

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR GAS
AMONIA (NH₃) DAN STERILISASI AIR LIMBAH DOMESTIK
BERBASIS *WEBSITE***

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi salah Satu Syarat Dalam Menenpuh Gelar Sarjana
Teknik Di Program Studi Teknik Elektro*

ASTRI SRI RAHAYU
20190120003



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



PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR
GAS AMONIA (NH_3) DAN STERILISASI AIR LIMBAH
DOMESTIK BERBASIS *WEBSITE*
NAMA : ASTRI SRI RAHAYU
NIM : 20190120003

“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, 21 Agustus 2023



ASTRI SRI RAHAYU
Penulis

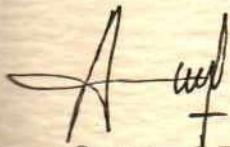
PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR GAS
AMONIA (NH_3) DAN STERILISASI AIR LIMBAH DOMESTIK
BERBASIS *WEBSITE*
NAMA : ASTRI SRI RAHAYU
NIM : 20190120003

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

Sukabumi, 21 Agustus 2023

Pembimbing I



Anang Suryana, S.Pd., M.Si

NIDN: 0407098009

Pembimbing II



Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T.

NIDN: 0426019502

PLT. Ketua Program Studi Teknik Elektro



Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T.

NIDN: 0426019502

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR GAS
AMONIA (NH_3) DAN STERILISASI AIR LIMBAH DOMESTIK
BERBASIS *WEBSITE*
NAMA : ASTRI SRI RAHAYU
NIM : 20190120003

Skrripsi 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 Elektro

Sukabumi, 21 Agustus 2023

Pembimbing I



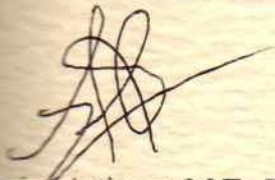
Angung Suryana, S.Pd., M.Si
NIDN: 0407098009

Pembimbing II



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

Ketua Penguji



Ir. Marina Artiyasa, M.T., IPM.
NIDN: 0403127308

PLT. Ketua Program Studi Teknik Elektro



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

Dekan Fakultas Teknik Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., IPM.
NIDN: 0402037401

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Skripsi yang baik adalah skripsi yang selesai.

Maka selesaikanlah skripsimu!!!

Salah atau benar, yang penting selesai dulu!

(warga @collegemenfess)



Skripsi ini saya persembahkan untuk Mbap dan Mamah yang telah memberikan segalanya.

ABSTRACT

According to Regulation of the Minister of Environment and Forestry Number 68 of 2016 concerning domestic wastewater quality standards, domestic wastewater generated from household activities has the potential to pollute the environment and must be treated before being discharged into environmental media. It is necessary to develop a system to measure and monitor the concentration of ammonia gas (NH₃) in domestic wastewater. Sensors are used to monitor NH₃ contamination levels and take responsive steps if levels exceed the cut-off value. The buzzer's function as a warning is required. The system also features a UV-C lamp, which kills microorganisms in the wastewater. The results of measurements and decisions on the feasibility of wastewater can be accessed through the website platform. Based on the test results of the MiCS 5524 sensor, an average error value of 4.24% was obtained, which indicates that the performance of the MiCS 5524 gas sensor is relatively accurate with a low error rate. The system was built to identify the concentration of ammonia gas (NH₃) and sterilize household wastewater through a fuzzy logic method. The system makes decisions about the feasibility of wastewater treatment by utilizing a web-based MiCS 5524 gas sensor and electrode sensor. The fuzzy logic decision and website output results show a 100% match of 20 data test results for the household wastewater ammonia gas monitoring system.

Keywords: Wastewater, MiCS 5524, monitoring, ESP32, UV-C, fuzzy logic.

ABSTRAK

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga berpotensi mencemari lingkungan, air limbah harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke media lingkungan. Diperlukan pengembangan sistem untuk mengukur dan memonitor konsentrasi gas amonia (NH_3) dalam air limbah domestik. Sensor digunakan untuk memantau tingkat kontaminasi NH_3 dan mengambil langkah responsif jika kadar melebihi nilai batas. Fungsi buzzer sebagai peringatan diperlukan. Sistem juga dilengkapi lampu UV-C yang membunuh mikroorganisme dalam air limbah. Hasil pengukuran dan keputusan kelayakan air limbah dapat diakses melalui *platform website*. Berdasarkan hasil pengujian sensor MiCS 5524 diperoleh nilai rata-rata galat sebesar 4,24%, hal ini mengindikasikan bahwa performa sensor gas MiCS 5524 relatif akurat dengan tingkat kesalahan yang rendah. Dibangun sistem untuk memantau konsentrasi gas amonia (NH_3) dan sterilisasi air limbah rumah tangga melalui metode logika fuzzy. Sistem ini menghasilkan keputusan tentang kelayakan air limbah dengan memanfaatkan sensor gas MiCS 5524 dan sensor elektroda berbasis *website*. Keputusan logika fuzzy dan hasil keluaran *website* menunjukkan kecocokan 100% dari hasil pengujian 20 data untuk sistem pemantauan gas amonia air limbah rumah tangga. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi yang dirancang mampu mengukur konsentrasi gas amonia secara tepat dan dengan margin kesalahan yang kecil.

