

**SISTEM KENDALI TDS DAN pH PADA AKUAPONIK
MENGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



Disusun oleh:

ALIFIAN DZIKRI RAMADHAN

3332150049

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis skripsi berikut:

Judul : Sistem Kendali TDS Dan pH Pada Akuaponik
Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis *IoT*
Nama Mahasiswa : Alifian Dzikri Ramadhan
NIM : 3332150049
Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi tersebut diatas adalah benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 18 September 2023



Alifian Dzikri Ramadhan
NPM.3332150049

LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini ditetapkan bahwa Skripsi berikut:

Judul : Sistem Kendali TDS dan pH Pada Akuaponik
Menggunakan Metode Logika *Fuzzy* Berbasis IoT

Nama Mahasiswa : Alifian Dzikri Ramadhan

NPM : 3332150049

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Telah di uji dan di pertahankan pada tanggal 30 September 2022 melalui Sidang Skripsi di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon dan dinyatakan LULUS.

Dewan Penguji

Pembimbing I : Dr. Alimuddin, S.T., M.M., M.T

Penguji I : Dr. Irma Saraswati, S.Si., M.T.

Penguji II : Heri Haryanto, S.T., M.T.

Tanda Tangan



Mengetahui,

Ketua Jurusan



Dr. Romi Wiryadinata, S.T., M.Eng

NIP. 198307032009121006

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat kepada Allah SWT karena atas Rahmat dan Karunia-Nya akhirnya saya dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul, Sistem Kendali TDS dan pH Pada Akuaponik Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis IoT skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada suri tauladan terbaik sepanjang masa, yaitu Nabi Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini tidak bisa terwujud tanpa adanya bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan, penulisan dan penyelesaian skripsi ini, yaitu:

- (1) Kedua orang tua ibu dan bapak tercinta, dan adik-adik saya yang telah memberikan nasehat, semangat, doa, dan materi yang tak terhingga nilainya.
- (2) Bapak Dr. Romi Wiryadinata, S.T., M. Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
- (3) Bapak Dr. Alimuddin, S.T., M.M., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi yang dengan sabar telah banyak memberikan arahan, bimbingan dan motivasi kepada saya dalam menyelesaikan skripsi.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Cilegon, 18 Agustus 2022

Alifian Dzikri Ramadhan

ABSTRAK

Alifian Dzikri Ramadhan
Teknik Elektro

Sistem Kendali Tds dan pH pada Akuaponik Menggunakan Metode Logika Fuzzy

Kualitas air sangat berpengaruh pada perkembangan akuaponik, pH dan TDS merupakan parameter penting dalam kualitas air. Penelitian ini mengendalikan nilai pH dan TDS menggunakan metode logika Fuzzy untuk mencapai *setpoint*. Metode logika Fuzzy nantinya bisa mengendalikan pompa untuk merubah nilai pH dan TDS sesuai dengan *setpoint*. *Setpoint* yang dirancang pada penelitian ini untuk pH yaitu 6,5 dan TDS yaitu 1100 PPM (*parts per million*). Sistem kendali pH dan TDS pada akuaponik menggunakan metode logika Fuzzy berhasil mendapatkan performa terbaik untuk pH dengan *settling time* 300 detik dengan *error steady-state* sebesar 0,31% dan performa terbaik untuk TDS dengan *settling time* 210 detik dengan *error steady-state* sebesar 0,68%.

Kata kunci: Akuaponik, Logika Fuzzy, pH, TDS

ABSTRACT

Alifian Dzikri Ramadhan

Electrical Engineering

System Control pH and Tds In Aquaponics Using Fuzzy Logic

Water quality very affects the growth progress of plants and fish, pH and TDS are important parameters in water quality. This research controls the pH and TDS values using Fuzzy logic method to reach the setpoint value. The Fuzzy logic method will control the pump to adjust the pH and TDS values according to the setpoint. The setpoint designed in this research for pH is 6.5 and TDS is 1100 PPM (parts per million). The control system using the Fuzzy logic method got the best performance for pH at settling time 300 seconds and *error steady-state* of 0.31%. And the best performance for TDS at settling time 210 seconds and *error steady-state* of 0.68%.

