



Jenis Artikel: *original research*

Implementasi Mikrokontroler Berbasis IoT Untuk Optimalisasi Kinerja Sistem Akuaponik

Mulkan Iskandar Nasution¹, Lailatul Husna Lubis¹, Wahyu Utama Akbar Ritonga¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Corresponding e-mail: lailatulhusnalubis@uinsu.ac.id

KATA KUNCI:

Mikrokontroler,
Sistem Akuaponik,
Internet of Things
(IOT)

Diterima: 12 Desember 2022
Direvisi: 15 Desember 2022
Diterbitkan: 31 Januari 2023
Terbitan daring: 31 Januari 2023

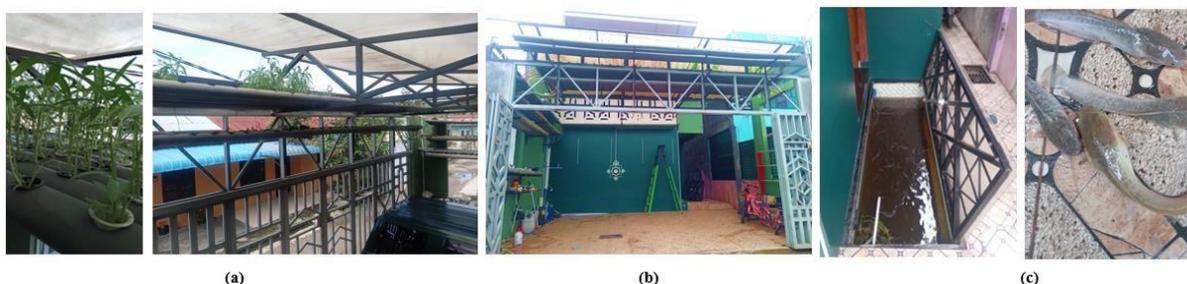
ABSTRAK. Penambahan perangkat mikrokontroler telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kinerja sistem akuaponik. Perangkat pompa dan pakan ikan kini dengan mudah bisa diakses dan dioperasikan oleh pemilik meski tidak berada di lokasi. Selain itu, perangkat mikrokontroler juga mampu memberikan informasi suhu dan pH air kolam secara real time. Dengan demikian kinerja sistem akuaponik menjadi lebih optimal karena pemilik bisa terus berinteraksi dan mengendalikan seluruh perangkat sistem akuaponik melalui mikrokontroler yang terkoneksi dengan aplikasi android. Komponen mikrokontroler yang dirancang terdiri dari: (1) NodeMCU ESP8266 untuk pusat kontrol; (2) LCD 16x2 I2 sebagai pemberi notifikasi visual terhadap nilai PH dan suhu air kolam; (3) Sensor Suhu Tipe DS18B20; (4) Sensor PH Tipe 450C; (5) Motor Servo Tipe MG996R sebagai motor penggerak pakan ikan; (6) Buzzer sebagai indikator bunyi. Mikrokontroler ini diterapkan pada sistem akuaponik tipe Nutrient Film Technique (NFT).

1. Pendahuluan

Sistem akuaponik adalah sistem budidaya pangan yang bisa memproduksi dua jenis pangan (sayuran dan ikan) dalam satu rangkaian sistem (Rakocy dkk, 2006; Hager dkk, 2021). Sistem ini kini semakin populer di dunia karena mampu memproduksi pangan secara terpadu, berkesinambungan, ramah lingkungan dan menjadi sebuah peluang bisnis yang menguntungkan (Goddek dkk, 2015). Sistem ini juga menjadi salah satu alternatif utama dalam upaya pengembangan pertanian di perkotaan sebab dapat diterapkan pada skala kecil dengan

efisiensi lahan dan sumber daya air. Upaya pengembangan dan penerapan sistem akuaponik pada pemukiman dilakukan untuk memberi pengetahuan ke masyarakat sehingga memberikan sebuah pergerakan perubahan pola pikir dalam membangun dan mendukung sistem akuaponik yang berkelanjutan (David dkk, 2022). Melalui sistem ini, kesadaran pemenuhan pangan sehat akan menjadi semakin berkembang di masyarakat (Rahdriawan dkk, 2019; Mayoral dkk, 2020). Namun dalam penerapan sistem ini ditemukan beberapa permasalahan: Pertama, Ikan yang dipelihara di dalam kolam akuaponik menderita penyakit dan sulit berkembang. Kedua, Tanaman dalam sistem hidroponik mengalami pertumbuhan yang lambat dan kurang subur. Hal ini membuat sistem belum memberikan hasil yang maksimal.