Kata kunci: Air Limbah, MiCS 5524, pemantauan, ESP32, UV-C, logika fuzzy

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kadar Gas Amonia (NH_3) dan Sterilisasi Air Limbah Domestik Berbasis *Website*” sebagai salah satu syarat lulus untuk menyelesaikan masa studi dan mendapat penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Kurniawan, ST., M.Si., MM selaku Rektor Universitas Nusa Putra.
2. Anang Suryana, S.Pd., M.Si dan Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Para Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama penulis menempuh Pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah yang merupakan anugerah terbesar dalam hidup penulis.
5. Semua pihak yang telah dengan tulus dan ikhlas memberikan doa dan motivasi sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Sukabumi, 21 Agustus 2023

Astri Sri Rahayu

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Astri Sri Rahayu
NIM : 20190120003
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

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

"RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR GAS AMONIA
(NH₃) DAN STERILISASI AIR LIMBAH DOMESTIK BERBASIS *WEBSITE*"

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalihmedia/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 : Sukabumi
Pada Tanggal : 21 Agustus 2023

Yang Menyatakan



Astri Sri Rahayu

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS.....	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terkait.....	7
2.2 Peluang Kebaruan.....	9
2.3 Air limbah.....	10
2.3.1 Sumber Air Limbah.....	11
2.4 Air Limbah Domestik.....	11
2.4.1 Karakteristik Air Limbah Domestik.....	12
2.4.2 Baku Mutu Air limbah Domestik.....	13
2.4.3 Dampak yang Ditimbulkan Akibat Air Limbah.....	14
2.5 Gas Amonia (NH ₃).....	14
2.6 Sensor Gas.....	16
2.6.1 Sensor MiCS-5524.....	16
2.7 ESP32.....	17
2.8 Lampu UV-C.....	19

2.9	Sensor Elektroda	20
2.10	Buzzer.....	21
2.11	Liquid Crystal Display (LCD) 16 X 2 dan Modul I2C	21
2.12	Website	22
2.13	PHP (<i>Hypertext Preprocessor</i>)	23
2.14	Logika Fuzzy	24
2.14.1	Himpunan Tegas.....	25
2.14.2	Himpunan Fuzzy	26
2.14.3	Fungsi keanggotaan	26
2.14.4	Operasi Himpunan Fuzzy	29
2.14.5	Sistem Fuzzy	31
2.14.6	Logika Fuzzy Mamdani.....	32
2.15	Kalibrasi	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		36
3.1	Alur Penelitian	36
3.2	Perancangan Sistem	39
3.2.1	Perancangan Perangkat Keras	41
3.2.2	Kalibrasi Sensor	42
3.2.3	Perancangan Perangkat Lunak	42
3.2.4	Implementasi Logika Fuzzy	44
3.3	Alat dan Bahan.....	48
3.4	Skenario Penelitian	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Simulasi Matlab	51
	55	
4.2	Pengujian Sensor.....	55
4.2.1	Pengujian Sensor Gas Amonia	55
4.2.2	Pengujian Sensor Elektroda.....	58
4.3	Analisis dan Hasil Uji Kerja Pada metode Logika Fuzzy	59
4.4	Implementasi Sistem Web	61
4.4.1	Menu Utama	61

4.4.2	Menu Grafik Data.....	62
4.5	Hasil Rancang Bangun Perangkat Secara Keseluruhan	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		67
1.1	Kesimpulan	67
1.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor gas MiCS-5524	17
Gambar 2. 2 Mikrokontroller ESP32	18
Gambar 2. 3 lampu <i>ultraviolet</i> UVC	20
Gambar 2.4 Sensor Elektroda Air	20
Gambar 2. 5 <i>Buzzer</i>	21
Gambar 2. 6 LCD 16×2 Dengan Modul I2C.....	22
Gambar 2. 7 Representasi Kurva Linier Turun	27
Gambar 2. 8 Representasi Kurva Linier Naik	28
Gambar 2. 9 Representasi Kurva Segitiga.....	28
Gambar 2. 10 Representasi Kurva Trapesium.....	29
Gambar 2. 11 Struktur Sistem Fuzzy	31
Gambar 2. 12 Inferensi Menggunakan Metode Mamdani.....	34
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	37
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	40
Gambar 3. 3 Skema Rangkaian Alat	41
Gambar 3. 4 Alur Perancangan Perangkat Lunak	43
Gambar 3. 5 Tahapan Desain Logika Fuzzy	44
Gambar 3. 6 Himpunan Fuzzy Variabel Gas Amonia (NH ₃).....	46
Gambar 3. 7 Himpunan Fuzzy Variabel Air	47
Gambar 3. 8 Himpunan Fuzzy untuk Variabel Keluaran	47
Gambar 3.9 Sampel Penelitian	50
Gambar 4. 1 Gas Amonia (NH ₃) dan Air Sebagai Masukkan dan Kelayakan Sebagai Keluaran.	51
Gambar 4. 2 Fungsi Keanggotaan Gas Amonia	52
Gambar 4. 3 Fungsi Keanggotaan Air.....	53
Gambar 4. 4 Fungsi Keanggotaan Keluaran Kelayakan.....	53
Gambar 4. 5 Aturan Fuzzy dalam Matlab	54
Gambar 4. 6 Keluaran Keputusan Dari Variabel Kadar Gas Amonia 8,67 PPM Dan Air 1 Dengan Defuzzifikasi Bernilai 1 (Air Limbah Layak). ..	55

