

# SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA AKUAPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3

Anang Burlian<sup>1)</sup>, Yuri Rahmanto<sup>\*2)</sup>, S. Samsugi<sup>3)</sup>, Adi Sucipto<sup>4)</sup>

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia  
Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Bandar Lampung, Indonesia 35132

<sup>3)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia  
Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Bandar Lampung, Indonesia 35132

<sup>4)</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia  
Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Bandar Lampung, Indonesia 35132

Email: yurirahmanto@teknokrat.ac.id

## Abstract

*This study aims to design and implement a circuit that functions to schedule the automatic water pump in aquaponics, the aquaponics water circulation is usually a 24-hour pump life, for aquaponics farmers this can cause a waste of electricity and can cause a fast water pump. damaged, with the development of technology, the existence of sensors and microcontrollers makes it easier to make water circulation equipment automatically in aquaponics by using the RTC (Real Time Clock) module as a system controller according to the time to be determined. The water pump which functions to flow water in aquaponics will work in accordance with time is determined by the RTC module, which is at 00, 6, 12, 18. The pump will run for 5 hours, and the pump will stop for 1 hour at 5, 11, 17, 23. So that this program can function as desired, then an Arduino Uno R3 microcontroller is needed. So that this tool can be programmed to carry out automatic control of the pump based on predetermined orders.*

**Keywords:** Automatic, microcontroller, aquaponics, mustard greens, RTC modules

## Abstrak

*Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan rangkaian untuk merealisasikan jadwal pompa air otomatis pada simbiosis ikan dan sayuran. Pompa sirkulasi pada aquaponik biasa perlu dinyalakan selama 24 jam, bagi para petani aquaponik hal tersebut dapat menyebabkan pemborosan listrik serta dapat menyebabkan pompa air cepat rusak, dengan berkembangnya teknologi, sensor dan mikrokontroler yang digunakan pada saat memanfaatkan modul Real Time Clock sebagai pengontrol sistem pada waktu yang ditentukan sesuai kebutuhan, sehingga memudahkan pembuatan otomatis peralatan sirkulasi air pada peralatan hidroponik. Pada simbiosis ikan dan sayuran akan bekerja sesuai waktu yang ditentukan oleh modul RTC, yaitu pada jam 00, 6, 12, 18. Pompa akan menyala selama 5 jam, dan pompa akan berhenti selama 1 jam*

*pada jam 5, 11, 17, 23. Agar program dapat berjalan sesuai kebutuhan maka mikrokontroler Arduino Uno R3 sangat diperlukan. Hal ini memungkinkan alat diprogram untuk mengontrol pompa secara otomatis sesuai dengan perintah yang telah ditentukan.*

**Kata Kunci:** Otomatis, mikrokontroler, aquaponik, sawi, modul RTC

## 1. Pendahuluan

Perkembangan pertumbuhan penduduk mengarah pada pertumbuhan penduduk. Tidak hanya itu, infrastruktur yang ada juga dikembangkan, ruang hijau di perkotaan berkurang, sehingga pembangunan kota tidak hanya terbelakang secara ekonomi, tetapi juga secara ekologis. Seiring dengan penurunan ekologi, masyarakat harus ikut serta dalam mendorong pembangunan ekologi melalui budidaya, salah satunya dengan teknologi budidaya yang dapat dilakukan di halaman rumah.

Dengan perkembangan teknologi, strategi penyediaan pangan berkembang pesat [1]. Teknologi aquaponik merupakan solusi potensial untuk dikembangkan. Pada prinsipnya teknologi ini tidak hanya melindungi penggunaan tanah dan air, tetapi juga meningkatkan efisiensi usaha dengan memanfaatkan limbah makanan dan nutrisi dari metabolisme ikan pada tanaman air, yaitu sistem pembudidayaan ikan yang ramah lingkungan [2].