Permasalahan tersebut muncul pada sistem akuaponik yang berada di kawasan pemukiman di Kecamatan Medan Marelan Kota Medan Propinsi Sumatera Utara Indonesia. Sistem akuaponik yang diimplementasikan pada penelitian ini adalah tipe *Nutrient Film Technique* (NFT) yang menggunakan pipa PVC sebagai media tanam. Instalasi sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem aquaponik (a) Hidroponik (b) Tampak keseluruhan sistem (c) kolam ikan
(Dokumentasi Riset)

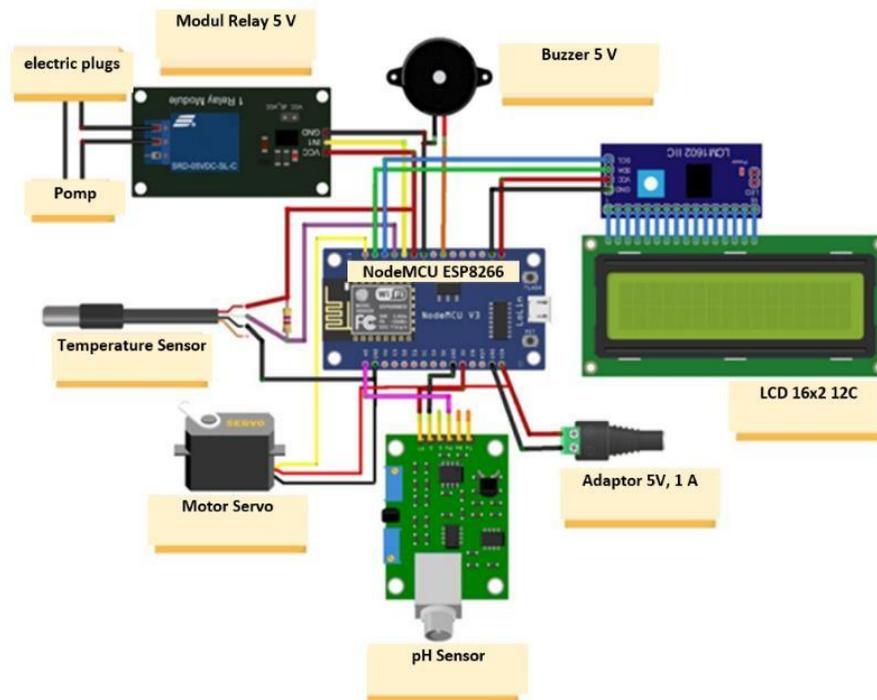
Hasil identifikasi awal menunjukkan bahwa sistem akuaponik yang terpasang memiliki beberapa permasalahan: Pertama, Sistem Akuaponik belum memiliki sistem kontrol dan monitoring parameter lingkungan yang baik. Padahal idealnya sebuah sistem akuaponik harus memiliki sebuah sistem kontrol parameter lingkungan untuk menjaga kualitas air. Air diumpamakan seperti aliran darah yang berfungsi membawa semua nutrisi baik secara makro dan mikro esensial dari akuakultur ke komponen hidroponik, kemudian air juga membawa oksigen dari akuakultur ke tangki ikan. Oleh sebab itu setidaknya ada lima parameter yang harus dipantau secara real time untuk menjaga kualitas air yaitu: Oksigen Terlarut (DO); (2) Keasaman Air (pH); (3) Suhu Air; (4) senyawa nitrogen; dan (5) Konduktivitas Listrik (EC). (Thorarinsdottir, 2015; Hager dkk, 2021). Kedua, Sistem resirkulasi air kolam tidak berfungsi maksimal disebabkan pompa masih diaktifkan secara manual sehingga resirkulasi air kolam tidak teratur dan belum terjadwal dengan baik. Hal ini berakibat pada penurunan kualitas air kolam. Semestinya pompa bisa diaktifkan secara otomatis berdasarkan penjadwalan kebutuhan waktu dan penyesuaian jenis tanaman (Hancock, 2012). Selanjutnya pada permasalahan ketiga, pemberian pakan ikan juga masih dilakukan secara manual sehingga kebutuhan pakan ikan di kolam tidak terpenuhi yang mengakibatkan pertumbuhan ikan tidak maksimal. Pemberian pakan ikan seharusnya dijadwalkan pada waktu tertentu dengan durasi 3-5 kali/hari agar pertumbuhan ikan menjadi maksimal (Tahapari dan Suhenda, 2009).

