

Saiful Rizal

AIQUA : Teknologi Cerdas Sterilisasi Air Ternak Berbasis AI dan IoT terintegrasi Solar Panel untuk Meningkatkan Kesehat...

 Quick Submit Quick Submit Politeknik Negeri Jember

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3370873214

Submission Date

Oct 13, 2025, 8:25 AM GMT+7

Download Date

Oct 13, 2025, 8:30 AM GMT+7

File Name

III_Piranti_Cerdas_-_250050191820342_-_AIQUA_-_LAPORAN_AKHIR.pdf

File Size

1021.2 KB

28 Pages




5,727 Words

35,352 Characters

9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 8%  Internet sources
- 4%  Publications
- 4%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 8% Internet sources
- 4% Publications
- 4% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repo.poltekkesdepkes-sby.ac.id	<1%
2	Internet	ejurnal.ung.ac.id	<1%
3	Internet	jurnalp3k.com	<1%
4	Internet	mediamon.esdm.go.id	<1%
5	Internet	ojs.uma.ac.id	<1%
6	Publication	Singgih Dwi Prasetyo, Zainal Arifin, Aditya Rio Prabowo, Eko Prasetya Budiana. "I...	<1%
7	Internet	aktual.co.id	<1%
8	Internet	journal.unpas.ac.id	<1%
9	Student papers	STT PLN	<1%
10	Publication	Maria Conchita Leyla Centis, Reineldis E. Trisnawati, Imelda Rosniyati Dewi, Pask...	<1%
11	Internet	www.medion.co.id	<1%

12	Internet	www.coursehero.com	<1%
13	Student papers	itera	<1%
14	Student papers	Fakultas Teknik	<1%
15	Internet	ftmm.unair.ac.id	<1%
16	Internet	kemahasiswaan.uui.ac.id	<1%
17	Internet	knightgenerous93.wordpress.com	<1%
18	Internet	www.kompasiana.com	<1%
19	Publication	Rhesti Nurlina Suhanto, Dwianti Westari, Syaeful Ilman. "Edukasi Kualitas Air Min...	<1%
20	Internet	eprints.dinus.ac.id	<1%
21	Internet	id.123dok.com	<1%
22	Publication	Mohammad Hanif Yuhdi, Anggi Indah Yuliana, Sujono Sujono. "Rancang Bangun ...	<1%
23	Publication	Setio Enwin Putra Ramadhani, Harga Sri Rahayu Ningsih, Risse Entikaria Rachma...	<1%
24	Internet	core.ac.uk	<1%
25	Internet	ekonomi.bisnis.com	<1%

26	Internet	garuda.kemdikbud.go.id	<1%
27	Internet	repository.usd.ac.id	<1%
28	Internet	vdocuments.site	<1%
29	Publication	Mikawati Mikawati, Wigia Irdianto Tangdiombo, M. Zukri Malik. "Pengaruh Brisk ...	<1%



16

**PROPOSAL PAGELARAN MAHASISWA NASIONAL BIDANG
TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI (GEMASTIK) XVIII
TAHUN 2025**



**AIQUA : Teknologi Cerdas Sterilisasi Air Ternak Berbasis AI dan IoT
terintegrasi Solar Panel untuk Meningkatkan Kesehatan Ternak di
Wilayah Minim Listrik**

Nama Tim:

AIQUA

Anggota Tim:

Saiful Rizal	Ketua	E41240390	2024
Nandita Putri Hanifa Jannah	Anggota	E41231216	2023
Syahmi Naufal Saputra	Anggota	E32222388	2022

**POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2025**

ABSTRAK

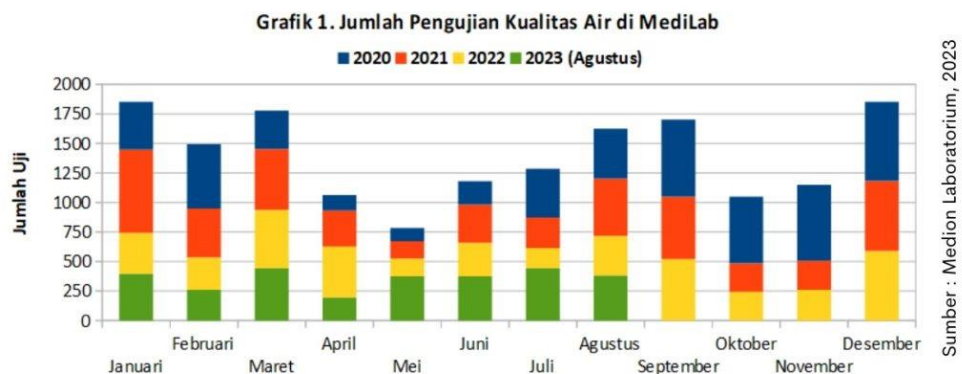
Kualitas air minum merupakan faktor krusial dalam menjaga kesehatan dan produktivitas hewan ternak, terutama di wilayah pedesaan yang masih mengandalkan sumber air terbuka tanpa proses sterilisasi. Kontaminasi mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi* pada air dapat menyebabkan gangguan pencernaan hingga kematian ternak. Sayangnya, keterbatasan infrastruktur listrik serta rendahnya literasi teknologi di kalangan peternak rakyat menjadi kendala utama dalam adopsi teknologi sanitasi air. Untuk menjawab permasalahan tersebut, dikembangkan AIQUA (Artificial Intelligence-based Quality Appliance), sebuah sistem sterilisasi air minum ternak berbasis *Internet of Things* (IoT), logika *fuzzy*, dan kecerdasan buatan (AI) prediktif yang didukung oleh energi surya dan antarmuka pemantauan berbasis website. Sistem ini menggunakan sensor pH, *turbidity*, dan ketinggian air yang terintegrasi dalam mikrokontroler ESP32. Logika *fuzzy* digunakan untuk menentukan durasi sterilisasi otomatis melalui penyinaran UV dan ozonisasi berdasarkan kondisi air secara *real-time*. Sementara itu, model AI diterapkan untuk memprediksi potensi kontaminasi air berdasarkan pola historis data sensor. Sistem juga menyediakan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui website yang ramah pengguna. Inovasi AIQUA diharapkan dapat meningkatkan sanitasi air minum ternak secara adaptif, menekan angka kematian ternak akibat infeksi air, serta mendorong transformasi digital dan implementasi energi terbarukan pada sektor peternakan skala kecil di wilayah terpencil Indonesia.

Kata Kunci: *Sterilisasi Air Ternak, IoT, Fuzzy Logic, Kecerdasan Buatan, Energi Surya, Peternakan Rakyat*

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup, termasuk hewan ternak. Dalam konteks peternakan rakyat di Indonesia, air minum yang berkualitas sangat memengaruhi kondisi kesehatan dan produktivitas hewan. Namun, kenyataannya di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar peternak di wilayah pedesaan masih menggunakan air dari sumber terbuka seperti sungai, sumur dangkal, atau irigasi pertanian tanpa proses filtrasi dan sterilisasi terlebih dahulu. Hal ini menimbulkan risiko tinggi terhadap kontaminasi mikroba patogen yang berbahaya.