Keywords: Aquaponic, Fuzzy Logic, pH, TDS.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Akuaponik	5
2.2 Kualitas Air	5
2.3 Jenis-jenis ikan	6
2.4 Jenis-jenis Tanaman	7
2.5 Sistem Kendali	7
<u>2.5.1</u> Karakteristik Respon Kendali	8
2.6 Fuzzy <i>Logic</i>	9
2.7 Sensor	12
<u>2.7.1</u> Karakteristik Statik Alat ukur	12
<u>2.7.2</u> Sensor TDS Meter	13
<u>2.7.3</u> Sensor pH <i>meter analog kit</i>	14
2.8 Komponen Sistem Pengendali	14
2.9 Kajian Pustaka.....	16

BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Alur Penelitian	19
3.2 Perancangan Model Akuaponik	20
3.3 Perancangan <i>Software</i>	20
<u>3.3.1</u> Perancangan Metode Logika Fuzzy	21
<u>3.3.2</u> Perancangan Program Mikrokontroler	23
3.4 Perancangan <i>Hardware</i>	24
<u>3.4.1</u> Perancangan Sistem Mikrokontroler	26
<u>3.4.2</u> Rangkaian Sensor TDS	26
<u>3.4.3</u> Rangkaian Sensor pH	26
<u>3.4.4</u> Rangkaian <i>Water Pump</i>	27
<u>3.5</u> Perancangan Aplikasi	28
<u>3.5.1</u> Perancangan <i>Database</i>	28
<u>3.5.2</u> Perancangan Tampilan Aplikasi Android	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Pengujian <i>Hardware</i>	30
<u>4.1.1</u> Pengujian Sensor pH	30
<u>4.1.2</u> Pengujian <i>Sensor TDS</i>	32
<u>4.1.3</u> Pengujian Relay dengan Pompa Air	35
4.2 Pengukuran Debit Air	35
4.3 Pengujian Monitoring.....	35
<u>4.3.1</u> Pengujian <i>Monitoring pH</i>	36
<u>4.3.2</u> Pengujian <i>Monitoring TDS</i>	36
4.4 Pengujian Sistem Kendali Pada Perubahan <i>Setpoint</i>	37
<u>4.4.1</u> Pengujian Sistem Kendali pH	37
<u>4.4.2</u> Pengujian Sistem Kendali pH pada Pekan Pertama	39
<u>4.4.3</u> Pengujian Sistem Kendali pH pada Pekan Kedua.....	40
<u>4.4.4</u> Pengujian Sistem Kendali pH Pada Pekan Ketiga	41
<u>4.4.5</u> Pengujian Sistem Kendali pH Pada Pekan Keempat	42
<u>4.4.6</u> Pengujian Sistem Kendali TDS.....	43
<u>4.4.7</u> Pengujian Sistem Kendali TDS Pada Pekan Pertama	45
<u>4.4.8</u> Pengujian Sistem Kendali TDS Pada Pekan Kedua.....	46

4.4.9	Pengujian Sistem Kendali TDS Pada Pekan Ketiga	47
4.4.10	Pengujian Sistem Kendali TDS Pada Pekan Keempat.....	48
4.5	Pengujian Aplikasi	49
4.6	Pengujian <i>Database</i>	50
4.7	Laju Pertumbuhan Akuaponik	50
BAB V	PENUTUP	52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	A
	<i>Listing Code</i>	A
	Hasil Pengujian	B