Pemantauan dan pengontrolan sistem akuaponik berbasis IoT berbentuk prototipe sudah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, antara lain: (Kyaw dan Ng, 2017; Vanditha dkk, 2019; Abdullah dan Mazalan, 2022). Dalam penelitian tersebut, peneliti mengusulkan berbagai macam sistem pemantauan akuaponik otomatisasi cerdas yang bisa membantu pengguna memelihara dan memantau sistem melalui aplikasi smartphone. Oleh sebab itu penelitian ini akan coba mengimplementasikan sistem pemantauan dan kontrol akuaponik secara real time berdasarkan hasil penelitian prototipe tersebut. Dengan demikian diharapkan pemilik sistem akuaponik di lokasi penelitian ini akan lebih mudah mengakses dan mengontrol pH, suhu, pompa kolam dan pakan ikan serta bisa mendapatkan informasi kualitas air kolam secara real time meski tidak berada di lokasi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Setelah melakukan studi literatur dari beberapa peneliti terdahulu maka dilakukan penyusunan dan Penerapan Perangkat Mikrokontroler berbasis Internet of Things (IoT) pada sistem akuaponik (Jawadwala dan Pingle, 2020; Rao dkk, 2021; Taha dkk, 2022; Chavan dkk, 2020; Ezzahoui dkk, 2022). Perangkat ini digunakan untuk melakukan proses pemantauan, kendali dan interaksi terhadap perangkat sistem akuaponik melalui jaringan internet. Proses tersebut dikerjakan oleh mikrokontroler Tipe NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai pusat kontrol.

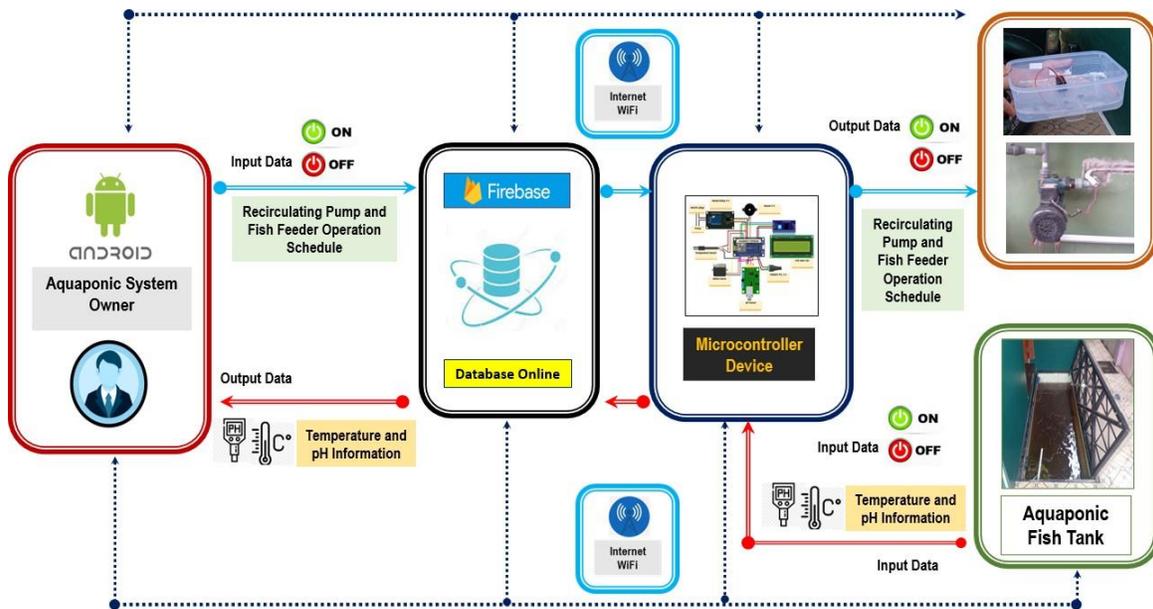
Mikrokontroler dilengkapi perangkat input berupa Sensor Suhu (Tipe DS18B20) dan Sensor PH (Tipe 450C). Sensor berfungsi mengidentifikasi kualitas air pada tangki ikan. Sedangkan pada perangkat output, mikrokontroler dilengkapi dengan LCD 16x2 I2C yang difungsikan sebagai pemberi notifikasi visual terhadap nilai PH dan suhu air kolam. LCD 16x2 I2C juga menampilkan tanggal dan waktu kerja sistem yang disesuaikan dengan jaringan internet. Perangkat output selanjutnya adalah Motor Servo Tipe MG996R yang digunakan sebagai motor penggerak katup pakan ikan. Kemudian ada juga perangkat Buzzer yang berfungsi sebagai indikator bunyi pada saat sistem mikrokontroler mulai bekerja. Rangkaian mikrokontroler yang dirancang pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Rancangan Rangkaian Mikrokontroler