Menurut Chang et al., (2020) dalam jurnal Homeostasis, air yang tidak melalui proses sterilisasi dapat mengandung bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*, yang dapat menyebabkan penyakit pencernaan serius pada hewan ternak. Gejala umum dari infeksi tersebut meliputi diare, dehidrasi, demam, dan penurunan nafsu makan, yang bila tidak segera ditangani akan berdampak pada kematian ternak. Hasmia et al., (2022) melaporkan bahwa 63,3% air minum ternak yang diuji di wilayah Luwu, Sulawesi Selatan, mengandung bakteri patogen di atas ambang batas aman. Kondisi ini sejalan dengan temuan Medion (2022) yang menunjukkan bahwa 59% sampel air peternakan mengandung *coliform*, 27% mengandung *E. coli*, dan 37% mengandung *Salmonella*, melampaui ambang batas kualitas air layak untuk ternak. Data ini menguatkan urgensi penerapan teknologi sterilisasi air untuk mencegah penyakit pada hewan ternak.



Gambar 1. Persentase kontaminasi mikroba pada air peternakan

Selain itu, penelitian di Desa Sukajaya, Kecamatan Lembang, menunjukkan bahwa seluruh (100%) dari 24 sampel sumur gali tidak memenuhi syarat standar

kualitas air karena mengandung *Coliform* dengan nilai >50 MPN/100 ml. Sebagian besar sumur berjarak kurang dari 15 meter dari sumber pencemar berupa peternakan sapi, dan air limbah kandang dialirkan langsung ke permukaan tanah (Yustiani et al., 2019). Kondisi ini meningkatkan potensi kontaminasi bakteriologis, yang menjelaskan mengapa kualitas air di lingkungan peternakan rakyat rentan membahayakan kesehatan ternak dan manusia

Sampel	Jarak Sumur (Meter)	Standart Jarak (>15 Meter)	Coliform MPN/100 ml	Standart Coliform (50 MPN/100ml)
1	10.5	TMS	120	TMS
2	1.6	TMS	460	TMS
3	1.9	TMS	1100	TMS
4	3.2	TMS	2400+	TMS
5	5.1	TMS	290	TMS
6	1.8	TMS	2400+	TMS
7	7.6	TMS	210	TMS
8	1	TMS	1100	TMS
9	2.1	TMS	460	TMS
10	2	TMS	150	TMS
11	2.7	TMS	2400+	TMS
12	6.3	TMS	290	TMS
13	2.2	TMS	2400+	TMS
14	3.1	TMS	2400+	TMS
15	4.3	TMS	2400+	TMS
16	2.4	TMS	2400+	TMS
17	2.1	TMS	2400+	TMS
18	4.2	TMS	2400+	TMS
19	3.6	TMS	2400+	TMS
20	3.4	TMS	2400+	TMS
21	1.2	TMS	2400+	TMS
22	2.1	TMS	75	TMS
23	1	TMS	1100	TMS
24	1	TMS	2400+	TMS

Gambar 2. Hubungan Jarak Sumur Gali terhadap Kandungan *Coliform* di Desa Sukajaya, Kecamatan Lembang

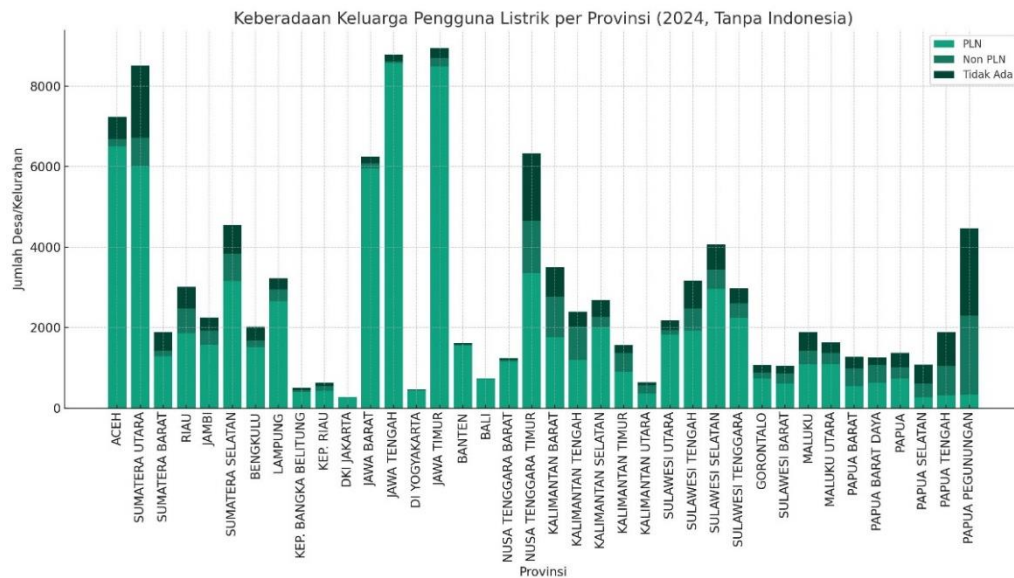
Data diatas memperlihatkan bahwa semua sampel sumur (100%) tidak memenuhi syarat jarak minimal 15 meter dari sumber pencemar dan mengandung *Coliform* melebihi ambang batas (>50 MPN/100 ml). Fakta ini menguatkan urgensi pengolahan air sebelum digunakan sebagai air minum ternak.

Kondisi buruk ini menimbulkan kerugian besar bagi peternak. Menurut data dari Kementerian Pertanian, rata-rata peternak rakyat mengalami kerugian hingga 30-40% pendapatan per tahun akibat kematian ternak dan biaya pengobatan hewan. Selain itu, mayoritas peternak kecil di desa hanya menjadikan ternak sebagai usaha sampingan atau tabungan darurat (Ibrahim et al., 2020), sehingga perhatian terhadap sanitasi air dan manajemen kesehatan hewan masih sangat rendah.

Masalah ini diperparah dengan keterbatasan akses terhadap listrik dan

17 teknologi. Menurut laporan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) hingga kuartal I tahun 2025, terdapat lebih dari 10.000 lokasi di seluruh

25 Indonesia yang mencakup sekitar 1,28 juta rumah tangga belum memiliki akses listrik dari jaringan PLN, sehingga masyarakat bergantung pada sumber energi non-PLN. Hal ini mempersulit penggunaan alat sterilisasi konvensional berbasis listrik PLN (Aktual.co.id, 2025)



Gambar 3. Keberadaan Keluarga Pengguna Listrik per Provinsi (PLN, Non-PLN, dan Tidak Ada) Tahun 2024 (Sumber: BPS, 2024)

Hal ini menunjukkan bahwa meskipun mayoritas provinsi memiliki akses listrik PLN, masih terdapat wilayah dengan jumlah signifikan desa yang bergantung pada listrik non-PLN atau bahkan tanpa listrik sama sekali, terutama di Papua Pegunungan, Nusa Tenggara Timur, dan Kalimantan Tengah. Kondisi ini menegaskan perlunya teknologi alternatif yang dapat beroperasi secara mandiri, tanpa ketergantungan pada jaringan PLN.

Padahal, Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi terbarukan, terutama energi surya. Berdasarkan Kementerian ESDM (2023), potensi energi surya nasional mencapai 207,8 GWp, namun pemanfaatannya baru sekitar 0,2% dari total potensi. Dengan dukungan teknologi panel surya, kebutuhan energi untuk alat-alat di daerah tanpa listrik dapat diatasi secara berkelanjutan.

