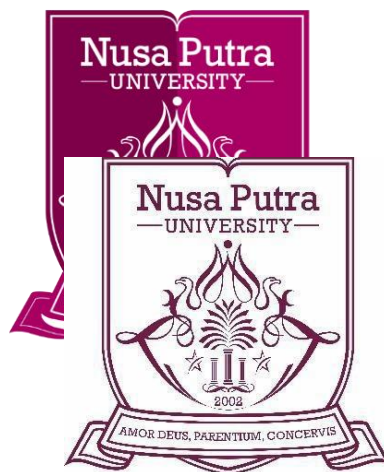


**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DAN KONTROL
PEMANTAUAN LIMBAH CAIR DI PT. MILKO BEVERAGE
INDUSTRY MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO**

SKRIPSI

SUKANDAR NURJAMIL

20190120011



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
AGUSTUS 2023**

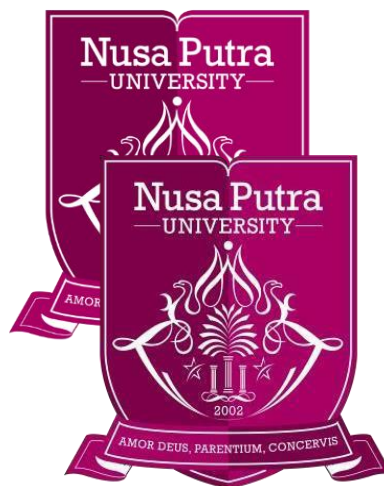
**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DAN KONTROL
PEMANTAUAN LIMBAH CAIR DI PT. MILKO BEVERAGE
INDUSTRY MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Elektro*

SUKANDAR NURJAMIL

20190120011



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
AGUSTUS 2023**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DAN KONTROL
PEMANTAUAN LIMBAH DI PT MILKO BEVERAGE
INDUSTRY MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY
SUGENO
NAMA : SUKANDAR NURJAMIL
NIM : 20190120011

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 18 Agustus 2023



SUKANDAR NURJAMIL

Penulis

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DAN KONTROL
PEMANTAUAN LIMBAH DI PT MILKO BEVERAGE
INDUSTRY MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY
SUGENO
NAMA : SUKANDAR NURJAMIL
NIM : 20190120011

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang
Skripsi tanggal 18 Agustus 2023 Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari
segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sukabumi, 18 Agustus 2023

Pembimbing I



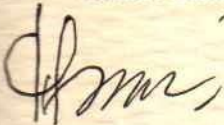
Muchtar Ali Setyo Y, S.T., M.T.
NIDN: 0426019502

Pembimbing II



Anang Survana, S.Pd., M.Si
NIDN: 0407098009

PLT Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Muchtar Ali Setyo Y, S.T., M.T.
NIDN: 0426019502

Ketua Penguji



Marina Artayasa, S.T., M.T.IPM
NIDN: 0403127308

Dekan Fakultas Teknik Komputer dan Desain

Ir. Paikun, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng
NIDN: 0402037401

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi ini saya tujukan kepada:

Istri ku tercinta dan Anak - anak ku yang ku sayang Terima kasih atas doa, dukungan, dan semangat yang tak pernah pudar. Cinta dan dukungan dari keluarga adalah energi positif yang mengiringi setiap langkah perjalanan penulisan skripsi ini.

ABSTRACT

PT. Milko Beverage Industry, as a dairy beverage processing company, holds significant potential for generating waste that can lead to pollution and have negative impacts on the environment and human well-being. Therefore, there is a need for a system that can aid in determining the suitability of wastewater before its discharge into the environment. In this study, a system will be developed for assessing the wastewater's suitability, aiming to achieve accuracy and assist WWTP personnel in remotely and real-time monitoring of wastewater through the Internet of Things (IoT) based fuzzy logic Sugeno and Telegram Bot. The parameters considered adhere to the standards established by the Ministry of Environment and Forestry in Regulation No. 5 of 2014 regarding wastewater quality standards. The study employs sensors such as temperature (DS18B20), pH (4502C), turbidity (SEN0189), and ammonia gas (MQ135) connected to the esp32 microcontroller. Sensor data and wastewater suitability decisions can be monitored through the Telegram bot application. Based on the tested research, pH sensors exhibited an accuracy rate of 87.53%, temperature sensors of 96.71%, turbidity sensors of 89.57%, and ammonia gas sensors of 99.49%. The research findings indicate that the decision support and control system utilizing the integrated Sugeno fuzzy logic method and Telegram Bot were successful in determining wastewater suitability. This system is anticipated to enhance waste management, elevate awareness of wastewater quality importance, and contribute to the development of monitoring and controlling wastewater quality technology.



Keywords: wastewater, telegram bot, internet of things, sugeno fuzzy logic, nodemcu, milk, turbidity.