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem akuaponik	5
Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Kendali Loop Terbuka.....	8
Gambar 2.3 Blok Diagram Sistem Kendali Loop Tertutup	8
Gambar 2.4 Representasi linier naik	10
Gambar 2.5 Representasi kurva segitiga	10
Gambar 2.6 Representasi kurva bahu	11
Gambar 2.7 TDS <i>meter analog kit</i>	13
Gambar 2.8 pH <i>meter analog kit</i>	14
Gambar 3.1 Rancangan Sistem Akuaponik	20
Gambar 3.2 Blok Perancangan	21
Gambar 3.3 Figure FIS pH Dan TDS	21
Gambar 3.4 Keanggotaan Error pH Dan Deltaerror pH	22
Gambar 3.5 Keanggotaan Error pH Dan Deltaerror pH	22
Gambar 3.6 Keanggotaan <i>Output</i> MotorpH Dan MotorTDS.....	23
Gambar 3.7 Perancangan <i>Hardware</i>	24
Gambar 3.8 Perancangan Sensor TDS	26
Gambar 3.9 Perancangan sensor pH.....	27
Gambar 3.10 Perancangan Water Pump.....	27
Gambar 3.11 Tampilan Home Aplikasi	27
Gambar 3.12 Tampilan Block Programming.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP 32	15
Tabel 4.1 Perbandingan Sensor pH dan pH Meter pH <i>Buffer</i> 4,08.....	31
Tabel 4.2 Perbandingan Sensor pH dan pH Meter pH <i>Buffer</i> 6.88.....	31
Tabel 4.3 Perbandingan Sensor pH dan pH Meter pH <i>Buffer</i> 9,18.....	32
Tabel 4.4 Perbandingan Sensor TDS Dan TDS Meter <i>Buffer</i> TDS 1016 PPM....	34
Tabel 4.5 Perbandingan Sensor TDS dan TDS Meter TDS <i>Buffer</i> 500 PPM.....	34
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sistem Kendali pH Terhadap <i>Setpoint</i>	38
Tabel 4.7 Respon Kendali Terhadap Grafik pH Pekan Pertama.....	38
Tabel 4.8 Respon Kendali Terhadap Grafik pH Pekan Kedua	41
Tabel 4.9 Respon Kendali Terhadap Grafik pH Pekan Ketiga	42
Tabel 4.10 Respon Kendali Terhadap Grafik pH Pekan Keempat	43
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Sistem Kendali TDS Terhadap <i>Setpoint</i>	44
Tabel 4.12 Respon Kendali Terhadap Grafik TDS Pekan Pertama.....	45
Tabel 4.13 Respon Kendali Terhadap Grafik TDS Pekan Kedua.....	47
Tabel 4.14 Respon Kendali Terhadap Grafik TDS Pekan Ketiga	48
Tabel 4.15 Respon Kendali Terhadap Grafik TDS Pekan Keempat.....	49
Tabel 4.16 Hasil Pertumbuhan Akuaponik	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akuaponik merupakan sebuah metode gabungan dari budidaya hidroponik dengan akuakultur [1]. Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan budidaya akuaponik salah satunya kualitas pH dan TDS (*Total Dissolve Solid*) air akuaponik [2]. Aquaponik secara signifikan mengurangi persyaratan untuk *input* nutrisi dan pembuangan limbah, sebagai lawan dari operasi terpisah dari dua sistem. Akuaponik ramah lingkungan karena tingginya tingkat air [3].

Kandungan pH dan TDS sangatlah berpengaruh pada proses pertumbuhan akuaponik, maka dari itu ada besaran idealnya agar akuaponik bisa tumbuh secara maksimal, untuk kandungan pH sekitar 5,5 sampai 6,5 PH dan TDS sekitar 1050 sampai 1200 PPM [4] *Monitoring* pH air sangat penting dilakukan untuk mengetahui baik buruknya kualitas air. Penyediaan air bersih dengan kualitas yang buruk dapat mengakibatkan dampak yang buruk bagi kesehatan tanaman dan ikan yaitu timbulnya berbagai penyakit. [5]. Pengguna hidroponik ada yang menggunakan PPM sebagai acuan dalam menanam secara hidroponik ada juga yang menggunakan *EC meter* sebagai acuan dalam berkebun hidroponik [6].

Logika Fuzzy digunakan karena metode tersebut terkenal dapat mengakomodir data bukan *biner* dan bersifat *non linier* sehingga logika Fuzzy cocok digunakan karena menggunakan nilai *linguistic* yang tidak *linier* [7]. Dalam teori logika Fuzzy suatu nilai bias bernilai benar atau salah secara Bersama [8]. Dalam memanfaatkan logika Fuzzy, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, salah satunya adalah bagaimana mengolah *input* menjadi *output* melalui sistem inferensi Fuzzy. Logika Fuzzy bisa digunakan untuk menentukan lamanya waktu atau kecepatan putaran motor dengan mengatur siklus kerja untuk setiap motor [9]. Logika Fuzzy sangat diperlukan pada suatu kondisi yang hanya bisa dijawab dengan 'ya' atau 'tidak'. Logika Fuzzy muncul sebagai akibat dari ketidakpastian suatu data atau informasi [10]. Teori Fuzzy menggunakan variabel linguistik yang nilainya adalah kata-kata Fuzzy, atau lebih bersifat ekspresi yang berakar pada bahasa alami [11].

