



SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* PH SERTA PEMBERIAN PAKAN IKAN OTOMATIS PADA AQUAPONIK BERBASIS MIKROKONTROLLER

Teguh Dwiky Putra ¹, Ratna Aisuwarya ²

^{1,2} Jurusan Sistem Komputer FTI Universitas Andalas Limau Manis Kota Padang 25163 INDONESIA

ARTICLE INFORMATION

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 6 Oktober 2021

Revisi: 30 April 2022

Ditebitkan Online: 30 April 2022

KEYWORDS

NodeMCU, pH, Aquaponics, Fish Feed, Monitoring, Control, Telegram.

CORRESPONDENCE

Phone: (082269465342)

E-mail: teguhdwikyputra@gmail.com

A B S T R A C T

The research was purposed to create an aquaponic cultivation system that can monitor and control the pH value and provide automatic fish feed based on time scheduling, and detect the amount of fish feed. Then the results of monitoring pH and the amount of fish feed in the feed will be displayed on the smartphone via the Telegram application. The components used in this system consist of NodeMCU, pH-4502C sensor, ultrasonic sensor, DC pump, servo motor, RTC, wiper pump. Aquaponic cultivation systems can be described as a combination of aquaculture (fish farming) and hydroponics (plant/vegetable cultivation without soil media). In addition to fish farming, fish feeding is generally done by humans manually. This has several drawbacks, namely the frequent feeding of fish that is not in accordance with the schedule and the amount of feed given is not measured. As a result of this, it can be in the form of lack of fish nutrition, stunted fish growth, illness, even causing fish death so that fish yields are not optimal. From the research conducted, the results obtained are the percentage of success in the process of monitoring and controlling the pH of the water according to the scheduled time with an accuracy of pH readings of 98.79% and an accuracy of controlling pH of 100%. The percentage accuracy of the amount of feed given is 99.201%. The percentage of accuracy of detecting feed volume is 60.348%.

PENDAHULUAN

Populasi penduduk Indonesia terus meningkat tiap tahunnya, peningkatan penduduk ini mempengaruhi jumlah masyarakat urban. Terlihat pada tahun 2015 masyarakat urban di Indonesia berjumlah sebanyak 137 juta jiwa atau 53% dari jumlah penduduk Indonesia dan terus meningkat pada 2020 menjadi 154 juta jiwa atau sebesar 56% [1]. Diperkirakan pada tahun 2035, 65% penduduk akan menghuni perkotaan, terutama di 16 kota besar di Indonesia [2]. Kondisi ini semakin menguatkan perlunya pengembangan pertanian perkotaan, sehingga ketergantungan terhadap pasokan bahan pangan dari luar kota dapat diminimalisir.

<https://doi.org/10.25077/chipset.3.01.73-82.2022>

Urban agriculture atau pertanian perkotaan merupakan pemanfaatan lahan di perkotaan untuk kegiatan pertanian. Hal ini dapat dilakukan di lahan kosong, perkarangan rumah, atap gedung, maupun *vertical garden*. Secara langsung maupun tidak, pertanian perkotaan memberikan banyak manfaat, diantaranya seperti ketersediaan bahan pangan untuk anggota keluarga serta turut berkontribusi untuk meningkatkan proporsi Ruang Terbuka Hijau (RTH) kota [2].

Beberapa tahun belakangan ini, trend pertanian di perkotaan mulai meninggalkan budidaya pertanian dengan sistem

[Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Some rights reserved

konvensional dan digantikan dengan budidaya pertanian dengan pendekatan teknologi serta menggunakan media tanam selain tanah. Beberapa contohnya yaitu budidaya tanaman dengan sistem hidroponik, aeroponik, fogponik, dan akuaponik.

Pada Tugas Akhir ini berfokus kepada pemanfaatan teknologi pada budidaya tanaman dengan sistem aquaponik. Aquaponik dapat digambarkan sebagai penggabungan antara sistem akuakultur (budidaya ikan) dengan hidroponik (budidaya tanaman/sayuran tanpa media tanah).

Prinsip dasar yang aquaponik adalah pemanfaatan sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air, yang digunakan sebagai pupuk bagi tanaman air. Pemanfaatan tersebut melalui sistem resirkulasi air kolam yang disalurkan ke media tanaman, yang secara mutualistis juga menyaring air tersebut sehingga saat kembali ke kolam menjadi "bersih" dari anasir ammonia dan mempunyai kondisi yang lebih layak untuk budidaya ikan. Fungsi resirkulasi pada sistem aquaponik sangat berkaitan erat dengan proses "pencucian" sampah-sampah sisa metabolisme ikan (*faeces*) dan sisa-sisa pakan yang tidak tercerna. Hal ini berkaitan erat dengan siklus nitrogen dan proses nitrifikasi dalam perairan media budidaya ikan[3].

Selain itu pada budidaya ikan, umumnya pemberian pakan ikan dilakukan oleh manusia secara manual. Hal ini memiliki beberapa kekurangan, yaitu seringnya pemberian pakan ikan yang tidak sesuai dengan jadwal dan jumlah pakan yang diberikan tidak ditakarkan. Akibatnya dari hal tersebut dapat berupa kurangnya gizi ikan, terhambatnya pertumbuhan ikan, sakit, bahkan menyebabkan kematian ikan sehingga hasil panen ikan tidak maksimal [4].

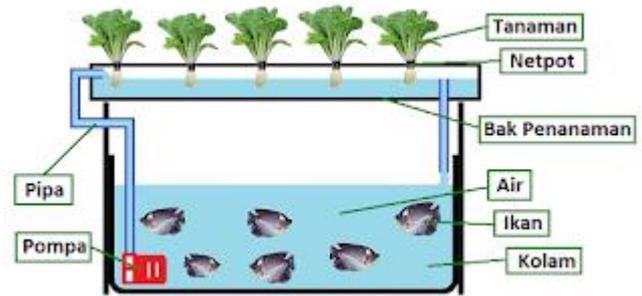
Proses resirkulasi air akan memberikan nutrisi pada tanaman dan menjaga kualitas air pada aquaponik. Nutrisi yang diberikan pada tanaman erat kaitannya dengan derajat keasaman (pH) air, di mana pH air akan mempengaruhi daya larut unsur hara pada tanaman yang berakibat pada kualitas kesuburan tumbuh dan kembang tanaman tersebut. Pada kenyataannya nilai pH nutrisi dalam tangki selalu berubah disebabkan berbagai faktor seperti media tanam, proses fotosintesis dan respirasi, bakteri, serta sisa pakan ikan [5]. Dengan demikian, nilai pH perlu diupayakan bertahan pada nilai 5,5 – 6,5 menyesuaikan dengan tanaman dan ikan yang dibudidayakan.

