul dibandingkan protokol CoAP di dalam aspek *packet loss*, penggunaan CPU, dan konsistensi pesan yang terkirim. Sedangkan protokol CoAP lebih unggul dalam aspek *delay* dan penggunaan *battery*.

Keunggulan protokol MQTT akan lebih maksimal apabila kondisi *bandwidth* pada sistem yang akan diimplementasikan lebih besar. Dengan *bandwidth* yang besar, protokol MQTT dapat mengirimkan pesan dengan jumlah yang banyak dan waktu yang cepat. Tetapi jika memiliki keterbatasan *bandwidth* maka protokol CoAP lebih cocok diimplementasikan pada sistem tersebut. Karena protokol CoAP dapat mengirimkan *bandwidth* yang kecil, protokol CoAP dapat mengirimkan pesannya lebih cepat. Selain itu, *prototype* mampu melakukan pengontrolan terhadap pemberian air, nutrisi secara otomatis pada tanaman hidroponik stroberi dengan menggunakan protokol MQTT dan dapat dilakukan pemantauan menggunakan aplikasi secara berkala.

Kedepannya perlu adanya pengembangan lebih dalam untuk protokol CoAP pada metode PUT agar pesan yang diterima terdapat label pesan yang berhasil dikirimkan. Sehingga *user* dapat mengetahui dengan mudah pesan mana yang sudah terkirimkan.

References

- [1] I. of Electrical, E. Engineers, and I. A. C. Singapore. (2014). IEEE Ninth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP): Singapore.
- [2] V. Karagiannis, P. Chatzimisios, F. Vazquez-Gallego, and J. Alonso- Zarate. (2015). "A survey on application layer protocols for the internet of things".
- [3] H. Anwari, E. S. Pramukantoro, and M. H. Hanafi. (2017). "Pengembangan iot middleware berbasis event-based dengan protokol komunikasi coap, mqtt dan websocket," pp. 1560–1567.
- [4] N. Sharma, S. Acharya, K. Kumar, N. Singh, and O. Chaurasia. (2018). "Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview," *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 17, p. 364.
- [5] D. Silva, L. I. Carvalho, J. Soares, and R. C. Sofia. (2021). "A Performance Analysis of Internet of Things Networking," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 4879, pp. 1–30.
- [6] V. Seoane, C. Garcia-Rubio, F. Almenares, and C. Campo. (2021). "Performance evaluation of CoAP and MQTT with security support for IoT environments," *Computer Networks*, vol. 197, no. April, p. 108338.