Seiring berkembangnya teknologi digital dan *Internet of Things* (IoT), kini

dimungkinkan untuk menciptakan sistem cerdas yang dapat memantau dan mengendalikan kondisi air secara *real-time*. Sistem ini dapat dikendalikan melalui jaringan nirkabel dan dikombinasikan dengan sensor kualitas air (pH, kekeruhan, level air) serta logika *fuzzy* untuk membuat keputusan otomatis. Ditambah lagi dengan penerapan kecerdasan buatan (AI), sistem dapat diprediksi kapan kondisi air memburuk dan kapan sterilisasi harus dilakukan.

26 Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dikembangkan sebuah inovasi sistem bernama AIQUA (Artificial Intelligence-based Quality Appliance), yaitu sistem sterilisasi air minum ternak berbasis *IoT*, logika *fuzzy*, dan kecerdasan buatan yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan panel surya sebagai sumber energi. Alat ini dirancang untuk mengukur kualitas air secara berkala menggunakan sensor, lalu memutuskan durasi sterilisasi air menggunakan sinar UV dan *ozone generator* berdasarkan kondisi air saat itu. Peternak juga dapat memantau dan mengendalikan sistem melalui *dashboard website* yang terhubung dengan sistem, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh dan memberikan peringatan saat kualitas air memburuk. Sistem ini dirancang ringkas, mudah digunakan, hemat biaya, dan ramah lingkungan, menjadikannya solusi ideal bagi peternakan rakyat di wilayah terpencil.

18 Inovasi ini juga sejalan dengan tema GEMASTIK XVII/2025, yaitu “TIK untuk Peningkatan Pelayanan Publik Menuju Masyarakat Indonesia yang Sejahtera.” AIQUA merupakan bentuk konkret pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk mendukung pelayanan publik di sektor peternakan dan kesehatan hewan. Sistem ini tidak hanya membantu peternak dalam memastikan kualitas air, tetapi juga meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat desa secara keseluruhan.

15 Lebih lanjut, inovasi ini memiliki keterkaitan erat dengan beberapa tujuan Pembangunan Berkelanjutan *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang ditetapkan oleh PBB. Dengan menjamin kualitas air minum ternak melalui proses sterilisasi otomatis, sistem ini mendukung SDG 3 (Good Health and Well-being) karena dapat menurunkan risiko penyebaran penyakit dari hewan ke manusia (zoonosis) sekaligus mendorong peningkatan produktivitas peternakan rakyat. Dari sisi akses terhadap air bersih, AIQUA mendukung SDG 6 (Clean Water and

Sanitation) karena membantu menyediakan air yang layak bagi ternak di wilayah yang sulit dijangkau oleh infrastruktur air bersih konvensional. Sistem ini juga mendukung SDG 7 (Affordable and Clean Energy) karena menggunakan energi terbarukan, yakni tenaga surya, sehingga mampu mengurangi ketergantungan pada listrik dari jaringan PLN. Sebagai hasil rekayasa teknologi tepat guna yang berbasis pada mikroprosesor, sensor, dan IoT, AIQUA juga relevan dengan SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure). Terakhir, dari segi efisiensi penggunaan sumber daya, sistem ini mendukung SDG 12 (Responsible Consumption and Production) karena mengoptimalkan konsumsi energi dan air dengan pendekatan otomatis dan presisi.

Dengan adanya AIQUA, diharapkan dapat meningkatkan kesehatan ternak, menekan angka kematian akibat penyakit pencernaan, meningkatkan produktivitas peternak rakyat, serta mendorong pemanfaatan teknologi cerdas dan energi bersih dalam skala mikro yang aplikatif dan berkelanjutan, demi mendukung pelayanan publik menuju masyarakat desa yang lebih sehat, mandiri, dan sejahtera.

1.2 Urgensi dan Manfaat

1. Urgensi

Air minum ternak yang tidak steril telah menjadi salah satu penyebab utama menurunnya produktivitas dan meningkatnya angka kematian pada hewan ternak rakyat, khususnya di daerah pedesaan. Banyak peternak masih mengandalkan air dari sungai, sumur gali, atau irigasi tanpa pengujian mikrobiologi atau sterilisasi terlebih dahulu. Penelitian menunjukkan bahwa struktur sanitasi ini sangat rentan terhadap kontaminasi bakteri patogen.

Misalnya, riset mengenai kualitas air sumur gali di Desa Klambir, Sumatera Utara, menemukan bahwa 62,9% sumur (22 dari 35 sampel) mengandung total *coliform* > 50 CFU/100 ml, yang mendekati atau melebihi batas aman baku mutu air konsumsi (Sari & Situmorang, 2020). Begitu pula di lingkungan peternakan, penelitian di lingkungan peternakan sapi perah Kabupaten Kediri melaporkan semua sampel air limbah mengandung *Escherichia coli* dan memiliki nilai BOD dan COD di atas ambang batas sehat (Dameanti et al., 2022).

Akibatnya, hewan ternak mengalami gangguan pencernaan akut seperti diare, dehidrasi, dan menurunnya imunitas yang berdampak pada angka kematian dan kerugian ekonomi tinggi bagi peternak kecil. Masalah sanitasi air ini diperparah oleh keterbatasan infrastruktur listrik di banyak daerah. Menurut laporan (Detik news, 2025), dari 74.961 desa di Indonesia, masih 2.275 desa belum teraliri listrik PLN sepenuhnya. Di sisi lain, potensi energi surya di Indonesia sangat besar (diperkirakan mencapai 3.200 GW), namun pemanfaatannya masih sangat rendah hanya sekitar 0,006% dari total potensi (Kementerian ESDM, 2023). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan besar antara potensi dan realisasi, yang dapat dijawab melalui teknologi tepat guna.

Seiring dengan kemajuan teknologi, peluang besar kini terbuka melalui integrasi *Internet of Things* (IoT), logika *fuzzy*, dan kecerdasan buatan (AI). Dengan sensor *real-time* dan pengolahan data otomatis, sistem dapat mengambil keputusan adaptif dan mengelola proses sterilisasi air tanpa intervensi manual. Teknologi ini sangat cocok diterapkan di daerah pedesaan yang membutuhkan sistem mandiri, hemat energi, dan dapat bekerja otomatis.

Pengembangan sistem seperti AIQUA menjadi sangat relevan. AIQUA memanfaatkan sensor kualitas air (pH, turbidity, level), panel surya sebagai sumber daya, serta pengendalian otomatis berbasis *fuzzy logic* dan AI. Sistem ini tidak hanya menjawab krisis sanitasi dan keterbatasan energi, tetapi juga mendorong digitalisasi peternakan rakyat, efisiensi operasional, dan transformasi menuju praktik peternakan cerdas yang berkelanjutan.

2. Manfaat

1. Sterilisasi Air Secara Otomatis dan Adaptif

AIQUA mampu melakukan sterilisasi air minum ternak dengan menyesuaikan durasi sesuai kualitas air, sehingga menjamin keamanan secara *real-time*.

2. Peningkatan Kesehatan dan Produktivitas Ternak

Air yang steril secara langsung menurunkan risiko penyakit, menekan angka kematian, serta meningkatkan bobot dan hasil produksi ternak.