Akuaponik

Akuaponik dapat digambarkan sebagai penggabungan antara sistem budidaya akuakultur (budidaya ikan) dengan hidroponik (budidaya tanaman/sayuran tanpa media tanah). Sistem ini mengadopsi sistem ekologi pada lingkungan alamiah, dimana terdapat hubungan simbiosis mutualisme antara ikan dan tanaman [2].

Akuaponik DFT (*Deep Flow Technique*) merupakan salah satu model akuaponik sederhana. Akuaponik DFT adalah akuaponik yang memanfaatkan sistem DFT, yaitu air dipompa dari kolam menuju wadah tanaman dan menggenangi akar tanaman setebal 3-5 cm. Wadah tanaman biasanya menggunakan talang atau *gully* dengan kemiringan tertentu dan akan mengalir kembali ke kolam. Dan akar akan menyerap unsur hara secara terus-menerus [7].

Akuaponik sendiri terdiri dari dua bagian utama. Bagianbagian utama tersebut adalah bagian akuatik (air) untuk pemeliharaan hewan air dan bagian hidroponik untuk menumbuhkan tanaman.



Gambar 1 Akuaponik DFT

Ikan Nila

Ikan nila terkenal sebagai ikan yang sangat tahan terhadap perubahan lingkungan hidup. Nila dapat hidup di lingkungan air tawar, air payau, dan air asin. Kadar garam air yang disukai antara 0-35% permil. Ikan nila air tawar dapat dipindahkan ke air asin dengan proses adaptasi yang bertahap. Kadar garam air dinaikkan sedikit demi sedikit. Pemindahan ikan nila secara mendadak ke dalam air yang kadar garamnya sangat berbeda dapat mengakibatkan stres dan kematian ikan. Ikan nila yang masih kecil lebih tahan terhadap perubahan lingkungan dibandingkan dengan ikan yang sudah besar. Nilai pH air tempat hidup ikan nila berkisar antara 5-9 [14] dan suhu optimal untuk ikan nila antara 25-30 °C. Ikan nila cocok dipelihara di dataran rendah sampai agak tinggi (500 mdpl). [15].

Tanaman Sawi

Sawi hijau atau sawi bakso merupakan sawi yang paling banyak dipasarkan dikalangan konsumen. Sawi hijau memiliki tangkai daun yang panjang, langsing dan bewarna putih kehijau-hijauan. Daunnya lebar memanjang, tipis, dan bewarna hijau. Rasanya yang renyah dan segar dengan sedikit rasa pahit, membuat sawi ini banyak diminati [10].

Tanaman sawi dapat tumbuh dengan baik di tempat yang berudara panas maupun dingin, sehingga dapat dibudidayakan di daerah dataran tinggi maupun dataran rendah. Daerah penanaman yang cocok mulai dari ketinggian 5-1200 mdpl, pada umumnya petani menanam sawi pada ketinggian 100-500 mdpl [12].

Dalam pembudidayaan sawi pada aquaponik, dibutuhkan pH dikisaran 5.5-7.0. Dibawah pH 5.5, beberapa unsur hara atau nutrisi akan mengendap dan tidak dapat diserap oleh akar demikian pula jika pH diatas 7.0 juga akan menyebabkan pengendapan beberapa unsur hara tertentu sehingga akan menimbulkan defisiensi (kekurangan) unsur hara bagi tanaman yang menyebabkan tanaman tidak tumbuh optimal [13].

NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System, juga *firmware* yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua. Istilah NodeMCU secara *default* sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit.

NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266. NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan sebagai kabel data dan kabel charging smartphone Android[17].



Gambar 2 NodeMCU ESP8266

Arduino UNO

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks [18].

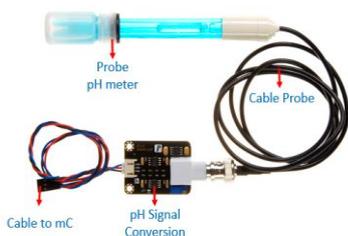
Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC ke adaptor DC atau baterai. Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 Volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12v, regulator tegangan bisa panas dan merusak board Uno [18].



Gambar 3 Arduino UNO

Sensor pH

Sensor pH tanah merupakan sensor yang mendeteksi tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) tanah. Modul sensor ini merupakan module yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat ph air yang dimana outputnya berupa tegangan analog. Sehingga untuk mengkonversi nilai pembacaan harus dimasukan ke dalam rumus di kode program yang dibuat. Dikarenakan module ph meter sensor ini range output tegangan analognya dari 0 – 3Vdc dengan inputan power supply 3.3 – 5.5Vdc [19].



Gambar 4 Sensor pH dan Modul pH

RTC (Real Time Clock)

Real Time Clock (RTC) merupakan sebuah IC yang memiliki fungsi sebagai penghitung waktu, mulai dari detik, menit, tanggal, bulan, dan tahun dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara realtime. Karena RTC bekerja secara realtime, maka setelah proses hitung waktu, output datanya akan secara langsung disimpan atau dikirim ke perangkat lain melalui sistem antarmuka[20].

Proses perhitungan waktu ini bersifat real time dan output datanya langsung disimpan atau dikirim langsung ke device lain melalui sistem antarmuka [21].



Gambar 5 DS3231

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima struktur unit pemancar dan penerima. Sangatlah sederhana sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 kHz hingga 2 MHz. Struktur atom dari Kristal piezoelectric menyebabkan berkontraksi mengembang atau menyusut, sebuah polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric pada sensor ultrasonic [22].