Internet of Thing atau *IoT* adalah sebuah istilah yang dimaksudkan dalam penggunaan internet yang lebih besar, mengadopsi komputasi yang bersifat mobile dan konektivitas kemudian menggabungkannya ke dalam kehidupan sehari-hari [10]. Teknologi *Internet of Things* (*IoT*) menjawab permasalahan untuk mengatasi proses perawatan yang membutuhkan waktu lebih, dan teknologi *IoT* bisa meringankan beberapa proses perawatan diantaranya adalah pemantauan kadar pH dan TDS pada kolam akuaponik [12].

IoT adalah jaringan cerdas yang menghubungkan semua hal ke internet untuk tujuan pertukaran informasi dan berkomunikasi melalui perangkat penginderaan informasi sesuai dengan protokol yang disepakati [13]. *Firebase* adalah API yang disediakan google untuk penyimpanan dan penyelarasan data ke dalam aplikasi Android, iOS, atau web [14]. *Firebase* terdiri dari fitur pelengkap yang bisa dipadukan sesuai dengan kebutuhan (*Google*). Digunakannya *firebase*, karena platform yang telah dikembangkan oleh *Google* ini memiliki fitur cukup mumpuni untuk dimanfaatkan pada beberapa aplikasi [15]. Penelitian ini memonitoring pH dan TDS pada akuaponik kedalam jaringan publik untuk mengetahui kondisi tanaman dan ikan secara terus menerus (*realtime*) dan mengendalikan pompa secara otomatis agar pH dan TDS pada akuaponik dapat disesuaikan kebutuhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem kendali pH dan TDS pada akuaponik menggunakan metode logika Fuzzy?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem kendali pH dan TDS pada akuaponik menggunakan metode logika Fuzzy?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan perancangan sistem kendali pH dan TDS pada akuaponik menggunakan metode logika Fuzzy.

2. Dapat mengimplementasikan sistem kendali pH dan TDS pada akuaponik menggunakan metode logika Fuzzy.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat mengendalikan pH dan TDS pada akuaponik menggunakan metode logika Fuzzy.
2. Mengetahui bagaimana performa sistem kendali pada sistem ini.
3. Membantu dan mempermudah dalam melakukan pemantauan guna menjaga kualitas pH dan TDS pada akuaponik.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian terdapat beberapa batasan masalah yaitu:

1. Membahas secara khusus pemantauan pH dan TDS pada akuaponik menggunakan mikrokontroler ESP32.
2. Sistem dikhususkan untuk memantau dua parameter saja yaitu pH dan TDS.
3. Sistem kendali yang digunakan yaitu kendali Fuzzy
4. Tidak membahas sumber listrik cadangan.
5. Menggunakan Firebase database sebagai tempat penyimpanan data dan MIT App Inventor2 sebagai pembuat aplikasi untuk pemantauan.
6. Penelitian ini menggunakan *software* Matlab dan Arduino IDE.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari lima bab. Bab I yaitu pendahuluan yang menjelaskan tentang segala sesuatu yang dilakukan dalam penelitian meliputi latar belakang masalah dalam penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan batasan masalah.

Bab II yaitu tinjauan pustaka yang berisikan tentang perkanalan akuaponik, jenis-jenis perairan, jenis ikan, jenis tanaman, sistem kendali, metode logika Fuzzy dan komponen-komponen *hardware* dan teori *IoT*.

Bab III yaitu metodologi penelitian yang berisikan tentang tentang tahap-tahap perancangan sistem, baik secara *hardware* maupun *software* kemudian

rancangan logika Fuzzy. perancangan aplikasi android untuk pemantauan, penyimpanan data pada *database firebase*. Pembuatan aplikasi menggunakan MIT app inventor.