Gambar 4. 7 Nilai Tegangan Yang Ditampilkan Pada Serial Monitor.....	56
Gambar 4. 8 Konsentrasi Gas Amonia (NH ₃) Dan Pembacaan Tegangan.....	57
Gambar 4. 9 Pengujian Sensor Elektroda.....	58
Gambar 4. 10 Hasil pengujian Pada Serial Monitor Arduino IDE.....	59
Gambar 4. 11 Tampilan Rules Viewer pada Matlab	60
Gambar 4. 12 Menu Utama Sistem Pemantauan.....	62
Gambar 4. 13 Tampilan Grafk Pada Website.....	63
Gambar 4. 14 Pengujian Terhadap Sampel Air Limbah	63
Gambar 4. 15 Pengujian Sampel	65
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Sampel Pada Tampilan Website.....	66



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	8
Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah Domestik Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan no 68 tahun 2016.....	13
Tabel 2. 3 Pengaruh Gas Amonia (NH ₃) pada Kesehatan Manusia	15
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Gas MICS-5524	17
Tabel 2. 5 spesifikasi mikrokontroller ESP32.....	18
Tabel 3. 1 Nilai Variabel Linguistik.....	46
Tabel 3. 2 Basis Aturan	48
Tabel 3. 3 Alat dan Bahan Yang Digunakan.....	49
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Gas Mics 5524	56
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Gas MiCS 5524.....	57
Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Pengujian Menggunakan MATLAB dan Arduino IDE	60
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sampel Air Limbah.....	64



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 merupakan sumber kehidupan dan merupakan unsur penting bagi semua bentuk kehidupan manusia dan semua makhluk hidup di bumi. Air merupakan material yang membuat kehidupan terjadi di bumi. Penggunaan air meliputi fungsi sebagai sumber makanan, sumber energi, dan memenuhi berbagai kebutuhan lainnya [1]. Dalam menjalankan kehidupannya, manusia selalu memerlukan air untuk bertahan hidup. Aktivitas manusia tidak dapat dipisahkan dari air. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan akan kualitas air juga semakin bertambah. Salah satu sumber air yang banyak digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya adalah sungai [2]. Kelangsungan hidup makhluk hidup akan terancam jika air tercemar. Pencemaran air terutama dihasilkan oleh pembuangan limbah di sektor industri, dengan sebagian lainnya dari sektor perumahan. Kondisi ini menimbulkan pencemaran yang merugikan baik manusia maupun ekosistem [3].

Kondisi sungai yang semakin lama semakin tercemar kini semakin memprihatinkan, mulai dari bau hingga kotor sehingga tidak layak untuk digunakan. Hanya beberapa sungai di Indonesia yang memenuhi kriteria kualitas air. Tingkat pencemaran yang tinggi ini sangat berpengaruh terhadap kualitas air sungai [4]. Kegiatan rumah tangga adalah sumber utama limbah cair. Hal ini disebabkan oleh jumlah penduduk Indonesia yang sangat besar. Akibatnya, volume air limbah domestik atau air limbah rumah tangga yang dihasilkan cukup signifikan. [5]. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), sepanjang 2021 terdapat 10.683 Kelurahan yang mengalami pencemaran air. Jawa Barat menjadi kedua paling banyak ditemukan pencemaran air yaitu dengan 1.217 Kelurahan yang terdampak pencemaran air tersebut [6].

Air limbah rumah tangga merupakan sumber pencemaran yang dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan dan lingkungan. Air limbah rumah tangga yang dibuang ke sungai atau laut dapat mencemari air dan merusak habitat perairan. Air limbah rumah tangga yang diproses secara tidak memadai dapat menghasilkan gas berbahaya yang merusak udara. Akibatnya, sangat penting untuk mengolah air limbah rumah tangga untuk memastikan bahwa air yang dihasilkan aman dan ramah lingkungan [7].

Berdasarkan Permen LHK no.68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, menjelaskan bahwa air limbah domestik yang dihasilkan dari skala rumah tangga dan atau kegiatan berpotensi mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke media lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga agar limbah yang dihasilkan dapat dibuang dengan aman dan tidak merusak lingkungan [8]. Atas dasar tersebut, diperlukan adanya instalasi pengolahan air limbah yaitu pengolahan air limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga, agar limbah yang dibuang ke lingkungan sudah memenuhi baku mutu dan tidak menimbulkan gangguan pada lingkungan sekitar.

Pengolahan limbah rumah tangga bertujuan untuk mengolah limbah sehingga memenuhi baku mutu yang ditentukan dan dapat dibuang dengan aman ke badan air. Air limbah rumah tangga mengandung mikroorganisme, virus, dan zat berbahaya yang berpotensi menyebabkan berbagai penyakit. Selain itu, menghasilkan produk sampingan berupa gas. Selama proses pengolahan air limbah, gas amonia (NH_3) menghasilkan bau yang tidak sedap. Amonia (NH_3) adalah molekul berbau yang biasanya terdapat dalam air limbah [9]. Berdasarkan Peraturan Menteri LHK no.68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, menjelaskan bahwa batas maksimum kadar gas amonia (NH_3) yang terkandung dalam air limbah domestik yaitu sebesar 10 ppm.