Gambar 6 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Mini Submersible Water Pump

Mini Submersible Water Pump merupakan pompa DC mini dengan tegangan yang dibutuhkan berkisar antara 3-5 V, konsumsi arus 120-330 mA, serta konsumsi daya 0.4-1.5 W.



Gambar 7 Mini Submersible Water Pump DC

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat sebagai aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo [25].



Gambar 8 Motor Servo

Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan, perangkat lunak ini digunakan untuk memasukkan atau menuliskan sintaks-sintaks pemrograman pada mikrokontroler seperti Arduino maupun ESP32. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. IC mikrokontroler telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* dengan mikrokontroler [26].

Telegram

Telegram terdiri dari kata tele yang berarti “jauh” dan gram yang artinya “tulisan” atau “tanda” atau “bentuk”. Secara umum, pengertian telegram adalah tanda-tanda, tulisan, atau berita yang dikirim dan jarak jauh dengan bantuan pesawat telegram. Alat untuk mengirim telegram disebut telegraf [25].

Telegram adalah sebuah aplikasi yang memungkinkan penggunaannya untuk mengirimkan pesan chatting rahasia atau secret chat yang dienkripsi sebagai keamanan tambahan. File yang dapat dikirimkan menggunakan telegram ini tidak hanya terikat pada dokumen seperti word, excel, PDF, namun juga mengirimkan gambar dan video tanpa ditetapkan besarnya file yang akan dikirim [26].

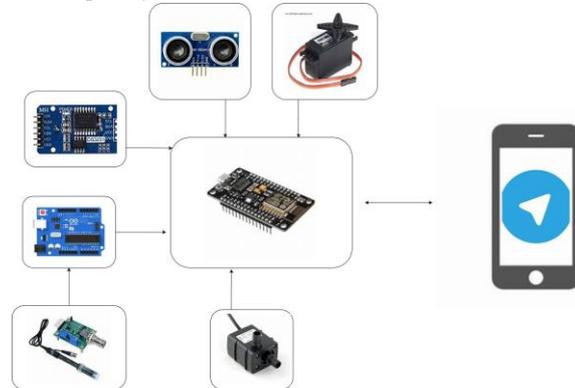
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian Tugas Akhir ini merupakan jenis experimental research (penelitian percobaan). Dalam experimental research, subjek penelitian diberikan suatu treatment, kemudian dipelajari apa pengaruh treatment terhadap sistem dan subjek tersebut. Dalam hal ini, subjek penelitian merupakan sebuah sistem budidaya. Sistem ini diberikan treatment berupa perubahan pH

dan waktu, kemudian didapat pengaruh dari treatment kepada sistem tersebut.

Rancangan Umum Sistem

Pada perancangan umum sistem ini akan mendeskripsikan secara keseluruhan perancangan perangkat keras dari sistem dapat terlihat pada gambar di bawah ini:

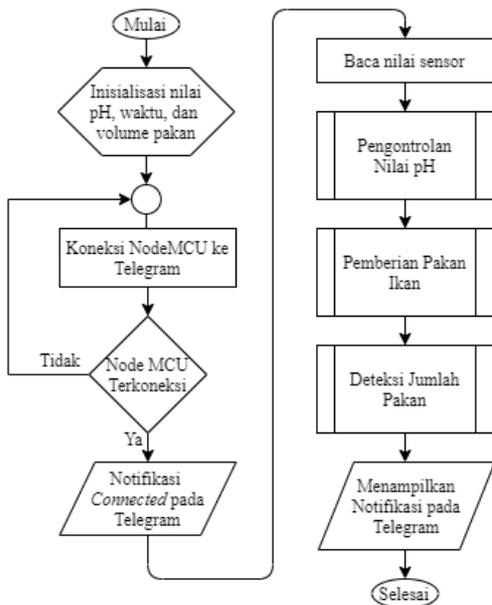


Gambar 9 Skema Rangkaian Alat

Diawali dengan pembacaan waktu menggunakan DS3231, jika waktu sesuai dengan waktu yang diinisialisasi baik untuk pendeteksian pH maupun proses pemberian pakan ikan maka proses tersebut akan dieksekusi. Saat waktu sesuai dengan waktu pendeteksian pH sensor akan mengukur nilai pH, selanjutnya hasil pembacaan akan diterima oleh Arduino UNO dan dikirimkan ke NodeMCU, setelah itu perbandingan nilai pH dilakukan jika nilai pH tidak sesuai dengan yang diinisialisasi maka akan dilakukannya pengontrolan pH dengan menambahkan larutan penambah ataupun pengurang kadar pH dengan memanfaatkan pompa DC. Selanjutnya jika waktu sesuai dengan waktu pemberian pakan ikan maka proses pemberian pakan ikan akan dilakukan dengan dibukanya katup tempat pakan dari motor servo dan dilanjutkan dengan pendeteksian jumlah pakan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik.