ABSTRAK

PT. Milko Beverage Industry sebagai perusahaan pengolahan minuman susu memiliki potensi besar dalam menghasilkan limbah yang dapat menyebabkan pencemaran dan berdampak negatif pada lingkungan dan keberlangsungan hidup manusia, oleh karena itu, perlu adanya sistem yang dapat membantu dalam penentuan kelayakan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Maka dari itu, dalam penelitian ini, akan dibuat sebuah sistem dalam penentuan kelayakan air limbah, mencari nilai akurasi serta membantu petugas WWTP dalam monitoring air limbah secara jarak jauh dan *real time*, metode yang digunakan yaitu logika fuzzy Sugeno berbasis *Internet of Things* (IoT) Bot Telegram. Parameter yang digunakan mengacu pada standar yang telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup tentang baku mutu air limbah no 5 tahun 2014, dalam penelitian ini menggunakan sensor suhu (DS18B20), sensor pH (4502C), sensor kekeruhan (SEN0189), dan sensor gas amonia (MQ135) yang terhubung dengan mikrokontroler esp32. Data hasil pembacaan sensor dan keputusan kelayakan air limbah dapat dipantau melalui aplikasi Telegram bot. Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuji, sensor pH memiliki tingkat akurasi sebesar 87,53%, sensor suhu sebesar 96,71%, sensor kekeruhan sebesar 89,57% dan sensor gas amonia sebesar 99,49% . Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan dan kontrol menggunakan metode logika fuzzy Sugeno terintegrasi Bot Telegram berhasil dalam penentuan kelayakan air limbah. Sistem ini diharapkan dapat membantu dalam mengelola limbah dengan lebih baik, meningkatkan kesadaran akan pentingnya kualitas air limbah serta berkontribusi dalam pengembangan teknologi monitoring dan pengendalian kualitas air limbah.

Kata kunci: *air limbah, bot telegram, internet of things, logika fuzzy sugeno, nodemcu, susu, turbidity.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul "Sistem Pendukung keputusan dan Kontrol Pemantauan Limbah Cair di PT. Milko Beverage Industry Menggunakan metode fuzzy Sugeno".

Penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana (ST) pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi. Dalam penyusunan skripsi ini banyak mendapatkan bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai sumber dalam pelaksanaan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi. Dr. H. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M.
2. Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Prof. Dr. Ir. H.M. Koesmawan, M.Sc., MBA., DBA.
3. Aryo De Wibowo M. S., S.T., M.T. Dosen Universitas Nusa Putra
4. Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T., PLT Ketua Program Studi Teknik Elektro dan Selaku Dosen Pembimbing I
5. Anang Suryana, S.Pd., M.Si. Selaku dosen pembimbing II
6. Ketua Dosen Penguji, Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II.
7. Para Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi.
8. Istri dan Anak-anak yang penulis cintai dan banggakan.
9. PT. Milko Beverage Industry, yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melakukan penelitian di lingkungan perusahaan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima segala kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa mendatang.

Sukabumi, 18 Agustus 2023

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA , saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sukandar Nurjamil
NIM : 20190120011
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Sistem Pendukung Keputusan dan Kontrol Pemantauan Limbah Cair di PT. Milko Beverage Industry menggunakan metode fuzzy sugeno, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format- kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : SUKABUMI
Pada tanggal : 18 Agustus 2023

Yang menyatakan



(Sukandar Nurjamil)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Limbah Industri.....	6
2.2 Karakteristik Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).....	6
2.3 Baku Mutu Air Limbah Industri.....	7
2.4 Prinsip Kerja Sensor pH.....	9
2.5 Hanna pH meter (HI 2211) Laboratorium.....	10
2.6 Sensor Suhu DS18B20	11
2.7 Sensor Kekeruhan (SEN0189).....	12
2.8 Sensor Gas Amonia MQ-135	13
2.9 Mikrokontroler NodeMCU ESP32 DEVKIT V1.....	14
2.9 <i>Internet of Things</i>	16
2.10 Modul pH Sensor PH 4502C dan Probe Konektor BNC E-201.....	17
2.11 <i>Relay</i>	18
2.12 Pompa Mini.....	19
2.13 <i>Arduino Integrated Development Environment (IDE)</i>	19
2.14 Bot Telegram.....	21

2.14.1	ID Telegram	21
2.14.2	Program Tampilan Telegram	22
2.15	Logika Fuzzy.....	23
2.15.1	Fungsi keanggotaan.....	24
2.15.2	Operasi Pada Himpunan Fuzzy	29
2.15.3	Sistem Inferensi Fuzzy	30
2.15.4	Metode Sugeno Logika	30
2.16	Penelitian Terkait	32
BAB III	METODE PENELITIAN	37
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
3.2	Alat & Bahan Penelitian	37
3.2.1	Alat	37
3.2.2	Bahan.....	37
3.3	Tahapan Penelitian	40
3.4	Perancangan Sistem	42
3.5	Perancangan <i>Hardware</i>	43
3.6	Perancangan <i>Software</i>	44
3.7	<i>Fuzzifikasi</i>	51
3.8	Sistem Inferensi.....	57
3.9	Penegasan (<i>defuzzifikasi</i>)	60
3.10	Perancangan Logika Fuzzy dengan Matlab	60
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1	Hasil Pengujian Alat	63
4.2	Pengujian Sensor Suhu DS18B20	63
4.3	Pengujian Sensor pH	65
4.4	Pengujian Sensor kekeruhan atau Warna	66
4.5	Pengujian Sensor Amonia.....	67
4.6	Pengujian Waktu Respon Bot Telegram	71
4.7	Perbandingan <i>Software</i> Arduino IDE dan Matlab	72
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran.....	75
	DAFTAR PUSTAKA	76
	LAMPIRAN.....	85



BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab 1 ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta struktur penyusunan penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Air limbah merupakan komponen penting terhadap keberlangsungan hidup manusia [1], apabila air tercemar maka keberlangsungan kehidupan manusia akan terganggu pencemaran air terbesar terjadi karena pembuangan limbah dari sektor industri, sementara sebagian lainnya berasal dari sektor rumah tangga. Seringkali pengelolaan limbah yang kurang tepat menyebabkan semakin tingginya tingkat pencemaran [2].