3. Efisiensi Energi dan Ramah Lingkungan

Sistem menggunakan energi surya sebagai sumber utama, sehingga dapat digunakan di daerah tanpa listrik dan mendukung program transisi energi hijau.

4. Transformasi Digital Peternakan Rakyat

Dashboard *monitoring* berbasis *website* memungkinkan peternak untuk melakukan kontrol jarak jauh, menerima notifikasi otomatis, serta memantau kondisi kualitas air secara *real-time* dari berbagai lokasi, sehingga mendukung transformasi digital pada sistem sanitasi air peternakan rakyat.

5. Inovasi Teknologi Berbasis IoT dan AI dalam Skala Mikro

AIQUA menjadi contoh nyata penerapan teknologi tinggi secara aplikatif dan terjangkau dalam konteks peternakan desa.

1.3 Metode Pengembangan Karya

Pengembangan AIQUA (Artificial Intelligence-based Quality Appliance) dilakukan melalui pendekatan integratif yang memadukan kecerdasan buatan, sistem benam, dan *Internet of Things* (IoT) dalam satu platform cerdas dan berdaya rendah. Berikut metode utama yang digunakan:

1. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence: Fuzzy Logic*)

Sistem AIQUA mengadopsi kecerdasan buatan melalui algoritma logika *fuzzy* tipe Mamdani sebagai dasar pengambilan keputusan otomatis berdasarkan data kualitas air. Algoritma ini mampu menangani ketidakpastian dan ambiguitas pada data analog dari sensor, sehingga sistem dapat beradaptasi secara dinamis terhadap variasi kondisi lingkungan.

Tiga parameter utama yang diolah adalah:

- a. pH (derajat keasaman)
- b. Turbidity (tingkat kekeruhan)
- c. Ketinggian air (water level)

Data ini dibaca secara kontinu oleh sensor, kemudian diproses menggunakan inferensi *fuzzy* untuk menentukan kondisi air dan waktu aktivasi optimal bagi UV sterilizer dan *ozone generator*. Pendekatan ini meniru cara berpikir manusia dalam kondisi ambigu atau nilai ekstrem. Berdasarkan studi sebelumnya, metode *fuzzy logic* mampu mencapai akurasi

klasifikasi kualitas air hingga 96,76%, menjadikannya pendekatan yang handal dan efisien dalam meningkatkan kesehatan ternak secara otomatis.

2. Sistem Benam (Embedded System: ESP32)

Algoritma *fuzzy* diimplementasikan dalam mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai unit pusat kendali seluruh perangkat keras. ESP32 menangani pembacaan data sensor, pemrosesan data, serta pengontrolan aktuator seperti relay, pompa, lampu UV, dan *ozone generator*.

Alasan pemilihan ESP32 antara lain:

- a. Konsumsi daya rendah
- b. Kecepatan pemrosesan tinggi
- c. Terintegrasi dengan *Wi-Fi* dan Bluetooth

Seluruh sistem dirancang untuk beroperasi secara mandiri (*standalone*) tanpa memerlukan komputer eksternal. Energi diperoleh dari panel surya 50 Wp yang dikombinasikan dengan *solar charge controller*, baterai 12ah, dan inverter, menjadikannya solusi ideal untuk daerah tanpa akses listrik PLN.

3. Internet of Things (IoT)

Untuk memungkinkan *monitoring* dan kontrol secara *real-time*, sistem dilengkapi dengan konektivitas IoT berbasis *Wi-Fi* melalui modul bawaan ESP32. Data sensor seperti pH, turbidity, dan volume air dikirimkan secara otomatis ke platform *monitoring* berbasis website.

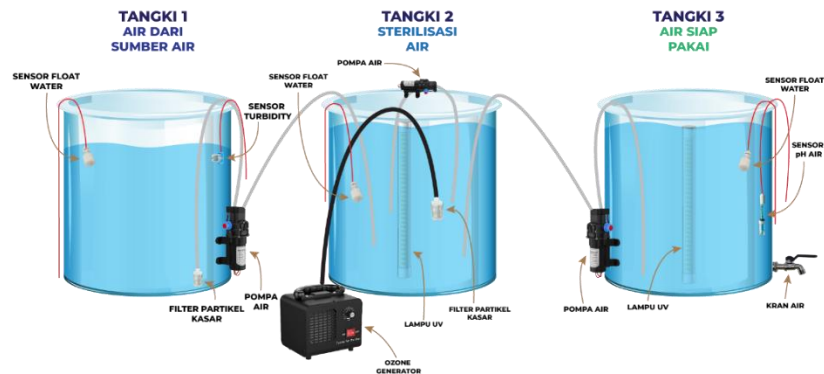
Fitur IoT yang diimplementasikan meliputi:

- a. Tampilan data *real-time* melalui *website monitoring*
- b. Kontrol manual perangkat sterilisasi (pompa, UV, ozone)
- c. Notifikasi otomatis saat kualitas air menurun atau volume air minimum tercapai

Integrasi IoT menjadikan AIQUA tidak hanya cerdas dan otomatis, tetapi juga adaptif dan responsif, mendukung sistem sanitasi air ternak yang efisien, berkelanjutan, dan modern.

1.4 Desain Purwarupa

1. Rancangan Sistem



Gambar 4. Rancangan Sistem

AIQUA (Artificial Intelligence-based Quality Appliance) dirancang menggunakan 3 tangki utama dengan masing-masing fungsi yang spesifik:

- Tangki 1 (Sumber Air): Berfungsi menampung air dari sumber terbuka (sungai/sumur/irigasi). Air disaring dari kotoran fisik menggunakan filter kasar. Endapan kotoran didorong ke luar melalui saluran pembuangan di dasar tangki.
- Tangki 2 (Sterilisasi): Air dari tangki pertama dipindahkan ke tangki kedua menggunakan pompa. Di tangki ini, air disterilkan menggunakan kombinasi sinar UV dan *ozone generator*. Durasi dan intensitas sterilisasi ditentukan oleh sistem *fuzzy* berdasarkan parameter sensor.
- Tangki 3 (Air Siap Pakai): Setelah melalui proses sterilisasi, air dikumpulkan di tangki ketiga yang siap disalurkan sebagai air minum ternak. Sistem pelampung dan katup otomatis menjaga level air tetap stabil.

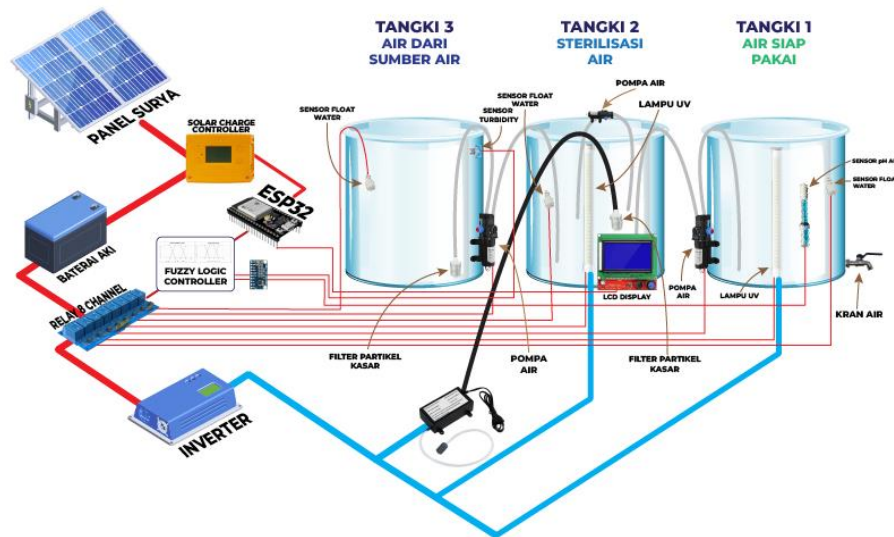
2. Desain 3D Alat





Gambar 5. Desain 3d Alat

3. Desain Sistem Elektornika dan Pengendali



Gambar 6. Desain Sistem Elektronika dan Pengendali

Sistem elektronik AIQUA dirancang agar dapat berjalan secara otomatis dan hemat energi menggunakan panel surya 50 Wp sebagai sumber daya utama. Komponen utama yang digunakan meliputi:

a. Sumber Energi dan *Power Management*

- Panel Surya 50 Wp: Menghasilkan listrik dari sinar matahari dan digunakan sebagai sumber daya utama.
- *Solar Charge Controller*: Mengatur pengisian baterai dari panel surya agar tetap stabil dan aman.
- Baterai 12V 12Ah: Menyimpan energi untuk operasional malam hari atau saat sinar matahari tidak mencukupi.

- *Inverter & Step Down Converter*: Mengubah arus DC dari baterai menjadi tegangan dan arus yang sesuai untuk komponen sistem.

b. Mikrokontroler dan Sistem Pengendali

- ESP32 berperan sebagai pusat kendali utama dari sistem AIQUA. Perangkat ini menerima data dari sensor kualitas air seperti pH, turbidity, dan ketinggian air, kemudian memprosesnya menggunakan logika *fuzzy* untuk menentukan durasi dan intensitas proses sterilisasi. Selain mengontrol komponen seperti relay, pompa, UV, dan ozone generator, ESP32 juga mengirimkan data secara *real-time* ke server berbasis Firebase melalui koneksi *WiFi*. Data tersebut kemudian ditampilkan dalam bentuk visual melalui dashboard *website monitoring*, yang dapat diakses oleh peternak untuk memantau sistem secara jarak jauh. Pemilihan ESP32 didasarkan pada kemampuannya yang tinggi dalam pemrosesan serta integrasi *Wi-Fi* bawaan yang sangat mendukung implementasi *Internet of Things* (IoT) pada sistem ini.

c. Sensor dan Input Data

- *Sensor pH Air*: Mengukur tingkat keasaman air untuk menentukan keamanan konsumsi ternak.
- *Sensor Turbidity* (Kekeruhan): Mendeteksi kejernihan air yang berhubungan dengan kualitas mikrobiologis.
- *Water Level Sensor* (Float Type): Digunakan di masing-masing tangki untuk memantau volume air dan mengatur pengisian otomatis.

d. Aktuator dan Output Sistem

- *Relay Module*: Mengontrol nyala/mati pompa, *UV sterilizer*, dan ozone generator berdasarkan output *fuzzy logic*.
- *Pompa Air*: Memindahkan air antar tangki.
- *UV Sterilizer* dan *Ozone Generator*: Bertugas mensterilkan air berdasarkan durasi yang ditentukan *fuzzy logic*.
- *LCD Display* (opsional): Menampilkan data secara lokal jika dibutuhkan.

e. Komunikasi dan *Monitoring*

- *Dashboard Website*: Sistem terhubung melalui koneksi *WiFi* dan mengirim data secara *real-time* ke server Firebase. Data tersebut ditampilkan dalam bentuk dashboard berbasis *website* yang dapat diakses melalui *browser* pada perangkat apapun. Dashboard ini menampilkan status kualitas air, kondisi komponen sistem, serta memberikan opsi kontrol manual jika diperlukan. Notifikasi peringatan juga akan muncul apabila kualitas air menurun.
- Digunakan sebagai perantara komunikasi data antara perangkat mikrokontroler dan dashboard *monitoring*. Firebase menyimpan data sensor, log status alat, dan notifikasi yang kemudian ditampilkan secara *real-time* di dashboard.

1.5 Analisis Fungsional

1. Mekanisme Kerja Sistem

AIQUA (Artificial Intelligence-based Quality Appliance) dirancang untuk melakukan sterilisasi air minum ternak secara otomatis, efisien, dan berbasis energi terbarukan. Sistem ini bekerja berdasarkan pemrosesan data sensor kualitas air oleh mikrokontroler ESP32, yang selanjutnya dikendalikan dengan logika *fuzzy* untuk pengambilan keputusan sterilisasi, serta AI prediktif untuk mendeteksi pola potensi kontaminasi berdasarkan data historis.

2. Alur Kerja Sistem

Berikut adalah tahapan kerja sistem AIQUA:

a. Pengisian Air (Tangki 1)



Gambar 7. Tangki 1

Air dari sumber terbuka (sungai/sumur/irigasi) dialirkan ke Tangki 1. Di sini, air disaring menggunakan filter kasar untuk menyaring kotoran fisik seperti pasir, lumpur, atau dedaunan. Endapan akan dibuang melalui saluran pembuangan otomatis di dasar tangki.

b. Deteksi Parameter Kualitas Air

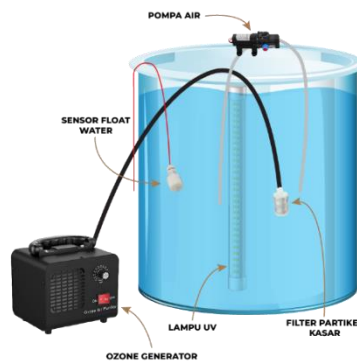
Sensor pH, sensor turbidity (kekeruhan), dan sensor water level yang terpasang pada sistem membaca data kualitas air secara *real-time* dan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler.

c. Pemrosesan Data dan Pengambilan Keputusan

Data sensor akan diproses oleh ESP32 menggunakan metode logika *fuzzy* Mamdani. Berdasarkan input nilai pH dan kekeruhan, *fuzzy logic* akan menentukan durasi sterilisasi menggunakan lampu UV dan ozone generator. Contohnya:

- Air dengan pH normal dan kekeruhan rendah → durasi UV 3 menit
- Air dengan pH ekstrem atau kekeruhan tinggi → durasi UV 7 menit + ozonisasi tambahan

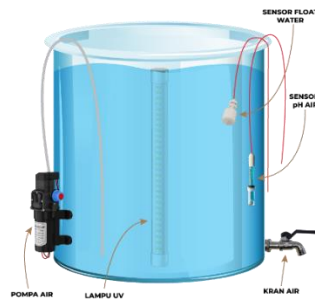
d. Sterilisasi (Tangki 2)



Gambar 8. Tangki 2

Air yang sudah dinyatakan aman untuk diproses akan dipindahkan ke Tangki 2 menggunakan pompa. Di dalamnya, proses sterilisasi berlangsung menggunakan kombinasi UV Sterilizer dan *Ozone Generator*. Proses ini dikontrol otomatis oleh relay yang terhubung ke sistem *fuzzy*.

e. Penyimpanan Akhir (Tangki 3)



Gambar 9. Tangki 3

Air hasil sterilisasi dipindahkan ke Tangki 3, yang dilengkapi sensor level dan sinar UV tambahan untuk menjaga air tetap steril sampai digunakan. Air dari tangki ini disalurkan ke tempat minum ternak menggunakan kontrol otomatis berbasis sensor level air.

f. Integrasi *Website Monitoring*

Semua proses dapat dimonitor secara *real-time* melalui *dashboard* berbasis *website* yang terhubung melalui koneksi *Wi-Fi* dari ESP32. Informasi seperti status air (pH, turbidity, volume air), histori proses sterilisasi, dan notifikasi kondisi kritis ditampilkan secara interaktif di *dashboard*. Seluruh data disimpan secara cloud melalui *Firebase/HTTP Server* sehingga dapat diakses oleh peternak dari jarak jauh menggunakan perangkat apapun yang memiliki koneksi internet.