Untuk mencegah terjadinya penyebaran penyakit melalui air, maka perlu dilakukan kontrol terhadap polusi air. Dalam pengolahan air limbah domestik perlu adanya pengendalian kualitas air, pengendalian kualitas bakteriologis air limbah rumah tangga salah satunya yaitu dilakukan dengan cara desinfeksi. Desinfeksi merupakan tahapan dalam proses pengolahan air untuk membunuh atau

menonaktifkan mikroorganisme dalam air tersebut. Sinar matahari mempunyai sinar *ultraviolet* yang cukup berperan dalam mematikan mikroorganisme. Penggunaan sinar *ultraviolet* sangat efektif dalam mendesinfeksi air dan air limbah [10]. Batas maksimum kadar *bakteri coliform* dalam air limbah berdasarkan standar baku mutu Peraturan Menteri LHK no.68 tahun 2016 adalah sebesar 3000MPN/100ml. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa sinar UV-C dapat digunakan dalam penurunan kadar *bakteri coliform* dalam air limbah.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka penelitian ini akan dilakukan sistem pemantau kelayakan air limbah domestik yang dapat menentukan kualitas air limbah dengan parameter yang akan digunakan yaitu kandungan gas amonia. Penelitian ini dibuat sistem pengukuran dan pemantau kadar gas amonia (NH_3) pada air limbah menggunakan sensor gas MiCS-5524 yang mampu mendeteksi kadar gas amonia, sedangkan lampu UV-C yang mampu berfungsi dalam mematikan mikroorganisme yang ada pada air limbah juga ESP32 sebagai mikrokontroller dan data yang didapat ditampilkan pada layar LCD. Memantau secara terus-menerus terhadap kadar amonia (NH_3) dalam air limbah domestik menjadi penting untuk memastikan bahwa batas yang aman tidak terlampaui. Dalam hal ini, penggunaan alarm *buzzer* sebagai indikator peringatan dapat memberikan sinyal yang jelas ketika kadar amonia (NH_3) melebihi batas yang ditetapkan (10 PPM). Sistem ini dirancang dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor MiCS-5524, sensor elektroda air dan dapat dipantau melalui *website*. Sistem ini menggunakan metode logika fuzzy mamdani yang mempunyai dua masukan dan satu keluaran. Variabel terdiri dari gas amonia (NH_3) dan air, sedangkan variabel keluaran yaitu nilai kelayakan air limbah domestik dan alarm peringatan. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat membantu memantau dan sterilisasi gas amonia (NH_3). *Website* tersebut akan menyimpan data yang dikirimkan sensor ke sistem *website* yang dapat diakses untuk memantau kadar gas amonia (NH_3).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka penulis merumuskan permasalahan yang mencakup untuk diangkat dalam penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana mengintegrasikan sensor MiCS-5524 dan lampu UV-C pada satu sistem untuk memantau kadar gas amonia (NH_3) dan melakukan sterilisasi mikroorganisme pada air limbah domestik secara jarak jauh dan langsung menggunakan *website*?
2. Bagaimana efektifitas penggunaan sensor MiCS-5524 dan lampu UV-C dalam sistem pemantauan kadar gas amonia (NH_3) dan sterilisasi mikroorganisme pada air limbah domestik?
3. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan gas amonia (NH_3) menggunakan metode logika fuzzy mamdani untuk membuat keputusan yang dapat memberikan peringatan ketika kadar amonia (NH_3) dalam air limbah domestik melebihi batas yang ditetapkan?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ada batasan-batasan permasalahan agar tidak menyimpang dari rumusan masalah di atas untuk membatasi ruang lingkup penelitian. Batasan-batasan tersebut adalah:

1. Penelitian ini memfokuskan pada pemanfaatan sensor MiCS-5524 untuk memonitor kadar gas amonia (NH_3), penggunaan lampu UV-C untuk melakukan sterilisasi mikroorganisme pada air limbah domestik dan *buzzer* sebagai indikator alarm apabila kadar amonia (NH_3) melebihi batas yang telah ditentukan.
2. Sampel penelitian diambil dari 4 air limbah yang mengalir melalui saluran pembuangan yaitu yang berasal dari rumah tangga.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian dan rumusan masalah penelitian, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Membuat sebuah sistem yang mampu memantau kadar gas amonia (NH_3) pada air limbah domestik secara akurat dan berkelanjutan dengan menggunakan sensor MiCS-5524. Juga lampu UV-C yang mampu melakukan sterilisasi mikroorganisme pada air limbah domestik secara jarak jauh dan langsung menggunakan *website*.