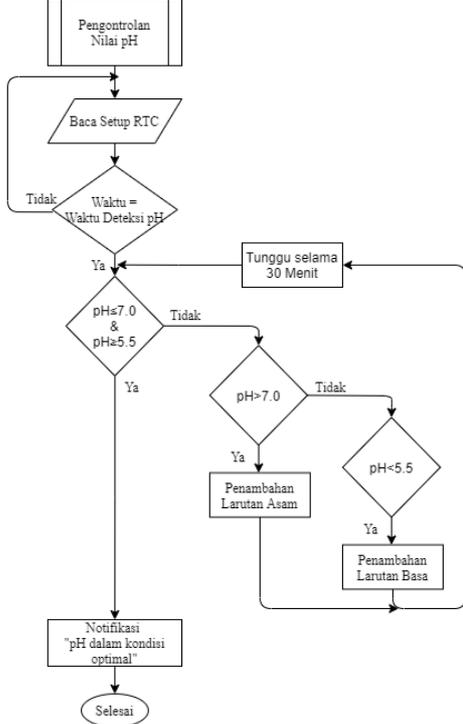
Rancangan Proses

Pada tahapan ini dilakukan perancangan seluruh proses, dari awal hingga akhir dari sistem yang dibuat sehingga mendapatkan *output* yang diinginkan. *Flowchart* merupakan gambaran sistem secara keseluruhan, dimulai dari inisialisasi pH, jumlah minimum dari pakan dan waktu. Kemudian dilakukan pembacaan nilai pH oleh sensor sesuai dengan waktu yang diinginkan yaitu pada pukul 00.00 dan data hasil pembacaan akan dibandingkan dengan nilai inisialisasi awal, jika sama akan di-*report* dan ditampilkan pada *smartphone* melalui aplikasi Telegram. Jika data yang didapat berbeda, maka sistem *controlling* akan bekerja, kemudian akan ditampilkan hasilnya pada *smartphone*. Selanjutnya sistem pemberian pakan ikan, waktu sekarang akan dibandingkan dengan waktu yang diinisialisasi. Jika sama, maka katup akan terbuka dan pakan ikan akan masuk ke dalam kolam. Hal ini juga berlaku untuk monitoring volume pakan ikan, jika waktu sama dengan waktu yang diinisialisasi maka sistem akan mendeteksi jumlah pakan, apabila jumlah pakan telah mencapai batas yang didefinisikan pada program maka akan muncul notifikasi pada *smartphone*. Berikut merupakan *flowchart* rancangan umum dari proses.



Gambar 10 Flowchart Rancangan Proses

Pada rancangan umum proses masih terdapat sub-proses, hal ini akan dijelaskan pada flowchart berikut

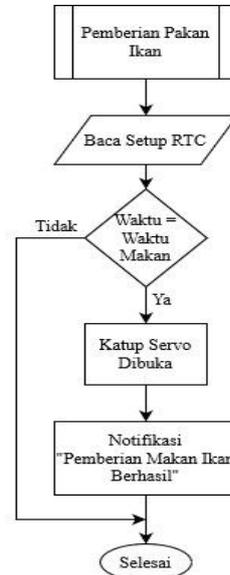


Gambar 11 Flowchart pengontrolan pH

Monitoring pH dilakukan satu kali setiap hari, yaitu pada pukul 00.00. Jika saat pengukuran dan nilai pH tidak berada pada rentang 5.5-7.0, maka akan dilanjutkan dengan penambahan larutan asam maupun basa. Setelah dilakukannya penambahan larutan, pengukuran nilai pH kembali dilakukan setelah 30 menit karena perubahan nilai pH akan stabil dalam waktu lebih kurang 30 menit setelah dilakukannya penambahan larutan asam maupun basa.

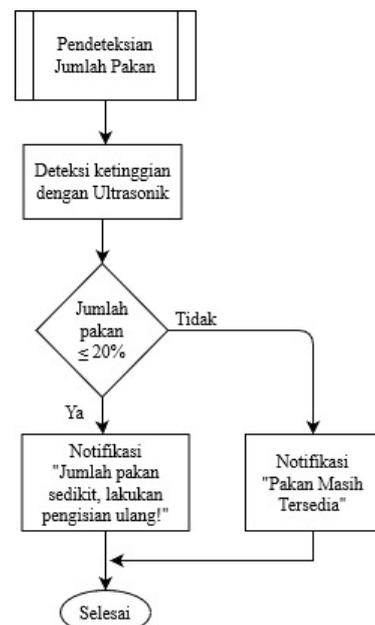
Selanjutnya yaitu pemberian pakan ikan yang telah dijadwalkan, hal diawali dengan membandingkan waktu inputan dari RTC dengan waktu yang diinisialisasikan pada program. Waktu pemberian pakan ikan dijadwalkan tiga kali dalam sehari. Pada penelitian ini waktu yang diinisialisasi yaitu pukul 06.00, 12.00

dan 18.00. Jika waktu tersebut sama, maka katup pada tempat pakan akan terbuka. Katup pada tempat pakan berupa motor servo, pembukaan katup ini akan memanfaatkan prinsip pada penelitian [4]. Katup akan terbuka selama beberapa detik hingga jumlah pakan yang keluar sesuai dengan jumlah yang diinginkan, yaitu sepertiga dari 3-4% berat ikan [27]. Karena ikan diberikan makan tiga kali dalam sehari. Setelah pemberian pakan berhasil akan tersimpan notifikasi yang nantinya akan ditampilkan pada telegram.



Gambar 12 Flowchart Pemberian Pakan Ikan

Selanjutnya yaitu pendeteksian pakan ikan, pada pendeteksian pakan ikan dilakukan setelah proses pemberian pakan ikan. Pada proses ini sensor ultrasonik akan mendeteksi jumlah pakan berdasarkan ketinggian dari pakan. Jumlah pakan dalam tempat pakan diperkirakan untuk 7 hari, sehingga tidak perlu diisi ulang setiap hari dan untuk efisiensi. Jika volume kurang dari 20% maka tersimpan notifikasi pemberitahuan pengisian ulang, jika tidak notifikasi yang tersimpan berupa pemberitahuan pakan masih tersedia. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada flowchart berikut



Gambar 13 Flowchart Pendeteksian Jumlah Pakan Ikan

Setelah semua subproses selesai, maka akan disimpan sebuah notifikasi. Selanjutnya notifikasi akan ditampilkan pada aplikasi Telegram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

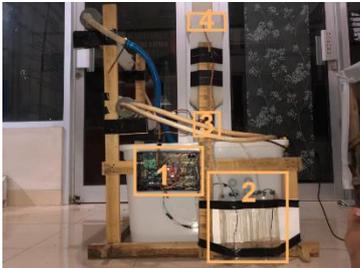
Implementasi

Sistem monitoring dan pengontrolan pH dan pemberian pakan ikan otomatis ini diimplementasikan berdasarkan rancangan yang telah dijabarkan. Implementasi sistem ini terbagi atas implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, dan implementasi sistem secara keseluruhan.

Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras terdiri dari berbagai komponen yang digunakan dalam sistem ini, yaitu NodeMCU ESP8266, Arduino Uno, sensor pH, RTC DS3231, sensor ultrasonik, motor servo, pompa DC, power supply 12V.