Akuaponik adalah Salah satu cara untuk mengurangi pencemaran air akibat budidaya ikan adalah cara lain untuk mengurangi konsumsi air dalam sistem budidaya [3]. Teknologi aquaponik merupakan cara lain untuk mengatasi keterbatasan air. Tanaman yang cocok untuk aquaponik adalah sayur mayur dan buah-buahan yang berumur pendek seperti selada, bayam, sawi, tomat, ketimun, dan paprika. Menggunakan protein dapat menghasilkan tumbuhan yang sangat baik [4]. Ikan yang dapat dikembangkan dengan sistem aquaponik adalah ikan yang tidak membutuhkan banyak oksigen seperti ikan nila, koi, mas dan ikan hias lainnya. Sistem simbiosis ikan dan sayuran merupakan suatu sistem budidaya tanaman untuk budidaya ikan di kolam atau tambak. Dalam sistem

simbiosis ikan-sayuran, air yang digunakan adalah air yang mengandung unsur hara.

Aquaponik secara teratur akan menggunakan air dari budidaya ikan ke tanaman, dan sebaliknya, dari tanaman ke kolam ikan. Elemen dasar dari sistem teknis adalah menyediakan air terbaik untuk setiap komoditas. Setelah limbah yang mengandung nitrogen dan fosfor pada kolam ikan didaur ulang menjadi media budidaya tanaman untuk dijadikan pupuk hayati tanaman, maka teknologi pengelolaan air melalui aquaponik sangat bermanfaat. Namun yang menjadi permasalahan adalah masyarakat saat ini tidak memiliki banyak waktu untuk merawat tanaman di pekarangan, kekurangan air, dan jarang mengganti air tambak, sehingga tanaman yang ditanam terabaikan dan akhirnya mati, serta ikan yang dibudidayakan ditinggalkan.

Dalam proses peredaran air dari kolam ikan ke media budidaya tanaman kemudian kembali ke kolam ikan, hidroponik membutuhkan teknologi otomatis. Untuk mencapai efisiensi penggunaan energi listrik, diperlukan otomatisasi siklus air secara berkala. Pengaturan lamanya waktu pompa dihidupkan dan dimatikan juga akan mempengaruhi kualitas air di kolam ikan. Berdasarkan persyaratan ini, serupa dengan penelitian [5], sistem kontrol otomatis berdasarkan sistem simbiosis berbasis mikrokontroler dibuat menggunakan Arduino uno R3 untuk mempromosikan pemeliharaan dan pemeliharaan air dan sirkulasi air, sehingga lebih baik dalam memelihara tanaman dan kolam.

## 2. Metode Penelitian

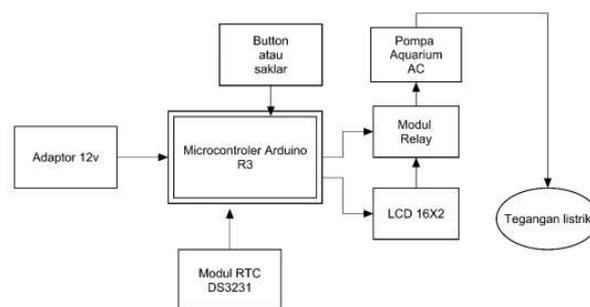
Metode penelitiannya adalah sebagai berikut:

1. Analisis masalahnya  
Analisis masalah merupakan suatu tahap awal sebelum dimulainya proses penelitian dengan melakukan penelusuran terhadap permasalahan yang ada pada suatu objek yang ingin diselesaikan [6][7][8].
2. Penelitian Literatur  
Sebelum memecahkan masalah yang sedang dihadapi, carilah dulu data, buku penelitian dan sumber informasi dari internet untuk referensi [9].
3. Analisis permintaan  
Analisis alat dan bahan yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah.
4. Desain sistem  
Tahap ini disebut juga pemodelan sistem [10], dimana diawali dari pemahaman konteks, mendefinisikan *output*, fasilitas dan fungsi sistem, serta alur pengembangan [11]. Pada tahap ini dilakukan desain sistem diagram alir, diagram blok, dll.
5. Implementasi sistem  
Menerapkan dan mengembangkan sistem pemecahan masalah. Implementasi sistem dilakukan dengan alat peraga yang dibuat untuk menerapkan konsep yang telah didesain [12].
6. Pengujian dan identifikasi kesalahan  
Untuk menegaskan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik, maka harus melalui tahap pengujian agar dapat menemukan kesalahan-kesalahan [13].