2. Mengintegrasikan sensor MiCS-5524 dan lampu UV-C pada satu sistem agar dapat memantau kadar gas amonia (NH_3) dan melakukan sterilisasi mikroorganisme pada air limbah domestik secara bersamaan.
3. Mengimplementasikan sistem menggunakan metode logika fuzzy mamdani untuk membuat keputusan pada sistem pemantauan yang dapat memberikan peringatan atau alarm ketika kadar amonia (NH_3) dalam air limbah domestik melebihi batas yang ditetapkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk:

1. Membantu mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat akibat dari limbah domestik yang tidak terolah dengan baik.
2. Membantu berkontribusi dan berkomitmen menjaga lingkungan sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 Tahun 2016.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan pada penelitian ini sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini membahas secara singkat tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan dibahas mengenai teori yang dapat menunjang dalam proses penelitian. Adapun sub bab dalam teori penunjang ini adalah air limbah domestik, teori tentang gas amonia, karakteristik sensor amonia (NH_3) jenis MiCS-5524, lampu UV-C, sensor elektroda, *buzzer*, ESP32 dan LCD 16 x 2, metode *fuzzy*.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai kerangka pemikiran dari penelitian yang digambarkan secara terstruktur, tahap demi tahap proses pelaksanaan penelitian. Tahap-tahap penelitian dimulai dari studi

literatur, Mencari referensi untuk kebutuhan perancangan alat, membuat perancangan sistem perangkat keras maupun perangkat lunak untuk memantau kadar gas amonia (NH_3) dan sterilisasi mikroorganisme pada air limbah domestik berdasarkan teori dasar pada bab II.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas tentang pengujian perangkat keras maupun perangkat lunak, serta analisa terhadap prinsip kerja dan proses dari suatu alat yang dibuat.

Bab V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini membahas berisi tentang penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran – saran untuk pengembangan penelitian kedepannya



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan membahas tentang kesimpulan dan saran-saran pada penelitian. Kesimpulan meliputi temuan dari penelitian dan penyebaran sistem pemantauan gas amonia dan sterilisasi air limbah domestik, serta rekomendasi penulis untuk penelitian terkait dimasa mendatang.

1.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari temuan studi, analisis, dan desain sistem pemantauan gas amonia dan sterilisasi air limbah domestik:

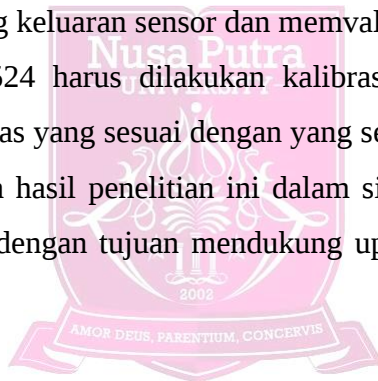
1. Telah berhasil dikembangkan sebuah sistem yang mengintegrasikan sensor MiCS-5524 dan lampu UV-C dalam satu sistem. Sistem ini mampu memantau kadar gas amonia serta melakukan sterilisasi mikroorganisme pada air limbah domestik dengan menggunakan metode pendekatan logika fuzzy mamdani untuk mendapatkan keputusan kelayakan air limbah rumah tangga. Pengawasan ini dapat dilakukan baik secara jarak jauh maupun langsung melalui suatu website.
2. Penggunaan sensor MiCS-5524 dalam pemantauan kadar gas amonia dan lampu UV-C dalam sterilisasi mikroorganisme pada air limbah domestik terbukti efektif. Sensor mampu memberikan informasi tentang kadar gas amonia, sementara lampu UV-C berhasil mengatasi mikroorganisme dalam air limbah sebagai proses pengolahan air limbah domestik.
3. Menampilkan data pada *website* dan status keputusan pada LCD yang dirancang untuk dapat memberikan peringatan dan informasi secara berkesinambungan dengan metode logika fuzzy mamdani. Metode logika fuzzy mamdani memberikan keputusan kelayakan air limbah rumah tangga, apabila kadar gas amonia melebihi dari baku mutu yaitu diatas 10 PPM, maka keputusan logika fuzzy akan muncul pada LCD alat sistem pemantau gas amonia dan menyalakan buzzer sebagai tanda peringatan. Pengujian

menggunakan logika fuzzy Mamdani dan dengan pengujian sistem, data yang dihasilkan sebanyak 20 data berhasil sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu. Hasil keputusan menggunakan logika fuzzy dan juga hasil keluaran *website* terjadi persamaan hasil keluaran yang sesuai pada sistem pemantauan kadar gas amonia pada air limbah domestik yaitu 100% sesuai. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem yang telah dibuat dalam mengukur kadar gas amonia akurat dengan tingkat kesalahan yang rendah.