Implementasi perangkat keras dibagi atas tiga bagian, yaitu bagian kendali, bagian pengontrolan pH, dan bagian pemberian pakan. Bagian kendali tempat penyimpanan mikrokontroler, RTC DS3231, power supply, driver motor DC dan modul sensor pH. Bagian pengontrolan pH merupakan bagian yang berkaitan dengan pengontrolan pH. pada bagian ini terdapat sensor pH, tempat penyimpanan larutan pH up dan pH down, serta pompa DC. Bagian pemberian pakan adalah bagian yang berfungsi untuk pemberian pakan ikan. bagian ini terdiri dari tempat pakan ikan, sensor ultrasonik dan motor servo.

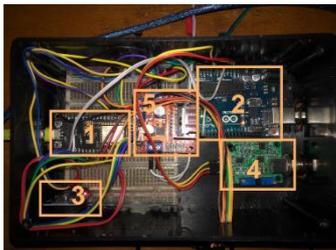


Gambar 14 Tampilan Alat Keseluruhan

Penjelasan masing-masing komponen sebagai berikut:

1. Bagian kendali, terdiri atas NodeMCU, Arduino UNO, Modul pH, RTC DS3231, Driver motor DC.
2. Larutan pengontrol pH dan pompa DC.
3. Motor Servo, berfungsi sebagai katup tempat pakan ikan.
4. Sensor Ultrasonik, sebagai pendeteksi volume pakan yang tersedia

Selanjutnya yaitu komponen pada bagian kendali, yaitu sebagai berikut:



Gambar 15 Bagian Kendali

1. NodeMCU, sebagai mikrokontroler untuk mengeksekusi program secara keseluruhan.
2. Arduino UNO, sebagai mikrokontroler yang mengeksekusi program untuk Modul pH
3. RTC DS3231, sebagai komponen untuk menyimpan waktu yang digunakan sebagai inputan
4. Modul pH, digunakan untuk mengkonversi hasil pembacaan dari probe pH agar dapat dibaca oleh mikrokontroler.
5. Driver Motor, sebagai perantara pompa DC dan mikrokontroler.

Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak pada sistem monitoring dan pengontrolan pH dan pemberian pakan ikan otomatis mencakup pada pemrograman mikrokontroler. Pada bagian pemrograman mikrokontroler menggunakan aplikasi Arduino IDE yang terdiri dari penghubungan NodeMCU ESP8266 dengan Wi-Fi, penghubungan aplikasi Telegram dengan mikrokontroler, pembacaan nilai sensor, pengontrolan pompa DC, pengontrolan motor servo, serta pemrograman untuk mendeteksi waktu untuk pengontrolan pH serta pemberian pakan ikan otomatis.

Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan untuk membuktikan apakah sistem dapat bekerja sesuai tujuannya yaitu mengontrol kualitas air untuk akuaponik berdasarkan keasaman atau pH air, kemudian pemberian pakan ikan otomatis sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Sistem ini melakukan pengukuran nilai pH dan pengontrolan pompa larutan untuk menstabilkan pH sesuai dengan yang diinginkan dan juga pemberian pakan secara otomatis serta memonitoring jumlah pakan yang tersedia lalu memberikan notifikasi keberhasilan pemberian pakan dan jumlah pakan yang tersedia.

Pengujian Sistem

Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor PH-4502C dilakukan untuk mendapatkan keakurasian pembacaan nilai pH pada air. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan sensor pH meter. Pengujian dilakukan seperti gambar berikut



Gambar 16 Pengujian Sensor pH

Pengujian dilakukan dengan dua larutan dengan pH 3.8 dan 6.5. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Pengujian Sensor pH

Data Ke-	Nilai Sensor	pH Meter	Error	Persentase error (%)
1	3.8	3.85	0.05	1.32
2	3.8	3.85	0.05	1.32
3	3.8	3.85	0.05	1.32
4	3.8	3.85	0.05	1.32
5	3.8	3.85	0.05	1.32
6	6.5	6.56	0.06	0.92
7	6.5	6.58	0.08	1.23
8	6.5	6.58	0.08	1.23
9	6.5	6.58	0.08	1.23
10	6.5	6.58	0.08	1.23
Total persentase error				12.44
Rata-rata persentase error				1.24

Berdasarkan tabel di atas terdapat perbedaan hasil bacaan atau error antara sensor pH digital dengan sensor pH-4502C. Dari pengujian yang dilakukan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata persentase error seperti berikut.

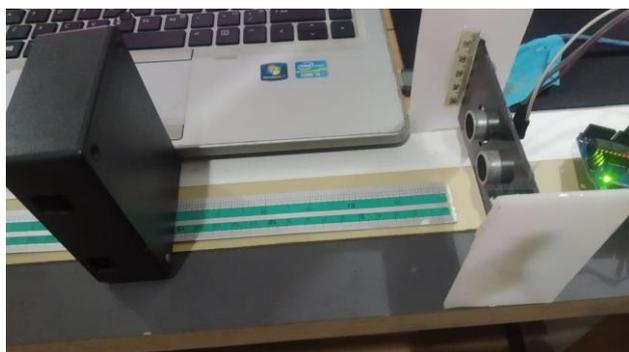
$$\text{Persentase error sensor} = \frac{|3.8 - 3.85|}{3.8} \times 100\% = 1.32$$

$$\bar{X} \text{ persentase error} = \frac{\sum \text{persentase error}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{12.44\%}{10} = 1.24\%$$

$$\text{Tingkat akurasi sensor} = 100\% - \bar{X} \text{ persentase error} = 100\% - 1.24\% = 98.79\%$$

Setelah dilakukannya perhitungan didapatkan rata-rata persentase error sebesar 1.24% dan tingkat akurasi dari sensor sebesar 98.79%.

Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 17 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor ultrasonik untuk membaca jarak atau ketinggian dari pakan pada tempat pakan ikan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil bacaan sensor ultrasonik dengan pengukuran dengan mistar.