. Prinsip kerja mikrokontroler ini sangat bergantung pada jaringan internet. Perangkat mikrokontroler difungsikan sebagai alat kendali jarak jauh oleh pemilik untuk mengoperasikan perangkat sistem akuaponik melalui aplikasi android. Perangkat sistem yang dikendalikan yaitu; (1) Pompa resirkulasi; dan (2) Alat pakan ikan. Pemilik bisa mengoperasikan pompa resirkulasi dan peralatan pakan ikan sesuai dengan jadwal dan durasi yang diinginkan. Perintah penjadwalan pompa resirkulasi dan peralatan pakan ikan dilakukan dari jarak jauh oleh pemilik melalui aplikasi android "Smart Pool". Selanjutnya perintah diteruskan dan disimpan di database online "firebase" kemudian diterima dan dieksekusi oleh NodeMCU ESP8266.

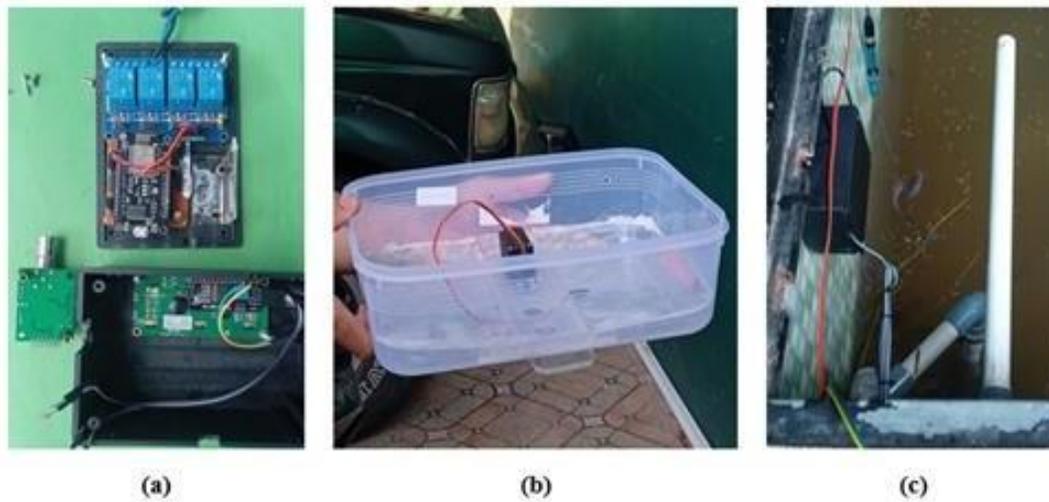
Sensor Suhu dan pH pada perangkat mikrokontroler akan memberikan input data berupa nilai suhu dan pH air kolam ke NodeMCU ESP8266. Selanjutnya input data tersebut diproses oleh program untuk disimpan di database online “Firebase”. Setelah itu data terkirim ke aplikasi android melalui jaringan internet. Informasi nilai suhu dan pH akan muncul pada layar aplikasi “Smart Pool” bersama papan jadwal pengoperasian pompa resirkulasi dan alat pakan ikan. Nilai suhu, pH dan tanggal waktu kerja sistem juga bisa dilihat pada LCD 16x2 I2C yang terpasang pada perangkat mikrokontroler. Prinsip kerja perangkat mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 4.