## 3. Analisa dan Perancangan

### 3.1. Diagram Blok

Pada diagram blok berikut, menjelaskan mode kerja alat secara keseluruhan mulai dari masukan, proses hingga luaran. Pada diagram blok ini hanya terdapat hubungan jalur antar blok, tetapi setiap blok memiliki komponen utama dan komponen pendukung. Gambar di bawah ini adalah diagram blok dari mikrokontroler alat ini.



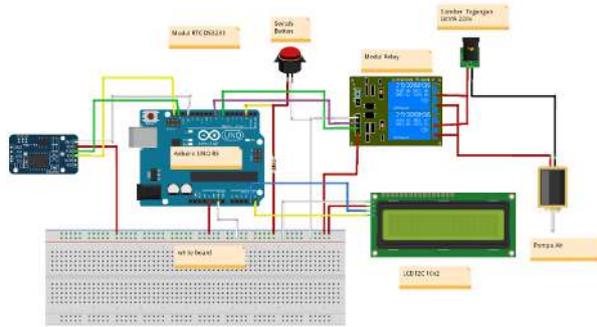
Gambar 1. Diagram Blok Kerja Alat

Dari diagram blok di atas, fungsi masing-masing blok dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Adaptor 12v, yang dapat memberikan tegangan untuk Arduino dan komponen lain yang terhubung.
2. Mikrokontroler Arduino Uno R3 digunakan untuk mengontrol semua komponen termasuk komponen input dan komponen output.
3. Karakter Lcd 16x2, digunakan untuk memantau aktivitas yang sedang dilakukan oleh sistem.
4. RTC DS3231 Untuk mengatur Jadwal pompa hidup dan kapan mati.
5. Relai 2 saluran digunakan sebagai sakelar otomatis untuk menghidupkan dan mematikan pompa.
6. Tombol sakelar digunakan sebagai pemutus arus atau penghubung arus dari sumber arus ke beban.

### 3.2. Perancangan Keseluruhan Alat

Desain keseluruhan alat mencakup empat elemen penting yang terintegrasi satu sama lain. Unsur-unsur penting tersebut adalah rangkaian masukan, rangkaian kendali, rangkaian keluaran dan program perangkat lunak yang terintegrasi. Rangkaian ini tersusun dari komponen-komponen elektronika. Bentuk masukan atau keluaran dari komponen elektronik ini diperlukan untuk pengoperasian normal mikrokontroler. Hal ini dilakukan agar mikrokontroler dapat mengatur dan mengontrol semua kinerja alat [14][15]. Seluruh rangkaian alat ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

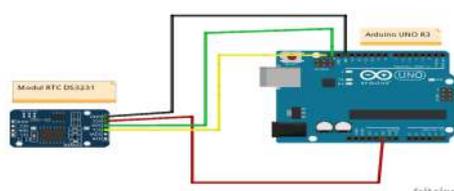


**Gambar 2.** Perancangan Keseluruhan Alat

1. Modul DS3231 RTC memiliki 4 konektor yang akan dihubungkan ke Arduino, dan setiap konektor memiliki VCC, GND, SCL, dan SDA. Pin VCC akan dihubungkan ke pin Arduino 5v, pin GND akan dihubungkan ke pin Arduino GND, pin SCL akan dihubungkan ke pin Arduino SCL, pin SDA akan dihubungkan ke Arduino SDA.
2. LCD terdapat 4 konektor masing-masing ada VCC, GND, SCL, SDA akan disambungkan ke pin arduino yaitu, VCC LCD dihubungkan ke 5v arduino,
3. GND LCD dihubungkan GND arduino, SDA dihubungkan ke pin A4 arduino, dan SLC dihubungkan ke A5 arduino.
4. Switch button terdapat dua kaki, kaki pertama dihubungkan ke pin GND arduino. Pin 5v arduino dihubungkan ke salah satu kaki resistor 10k $\Omega$ , kemudian ujung kaki resistor satunya dihubungkan ke pin 2 arduino dan dihubungkan ke kaki kedua switch button.
5. Modul relay terdapat 4 konektor yang dihubungkan ke pin arduino. Pin 5v arduino dihubungkan ke VCC relay, pin GND arduino dihubungkan ke GND relay, pin 7 dan 8 arduino dihubungkan ke IN1 dan IN2 relay.
6. Pompa aquarium akan dihubungkan ke modul relay, salah satu kabel pompa akan diputus dan bagian kabel kearah pompa dihubungkan ke pin 1 dan 4 pada channel modul relay. Kemudian kabel kearah listrik dihubungkan ke pin 2 dan 5 pada channel modul relay.