Dalam sektor industri, tingginya pencemaran limbah cair dapat diatasi dengan menggunakan instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Parameter yang harus diperhatikan sebelum dibuang ke lingkungan antara lain yaitu, suhu, pH, kekeruhan dan amonia [3]. di PT. Milko Beverage Industry pengolahan limbah cair dengan kapasitas IPAL 450 m³/bulan yang berasal dari limbah produksi saat CIP dengan teknologi yang di gunakan nya yaitu proses pengolahannya dengan memanfaatkan aktivitas biologi (jenis-jenis mikroorganisme, virus, bakteri, jamur, *protozoa*, *nematoda*) [4]. Dengan deskripsi nya (*equalizing tank*, *sludge degister tank*, *aeration tank*, *sedimentation tank*, dengan menggunakan sistem kontrol semi otomatis dimana cara pengolahan limbah cair darisisa proses produksi menuju bak penampungan pengolahan limbah dilakukan secara otomatis. akan tetapi pelepasan limbah cair menuju lingkungan masih menunggu hasil pengecekan secara manual.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah dan dengan adanya UU no 32 tahun 2009, peraturan menteri negara LH No. 08 th 2009 maka perusahaan wajib memonitoring parameter air limbah secara berkala [5], dan Peraruran Menteri Kesehatan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P. 16/ MENLHK/ SETJEN/KUM. 1/4/ 2019 tentang pemenuhan ketentuan baku kualitas air limbah dengan salah satu ketentuan nya tentang batas aman gas amonia dalam air limbah [6].

Pada penelitian sebelumnya terkait monitoring limbah sudah banyak dilakukan, Salah satunya yaitu jurnal yang berjudul “sistem *monitoring* dan perbaikan derajat keasaman (pH) air menggunakan metode fuzzy mamdani”, merancang sebuah sistem *monitoring* air yang layak untuk dikonsumsi dengan mengukur kadar pH dan kekeruhan air. Dalam hal ini, peneliti tersebut menggunakan metode fuzzy mamdani [7], Untuk pengujiannya berkonsentrasi terhadap peningkatan pH dengan berbasis *microcontroller* yaitu menggunakan Arduino Uno, Untuk air akan diuji menggunakan alat pengukur pH yang akan didapatkan kondisi air dalam keadaan yang kurang dari standar pH, kemudian dilakukan penyedotan otomatis dari sistem *microcontroller* untuk di saring sampai air tersebut memenuhi standar pH. Dengan menggunakan perhitungan fuzzy mamdani, akan menunjukkan pergerakan perubahan kualitas air. Semakin rendah perhitungan fuzzy mamdani maka kualitas air semakin baik dan sebaliknya [8]. Perbedaan dengan penelitian ini yaitu penelitian sebelumnya hanya merancang *prototype* saja, kemudian variabel masukan dan metode fuzzy juga berbeda. Peneliti sebelumnya menggunakan metode fuzzy mamdani sedangkan penelitian ini menggunakan metode Sugeno. Penelitian sebelumnya juga hanya dengan *microcontroller* (Arduino Uno) [9], belum terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT) Bot Telegram [10].

Berdasarkan permasalahan yang sudah diuraikan maka, Tujuan dalam penelitian ini akan dibuat sistem pengambilan keputusan dan kontrol dalam penentuan kelayakan air limbah pada industri pengolahan susu yang dapat mengontrol serta dapat menentukan kualitas air limbah sehingga masuk baku mutu yang ditentukan dan dapat di buang dengan aman, dan penelitian ini menggunakan metode fuzzy sugeno, untuk mempermudah operator WWTP dalam memantau dan mengontrol parameter air limbah pada pengolahan susu, serta mencari nilai akurasi dalam memonitoring limbah dengan menggunakan metode logika fuzzy sugeno, pada penelitian tersebut menggunakan logika fuzzy [11], karena menurut logika fuzzy sendiri memiliki kelebihan dibandingkan logika lainnya, Banyak alasan mengapa penggunaan logika fuzzy ini sering dipergunakan antara lain, konsep logika fuzzy yang mirip dengan konsep berpikir manusia. Sistem fuzzy dapat merepresentasikan pengetahuan manusia ke dalam bentuk matematis dengan