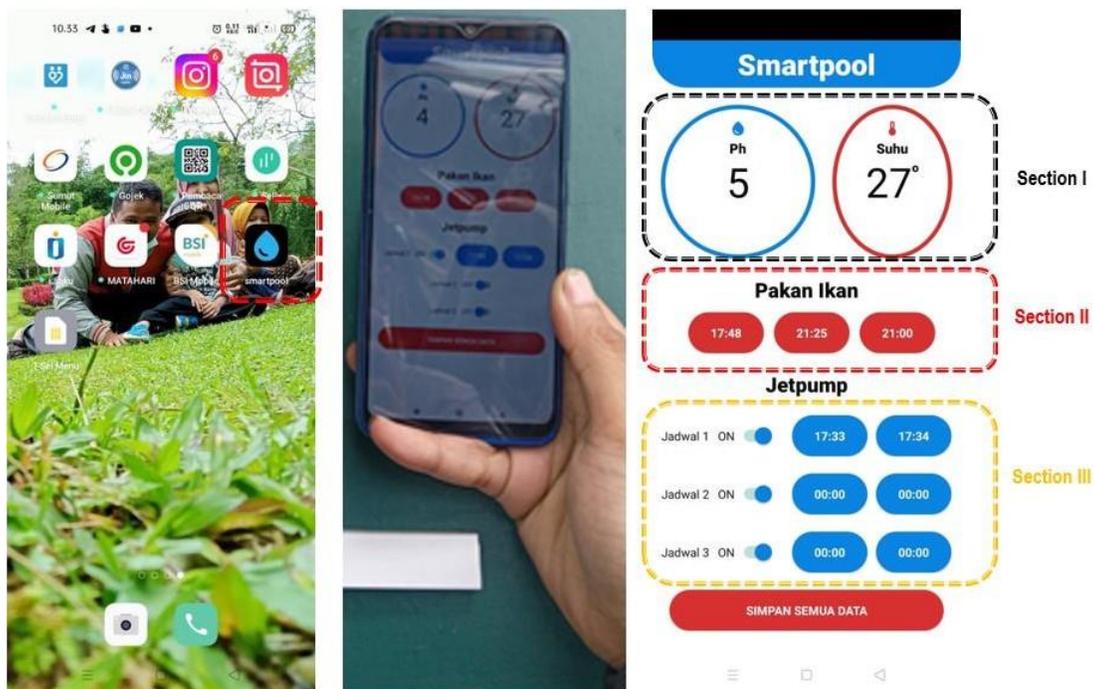
Gambar 3. Prinsip Kerja Perangkat Mikrokontroler