Bab IV yaitu hasil dan pembahasan yang berisikan data-data hasil monitoring dan kendali yang dilakukan setiap pengambilan data dari ikan dan tanaman yang nantinya dianalisis sesuai dengan sistem kendali yang telah dirancang selain itu juga menganalisa bagaimana pengaruh metode logika Fuzzy pada media ini terhadap dampak akuaponik.

Bab V yaitu penutup yang berisikan hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan kemudian ditulis dalam kesimpulan dan saran untuk melengkapi kekurangan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Burlian A., Y. Rahmanto., S. Samsugi., and A. Sucipto, “Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3,” Universitas Teknologi Indonesia, Lampung, 2021.
- [2] Monica O. “Pemanfaatan Sistem Resirkulasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias Batrachus*) Dengan Sistem Akuaponik Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Terhadap Padat Tebar Ikan Nila Merah (*Oreochromis Niloticus*),” Sumatra: Universitas Sumatra Utara, 2020.
- [3] Krastanova M., I Sirakov., S. I Kirilova., D. Yarkov, and Pety, “*Aquaponic systems: biological and technological Parameters*,” Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2022.
- [4] Sotyohadi, W., Surya., and I. Komang, “Perancangan Pengatur Kandungan Tds Dan Ph Pada Larutan Nutrisi Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- [5] Rahmanto Y., A. Rifaini., S. Samsugi., Sampurna, Riskiono, “Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno,” Universitas Teknologi Indonesia, 2020.
- [6] Irchasandro S., Sungkono, and Agus P. “Sistem Otomatisasi Perawatan Hidroponik Padatanaman Kangkung Berbasis Iot,” Malang: Politeknik Negri Malang, 2021.
- [7] Jiwa K., I. Wirama., and I. Wayan. “Implementasi *Iot* Cerdas Berbasis *Inference* Fuzzy Tsukamoto Pada Pemantauan Kadar Ph Dan Ketinggian Air Dalam Akuaponik (*Smart Iot Based Inference Fuzzy Tsukamoto Implementation On Monitoring Ph Levels And Water Height In Aquaponics*),” Mataram: Universitas Mataram. 2019.
- [8] Megawati D., Masykuroh K., Kurnianto D., and Kunci K. “Rancang Bangun Sistem Monitoring Ph Dan Suhu Air Pada Akuaponik Berbasis *Internet Of Thing (Iot) Design Of Monitoring System For Ph And Water Temperature In Aquaponic Base On Internet Of Thing (Iot)*,” Purwokerto: Telkom Purwokerto, 2020.
- [9] Bracino A. A., S. Ronnie., Grace D., Rhay R. P, and S. Dadios, “*Fuzzy Logic-Based Automated pH and Temperature Control System for Biofilter in Smart Aquaponics*,” *Journal of Computational Innovations and Engineering Applications*, 2020.
- [10] Ronnie S., Lauguico S. C., Jonnel D., Alejandrino., Bandala A. A., Sybingco E., Vicerra R. R. P., Dadios P. E, and Cuello J, “*Adaptive Fertigation System Using Hybrid Vision-Based Lettuce Phenotyping and Fuzzy Logic Valve Controller Towards Sustainable Aquaponics*,” *Concepcion*, 2021.
- [11] Ronnie S., Lauguico S. C., James M. P., Loresco M., Valemzuela I. C., Dadios E. P, and Bandala A. A, “*Automated Nutrient Solution Control*

System Using Embedd Fuzzy Logic Controller for Smart Nutrient Film Technique Auaponics,” Journal of Computational Innovations and Engineering Applications, 2020.