Tabel 2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Data Ke-	Pengukuran Mistar (cm)	Pembacaan Sensor (cm)	Error	Persentase error (%)
1	10	10	0	0
2	10	10	0	0
3	10	10	0	0

<https://doi.org/10.25077/chipset.3.01.73-82.2022>

4	15	15	0	0
5	15	15	0	0
6	15	15	0	0
7	15	15	0	0
8	20	20	0	0
9	20	19	1	5
10	20	20	0	0
Total persentase error				5
Rata-rata persentase error				0.5

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan mistar. Untuk pengujian dilakukan dengan jarak yang berbeda-beda, yaitu 10cm, 15cm, dan 20cm. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor.

$$\text{Persentase error sensor} = \frac{|20 - 19|}{20} \times 100\% = 5\%$$

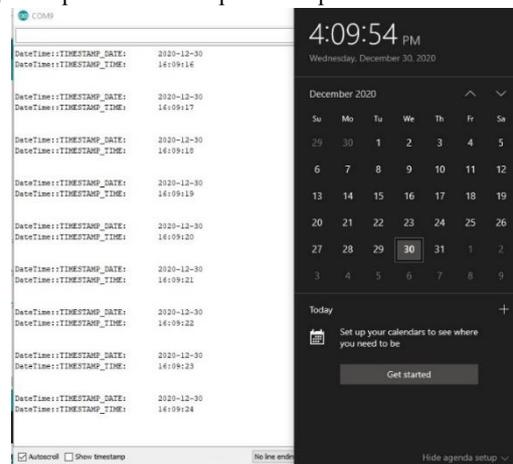
$$\bar{X} \text{ persentase error} = \frac{\sum \text{persentase error}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{5\%}{10} = 0.5\%$$

$$\text{Tingkat akurasi sensor} = 100\% - \bar{X} \text{ persentase error} = 100\% - 0.5\% = 99.5\%$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan rata-rata persentase error sebesar 0.5% dan tingkat akurasi dari sensor sebesar 99.5%.

Pengujian RTC DS3231

Pengujian RTC DS3231 dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari modul RTC DS3231. Pengujian dilakukan dengan membandingkan waktu yang disimpan oleh DS3231 dengan waktu yang sebenarnya. Perbandingan waktu yaitu waktu otomatis yang ditampilkan oleh komputer saat penelitian.



Gambar 18 Pengujian DS3231

Pada pengujian RTC DS3231 dapat membaca tahun, bulan, tanggal, jam, menit dan detik. Pada percobaan diatas data waktu ditampilkan dan dibandingkan dengan waktu otomatis pada komputer. Untuk pengujian dilakukan perbandingan sebanyak 10 kali seperti tabel di bawah

Tabel 3 Pengujian DS3231

No.	Waktu pada komputer	Waktu pada DS3231	Error (detik)
1	30-12-2020 16:09:21	30-12-2020 16:09:51	30
2	30-12-2020 16:09:22	30-12-2020 16:09:52	30

3	30-12-2020 16:09:23	30-12-2020 16:09:53	30
4	30-12-2020 16:09:24	30-12-2020 16:09:54	30
5	30-12-2020 16:09:25	30-12-2020 16:09:55	30
6	30-12-2020 16:09:26	30-12-2020 16:09:56	30
7	30-12-2020 16:09:27	30-12-2020 16:09:57	30
8	30-12-2020 16:09:28	30-12-2020 16:09:58	30
9	30-12-2020 16:09:29	30-12-2020 16:09:59	30
10	30-12-2020 16:09:30	30-12-2020 16:10:00	30
Total Error			300
Rata-rata error			30

Dari pengujian yang telah dilakukan sebanyak sepuluh kali, dapat dilihat perbedaan waktu pembacaan RTC DS3231 sebanyak 30 detik.

Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak



Gambar 19 Pengujian Pembacaan Jarak

Pada pengujian perangkat lunak dilihat bagaimana sistem menampilkan hasil pengukuran jumlah pakan yang tersedia pada Telegram. Pengukuran jumlah pakan dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik yang dijadwalkan setiap setelah pemberian pakan kemudian diproses oleh mikrokontroler, hasil pembacaan ini kemudian dikirimkan ke aplikasi Teleram menggunakan koneksi internet.

Tabel 4 Pengujian Perangkat Lunak

No.	Hasil Pembacaan Sensor	Tampilan Hasil	Kesamaan Data	Keterangan
1	Jumlah pakan: 59 %	jarak pakan: 59 % 6:10 PM	Sama	Berhasil
2	Jumlah pakan: 59 %	jarak pakan: 59 % 6:10 PM	Sama	Berhasil
3	Jumlah pakan: 59 %	jarak pakan: 59 % 6:10 PM	Sama	Berhasil
4	Jumlah pakan: 59 %	jarak pakan: 59 % 6:11 PM	Sama	Berhasil
5	Jumlah pakan: 59 %	jarak pakan: 59 % 6:11 PM	Sama	Berhasil
6	Jumlah pakan: 23 %	jarak pakan: 23 % 6:07 PM	Sama	Berhasil
7	Jumlah pakan: 23 %	jarak pakan: 23 % 6:07 PM	Sama	Berhasil
8	Jumlah pakan: 23 %	jarak pakan: 23 % 6:07 PM	Sama	Berhasil
9	Jumlah pakan: 23 %	jarak pakan: 23 % 6:08 PM	Sama	Berhasil
10	Jumlah pakan: 23 %	jarak pakan: 23 % 6:08 PM	Sama	Berhasil

Dari 10 pengujian yang dilakukan data yang ditampilkan pada serial monitor dan data yang ditampilkan di Telegram semuanya terkirim dan ditampilkan dengan akurat.

Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengontrolan pH dilakukan sesuai dengan waktu yang dijadwalkan yaitu pada pukul 00.00. Pengontrolan pH dilakukan agar mempertahankan nilai pH pada sistem tetap berada pada skala 5.5-7.0 sebagai nilai pH yang optimal untuk tanaman sawi maupun ikan nila. Jika nilai pH lebih besar dari 7.0 maka larutan asam akan dimasukan kedalam kolam menggunakan pompa DC selama 7 detik untuk menurunkan nilai pH sebanyak 0.4. Jika nilai pH lebih kecil dari 5.5 pompa DC akan diaktifkan selama 7 detik untuk memasukan larutan basa sehingga menaikkan nilai pH sebanyak 0.4.