1.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perbandingan performa sensor Mics 5524 dengan alat ukur untuk mengukur kadar gas amonia. Hal ini dapat memberikan pemahaman lebih mendalam tentang keluaran sensor dan memvalidasi hasil penelitian.
2. Sensor MiCS 5524 harus dilakukan kalibrasi dengan sesuai agar dapat membaca kadar gas yang sesuai dengan yang sebenarnya.
3. Mengintegrasikan hasil penelitian ini dalam sistem pemantauan air limbah yang lebih luas, dengan tujuan mendukung upaya peningkatan kualitas air limbah domestik.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jufriadi Karangan, Bambang Sugeng, dan Sulardi, “Uji Keasaman Air Dengan Alat Sensor PH Di STT Migas Balikpapan,” 2019.
- [2] S. Khusnul Khotimah, “Pencemaran Sungai Martapura Akibat Perilaku Masyarakat Membuang Sampah Di Sungai, Limbah Industri Dan Pertambangan (Human Behavior Environmental Analysis),” *Jurnal Penelitian Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, hlm. 37–41, Des 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.pbnsurabaya.co.id>
- [3] Rabi Yati, “Permasalahan Pencemaran Sungai Akibat Aktivitas Rumah Tangga Dan Dampaknya Bagi Masyarakat,” 2021.
- [4] nindin muhsinin, “Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sistem Constructed Wetland dengan Tanaman Pandanus Amaryllifolius dan Azolla Microphilla,” 2019.
- [5] F. Maharani Putri, A. Sasmita, J. Asmura, M. Prodi Teknik Lingkungan, dan D. Teknik Lingkungan Laboratorium Dasar Proses dan Operasi Pabrik, “Pengaruh PH Terhadap Evesiensi Air Limbah Grey Water dengan Media Honeycomb,” 2021.
- [6] Badan Pusat Statistik (BPS), “Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Jenis Pencemaran Lingkungan Hidup (Desa)”.
- [7] Muhammad Al Kholif, *Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Scopindo Media Pustaka, 2020.
- [8] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No.68 Tahun 2016”.
- [9] K. Barbusiński, A. Parzentna-Gabor, dan D. Kasperczyk, “Removal of Odors (mainly HS2 and NH3) Using Biological Treatment Method,” *Clean Technologies*, vol. 3, no. 1. MDPI, hlm. 138–155, 1 Maret 2021. doi: 10.3390/cleantechnol3010009.
- [10] C. Winarti, “Penurunan Bakteri Total Coliform Pada Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Pengaruh Lama Waktu Penyinaran Dengan

- Sinar Ultra Violet,” *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, vol. 20, hlm. 52, Apr 2020.
- [11] P. Berlian, A. Mukti, M. Hannats, H. Ichsan, dan E. Setiawan, “Pengembangan Sistem Deteksi Air Limbah Tekstil menggunakan Logika Fuzzy,” 2022. [Daring]. Tersedia pada: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [12] I. Iswanto, F. Hunaini, dan D. U. Effendy, “Prototype Monitoring and Controlling of Wastewater Treatment Plant (WWTP) on IoT-Free Output Channels ,” *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, vol. 7, no. 1, hlm. 40–63, Apr 2023, doi: 10.21070/jeeeu.v7i1.1660.
- [13] I. Rasti Julia Sari, J. Arif Fatkhurahman, B. Marlana, N. Harihastuti, F. Crisnaningtyas, dan Y. Andriani, “Wet Scrubber Performance Optimization Application Assisted with Electrochemical-Based Ammonia Sensors,” *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, vol. 10, no. 2, hlm. 36–42, 2019, doi: 10.21771/jrtppi.2019.v10.no.2.p36-42.
- [14] Almufid, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Studi Kasus Proyek PT.SUMBER MASANDA JAYA di Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah Kapasitas 250 m³ / Hari,” *Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang*, vol. 9, No. 1, hlm. 92–100, 2020, doi: 10.31000/jt.v9i1.2868.
- [15] Nur Rahmi Sa’adah dan Puji Winarti, “Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Lumpur Aktif Proses Anaerob,” 2009.
- [16] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.”
- [17] Annisa Dwi Putri, Febi Indah Fajarwati, dan Juni Rachmadiansyah, “Analysis of Physical and Chemical Parameters Outlet WWTP of Domestic Communal Sukunan Village in Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Ail Limbah (PUSTEKLIM) Yogyakarta,” *INDONESIAN JOURNAL OF*

- CHEMICAL RESEARCH*, vol. 6, no. 2, hlm. 98–110, Des 2021, doi: 10.20885/ijcr.vol6.iss2.art6.
- [18] Sugiharto, “Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah Domestik,” 1987.
- [19] Novita Rosiana dan Dewi, “Teknologi Pengolahan Lahan Basah Buatan Untuk Mengolah Grey Water Dari Rumah Tangga,” 2019.
- [20] Elza Novilyansa, Anwar, dan Mirnanda Cambodia, “Analisis Kebutuhan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Dengan Variasi Jumlah Sambungan Rumah (SR),” *Jurnal Teknik Sains*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [21] Muhammad Yusup Hidayat, Ridwan Fauzi, dan Alfrida Esther South, “Efektivitas Multimedia Dalam Biofilter Pada Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga (The effectiveness of multimedia in biofilters on grey water treatments),” 2019, doi: 10.20886/jppdas.2019.3.2.111-126.
- [22] Rifqi Zakiya Rahmani, “Analisis pencemaran kromium berdasarkan kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Hulu Sungai Citarum di Kecamatan Majalaya Kabupaten Bandung Jawa Barat,” 2018.
- [23] metcalf dan Eddy, “Wastewater Engineering - Treatment and Reuse (4th edition),” 2004.
- [24] F. Azwari *dkk.*, “Analisis Parameter pH, BOD, TSS, Minyak Dan Lemak Serta Total Coliform Pada Limbah Cair Rumah Sakit Gerbang Sehat Long Bagun Mahakam Ulu,” *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, vol. 5, no. 1, 2023.
- [25] Sherina Uswatun Meidike Rahmawati, “Tinjauan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Sanggrahan Kidul, Wates, Kulon Progo Tahun 2020,” 2021.
- [26] H. Cheng *dkk.*, “WS2Gas Sensor Based on Photothermocatalytic Effect for Ammonia Detection with High Response,” *IEEE Sens J*, vol. 22, no. 24, hlm. 23610–23619, Des 2022, doi: 10.1109/JSEN.2022.3220824.