**3.3. Perancangan Modul RTC DS3231**

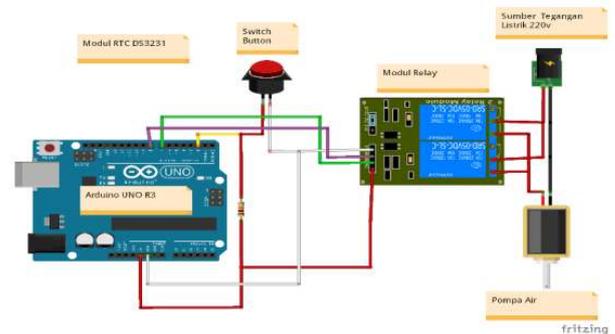
RTC adalah alat untuk mengakses waktu dan data kalender. RTC dapat mengakses informasi data waktu mulai dari detik dan menit, jam, tanggal, tanggal, bulan dan tahun secara real time. Saat mendesain alat ini, RTC digunakan untuk mengatur waktu mulai pompa.



**Gambar 3.** Perancangan Modul RTC DS3231

**3.4. Perancangan Relay**

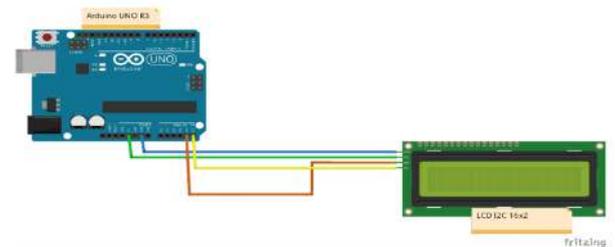
Relai adalah sakelar yang dioperasikan secara elektrik, merupakan komponen elektromekanis, terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (koil) dan bagian mekanis (sekumpulan kontak sakelar) [16]. Relai menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak sakelar sehingga arus daya rendah dapat menghantarkan arus tegangan yang lebih tinggi. Sebagai contoh, relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA dapat menggerakkan armature relay (digunakan sebagai sakelar) untuk mengalirkan arus 220V 2A. Dalam perancangan ini, relay digunakan sebagai sakelar otomatis untuk menghidupkan dan mematikan pompa air.



**Gambar 4.** Skematik Perancangan Relay

**3.4. Perancangan LCD**

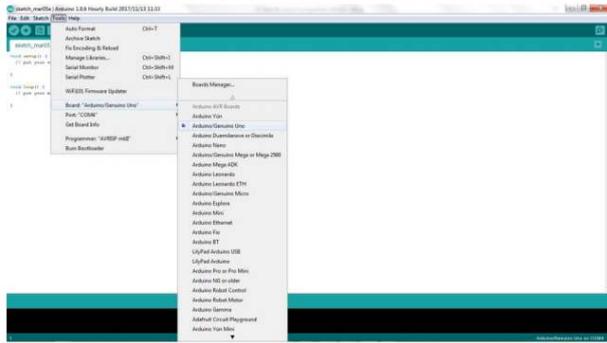
Modul liquid crystal display (LCD) merupakan modul tampilan universal, karena dapat menampilkan berbagai tampilan berupa huruf, angka dan karakter lainnya, serta dapat menampilkan berbagai teks dan pesan singkat lainnya. [17]. Saat merancang alat ini, LCD digunakan untuk menampilkan pompa mati dan waktu saat pompa mati secara real time.