lebih menyerupai cara berpikir manusia. Pengontrol dengan logika fuzzy mempunyai kelebihan yaitu dapat mengontrol sistem yang kompleks, non-linier, atau sistem yang sulit direpresentasikan kedalam bentuk matematis [12], parameter yang akan digunakan yaitu suhu, pH, kekeruhan dan amonia sekaligus sebagai pengendali kekeruhan air dan mengontrol kadar gas dengan sensor gas MQ135, serta membangun bot telegram yang digunakan untuk memonitoring, yang didapat ditampilkan melalui aplikasi *message telegram*. Untuk sistem ini menggunakan esp32 devkit v1 sebagai mikrokontroler (IoT) dan menggunakan metode logika fuzzy sugeno yang mempunyai empat *input* yaitu kekeruhan maksimal 25 NTU, amonia maksimal 10 ppm, pH dan Suhu dengan nilai suhu maksimal 40°C dan pH 6 – 9, yang diharapkan mampu membantu menjaga lingkungan agar terbebas dari limbah berbahaya [13].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat sistem yang dapat membantu dalam menentukan keputusan kelayakan air limbah sebelum dialirkan ke lingkungan?
2. Bagaimana cara membuat sistem yang dapat membantu petugas operator WWTP dalam memonitoring air limbah secara jarak jauh & menggunakan aplikasi Bot telegram ?
3. Bagaimana akurasi logika fuzzy sugeno dalam memonitoring kelayakan air limbah?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini batasan masalah digunakan untuk mengatur cakupan penelitian agar sesuai dengan tujuan yang di harapkan, pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan difokuskan pada pemantauan limbah cair di Industri pengolahan minuman susu di PT. Milko Beverage Industry.
2. Sistem pemantauan limbah cair akan menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk melakukan analisis kualitas limbah cair.

3. Penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) akan dibatasi pada pengumpulan data limbah cair secara *real-time* dan pengiriman notifikasi melalui telegram.
4. Data yang digunakan dalam penelitian ini akan didasarkan pada simulasi atau data primer yang tersedia.
5. Penelitian ini hanya memonitoring pH, suhu, kekeruhan dan amonia dalam pemantauan dan analisis kualitas limbah cair.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka, penulis dalam penelitian ini mempunyai tujuan yaitu:

1. Merancang dan membuat sistem dalam penentuan kelayakan air limbah menggunakan metode logika fuzzy sugeno di PT.Milko Beverage Industry.
2. Membantu petugas WWTP dalam memonitoring air limbah pada PT. Milko Beverage Industry secara jarak jauh & menggunakan aplikasi bot telegram.
3. Mencari nilai akurasi dan membantu operator WWTP dalam memonitoring limbah dengan menggunakan metode logika fuzzy sugeno.



1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Membantu operator WWTP dalam memonitoring air limbah pada PT. Milko Beverage Industry.
2. Ikut berkontribusi dan berkomitmen menjaga lingkungan sekitar PT. Milko Beverage Industry sesuai peraturan menteri lingkungan hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No P.93/mentlhk/setjen/kum.1/8/2018.
3. Dapat menambah pengetahuan mengenai bagaimana cara menerapkan logika fuzzy sugeno dalam menentukan kelayakan air limbah.
4. Sebagai referensi untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Penelitian yang berjudul sistem pendukung keputusan pemantauan limbah cair di PT.Milko Beverage Industry menggunakan logika fuzzy

sugeno disusun bab demi bab secara berurutan untuk mempermudah pembahasan, dalam penelitian ini dibagi menjadi empat pokok bahasan.

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini membahas terkait tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, objek penelitian & sistematika.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini dibagi menjadi beberapa bagian penting, termasuk dalam penelitian yang berkaitan dan ditunjang dengan landasan teoritis, adapun sebagai penunjang nya berupa logika fuzzy, NodeMcuESP32, sensor pH, kekeruhan, suhu, amonia, dan botTelegram.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini membahas beberapa tahapan proses pelaksanaan penelitian, Adapun tahapan nya diawali dari studi literatur, mencari, referensi kebutuhan dalam perancangan alat perancangan sistem *hardware* maupun *software* dan implementasi logika fuzzy sugeno dalam pemantauan limbah cair.



BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas tentang pengujian *hardware* maupun *software*, hasil implementasi logika fuzzy serta analisa terhadap prinsip kerja dan proses dari suatu alat yang dibuat, dan dengan membahas dari penelitian ini dengan perbandingan alat yang dibuat dan perhitungan MATLAB.

BAB IV: KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan serta berisi saran tentang rekomendasi untuk ditindak lanjuti atau saran – saran untuk pengembangan penelitian kedepannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini berdasarkan perhitungan metode logika fuzzy Sugeno yang mana terdapat langkah-langkah berupa *fuzzyfikasi*, kemudian pembuatan *rule*, dan mencari nilai akhir dengan *defuzzifikasi*. Pada penelitian ini telah berhasil dibuat sistem untuk menentukan keputusan kelayakan air limbah dengan menggunakan sensor suhu (DS18B20), sensor pH (4502C), sensor kekeruhan (SEN0189), dan sensor gas amonia (MQ135) yang terhubung dengan mikrokontroler esp32 dan telegram bot, metode yang digunakan yaitu logika fuzzy sugeno, dan penelitian ini dapat membantu petugas operator WWTP dalam mengontrol atau memonitoring air limbah secara jarak jauh dan dengan menggunakan aplikasi bot telegram

Sensor yang telah di uji memiliki nilai *error* sebesar 96,71% untuk sensor suhu, nilai *error* untuk PH sebesar 87,53 % untuk kekeruhan sebesar 89,57% dan untuk gas amonia sebesar 99,49%. Dan hasil pengujian mikrokontroler dengan matlab diketahui nilai nya sebesar 86,67%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, tentunya masih terdapat banyak sekali kekurangan. Oleh karena itu penulis mempunyai beberapa saran yang dapat dikembangkan dalam penelitian lanjutan sebagai berikut di bawah ini.