- [27] N. Ketut Delvia Tri Lestari dan I. Gede Herry Purnama, “Efisiensi Unit Odor dalam Mengurangi Konsentrasi Amonia (NH₃) pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik,” vol. 9, no. 3, hlm. 409–424, Des 2022.
- [28] Edy Fradinata, Aman Yaman, Dasrul, dan Marzuki, “Pemanfaatan Limbah Kotoran Ayam Broiller di Aceh Jaya,” Sep 2021.
- [29] Anggi Purnomo, “Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Monitoring Kualitas Udara Berbasis Multisensor Secara Nirkabel Menggunakan Labview,” 2023.
- [30] Nuzulia Ayu Safitri, “Implementasi Regresi Polinomial Untuk Mengurangi Nilai Error Pembacaan Pada Sensor Amonia,” 2022.
- [31] J. A. Fatkhurrahman dan I. R. J. Sari, “Affordable Metal Oxide Gas Sensor as Environmental Friendly Method for Ammonia Gas Measurement,” dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Nov 2019. doi: 10.1088/1755-1315/366/1/012027.
- [32] A. S. Nuzulia, “Implementasi Regresi Polinomial Untuk Mengurangi Nilai Error Pembacaan Pada Sensor Amonia,” 2022.
- [33] J. A. Fatkhurrahman dan I. R. J. Sari, “Affordable Metal Oxide Gas Sensor as Environmental Friendly Method for Ammonia Gas Measurement,” dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Nov 2019. doi: 10.1088/1755-1315/366/1/012027.
- [34] DFRobot, “MEMS Gas Sensor - MiCS-5524.” [Daring]. Tersedia pada: <https://www.dfrobot.com/product-2419.html>
- [35] A. Amperawan dkk., “Hardware Design and Lung Sound Detection Simulation to Analyze Lung Abnormalities Based on Arduino Mega, NodeMCU ESP32 and Internet of Things,” 2022.
- [36] “ESP32-DevKitC V4 Getting Started Guide.”
- [37] Dendi Rosandi, “Sistem Monitoring Kualitas Air Budidaya Ikan Koi (Cyprinus Carpio) Menggunakan Nodemcu Esp32 Berbasis Internet

- Of Things (Iot) Dengan Aplikasi Blynk,” UNIVERSITAS LAMPUNG, 2022.
- [38] M. T. G. de Almeida *dkk.*, “Ultraviolet-C Light-emitting Device Against Microorganisms in Beauty Salons,” *Pathog Immun*, vol. 7, no. 1, hlm. 49–59, Feb 2022, doi: 10.20411/pai.v7i1.497.
- [39] Q. Fitriyah, Y. Delfiana Siahaan, M. Prihadi, E. Wahyudi, * Politeknik, dan N. Batam, “Alat Sterilisasi Lampu UVC Portable Berbasis IOT,” 2022.
- [40] Clysly Celine R. Ramos *dkk.*, “Use of ultraviolet-C in environmental sterilization in hospitals: A systematic review on efficacy and safety,” *Int J Health Sci (Qassim)*, vol. 14, no. 6, 2020, doi: 10.5281/zenodo.3933425.
- [41] Cathrine Gabriela Bakkara dan Alfian Purnomo, “Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat di Indonesia,” *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 11, no. 3, 2022.
- [42] H. Zaafera Yasmin, “Efektivitas Kombinasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dan Waktu Kontak Sinar Ultraviolet-C Terhadap Penurunan Bakteri Colform Pada Limbah Cair RS PKU Muhammadiyah Surakarta,” *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT*, vol. 11, no. 1, Jan 2023, doi: 10.14710/jkm.v11i1.34578.
- [43] Irsal dan Matius Irsan Kasau, “Perancangan Model Sistem Pencegah Hubung PendekListrik Ketika Terjadi Banjir Menggunakan Sensor Elektroda,” 2019.
- [44] HAVIS DUTA PRATAMA, “Penggunaan Sensor Wlc (Water Level Control) Omron 61f-G1-Ap, Untuk Mengatur Ketinggian Air Tangki,” 2021.
- [45] F. Al Rizqi dan S. Wahyu Jadmiko, “Rancang Bangun Pengendali Pintu Garasi Otomatis Berbasis Arduino Melalui Aplikasi Smartphone,” Bandung, Agu 2021.