3. Hasil dan Pembahasan

Pemasangan mikrokontroler telah berhasil memberikan sebuah kemajuan yang baik bagi pengoperasian perangkat sistem akuaponik (Gambar 5). Pengoperasian pompa resirkulasi dapat dilakukan secara terjadwal dengan durasi tertentu sesuai dengan keinginan pemilik. Bahkan pengoperasian pompa kini bisa dijadwalkan dalam 3 (tiga) siklus waktu. Pengaturan durasi yang fleksibel telah menurunkan biaya operasional pompa sebab tidak lagi beroperasi selama 24 jam. Dengan demikian pemilik dapat menghemat listrik dan tentu saja kendala dalam pengoperasian pompa dapat diatasi meski pemilik tidak berada di lokasi sistem akuaponik. Pemberian pakan ikan juga dapat dilakukan dari jarak jauh dengan penjadwalan waktu sebanyak 3 (tiga) kali sehari. Jadwal bisa diubah dan disesuaikan dengan keinginan pemilik melalui aplikasi android. Porsi pakan yang diberikan dalam 1 kali pemberian makan adalah 50.00 gr (Somerville dkk, 2014). Aplikasi android tersebut adalah Smartpool dengan tampilan seperti pada Gambar 6. Aplikasi terdiri dari tiga bagian, di bagian pertama menginformasikan nilai suhu dan pH, Pada bagian kedua berisi tools penjadwalan pemberian pakan ikan dengan tiga jadwal waktu. Selanjutnya di bagian ketiga berisi tools untuk mengatur pengoperasian pompa resirkulasi. Perangkat ini dibangun menggunakan Software Arduino IDE dengan listing program/coding ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 4. Rangkaian Mikrokontroler (a) Modul (b) Alat Pakan Ikan (c) Sensor Suhu dan pH



Gambar 5. Tampilan Aplikasi Android “Smartpool”

Mikrokontroler juga dapat menginformasikan nilai suhu dan pH air kolam kepada pemilik secara real time (El-Saba, 2020; Gridling dan Weiss, 2006). Hasil pengujian sensor suhu dan pH yang ditunjukkan pada Gambar 6 menjelaskan bahwa nilai suhu dan pH yang ditampilkan pada aplikasi android dan LCD 16x2 I2C memiliki nilai yang sama. Nilai pH dan Suhu yang muncul pada LCD 16x2 I2C dan aplikasi ditampilkan dalam bentuk bilangan bulat pada saat pembacaan dan pengiriman data melalui mikrokontroler. Grafik hasil pengujian sensor suhu dan pH dapat dilihat pada Gambar 8.

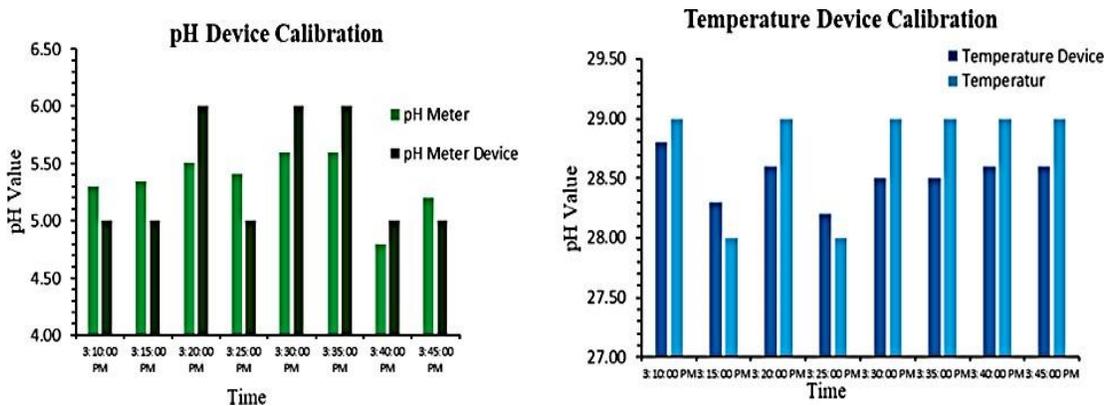
Hasil pengujian jadwal pompa dan pakan ikan juga menunjukkan waktu delay dengan nilai yang bervariasi. Pengujian waktu delay menggunakan peralatan stopwatch sebanyak lima kali pengujian. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mengatur jadwal pakan ikan dan pompa dengan delay waktu antara 10-15 detik sebelum buzzer berbunyi. Delay waktu bisa diakibatkan oleh kualitas jaringan internet dan jarak mikrokontroler dengan pakan ikan dan pompa. (Jaya dan Hirawan, 2017; Hartawan dan Sudiarsa, 2019). Hasil pengujian waktu delay dapat dilihat pada Tabel 1.

```
//-----WIFI-----
#define ssid "Beli_paket" // ganti nama wifi huruf Besar spasi dll samakan
#define pass "gakmautau" // ganti Password wifi huruf Besar spasi dll samakan

#define namadevice "-- SMART POOL --"
IPAddress local_IP (192,168,1,1);
IPAddress gateway (192,168,1,1);
IPAddress subnet (255, 255, 255, 0);
ESP8266WebServer server(80);
//-----FIREBASE-----
#define USER_EMAIL "projectkolamikan@gmail.com"
#define USER_PASSWORD "123456"
#define API_KEY "AlzaSyARvcpdz7E2jLv5Xy_V_buLbX693sOumJw"
#define DATABASE_URL "https://smartpool-10f53-default-rtdb.firebaseio.com/"
#define DATABASE_SECRET "XcKrH8wL0LpKIGzP2Un7g6ZaBoMREqjCYEnU9rIg"
//didpat dari setting > service account > firebase admin sdk >generate key
FirebaseData fbdo;
//-----NTP-----
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP, "id.pool.ntp.org", 25200, 60000);
char Time[ ]= "TIME:00:00:00";
char Date[ ]= "DATE:00-00-2000";
//Week Days
String weekDays[7]={"Min", "Sen", "Sel", "Rab", "Kam", "Jum", "Sab"};
//Month names
String months[12]={"Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "May", "Jun", "Jul", "Ags", "Sep", "Okt", "Nov", "Des"};

byte last_second, second_, minute_, hour_, day_, month_;
int year_;
String lokasi = "Users/"+uid+"/";
String autopompa1, autopompa2, autopompa3, start_pompa1, start_pompa2, start_pompa3, end_pompa1, end_pompa2, end_pompa3, pakan1, pakan2, pakan3, dbph, dbsuhu;
```