**Gambar 5.** Perancangan LCD

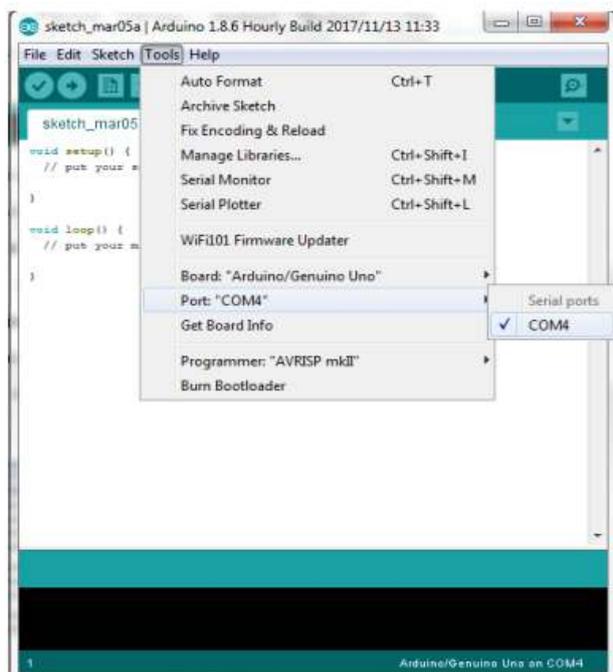
**3.5. Penggunaan Software IDE Arduino**

Perancangan sistem pada software arduino sangat penting karena disinilah software arduino digunakan untuk membuat dan mengupload program, dirancang untuk memasukkan kode program ke dalam arduino [18] [19]. Program diinisialisasi menggunakan Arduino Uno R3 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 6. Inisialisasi Jenis Arduino Pada IDE Arduino

Tujuan dari langkah ini adalah untuk memilih jenis mikrokontroler Arduino yang akan digunakan untuk membuat sistem. Saat mendesain alat ini menggunakan Arduino Uno R3. Selain langkah diatas kita juga perlu melakukan inialisasi port serial agar Arduino dapat terkoneksi dengan komputer, biasanya menggunakan kabel USB agar Arduino dapat terkoneksi dengan komputer. Berikut ini contoh inialisasi port Arduino pada Arduino Software IDE.



Gambar 7. Inisialisasi Port Serial Arduino

**3.6. Cara Kerja Alat**

Berikut ini menjelaskan metode kerja dan proses alat:

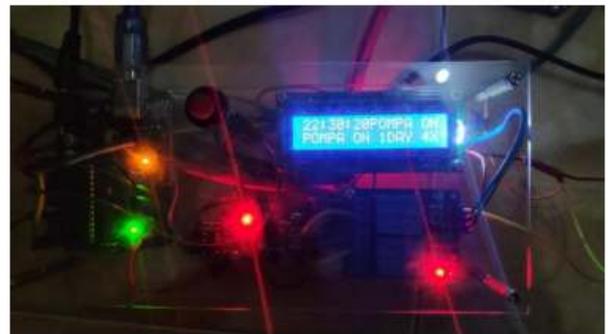
1. Pertama, sistem akan menyiapkan semua komponen sistem, seperti modul DS3231 RTC, LCD, relay, dan komponen pendukung lainnya yang terhubung dalam satu komponen.
2. Input berasal dari komponen modul DS3231 RTC
3. Selanjutnya modul DS3231 RTC mengirimkan data program ke Arduino berupa waktu dan jadwal untuk ditampilkan di LCD
4. Kemudian Module RTC DS3231 akan mengirimkan program perintah penjadwalan waktu ke Arduino

- untuk mengatur modul relay yang berfungsi untuk menghidupkan pompa air
5. Pompa air akan menyala selama 5 jam sekali dan jeda waktu mati selama 1 jam sekali.
6. Jika waktu menunjukkan pukul 00:00 pada layar LCD, otomatis relay akan menyala kemudian pompa air akan hidup sampai pukul 5 pagi, dan akan kembali nyala pada pukul 6 pagi sampai pukul 11, dan begitupun seterusnya.