1.6 Hasil Implementasi

1. Dokumentasi Purwarupa





Gambar 10. Purwarupa Alat

Seluruh rangkaian sistem AIQUA telah berhasil diimplementasikan secara penuh (100%). Proses perakitan perangkat keras, integrasi sensor, pemrograman mikrokontroler ESP32, serta koneksi ke cloud database telah selesai dan berfungsi dengan baik. Purwarupa alat berukuran $122 \times 48 \times 227$ cm terdiri dari tiga tangki air HDPE, panel surya 50 Wp, baterai 12 V, serta sistem sterilisasi berbasis ozon dan UV.

Sistem bekerja secara otomatis dan adaptif terhadap kondisi air yang masuk. Parameter pH, turbidity, dan float switch dibaca secara *real-time*, kemudian diproses menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani (Min–Max). Nilai sensor dikategorikan ke dalam himpunan linguistik (rendah, sedang, tinggi) untuk menentukan durasi sterilisasi optimal.

Sebagai contoh, ketika air terdeteksi memiliki kekeruhan tinggi dan pH rendah, sistem secara otomatis memperpanjang waktu penyinaran UV dan ozonisasi. Sebaliknya, jika air sudah jernih dan pH mendekati netral, waktu sterilisasi diperpendek untuk efisiensi energi.

Hasil keputusan *fuzzy* mengatur kerja ozone generator dan lampu UV, serta menjalankan tahap *post-UV sterilization* setelah proses utama untuk memastikan air benar-benar bebas dari mikroorganisme dan mencegah pertumbuhan ulang bakteri. Seluruh data sensor, durasi kerja, dan riwayat sterilisasi dikirim otomatis ke *Firestore Realtime Database* dan ditampilkan pada *dashboard* web interaktif yang menyajikan grafik kualitas air, status proses, dan riwayat sterilisasi secara *real-time*.

Uji lapangan menunjukkan bahwa sistem beroperasi stabil dan efektif. Kekeruhan air menurun dari 72,71 NTU menjadi 5,97 NTU, nilai pH stabil di kisaran 6,9–7,0, dan kadar TDS turun dari 230 ppm menjadi 51 ppm. Sistem juga efisien secara energi, mampu beroperasi mandiri menggunakan daya surya 50 Wp tanpa sumber listrik eksternal.

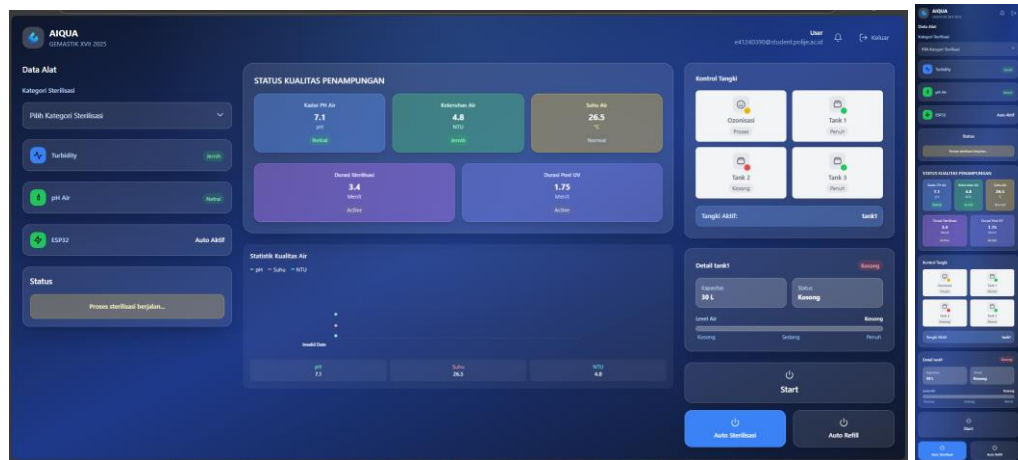
Dengan keberhasilan seluruh komponen, mulai dari sensor, pengendali fuzzy, aktuator, hingga dashboard pemantauan, sistem AIQUA telah mencapai tahap implementasi 100% dan siap untuk diterapkan dalam skala lapangan di lingkungan peternakan rakyat.

Berikut adalah status pengembangan dari komponen utama:

Tabel 1. Status Pengembangan

Komponen	Status	Keterangan
Rangka dan tangki	Selesai	Telah dibuat, terpasang, dan berfungsi dengan baik sebagai wadah utama sistem
Sistem kelistrikan (panel surya, baterai, inverter)	Selesai	Telah diuji dan mampu menyuplai daya secara stabil
Sensor dan aktuator (pH, turbidity, float, pompa)	Terpasang	Terpasang dan memberikan data pembacaan akurat untuk proses sterilisasi otomatis
Mikrokontroler ESP32	Berfungsi	Berfungsi optimal untuk akuisisi data sensor, pengendalian aktuator, serta koneksi cloud
<i>Website Monitoring</i>	Selesai	UI dan <i>backend</i> telah terintegrasi dengan <i>Firebase</i> , menampilkan data real-time dan histori proses
<i>Fuzzy Logic</i>	Selesai	Telah diimplementasikan di ESP32 dan berjalan stabil untuk pengambilan keputusan durasi sterilisasi

2. Tampilan Website Monitoring



Gambar 11. Tampilan Website Monitoring

Antarmuka *web* sistem AIQUA dirancang sebagai *website monitoring* interaktif yang menampilkan kondisi kualitas air, status perangkat, dan proses sterilisasi secara real-time. Tampilan ini dibuat dengan konsep *responsive design*, sehingga dapat diakses melalui komputer maupun perangkat seluler secara fleksibel.

Pada sisi kiri, terdapat panel data alat yang memuat daftar sensor seperti pH, turbidity, dan TDS, serta modul ESP32. Setiap komponen dilengkapi dengan indikator status aktif dan tombol pengaturan mode operasi, seperti Auto Sterilisasi dan *Auto Refill*.

Bagian tengah merupakan dashboard utama yang menampilkan hasil pembacaan sensor dalam bentuk data card dan grafik tren kualitas air. Nilai pH, kekeruhan, dan TDS ditampilkan secara *real-time*, disertai dengan kategori kondisi air (baik, sedang, atau buruk) yang dihasilkan melalui pemrosesan logika *fuzzy*.

Sementara itu, panel kanan menampilkan kontrol tangki dan log aktivitas, yang memungkinkan pengguna memantau level air, mengatur proses sterilisasi secara manual, serta melihat riwayat lengkap setiap sesi sterilisasi. Seluruh data tersimpan otomatis di *Firestore Realtime Database*, sedangkan arsip hasil sterilisasi disimpan secara permanen di *Firestore Storage*.