Gambar 6. Contoh Coding Program



Gambar 7. Nilai Kalibrasi pH dan Temperatur

Tabel 1. Nilai Pengujian Delay Perangkat Mikrokontroler

Percobaan	Target Kondisi Perangkat	Input Data	Output Data	Kondisi Buzzer
1	Hidup	9:45:00	9:45:10	Aktif
	Mati	9:49:00	9:49:15	Tidak Aktif
2	Hidup	10:00:00	10:00:11	Aktif
	Mati	10:05:00	10:05:12	Tidak Aktif
3	Hidup	10:15:00	10:15:12	Aktif
	Mati	10:20:00	10:20:15	Tidak Aktif
4	Hidup	10:23:00	10:23:15	Aktif
	Mati	10:27:00	10:27:13	Tidak Aktif
5	Hidup	10:34:00	10:34:13	Aktif
	Mati	10:35:00	10:35:15	Tidak Aktif

4. Kesimpulan

Mikrokontroler dapat digunakan sebagai alat kontrol perangkat sistem akuaponik melalui internet dengan sistem kendali jarak jauh. Perangkat mikrokontroler membantu pemilik dalam mengontrol pengoperasian pompa resirkulasi dan alat pakan ikan. Mikrokontroler juga membantu pemilik mendapatkan informasi real time tentang kondisi air kolam (suhu dan pH). Mikrokontroler telah meningkatkan kinerja sistem akuaponik secara nyata. Pemilik kini telah lebih mudah mengakses perangkat akuaponik meski tidak berada di lokasi sistem akuaponik.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (UINSU) karena telah memberikan pendanaan pada penelitian ini melalui Anggaran Penelitian BPOPTN 2022. Atas pendanaan tersebut penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

Keterlibatan Penulis

MIN melakukan analisis data, LHL memberi gagasan pokok ide penelitian, menulis manuskrip original dan menulis manuskrip revisi. WAR merancang alat dan instrumen.