- [12] Jonathan S., Priskila K., Angelicha T., and Salaki R. “Penentuan Beasiswa Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis *Web Scholarship Determination Using Web Based Fuzzy Tsukamoto Method,*”. Universitas Sam Raitulangi. 2022.
- [13] Bijan D., Imam M., and Soleha. “Himpunan Fuzzy dan *Rough Sets,*”. Institut Teknologi Sepuluh November. 2021.
- [14] Axmadjonov M. F, and Mirzaraximov M. A, “*Firestore in Real Time Systems Based on Client Server Technology,*” *Scientific Journal Impact Factor, 2021*
- [15] Defa R., M. Ramdhani., R. Priramadhi., and B. Aprillia. “*Automatic Controlling System and Iot Based Monitoring For Ph Rate On The Aquaponics System,*”. Bandung: Telkom Bandung. 2019.
- [16] Maniagasi R., S. Tumembouw., and Y. Mundeng. “Analisis Kualitas Fisika Kimia Air di Areal Budidaya Ikan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara (*Analysis of Physical-Chemical Quality Of Waters At Aquaculture Area In Lake Tondano, North Sulawesi Province,*”). Sulawesi Utara. 2013.
- [17] Faysal M.,. “*Assessment Of Ph And Total Dissolved Substances (Tds) In The Commercially Available Bottled Drinking Water,*”. Bangladesh. 2017
- [18] Lucien M., and L. Amanda. “Analisa Kualitas Air Alkalinitas Dan Kesadahan (*Hardness*) Pada Pembesaran Udang Putih (*Litopenaeus Vannamei*) Di Laboratorium *Animal Health Service* Binaan Pt. Central Proteina Prima Tbk. Medan,”. Sekolah Tinggi Perikanan Sibolga. 2016.
- [19] Adi F., B. Setya., and A. Manan. “Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda Dalam Sistem Akuaponik Terhadap Fcr (*Feed Conversion Ratio*) Dan Biomassa Ikan Lele (*Clarias Sp.*) *Effect Addition Of Different Probiotics In Aquaponics System Toward Fcr (Feed Conversion Ratio) And Biomass Of Catfish (Clarias Sp.),*”. Surabaya: Universitas Airlangga. 2018.
- [20] Wahyu P. “*Removal Klorida, Tds Dan Besi Pada Air Payau Melalui Penukar Ion Dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif Dengan Karbon Aktif,*”. Surabaya: Universitas Adi Buana. 2020.
- [21] Wijayanti M., H. Khotimah., A. Sasanti., S. Dwinanti., D. Madyasta., and A. Rarassari. “Pemeliharaan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Dengan Sistem Akuaponik Di Desa Karang Endah, Kecamatan Gelumbang, Kabupaten Muara Enim Sumatra Selatan,” Sumatra: Universitas Sriwijaya. 2019.
- [22] Prahesti, “Penggunaan Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*),””. Gresik: Universitas Muhammadiyah Gresik. 2019.

- [23] Ali B., A. Manggala., Hamdani., and Hastuti “Sistem Kendali Kekерuhan Dan Ph Air Kolam Budidaya Ikan Nila,”. 2021.
- [24] Bidarti A., M. Eka., M. Indri., M. Erni., and M. Arbi. “Percontohan Metode Aquaponik Dalam Budidaya Bayam (*Amaranthus Tricolor*) Sebagai Sumber Pendapatan Sampingan Bagi Ibu-Ibu Rumah Tangga Di Kecamatan Gandus Kota Palembang,” 2017.
- [25] Kuku S., Ibrahim., and R. Rahmadewi. “Sistem Kontrol Ph Dan Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Hidroponik Bayam Berbasis Fuzzy Logic,”. 2021.
- [26] Wahyuningsih A., S. Fajriani., and N. Aini. “Komposisi Nutrisi Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Sistem Hidroponik *The Nutrition And Growth Media Composition On The Growth And Yield Of Pakcoy (Brassica Rapa L.) Using Hydroponics System,*”. 2017.
- [27] Wati D., and W. Sholihah. “Pengontrol Ph Dan Nutrisi Tanaman Selada Pada Hidroponik Sistem Nft Berbasis Arduino,”. 2021.
- [28] Pangaribowo T. “Perancangan Simulasi Kendali *valve* dengan Algoritma logika Fuzzy Menggunakan Bahasa *Visual Basic,*”. 2017.
- [29] Utama Y., W. Yonatan., S. Tri., and K. Hendra. “Sistem Pengaturan Dasar,”. 2018.
- [30] Nurkarima I., H. Priyatman., and B. Kurniawan. “Pemodelan Sistem Level Air Head Tank Menggunakan Pengendali PID Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro Merasap,”. 2019.
- [31] Wiharja U., and G. Herlambang. “Sistem Pengendali Kecepatan Putar Motor Dc Dengan Arduino Berbasis Labview,”. 2019.
- [32] Waspada I., and Sutikno. “Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Mamdani Pada Motor Dc,”. 2020.
- [33] Setiadi B., and Kartono W. “Desain Dan Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Pengendalian Beban Ac Berbasis *Mikrokontroler Design And Implementation Fuzzy Logic For Ac Load Control System Based On Microcontroller,*”. 2019.
- [34] Julianto Y. “Sistem Pengendalian Pompa Filter Pada Aquarium Menggunakan *Logika* Fuzzy Berbasis Arduino Skripsi Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Kontrol,” 2020.
- [35] Kamsyakawuni A. “Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Hipertiroid Dengan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani,” 2012.
- [36] Widaningsih S. “Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani Dan Sugeno Dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin Di Bulog Sub. Divisi *Regional (Divre) Cianju,r*”. 2017.