Secara keseluruhan, tampilan web AIQUA menonjolkan kemudahan pemantauan dan kontrol sistem melalui visualisasi data real-time yang

terintegrasi. Dashboard ini berfungsi sebagai pusat kendali digital untuk memastikan proses sterilisasi air berjalan efisien, adaptif, dan terdokumentasi dengan baik

3. Evaluasi Kinerja dan Pengujian Sistem

Sebagai tahap akhir pengembangan, dilakukan evaluasi kinerja dan pengujian sistem AIQUA untuk menilai tingkat keberhasilan implementasi purwarupa. Evaluasi ini mencakup pengujian pada aspek kelistrikan, kualitas air, dan efektivitas sterilisasi guna memastikan seluruh komponen berfungsi sesuai rancangan.

Pengujian dilakukan secara langsung pada purwarupa yang telah terintegrasi penuh (100%) dengan sumber energi panel surya 50 Wp, mikrokontroler ESP32, serta sistem sterilisasi berbasis ozon dan UV. Setiap pengujian bertujuan untuk mengukur kinerja sistem dalam kondisi nyata serta menilai stabilitas operasi perangkat, efisiensi energi, dan peningkatan kualitas air hasil sterilisasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi stabil dan efektif dalam seluruh aspek pengujian. Secara umum, AIQUA mampu bekerja otomatis sesuai logika *fuzzy*, menyesuaikan durasi sterilisasi berdasarkan parameter kualitas air, serta menghasilkan air dengan parameter fisis dan biologis yang memenuhi standar kelayakan. Hasil pengujian ditampilkan pada **Tabel 1** berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Spesifikasi Kelistrikan

Percobaan	Daya(Watt)	Arus(Ampere)
LCD Hidup	2.8	0.20
Pompa 1 hidup	41.3	3.12
Pompa1, UV1, Ozone, Sirkulasi	82.1	6.50
Ozone, UV1, Sirkulasi	51.7	4.06

Selanjutnya dilakukan pengujian kualitas air Sungai Bedadung di Kabupaten Jember sebagai sumber air ternak. Uji fisis ini mengevaluasi parameter seperti TDS, EC, pH, kekeruhan, dan suhu. Hasilnya ditunjukkan dalam **Tabel 2**:

Tabel 3. Hasil Uji Fisis Sampel Air Sungai

Parameter	Satuan	1	2	3	4	5	Rata-rata
TDS	ppm	229	232	230	234	225	230
EC	$\mu\text{S}/\text{cm}$	462	464	465	465	462	463,6
pH	pH	8,71	8,69	8,67	8,69	8,69	8,69
Kekeruhan Air	NTU	73,18	72,6	72,8	72,4	72,4	72,71
Suhu Air	$^{\circ}\text{C}$	29,3	29	28,9	28,7	28,8	28,94

Setelah proses sterilisasi, dilakukan pengujian kembali untuk melihat perubahan kualitas air. Hasilnya ditampilkan pada **Tabel 3**:

Tabel 4. Hasil Uji Fisis Air Sungai Setelah Sterilisasi

Parameter	Satuan	1	2	3	4	5	Rata-rata
TDS	ppm	53	50	50,8	51	53	51,56
EC	$\mu\text{S}/\text{cm}$	81	93	87	85	90	87,2
pH	pH	7,01	7,01	7,2	6,78	6,92	6,984
Kekeruhan Air	NTU	6,12	5,98	5,97	5,70	6,10	5,97
Suhu Air	$^{\circ}\text{C}$	26,8	26,3	26	26,7	27	26,56

Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada kualitas air setelah sterilisasi, dengan TDS turun 77,6%, kekeruhan berkurang 91,79%, dan pH mendekati netral. Ini menunjukkan sistem mampu berfungsi secara efektif berdasarkan pembacaan sensor *real-time* dan proses otomatisasi.

Terakhir, dilakukan uji laboratorium untuk mengukur efektivitas biologis terhadap bakteri patogen. Sampel air yang sebelumnya tercemar dengan kadar 110.000 setelah disterilisasi turun menjadi 75, memenuhi standar kualitas air kelas II untuk kebutuhan peternakan berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.



Gambar 12. Hasil Uji Laboratorium

21 Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan air sampel yang sebelumnya sangat tercemar dengan kadar 110.000, yang tidak memenuhi standar untuk peternakan, setelah melalui proses sterilisasi menggunakan sistem AIQUA berhasil memenuhi standar kelas II dengan kadar 75. Kelas II ini merupakan ambang batas kualitas air yang diizinkan untuk keperluan peternakan, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Hasil ini membuktikan bahwa AIQUA mampu menurunkan kadar kontaminasi mikrobiologis hingga 99,93%, sehingga efektif dalam meningkatkan kualitas air minum ternak secara signifikan.

4. Penjelasan Fungsi Sistem Saat Ini

Hingga tahap pengembangan 100%, sistem AIQUA telah mencapai bentuk akhir dengan seluruh fungsi inti dan penyempurnaan operasional yang lengkap. Sistem mampu mengalirkan air dari tangki awal (Tangki 1) ke tangki akhir (Tangki 3) secara otomatis melalui tahapan penyaringan dan sterilisasi, menggunakan pompa DC yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Jalur aliran air dirancang secara modular, sehingga memudahkan proses perawatan dan penggantian komponen.

Pada tahap penyaringan awal, digunakan saringan karbon aktif untuk menyaring partikel tersuspensi dan kotoran fisik. Selanjutnya, air memasuki tahap sterilisasi yang terdiri dari lampu UV dan generator ozon. Lampu UV berfungsi menonaktifkan mikroorganisme patogen secara fisik, sedangkan ozon berperan mengoksidasi partikel organik dan meningkatkan kejernihan air.

Proses sterilisasi dikendalikan oleh logika *fuzzy* metode Mamdani, yang menentukan durasi dan intensitas sterilisasi berdasarkan hasil pembacaan sensor pH, *turbidity*, dan *float switch*. Nilai sensor dikonversi ke dalam kategori linguistik seperti rendah, sedang, dan tinggi, lalu diproses menggunakan aturan if-then untuk menghasilkan keputusan yang sesuai. Hasil *defuzzifikasi* dari sistem ini digunakan oleh ESP32 untuk mengatur waktu kerja *ozone generator* dan lampu UV secara otomatis.

27 Seluruh sensor telah dikalibrasi untuk menghasilkan data yang akurat. Sensor *float switch* digunakan untuk mendeteksi ketinggian air dan mencegah luapan, sementara sensor pH dan *turbidity* memantau kondisi air secara *real-time*. Data yang diperoleh ditampilkan melalui layar LCD 16x2 serta antarmuka web interaktif,

sehingga pengguna dapat memantau status alat, tingkat air, kondisi sterilisasi, dan ketersediaan energi secara langsung.

Sumber daya utama sistem berasal dari panel surya 50 Wp yang terhubung ke baterai 12 V 12 Ah melalui *solar charge controller*, memungkinkan AIQUA beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada listrik PLN. Sistem mampu menjalankan satu siklus sterilisasi penuh lebih dari 5 jam dengan manajemen energi yang efisien untuk mendukung pompa, sensor, aktuator, lampu UV, dan generator ozon.