1. Pada penelitian yang telah dilakukan, masih menggunakan breadboard dalam tata perancangan rangkaian elektroniknya, selanjutnya diharapkan sekali kedepannya agar dapat menggunakan PCB cetak untuk rangkaian agar rangkaian menjadi lebih efisien dan rapi.
2. Sistem yang dibuat pada penelitian ini masih menggunakan empat sensor yaitu sensor pH, suhu, kekeruhan dan amonia, Untuk kedepannya agar dapat ditambah sensor-sensor lain seperti sensor TDS, COD dan BOD agar lebih maksimal.
3. Diharapkan kedepannya mampu dikembangkan dengan menggunakan aplikasi buatan sendiri agar tidak bergantung pada kebijakan pemilik aplikasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Yulida Fisma and G. Bhernama, “Analisis Air Limbah Yang Masuk Pada Waste Water Treatment Plant (Wwtp),” vol. 2, no. 2, pp. 50–58, 2020.
- [2] S. T. W. Apriyanto, F. Hunaini, and D. U. Effendy, “Rancang Bangun Pemantauan Dan Pengendalian Ph Limbah Cair Dengan Metode Fuzzy Secara Wireless,” *J. Elektro Widyagama*, vol. 2, no. Ciastech, pp. 1–8, 2019.
- [3] D. U. E. Iswanto Iswanto¹, Fachrudin Hunaini², “Prototype Monitoring and Controlling of Wastewater Treatment Plant (WWTP) on IoT-Free Output Channels,” vol. 7, no. 1, 2023.
- [4] T. O. Suryani Yani, “Mikrobiologi,” *Front. Neurosci.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–13, 2021.
- [5] P. Menteri *et al.*, “KEMENTRIAN LINGKUNGAN HDUP TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH,” no. 1815, 2014.
- [6] P. Menteri, L. Hidup, R. Indonesia, B. Mutu, and A. I. R. Limbah, “PERATURAN MENTERI TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH,” pp. 1–23, 2016.
- [7] A. Santoso, “Sistem monitoring dan perbaikan derajat keasaman (pH) air menggunakan metode fuzzy mamdani,” pp. 1–70, 2021.
- [8] K. O. Fidiyanto, “Sistem pengambilan keputusan dalam penentuan kelayakan air limbah pada pltu menggunakan logika fuzzy mamdani skripsi,” 2022.
- [9] Putri Elfa Mas’udia, Megasari Wulan Sakti, Saddoni Mei Raharjo, Aad Hariyadi, and Ahmad Wahyu Purwandi, “Perancangan Aplikasi Telegram Untuk Monitoring Dan Kendali Kolam Ikan Otomatis,” *J. Tek. Ilmu Dan Apl.*, vol. 9, no. 2, pp. 108–113, 2021, doi: 10.33795/jtia.v9i2.43.
- [10] F. Ilmu, T. Informasi, U. Gunadarma, J. Margonda, R. No, and J. Barat, “Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar PH Air pada Sistem Akuaponik Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram,” *J. Ilm. Komputasi*, vol. 19, no. 4, pp. 597–604, 2020, doi: 10.32409/jikstik.19.4.336.
- [11] M. Au, “Landasan Teori Logika Fuzzy,” no. 1, pp. 5–23, [Online]. Available: https://elib.unikom.ac.id/files/disk1/651/jbptunikompp-gdl-muhammadau-32537-10-unikom_m-i.pdf

- [12] I. Wahyuni, *Logika Fuzzy*. 2021.
- [13] A. S. B. Wagini, R. Karyono, “Pengolahan Cair Industri Susu.”
- [14] S. Suryawati, “Praktik Pengelolaan Limbah Industri Dalam Perspektif Maqasid Syari’ah,” *El-Faqih J. Pemikir. dan Huk. Islam*, vol. 8, no. 1, pp. 149–166, 2022, doi: 10.29062/faqih.v8i1.603.
- [15] U. J. I. Aktivitas, A. Dari, and E. Daun, “KAJIAN PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN DI APOTEK DAN KLINIK WILAYAH BANDUNG TIMUR,” no. 09, 2021.
- [16] Y. Syopfyan, “Identifikasi Limbah B3,” 2021.
- [17] P. P. R. I. N. 18 T. 1999, “Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B3),” no. 2, 1999.
- [18] S. Rahmawati, “TINJAUAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH KOMUNAL DI SANGGRAHAN KIDUL, WATES, KULON PROGO TAHUN 2020,” *Conv. Cent. Di Kota Tegal*, no. 938, pp. 6–37, 2020.
- [19] N. Aprilia, “Pengelolaan Air dan Pengolahan Limbah Cair Industri Pengolahan Susu PT. XYZ,” 2002.
- [20] A. Pratama, “Penegakan Hukum terhadap Pencemaran Lingkungan Limbah Industri di Perairan Karawang Jawa Barat,” *Log. J. Multidiscip. Stud.*, vol. 11, no. 1, pp. 24–31, 2020.
- [21] N. A. Rachmat, “Penegakan Hukum Lingkungan di Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup,” *Ikat. Penulis Mhs. Huk. Indones. Law J.*, vol. 2, no. 2, pp. 188–209, 2022, doi: 10.15294/ipmhi.v2i2.53737.
- [22] A. Alhakim, “PENEGAKAN HUKUM LINGKUNGAN DI INDONESIA: KAJIAN PERSPEKTIF HUKUM PIDANA,” *Maleo Law*, vol. 5, no. 2, pp. 13–25, 2021.
- [23] H. Julian Saputra, *SISTEM KENDALI DAN MONITORING pH HIDROPONIK NFT BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) PADA TANAMAN SELADA (Lactuca sativa L.) MENGGUNAKAN WEMOS D1 R2 DAN APLIKASI BLYNK*, vol. 4, no. 1. 2023.
- [24] M. Kurniawan, A. Zulkarnain, and ..., “Sistem Kontrol All In One Top Filter Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno,” *Semin. Nas. ...*, 2021,

[Online].