Tabel 5 Pengujian Sistem Pengontrolan pH

No	pH Awal	pH Akhir	Pompa yang Aktif (Asam/Basa)	Perubahan pH	Keterangan
1	7.17	6.75	Asam	0.42	Berhasil
2	7.20	6.79	Asam	0.41	Berhasil
3	7.30	6.91	Asam	0.39	Berhasil
4	7.14	6.71	Asam	0.43	Berhasil
5	7.25	6.84	Asam	0.41	Berhasil
6	5.18	5.56	Basa	0.38	Berhasil
7	5.24	5.64	Basa	0.40	Berhasil
8	5.38	5.80	Basa	0.42	Berhasil
9	5.36	5.77	Basa	0.41	Berhasil
10	5.42	5.81	Basa	0.39	Berhasil
Rata-rata perubahan pH					0.406

Dari sepuluh kali percobaan yang dilakukan untuk pengontrolan pH didapatkan perubahan pH rata-rata yaitu 0.406 dan sistem mampu mempertahankan nilai pH agar berada pada skala 5.5-7.0 sehingga dapat disimpulkan tingkat keberhasilan pengontrolan pH sebesar 100%.

Pemberian Pakan Ikan

Pemberian pakan ikan otomatis dilakukan dengan pemberian pakan sesuai dengan jadwal yang ditentukan, yaitu pada jam 06.00, 12.00, dan 18.00. Jika waktu menunjukkan jam pemberian pakan, maka katup pakan ikan akan terbuka selama 240 ms dan pakan ikan masuk ke dalam kolam. Untuk jumlah pakan ikan yang diambil yaitu 4% dari total bobot ikan, sehingga setiap pemberian pakan jumlah pakan yang diberikan sekitar 40gr setiap harinya dan untuk setiap pemberian pakan diberikan dengan bobot 13.34gr.

Tabel 6 Pengujian Pemberian Pakan Ikan

No	Waktu Pemberian Pakan	Berat Pakan Yang Diberikan (gram)	Berat Pakan Yang Diinginkan (gram)	Selisih Berat Pakan (gram)	Error (%)
1	06.00	13.19	13.34	0.15	1.12
2	12.00	13.20	13.34	0.14	1.05

3	18.00	13.11	13.34	0.23	1.72
4	06.00	13.21	13.34	0.13	0.97
5	12.00	13.25	13.34	0.09	0.67
6	18.00	13.30	13.34	0.04	0.3
7	06.00	13.28	13.34	0.06	0.45
8	12.00	13.31	13.34	0.03	0.22
9	18.00	13.29	13.34	0.05	0.37
10	06.00	13.19	13.34	0.15	1.12
Total		132.33	133.4	1.07	7.99
Rata-Rata		13.233	13.34	0.107	0.799

Untuk menghitung *error* dari fungsi pemberian pakan ikan otomatis dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Persentase error sensor} = \frac{|13.34 - 13.19|}{13.34} \times 100\% = 1.12$$

$$\bar{X} \text{ persentase error} = \frac{\sum \text{persentase error}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{7.99}{10} = 0.799\%$$

$$\begin{aligned} \text{Tingkat akurasi sensor} &= 100\% - \bar{X} \text{ persentase error} \\ &= 100\% - 0.799\% \\ &= 99.201\% \end{aligned}$$

Dari sepuluh kali percobaan yang dilakukan, pemberian pakan diujikan sesuai dengan waktu yang dirancang yaitu jam 06.00, 12.00, dan 18.00. Untuk waktu pemberian pakan sesuai dengan waktu yang ditentukan dan untuk jumlah pakan yang dikeluarkan berjumlah rata-rata 13.233 gram. Sehingga dapat disimpulkan untuk waktu pemberian pakan telah sesuai dengan jadwal dan untuk jumlah pakan yang diberikan memiliki keakurasian sebesar 99.201%. Pengujian pemberian pakan sesuai takaran

Pendeteksian Pakan Ikan

Pendeteksian volume pakan ikan dilakukan setelah pakan ikan diberikan. Pendeteksian volume pakan memanfaatkan sensor ultra sonik yang diletakan pada tutup tempat pakan dan pada bagian atas pakan diletakan potongan akrilik untuk memudahkan pembacaan ketinggian pakan. Ketinggian dari tempat pakan ikan adalah 24cm dan inilah yang akan dikonversi dalam bentuk persen. Untuk keadaan penuh berat dari pakan ikan sebesar 300 gram yang akan bertahan dalam waktu 7 hari. Berikut adalah percobaan untuk pendeteksian jumlah pakan ikan.

Tabel 7 Pengujian Pendeteksian Pakan Ikan

No	Waktu Pendeteksian Volume Pakan	Volume Pakan Yang Dideteksi / berat (gram)	Volume Pakan Yang Sesungguhnya/ berat (gram)	Selisih Volume Pakan (gram)	Error (%)
1	06.00	82% / 246	78% / 232.81	13.19	5.66
2	12.00	82% / 246	73% / 219.61	26.39	12.02
3	18.00	82% / 246	69% / 206.5	39.5	19.13
4	06.00	77% / 231	64% / 193.29	37.71	19.51

5	12.00	77% / 231	60% / 180.04	50.96	28.30
6	18.00	77% / 231	56% / 166.74	64.26	38.54
7	06.00	74% / 222	51% / 153.46	68.54	44.66
8	12.00	74% / 222	47% / 140.15	81.85	58.40
9	18.00	74% / 222	42% / 126.86	95.14	75.00
10	06.00	74% / 222	37% / 113.67	108.33	95.30
Total				657.87	396.52
Rata-rata				65.787	39.652

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, pendeteksian dilakukan setelah pemberian pakan dilakukan. Untuk waktu pendeteksian pakan sesuai dengan waktu yang ditetapkan, yaitu pada pukul 06.00, 12.00, 18.00. Untuk pendeteksian pakan volume pakan yang dilakukan oleh sistem terdapat selisih dengan pengukuran yang sebenarnya dengan rata-rata sebesar 65.787 gram.