**4. Implementasi dan Pengujian**

**4.1. Pengujian LCD**

Pada tahap ini modul LCD 16x2 digunakan untuk menguji komunikasi mikrokontroler Arduino, pada alat ini modul lcd 16x2 digunakan sebagai monitor untuk mengetahui kondisi kerja sistem monitoring dengan lebih mudah. Selain jadwal untuk menyalakan dan mematikan pompa, jadwal akan ditampilkan di LCD. Berikut adalah hasil pengujian lcd:



Gambar 8. Tampilan Jadwal LCD

**4.2. Pengujian Module RTC DS3231**

Pada perancangan alat ini penggunaan Module RTC DS3231 ditujukan untuk mengatur penjadwalan pada pompa serta sebagai penyimpan waktu. Yang mana Module RTC DS3231 akan mengirimkan perintah program penjadwalan waktu Arduino untuk mengatur modul relay yang berfungsi untuk menghidupkan pompa air, Berikut adalah hasil pengujian Module RTC DS3231.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian RTC DS3231

No	Jam	Menit	Keterangan
1	6	00	POMPA ON
2	11	00	POMPA OFF
3	12	00	POMPA ON
4	17	00	POMPA OFF
5	6	00	POMPA ON
6	23	00	POMPA OFF

**4.3. Pengujian Relay**

Dalam perancangan alat ini, penggunaan relai dimaksudkan untuk mengontrol pompa (yang sebelumnya dipesan oleh Arduino) agar memenuhi jadwal yang telah ditetapkan oleh modul DS3231 RTC. Berikut adalah hasil pengujian relay pada alat ini:

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Relay

No	Jam	Keterangan
1	6	RELAY ON
2	11	RELAY OFF
3	12	RELAY ON
4	17	RELAY OFF
5	6	RELAY ON
6	23	RELAY OFF
7	00	RELAY ON
8	5	RELAY OFF

#### 4.4. Pengujian Motor AC (Water Pump)

Pada perancangan alat ini pompa merupakan hasil akhir dari keseluruhan alat yang telah melalui serangkaian perintah, pompa akan hidup apabila sudah sesuai jadwal yang telah ditentukan oleh Modul RTC DS3231.

**Gambar 9.** Pengujian Motor AC

#### 4.5. Pengujian Push Button

Pada perancangan alat ini push button berfungsi hanya sebagai tombol Emergency, yang mana push button akan di pakai apabila pompa mati dalam keadaan terjadwal, yang disebabkan oleh listrik mati, otomatis pompa akan hidup kembali pada jadwal berikutnya, disini lah fungsi push button untuk menghidupkan pompa tersebut. Untuk menggantikan jadwal pompa yang hidup tadi, hal tersebut akan berlaku apabila listrik sudah menyala. Dan jadwal pompa hidup berikutnya masih lama.

### 5. Kesimpulan dan Saran

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis alat secara lengkap, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dibuat sebuah sistem otomatis pada aquaponik DFT yang dapat mengatur penjadwalan pada sirkulasi air, yang menggunakan modul RTC DS3231.
2. Modul RTC DS3231 ini sudah bekerja dengan baik dan akan mengirim data ke arduino untuk menghidupkan modul relay sesuai waktu yang sudah ditentukan.
3. Metode pengaturan sirkulasi otomatis pada aquaponik DFT, terbukti lebih efektif dan hemat listrik,

dibandingkan dengan metode sirkulasi yang belum otomatis dalam mengatur hidup dan mati pompa.

4. Keseluruhan sistem yang terdiri dari Arduino Uno, modul RTC DS3231, relay, pompa air, push button dan penampil LCD 16x2 dapat bekerja dan berintegrasi dengan baik.
5. Tombol button dapat digunakan untuk menggantikan waktu penjadwalan yang hilang karena adanya masalah seperti pemadaman listrik, dan juga dapat digunakan untuk menghidupkan pompa secara manual.