- [46] Jauhari Arifin, Leni Natalia Zulita, dan Hermawansyah, “Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560,” *Jurnal Medi Infortama*, vol. 12, no. 1, Feb 2018.
- [47] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, dan A. Nurkholis, “SISTEM PENGONTROL IRIGASI OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO,” 2020.
- [48] LANANG JABBAR KALA, “Rancang Bangun Monitoring Tumpukan Sampah Pada Saluran Air Berbasis Long Range,” Politeknik Negeri Sriwijaya, 2021.
- [49] Ramadhan Furqani, “Rancang Bangun Pemanfaatan Sistem RFID Untuk Memudahkan Login Pembayaran,” 2020.
- [50] U. Gultom dan J. Murpratomo, “Sistem Pelayanan Jemaat Berbasis Web,” vol. 2, no. 1, hlm. 8700, 2018.
- [51] L. Puji, I. Kharisma, Y. H. Yana, T. Informatika, S. Zainuddin, dan N. W. Anjani, “Media Pembelajaran Matematika dengan Materi Bangun Datar dan Bangun Ruang Berbasis Web (Mathematics Learning Media with Theory Two-Dimensional Figure and Geometry Web Based),” vol. 3, no. 1, hlm. 39–45, 2021.
- [52] Andre Perioza Herpa, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kadar Gas Dan Kontrol Jendela Untuk Pengendali Kadar Udara Dalam Ruangan Berbasis Web,” Universitas Lampung., 2019.
- [53] B. Damanik, “Rancangan Sistem Informasi Smp Negeri 1 Tuhemberua Kabupaten Nias Utara Menggunakan Php Codeigniter,” *Jurnal Mahajana Informasi*, vol. 6, no. 1, 2012.
- [54] E. Fatkhiyah, J. Triyono, dan E. N. Cahyo, “Perancangan Database Pendaftaran Swab Antigen Berbasis Online,” 2021.
- [55] Sri Wahyuningsih Piu, Rima Ruktiari, Nurul Aini, dan Erfan Hasmin, “Diagnosa Penyakit Kulit Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor,” *Computer Science and Informatics Journal*, vol. 4, no. 1, 2021.

- [56] S. Utomo dan M. A. Hamdani, "Sistem Informasi Geografis (SIG) Pariwisata Kota Bandung Menggunakan Google Maps Api dan PHP," 2021. [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/jurnalfiki>
- [57] A. and Y. B. and Y. K. Setiawan, "Logika Fuzzy Dengan Matlab (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy," *Jayapangus Press Books*, hlm. 1–217, 2018.
- [58] DR. Eng. Agus Naba, *Tutorial Cepat & Mudah Fuzzy Logic dengan Matlab*. Agus Naba. Agus Naba, 2009.
- [59] K. and H. P. Sri, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, vol. 2. Yogyakarta: Pusat Penerbitan Graha Ilmu, 2013.
- [60] Sukirman, *Logika dan Himpunan*. Yogyakarta: Hanggar Kreator, 2006.
- [61] S. Kusumadewi, *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. 2002.
- [62] D. Fadli, Bagus Setya, "Analisa Penentuan Kualitas Kayu Sengon Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic," no. 1110651014, hlm. 1–9, 2017, [Daring]. Tersedia pada: <http://digital.lib.kmutt.ac.th/magazine/issue2/articles/energy/>
- [63] A. Ms dan M. H. Baysha, "PENGARUH MEDIA PEMBELAJARAN MATRIX LABORATORY (MATLAB) TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA," 2018.
- [64] A. Atina, "Aplikasi Matlab pada Teknologi Pencitraan Medis," *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, vol. 1, no. 1, hlm. 28, Agu 2019, doi: 10.31851/jupiter.v1i1.3123.
- [65] D. Kurniadi, F. Nuraeni, dan D. Jaelani, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan." [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.itg.ac.id/>
- [66] V. M. Nasution dan G. Prakarsa, "Optimasi Produksi Barang Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani," *JURNAL MEDIA*

- INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 4, no. 1, hlm. 129, Jan 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1719.
- [67] S. Nurhayati dan I. Immanudin, “Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Prediksi Pengadaan Peralatan Rumah Tangga Rumah Sakit,” *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 8, no. 2, hlm. 81–87, Okt 2019, doi: 10.34010/komputika.v8i2.2254.
- [68] L.-X. Wang, *A Course In Fuzzy Systems And Control*. Prentice-Hall, Inc., 1996.
- [69] S. Sunanto, R. Firdaus, dan Makmur Setiawan Siregar, “Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Kendali Suhu dan Kelembaban Ruang Server,” *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 2, no. 2, hlm. 128–136, Des 2021, doi: 10.37859/coscitech.v2i2.3362.
- [70] J. Nasir dan J. Suprianto, “Analisis Fuzzy Logic Menentukan Pemilihan Motor Honda Dengan Metode Mamdani,” vol. 2, hlm. 177–186, doi: 10.22202/jei.2017.v3i2.1962.
- [71] I. Raga Djara, T. Widiastuti, dan D. M. Sihotang, “PENERAPAN LOGIKA FUZZY MENGGUNAKAN METODE MAMDANI DALAM OPTIMASI PERMINTAAN OBAT,” *Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 7, no. 2, hlm. 157–161, Nov 2019, doi: 10.35508/jicon.v7i2.1645.
- [72] Li Idi’il Fitri dan Bambang Purwanggo, “Pengamatan Kesesuaian Penerapan Kalibrasi Dengan Standart Operational Procedure Pada Pt. Daya Manunggal Berdasarkan Iso 9001:2008,” *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [73] J. * Wahyudi dan A. Syakur, “Kalibrasi Sensor Tegangan dan Sensor Arus dengan Menerapkan Rumus Regresi Linear menggunakan Software Bascom AVR Info Articles,” vol. 1, no. 1, hlm. 1–14, 2020, doi: 10.31331/jsitee.v1i1.

- [74] K. Kemalasari, M. A. Ifadah, dan B. N. Iman, “Alat Pendeteksi Kadar Glukosa pada Urine dengan Metode Naive Bayes,” *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 18, no. 4, Des 2022, doi: 10.17529/jre.v18i4.27238.