- [37] Haerani E. Analisa “Kendali Logika Fuzzy Dengan Metode Defuzzifikasi *Coa (Center Of Area)*, *Bisektor*, *Mom (Mean Of Maximum)*, *Lom (Largest Of Maximum)*, Dan *Som (Smallest Of Maximum)*,”. 2020.
- [38] Adella A., M. Fardika., F. Taufiqurrahman., and A. Baso “Pintu Otomatis Berbasis *Ultrasonic Internet Of Things*,” 2020
- [39] Kinasih R. “Rancang Bangun Alat Pengukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dengan Menggunakan Sensor Photodioda,”. 2020.
- [40] Selviyani S. “*Dc Current, And Voltage Monitoring System Design With Microcontroller Atmega32 On Wind Turbine Horizontal Axis*,”. 2017.
- [41] Deska A., F. Supegina., and T. Maya. ”Sistem Kontrol Dan Monitor Suplai Nutrisi Hidroponik Sistem *Deep Flow Technique (Dft)* Berbasis Arduino Nodemcu Dan Aplikasi Android,”. 2019.
- [42] Syafiqoh U. “Pengembangan *Wireless Sensor Network* Berbasis *Internet Of Things* Untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air Dan Tanah Pertanian,”. 2018.
- [43] Kusumah H., and R. Pradana, “Penerapan *Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet Of Things* Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah *Interfacing*,”, 2018.
- [44] Samosir A. “Rancang Bangun Catu Daya Digital Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroler Arduino,”. 2017.
- [45] Saleh M., and M. Haryanti. “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay,” 2017.
- [46] Nugrahanto I. “Pembuatan Water Level Sebagai Pengendali Water Pumpotomatis Berbasis Transistor,”. 2017.
- [47] Suha L. “Rancang Bangunalat Penyiramanotomatis Padapertanian Vertikalberbasisarduinomenggunakan Algoritma Adaline,”. 2018.
- [48] Putri R. “Sistem Informasi Akuntansi-Pengaplikasian Dan Implementasi Konsep Basis Data Relasional Pada Sistem Pelaporan Dan Buku Besar,”. 2019
- [49] Mahali M. “*Smart Door Locks Based on Internet of Things Concept With Mobile Backend As A Service*,” 2017.
- [50] Tahtawi A., and R. Kurniawan. “*Ph Control for Deep Flow Technique Hydroponic Iot Systems Based on Fuzzy Logic Controller*,” 2020.
- [51] Pratikel D. “Respon Pertumbuhan Berbagai Jenis Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) Menggunakan Sistem Akuaponik Dengan Padat Tebar Berbeda Ikan Nila Merah (*Oreochromis Sp*) Pada Teknologi Bioflok,”. 2021.
- [52] Sholihah A., T. Tohir., and A. Tahtawi. “Kendali Tds Nutrisi Hidroponik *Deep Flow Technique*berbasis *Iot* MenggunakanFuzzy Logic,”, 2021.

- [53] Fikri M., A. Musthafa., and F. Reza. “*Design And Build Smart Aquascape Based on Ph and Tds With Iot System Using Fuzzy Logic*”*rancang Bangun Smart Aquascape Berd/asarkan Ph Dan Tds Dengan Sistem Iot Menggunakan Logika Fuzzy,*” 2021.
- [54] Kurnia S. “Implementasi Sistem Pengaturan Ph Otomatis Terhadap Air Akuarium Ikan Gurami Dengan Media Aquaponik Menggunakan Fuzzy Logic Control,”. 2021.