#### 5.2. Saran

1. Alat lain dapat ditambahkan, seperti memberi makan ikan secara otomatis atau sistem lain yang mendukung sistem perairan yang lebih kompleks.
2. Sistem dapat ditambahkan suatu sensor asam basa (sensor pH) pada air kolam aquaponik seperti pada penelitian [2], sehingga dapat diketahui nilai pH yang baik bagi tanaman aquaponik.
3. Perancangan Sistem yang dibuat adalah bentuk sistem yang dapat dimanfaatkan maupun diubah kedalam bentuk sistem yang lain, tidak terpaku hanya pada aquaponik saja. Bisa sebagai sistem otomatis lainnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] D. Alita, I. Tubagus, Y. Rahmanto, S. Styawati, and A. Nurkholis, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Wilayah Kelayakan Tanam Tanaman Jagung Dan Singkong Pada Kabupaten Lampung Selatan," *J. Sos. Sci. Teknol. Community Serv.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2020.
- [2] C. Saparinto, *Panduan Lengkap Budi Daya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik (Fc)*. Yogyakarta: Lily Publisher, 2014.
- [3] Z. Zulhelman, H. A. Ausha, and R. M. Ulfa, "Pengembangan Sistem Smart Aquaponik," *POLITEKNOLOGI*, vol. 15, no. 2, pp. 181–186, 2016.
- [4] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "Sistem Monitoring PH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *JTST*, vol. 01, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [5] S. Samsugi and D. E. Silaban, "Purwarupa Controlling Box Pembersih Wortel Dengan Mikrokontroler," in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIII*, 2018, no. November, pp. 1–7.
- [6] Hayatunnufus and D. Alita, "Sistem Cerdas Pemberi Pakan Ikan Secara Otomatis," *JTST*, vol. 01, no. 01, pp. 11–16, 2020.
- [7] D. Alita and A. Rahman, "Pendeteksian Sarkasme pada Proses Analisis Sentimen Menggunakan Random Forest Classifier," *J. Komputasi*, vol. 8, no. 2, pp. 50–58, 2020.
- [8] D. Alita, Y. Fernando, and H. Sulistiani, "Implementasi Algoritma Multiclass Svm Pada Opini Publik Berbahasa Indonesia Di Twitter," *J. TEKNOKOMPAK*, vol. 14, no. 2, p. 86, 2020.
- [9] S. Styawati, F. Ariany, D. Alita, and E. R. Susanto,

- “Pembelajaran Tradisional Menuju Milenial : Pengembangan Aplikasi Berbasis Web Sebagai,” *J. Sos. Sci. Teknol. Community Serv.*, vol. 1, no. 2, pp. 10–16, 2020.
- [10] R. I. Borman, D. A. Megawaty, and A. Attohiroh, “Implementasi Metode TOPSIS Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Biji Kopi Robusta Yang Bernilai Mutu Ekspor (Studi Kasus : PT. Indo Cafco Fajar Bulan Lampung),” *Fountain Informatics J.*, vol. 5, no. 1, p. 14, 2020.
- [11] R. D. Gunawan, T. Oktavia, and R. I. Borman, “Perancangan Sistem Informasi Beasiswa Program Indonesia Pintar (PIP) Berbasis Online (Tudi Kasus : SMA N 1 Kota Bumi),” *J. Mikrotik*, vol. 8, no. 1, pp. 43–54, 2018.
- [12] R. I. Borman, K. Syahputra, J. Jupriyadi, and P. Prasetyawan, “Implementasi Internet of Things pada Aplikasi Monitoring Kereta Api dengan Geolocation Information System,” in *Seminar Nasional Teknik Elektro 2018*, 2018, pp. 322–327.
- [13] I. Ahmad, R. I. Borman, J. Fakhrurozi, and G. G. Caksana, “Software Development Dengan Extreme Programming (XP) Pada Aplikasi Deteksi Kemiripan Judul Skripsi Berbasis Android,” *J. Invotek Polbeng - Seri Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 297–307, 2020.
- [14] A. S. Puspaningrum, F. Firdaus, I. Ahmad, and H. Anggono, “Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor MQ-2,” *JTST*, vol. 01, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [15] T. Widodo, B. Irawan, A. T. Prastowo, and A. Surahman, “Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3,” *JTIKOM*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2020.
- [16] K. Dickson, “Prosedur Penelitian Tindakan Kela,” *Teknik Elektronika*, 2021. .
- [17] K. Pindrayana, R. I. Borman, B. Prasetyo, and S. Samsugi, “Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno,” *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 71–82, 2018.
- [18] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, “Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno,” *JTST*, vol. 01, no. 01, pp. 17–22, 2020.
- [19] I. K. W. Gunawan, A. Nurkholis, and A. Sucipto, “Sistem Monitoring Kelembaban Gabah Padi Berbasis Arduino,” *JTIKOM*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.