Besarnya selisih antara hasil pengukuran sistem dengan pengukuran manual dikarenakan setiap pemberian pakan yang dilakukan bagian pakan yang berkurang dalam tempat pakan cenderung pada bagian tengah pada tempat pakan, sehingga untuk ketinggian dari potongan akrilik di dalam tempat pakan masih di posisi yang sama. Hal ini menyebabkan pendeteksian volume pakan tidak bekerja secara maksimal.

Untuk mengetahui tingkat akurasi dari sistem dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Persentase error sensor} = \frac{|232.81 - 246|}{232.81} \times 100\% = 5.66\%$$

$$\bar{X} \text{ persentase error} = \frac{\sum \text{persentase error}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{396.52}{10} = 39.652\%$$

$$\begin{aligned} \text{Tingkat akurasi sensor} &= 100\% - \bar{X} \text{ persentase error} \\ &= 100\% - 39.652\% \\ &= 60.348\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan keakuratan dari sistem sebesar 60.348%

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dapat memonitoring dan mengontrol pH air sesuai dengan waktu yang dijadwalkan dengan keakuratan pembacaan pH sebesar 98.79% dan keakuratan pengontrolan pH sebesar 100%.
2. Sistem dapat memberikan pakan ikan secara otomatis sesuai dengan waktu yang dijadwalkan dengan keakuratan jumlah pakan yang diberikan sebesar 99.201%.
3. Sistem dapat mendeteksi jumlah pakan ikan secara otomatis sesuai dengan waktu yang dijadwalkan dan keakuratan dari pendeteksian volume pakan sebesar 60.348%.
4. Sistem dapat menampilkan informasi pH air dan jumlah pakan pada *smartphone* melalui aplikasi Telegram.

Dikarenakan penelitian yang dilakukan masih terdapatnya kekurangan, maka diberikan beberapa saran untuk perkembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan sistem control untuk pH, seperti PID atau *Fuzzy Logic* atau sistem kontrol lainnya agar pengontrolan pH dapat dilakukan secara *real-time* dan secara kontinu.
2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya ditambahkan faktor penentu kualitas air tidak hanya dari pH, seperti oksigen, ammonia maupun kandungan kimia lainnya yang terlarut dalam air.
3. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya mekanisme pendeteksian pakan dikembangkan lagi, seperti penambahan getaran agar ketinggian pakan di dalam tempat pakan menjadi rata dan meningkatkan keakurasian pendeteksian pakan.

REFERENCES

- [1] <https://www.worldometers.info/demographics/indonesia-demographics/#urb> diakses pada 12 Desember 2019
- [2] Sastro, Yudi. 2016. Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming. Jakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jakarta
- [3] Nugroho, Ristiawan A, dkk. 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponic Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *Jurnal Saintek Perikanan*. **8**(1):46-51
- [4] Adik, Yuni Marliza. 2021. Rancang Bangun Sistem Penjadwalan Pemberian Pakan Ikan Otomatis Berdasarkan Perilaku Menggunakan Kamera Berbasis Mini PC. *CHIPSET*, **2**(01), 11-19.
- [5] Orlando, Mario. 2020. Sistem Monitoring dan Penjernihan Air Berdasarkan Derajat Keasaman (pH) dan kekeruhan pada Bak Penampungan Air berbasis Innternet of Thing. *CHIPSET*, **1**(01), 17-22.
- [6] Riawan, Nofiandi. 2016. Step by Step Membuat Instalasi Akuaponik Portabel Hingga Memanen. Jakarta Selatan: Agro Media Pustaka
- [7] Eko Haryanto, dkk. 2007. Sawi & Selada. Jakarta Selatan: Penebar Swadaya.
- [8] <https://caratanam.com/cara-budidaya-sawi/> diakses pada 08 Februari 2020
- [9] Sutanto, Teguh. 2015. Rahasia Sukses Budidaya Tanaman dengan Metode Hidroponik. Depok: Bibit Publisher
- [10] Khairuman dan Khairu Amri. 2013. Budi Daya Ikan Nila. Jakarta: AgroMedia Pustaka
- [11] Suyanto, Rachmatun. 2008. Nila. Jakarta Selatan: Penebar Swadaya.
- [12] <https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/> diakses pada 12 Februari 2020
- [13] <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-mengakses-module-ph-meter-sensor-menggunakan-arduino/> diakses pada 08 Februari 2020
- [14] Khadir, Abdul. 2015. Buku Pintar Pemrograman Arduino: Tutorial Mudah dan Praktis Membuat Perangkat Elektronik Berbasis Arduino. Yogyakarta: MediaKom.
- [15] Dorf, Richard C. 1983. Sistem Pengaturan. Jakarta: Erlangga
- [16] Ramli, Hafizh. 2021. Sistem Otomatis Plant Factory dengan Tiga Jenis Tanaman Sayuran Berbeda Berbasis Mikrokontroler dan Android. *CHIPSET*, **2**(01), 20-32.
- [17] Nurmaini S, Zarkasih A. 2009. Sistem Navigasi Non-Holonic Mobile Robot Menggunakan Aplikasi Sensor Ultrasonik. *Jurnal Ilmiah Generic*. Vol 4.
- [18] Satria, Elmiki. 2017. Modul Elektronika dan Mekatronika Motor Servo. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Komplek Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- [19] Simon, Monk. 2010. Arduino Projects for the Evil Genius. McGraw-Hill. United States.
- [20] <https://pengertianahli.id/2014/04/pengertian-telegram-apa-itu-telegram.html> diakses pada 04 Februari 2020
- [21] <http://www.ibudigital.com/apa-itu-telegram-dan-bagaimana-cara-menggunakan-aplikasi-telegram/> diakses pada 04 Februari 2020
- [22] Kordik, M. Gurfan. 2013. Budidaya Nila Unggul. Jakarta: AgroMedia Pustaka.