Available:

<http://prosiding.snastikom.com/index.php/SNASTIKOM2020/article/view/156%0Ahttps://prosiding.snastikom.com/index.php/SNASTIKOM2020/article/download/156/150>

- [25] A. eka Fauzi, U. Niswatul, and Y. Alam, “Rancang Bangun Ph Meter Air Terkoneksi Smartphone Dengan Modul Wifi Nodemcu,” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 8, no. 3, p. 253, 2021, doi: 10.33795/elk.v8i3.307.
- [26] H. Instruments, “Instruction Manual Hanna 2211,” 2000.
- [27] L. Display, “Hi 2211 • hi 2210,” 2000.
- [28] D. Aztisyah, “Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada pH Air dalam Sistem Otomatisasi Suhu dan pH Air Aquascape Ikan Guppy,” *J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 58–70, 2022, doi: 10.20895/inista.v4i1.345.
- [29] L. Pamungkas, P. Rahardjo, and I. G. A. P. Raka Agung, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik Nft (Nurtient Film Tehcnique) Berbasis Iot,” *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, p. 9, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i02.p2.
- [30] A. Ikhwari, “Perancangan Sistem Pengatur Suhu Otomatis Logika Fuzzy.” 2020.
- [31] M. Rizki, “RANCANG BANGUN SIMULATOR ENGINE OIL TEMPERATURE (EOT) INDICATOR DI PESAWAT DENGAN SENSOR DS18B20,” 2022.
- [32] F. Febrianti, S. Adi Wibowo, and N. Vendyansyah, “IMPLEMENTASI IoT(Internet Of Things) MONITORING KUALITAS AIR DAN SISTEM ADMINISTRASI PADA PENGELOLA AIR BERSIH SKALA KECIL,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 171–178, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3249.
- [33] J. Coreit, J. T. Informatika, P. Negeri, and T. Laut, “APLIKASI PENDETEKSI KUALITAS AIR MENGGUNAKAN,” vol. 5, no. 1, pp. 13–18, 2019.
- [34] Bayu Prema Putra, “Rancang Bangun Decision Support System Tim Sepakbola Menggunakan Metode Saw,” *Ranc. Bangun Decis. Support Syst.*

- Tim Sepakbola Menggunakan Metod.* Saw, vol. 2560, pp. 10–44, 2021,
[Online]. Available: https://kc.umn.ac.id/16544/4/BAB_II.pdf
- [35] H. R. Iskandar, D. I. Saputra, and H. Yuliana, “Eksperimental Uji Kekeruhan Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT Cloud Server,” no. Sigdel 2017, pp. 1–9, 2019.
- [36] R. Jaya, “Prototype Monitoring Pengolahan Air Limbah Industri Farmasi Berbasis Internet Of Things (Studi Kasus: Pt. Otto Pharmaceutical Industries),” pp. 1–23, 2016.
- [37] SUTO, “Smart Monitoring System S4M,” vol. 1, pp. 110–117, 2019.
- [38] A. A. Rosa, B. A. Simon, and K. S. Lieanto, “Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135,” *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 23–28, 2020, doi: 10.31937/sk.v12i1.1611.
- [39] P. Alwiyah and S. Elizer, “SISTEM KONTROL DAN MONITORING NILAI PH, SUHU, DAN KEKERUHAN AIR PADA PDAM DI KECAMATAN BELINYUBERBASIS IOT,” 2022.
- [40] G. D. Ramady and R. Islana, “Sistem Kunci Otomatis Menggunakan RFID Card Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3,” *ISU Teknol. STT Mandala*, vol. 14, no. 1, pp. 28–32, 2019.
- [41] Y. A. Alfian Djafar¹, Muhammad Gilang Kentjana², Reza Kristiyanto³, “RANCANG BANGUN AUTOMATIC HAND WASHING STATION DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO R3,” vol. 6, no. 1, pp. 175–186, 2021.
- [42] A. Reichenbach *et al.*, “pembuatan tempat pakan ayam berbasis IoT yang dapat diimplementasikan di perangkat smartphone,” *Prog. Retin. Eye Res.*, vol. 561, no. 3, pp. S2–S3, 2019.
- [43] T. M. Raihan, “Sistem pemantauan kualitas air menggunakan esp32 dengan fuzzy logic sugeno berbasis android,” 2022.
- [44] F. Chuzaini, D. Wedi, S. Mata, A. Grogolan, D. Ngunut, and S. Tirta, “IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu , pH , dan Total Dissolved Solids (TDS),” *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 11, no. 3, pp. 46–56, 2022.