Daftar Pustaka

Daftar Pustaka dari Buku:

- Gridling, G., dan Weiss, B. (2006). *Introduction to Microcontrollers*. Vienna, Austria: Vienna University of Technology.
- El-Saba, M. (2020). *Introduction to Microcontrollers and Embedded Systems*. Cairo, Egypt: Faculty of Engineering, Ain-Shams University in Cairo Department of Electronics and Communication Engineering.
- Hager dkk, J. (2021). *Aquaponics Production Manual A Practical Handbook for Growers*. Frankfort, Kentucky: School of Aquaculture and Aquatic Sciences College of Agriculture, Community, and the Sciences.
- Hager dkk, J. (2021). *Aquaponics Production Manual A Practical Handbook for Growers*. Frankfort, Kentucky: School of Aquaculture and Aquatic Sciences College of Agriculture, Community, and the Sciences.

- Mayoral dkk, J. Á. (2020). *Technical Manual of Aquaponics Combined with Open Culture Adapting to Arid Regions*. Japan: Fukui Print Miyanaga 21-4 Tottori City, Japan.
- Thorarinsdottir, R. I. (2015). *Aquaponics Guidelines*. Iceland: Haskolaprent.

Daftar Pustaka dari Jurnal:

- Abdullah, M. S., dan Mazalan, L. (2022). Smart Automation Aquaponics Monitoring System. *International Journal on Informatics Visualization*, 256-263.
- Chavan dkk, J. (2020). Smart Aquaponics Farming Using IOT and Mobile Computing. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering (IJARCCE)*, 22-29.
- David dkk, L. H. (2022). Sustainability of Urban Aquaponics Farms: An Emery Point of View. *Journal of Cleaner Production*.
- Ezzahoui dkk, I. (2022). The Aquaponic Ecosystem Using IoT and IA Solutions. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 1-15.
- Goddek dkk, S. (2015). Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics. *sustainability*, 4199-4224.
- Hancock, R. (2012). *Water and Energy Conservation Grow System: Aquaponics and Aeroponics with a Cycle Timer*. San Luis Obispo: California Polytechnic State University.
- Hartawan, I. B., dan Sudiarsa, I. (2019). Analisis Kinerja Internet of Things Berbasis Firebase Real-Time Database. *Jurnal Resistor*, 1-11.
- J. S., dan Hirawan, D. (2017). Pembangunan Sistem Pemantauan Rumah Walet Berbasis IoT. *elib.unikom.ac.id*.
- Jawadwala, M., dan Pingle, Y. (2020). Aquaponics for Agriculture Using IOT. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, 410-415.
- Kyaw, T. Y., dan Ng, A. K. (2017). Smart Aquaponics System For Urban Farming. *Energy Procedia*, 342-347.
- Rahdriawan dkk, M. (2019). Sustainable Urban Farming Through Community Based Aquaponics Case: Kandri Village, Semarang. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*.
- Rakocy dkk, J. E. (2006). Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture. *Southern Regional Aquaculture Center*.
- Rao dkk, K. R. (2021). Design and Implementation of an Automated Aquaponics System using Internet of Things. *Natatural Volatiles and Essential Oils (NVEO)*, 5125 – 5139.
- Romadhon, M. R., dan Arrofiq, M. (2020). Analisis Trafik Data pada Sistem Pemantau Arus Listrik Panel Hubung Bagi. *Journal of Internet and Software Engineering (18 JISE)*, 18-23.
- Shaout, A., dan Scott, S. G. (2017). IoT Fuzzy Logic Aquaponics Monitoring and Control Hardware Real-Time System. *The International Arab Conference on Information Technology*.
- Somerville dkk, C. (2014). *Small-scale aquaponic food production Integrated fish and plant farming*. Rome: Food and Agriculture Organization Of The United Nations.
- Taha dkk, M. F. (2022). Recent Advances of Smart Systems and Internet of Things (IoT) for Aquaponics Automation: A Comprehensive Overview. *Chemosensors*, 3-26.
- Tahapari, E., dan Suhenda, N. (2009). Penentuan Frekuensi Pemberian Pakan untuk Mendukung Pertumbuhan Benihikan Patin Pasupati. *Berita Biologi*, 693-698.
- Vanditha, dkk. (2019). Aquaponics Cultivation With IOT Monitoring. *International Journal of Advanced Computational Engineering and Networking*, 1-5.