- [45] A. Mu'alim, *Sistem Peringatan Dini Kualitas Air Sumur Berbasis Fuzzy pada Internet Of Things*. 2021.
- [46] M. N. Hamidah, N. I. Safitri, D. W. Akbar, O. Sherly, and I. Uly, "Prototype Sistem Monitoring Nutrisi dan Tingkat pH Air pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT)," vol. 15, pp. 13–20, 2023.
- [47] M. Okta Riyansah, "PROTOTIPE MONITORING TAMBAK UDANG MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)," *Braz Dent J.*, vol. 33, no. 1, pp. 1–12, 2022.
- [48] S. Febriansyah, "KONTROL PENGISIAN BATERAI OTOMATIS PADA SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IoT," *Front. Neurosci.*, no. 1, pp. 1–44, 2021.
- [49] Samsir, J. H. P. Sitorus, and R. S. Saragih, "Perancangan Pengontrol Lampu Rumah Miniatur Dengan Menggunakan Micro Controler Arduino Berbasis Android," *J. Bisantara Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [50] F. A. A. Bahar, Abdul Khamid, "C. Kata Kunci : Hand Sanitizer ,sensor Infrared , Arduino Uno , otomatis , Pompa Air, Sensor GY-906," *urnal Ilm. Elektrokrisna*, vol. 9, no. 3, 2021.
- [51] S. Suraidi and M. Wulandari, "Perancangan Sistem Pencuci Tangan Otomatis Tanpa Sensor Check Mencegah Penularan Virus Covid-19," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 23, no. 1, p. 24, 2021, doi: 10.24912/tesla.v23i1.11918.
- [52] A. Restu Mukti, C. Mukmin, E. Randa Kasih, D. Palembang Jalan Jenderal Ahmad Yani No, S. I. Ulu, and S. Selatan, "Perancangan Smart Home Menggunakan Konsep Internet of Things (IOT) Berbasis Microcontroller," *J. JUPITER*, vol. 14, no. 2, pp. 516–522, 2022.
- [53] A. R. Yogiaswara, "TA : Rancang Bangun Sistem Keamanan Desa Menggunakan PLC (Power Line Carrier)," 2019, [Online]. Available: <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/3570/>
- [54] F. Kurniawan and A. Surahman, "Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2021, doi:

10.33365/jtst.v2i1.976.

- [55] F. R. Maulayya, M. Z. Arifin, and T. Hariono, “Rancang Bangun ‘Telegram Bot Api’ Untuk Layanan Sistem Informasi Akademik Di Unwaha Menggunakan Metode Long Polling,” *Saintekbu*, vol. 11, no. 1, pp. 68–77, 2019, doi: 10.32764/saintekbu.v11i1.360.
- [56] A. D. Mulyanto, “Pemanfaatan Bot Telegram Untuk Media Informasi Penelitian,” *Matics*, vol. 12, no. 1, p. 49, 2020, doi: 10.18860/mat.v12i1.8847.
- [57] R. Ningsih, N. Yulita, D. Setyaningsih, and B. C. Wibowo, “Implementasi Teknologi NFC dengan E-KTP untuk Digital Presensi Notifikasi Bot Telegram,” vol. 7, no. 2, pp. 350–354, 2023.
- [58] D. Kurnia and J. Juliandri, “Sistem Monitoring Pendaftaran Akun Siswa Kursus Komputer Dengan Notifikasi Telegram Bot (Study Kasus: LKP Medan Informatika Teknologi),” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. ...*, pp. 192–195, 2021, [Online]. Available: <http://seminar-id.com/prosiding/index.php/sensi/article/view/581>
- [59] M. Reza Ali Firdaus and C. Indah Ratnasari, “Pengembangan Telegram Bot Sebagai Solusi Pengolahan Data Kolam Pada Budi Daya Udang Untuk Jala Tech,” *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 99–107, 2022, doi: 10.33387/jiko.v5i2.4666.
- [60] R. Kuncoro, A. Noertjahyana, J. A.-J. Infra, and undefined 2020, “Aplikasi Notifikasi Telegram Untuk Mengetahui Trend Forex Trading Dengan Menggunakan Pola Japanese Candlestick,” *Publication.Petra.Ac.Id*, vol. 1, no. 3, 2022, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-informatika/article/view/10515>
- [61] I. Wahyuni, *Logika Fuzzy Tahani*. 2021.
- [62] N. Anwar, “Sistem Pendukung Keputusan Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik Berbasis Logika Fuzzy,” p. 112, 2021, [Online]. Available: <http://repository.unissula.ac.id/id/eprint/23998>
- [63] S. Suhada and D. Riana, “Perbandingan Defuzzifikasi Centroid Dan Maximum Defuzzifier Pada Metode Fuzzy Inference System Untuk

- Diagnosis,” *Swabumi*, vol. IV, no. 2, pp. 84–96, 2016, [Online]. Available: ejournal.bsi.ac.id
- [64] M. Vicky, “Sistem Pendeteksi Objek Pada Area Blind Spot Dump Truck Menggunakan Fuzzy Logic Dengan Metode Sugeno,” *Skripsi*, 2020, [Online]. Available: <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/53776/1/MUHAMMAD VICKY-FST.pdf>
- [65] S. Widaningsih, “Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur,” *Infoman's*, vol. 11, no. 1, pp. 51–65, 2017, doi: 10.33481/infomans.v11i1.21.
- [66] H. Permataliyanti, “Skripsi Penerapan Fuzzy Inference System Dengan Metode Tsukamoto Untuk Memprediksi Curah Hana Meisaria Retno Permataliyanti Penerapan Fuzzy Inference System Dengan Hana Meisaria Retno Permataliyanti,” 2021.
- [67] M. F. M. Romadlon and S. S. Dinda, “Persediaan Bahan Baku Menggunakan Aplikasi Teori Himpunan Fuzzy EOQ Multi Item Pada Perusahaan Kerudung,” *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 4, no. 1, p. 26, 2022, doi: 10.30998/joti.v4i1.12024.
- [68] J. Warmansyah and D. H. H. H. H., “Penerapan metode fuzzy sugeno untuk prediksi persediaan bahan baku,” *Teknois J. Ilm. Teknol. Inf. dan Sains*, vol. 9, no. 2, pp. 12–20, 2019, doi: 10.36350/jbs.v9i2.58.
- [69] C TRI SANJAYA, “Implementasi Fuzzy Logic berbasis Web,” *Univ. di Ponegoro*, no. Mi, pp. 0–11, 2020.
- [70] K. P. Beasiswa, A. Gorry, and S. S. Morton, “1) , 2),” pp. 61–69.
- [71] I. H. Wele, N. D. Rumlaklak, and M. Boru, “Sistem Peramalan Cuaca dengan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus: BMKG Lasiana),” *J. Komput. dan Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 163–169, 2020, doi: 10.35508/jicon.v8i2.2883.
- [72] A. Muhammad and Gusrianty, “Pengembangan Aplikasi Penilaian Kinerja Guru di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Menggunakan Logika Fuzzy (Studi Kasus : SMP Negeri 3 Mandau),” *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–51, 2019, [Online]. Available:

<http://www.ejournal.pelitaindonesia.ac.id/JMApTeKsi/index.php/JOM/article/view/391/335>

- [73] F. Suryatini, M. Maimunah, and F. I. Fauzandi, "Implementasi Sistem Kontrol Irigasi Tetes Menggunakan Konsep IoT Berbasis Logika Fuzzy Takagi-Sugeno," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 1, p. 115, 2019, doi: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.115-124.
- [74] M. Z. Al Amin, S. Kusumadewi, and L. Rosita, "Sistem Inferensi Fuzzy untuk prediksi Sindrom Metabolik bagi penyandang Penyakit Ginjal Kronik," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 1407–1416, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.1032.
- [75] Muhamad Arwin Wijaya, R. Hanifah, and M. C. T. Manullang, "Purwarupa Penyiraman Otomatis Dengan Arsitektur Mqtt Dan Logika Fuzzy Sugeno Untuk Meningkatkan Keefektifan Manajemen Penyiraman Tanaman (Studi Kasus : Itera)," *J. Teknol. Inf. Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 5, no. 2, pp. 49–56, 2020, doi: 10.20527/jtiulm.v5i2.55.
- [76] M. Simanjuntak, "Menggunakan Metode Sugeno," *J. ISD*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2017.
- [77] M. Hidayat and N. Mardiyanto, "Sistem Pemantauan dan Pengendalian pH Air Berbasis IoT Menggunakan Platform Arduino," *J. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masyarakat*, vol. 7, no. 1, pp. 65–70, 2020, doi: 10.32699/ppkm.v7i1.1039.
- [78] G. F. Arafat, A. Wijayanto, and N. A. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengolahan Limbah Cair Tahu Di Kabupaten Purbalingga Berbasis Internet of Things," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 3, p. 1329, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.3863.
- [79] N. Anwar, A. Mulyo Widodo, V. Tundjungsari, A. Ichwani, and K. Hendrawan Muiz, "Sistem Pemantauan Level Keasaman dan Total Dissolved Solids Limbah Cair Berbasis Internet of Things (IoT)," 2021.
- [80] P. Paryanto and R. Subarkah, "Perancangan Prototype dan Evaluasi Alat Pemantauan Air Limbah Industri Berbasis IoT," *J. ROTASI*, vol. 24, no. 1, pp. 50–57, 2022.
- [81] D. U. E. Iswanto Iswanto1), Fachrudin Hunaini2), "Prototype Monitoring

and Controlling of Wastewater Treatment Plant (WWTP) on IoT-Free Output Channels,” vol. 7, no. 1, 2023.

- [82] D. Hermansyah, “Penentuan Status Mutu Air Sungai Kapuas Menggunakan Metode Storet Dan Logika Fuzzy Mamdani,” *Prism. Fis.*, vol. 10, no. 2, pp. 128–134, 2022.
- [83] A. F. Fajar Ansari¹, Muhammad Kamal², “Rancang bangun sistem pengontrolan limbah cair industri tempe berbasis arduino uno,” vol. 06, no. 02, pp. 142–146, 2022.
- [84] B. Isdiyanto, “Sistem Monitoring Pengisian Air Otomatis Berbasis Web Server Menggunakan Nodemcu dan Sensor Ultrasonik,” *ISTA Online Technol. J.*, vol. 02, no. 02, pp. 21–33, 2021, [Online]. Available: <http://iontech.ista.ac.id/index.php/iontech/article/view/39>