Dengan penyempurnaan tersebut, AIQUA pada tahap akhir telah menjadi sistem sterilisasi air berbasis IoT yang otonom, adaptif, dan efisien, memanfaatkan logika *fuzzy* untuk menyesuaikan durasi dan intensitas sterilisasi secara otomatis sesuai kondisi air. Sistem ini menunjukkan kesiapan penuh untuk diterapkan di lapangan sebagai solusi penyediaan air bersih dan aman bagi peternakan rakyat.

5. Integrasi dan Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem AIQUA

Sistem AIQUA menerapkan logika *fuzzy* tipe Mamdani dengan metode Min–Max untuk menentukan durasi sterilisasi secara otomatis berdasarkan kondisi air yang terdeteksi. Terdapat tiga parameter input utama, yaitu jumlah patogen, pH, dan kekeruhan (*turbidity*). Ketiga variabel tersebut menjadi dasar penentuan output berupa waktu sterilisasi yang direkomendasikan agar proses disinfeksi air berjalan optimal.

1. Fuzzifikasi (Fungsi Keanggotaan Fuzzy)

Pada tahap ini, nilai input yang bersifat numerik (*crisp input*) diubah menjadi nilai *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan berbentuk sigmoid. Bentuk kurva sigmoid dipilih karena memberikan transisi yang halus antar kategori linguistik tanpa batas tegas, sehingga sistem dapat menginterpretasikan perubahan nilai secara lebih realistis.

Rumus umum fungsi sigmoid dinyatakan sebagai:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha(x-c)}}$$

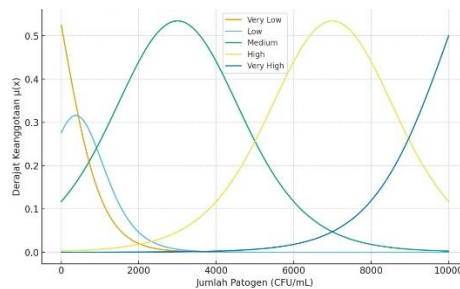
dengan:

α = parameter kemiringan (mengatur tingkat perubahan),

c = titik tengah (pusat perubahan),

$\mu(x)$ = derajat keanggotaan (0–1).

a. Fungsi Keanggotaan Patogen

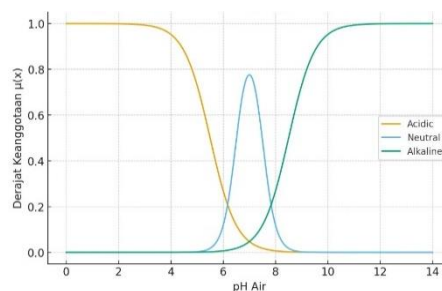


Gambar 13. Fungsi Keanggotaan Sigmoid Pada Variabel Patogen

Fungsi keanggotaan variabel patogen terdiri dari lima kategori linguistik: *Very Low*, *Low*, *Medium*, *High*, dan *Very High* (Gambar 2).

Kurva sigmoid menunjukkan peningkatan bertahap derajat keanggotaan seiring meningkatnya jumlah patogen, tanpa batas tegas antar kategori.

b. Fungsi Keanggotaan PH

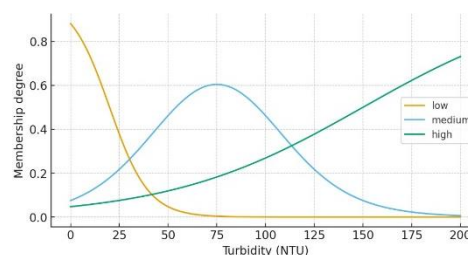


Gambar 14. Fungsi Keanggotaan Sigmoid Pada Variabel pH

Variabel pH memiliki tiga kategori linguistik: *Acidic*, *Neutral*, dan *Alkaline* (Gambar 3).

Kurva sigmoid menggambarkan perubahan halus dari kondisi asam ke basa, di mana nilai pH sekitar 6,5–7,5 berada di area transisi dengan keanggotaan ganda.

c. Fungsi Keanggotaan Kekeruhan(Turbidity)

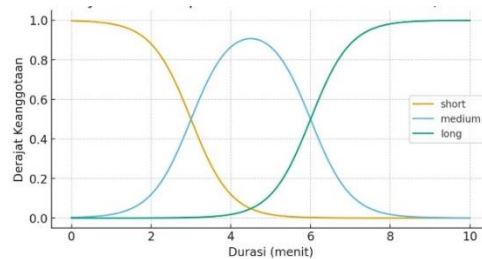


Gambar 15. Fungsi Keanggotaan Sigmoid Pada Variabel Kekeruhan

Variabel kekeruhan (NTU) dibagi menjadi tiga kategori: *Low*, *Medium*, dan *High* (Gambar 4).

Kurva sigmoid menunjukkan bahwa air jernih memiliki keanggotaan tinggi pada *Low*, sedangkan nilai NTU besar memiliki keanggotaan tinggi pada *High* dengan transisi bertahap di antaranya.

d. Fungsi Keanggotaan Durasi Sterilisasi



Gambar 16. Fungsi Keanggotaan Sigmoid Pada Variabel Durasi Sterilisasi

Variabel durasi sterilisasi merupakan output dari sistem fuzzy, yang menunjukkan lama proses sterilisasi berdasarkan kondisi air.

Fungsi keanggotaan durasi dibagi menjadi lima kategori linguistik, yaitu *Very Short*, *Short*, *Medium*, *Long*, dan *Very Long* (Gambar 5). Kurva berbentuk sigmoid digunakan untuk menggambarkan hubungan antara nilai hasil inferensi dengan durasi waktu. Semakin tinggi nilai keanggotaan pada kategori *long* atau *very long*, semakin lama waktu sterilisasi yang direkomendasikan oleh sistem.

2. Inferensi Fuzzy (Rule Base)

Tahap selanjutnya setelah menentukan fungsi keanggotaan adalah membentuk tabel inferensi fuzzy (rule base) yang berisi aturan keputusan untuk menentukan durasi sterilisasi berdasarkan kondisi kualitas air. Aturan-aturan ini dirancang menggunakan pendekatan Mamdani Fuzzy Inference System, di mana kombinasi nilai linguistik dari parameter patogen, pH, dan kekeruhan digunakan untuk menentukan kategori output durasi sterilisasi.

No	Patogen	pH	Turbidity	Output label	Sterilisasi (min)	Post-UV (min)
1	Low	Neutral	Low	Short	6.0	2.4

2	Low	Neutral	High	Medium	12.0	4.8
3	Medium	Neutral	Low	Medium	12.0	4.8
4	Medium	Neutral	Medium	Long	20.0	8.0
5	Medium	Acidic / Alkaline	Medium	Very Long	32.0	12.8
6	High	Neutral	Low	Long	20.0	8.0
7	High	Neutral	High	Very Long	32.0	12.8

Gambar 6. Tabel Inferensi Fuzzy untuk Penentuan Durasi Sterilisasi

Setiap aturan dalam tabel tersebut merepresentasikan hubungan logis “Jika-Maka (IF-THEN)” yang digunakan oleh sistem fuzzy. Misalnya, Jika jumlah patogen sangat tinggi, pH bersifat asam, dan air sangat keruh, maka durasi sterilisasi sangat lama (Very Long).

3. Defuzzifikasi

Hasil dari proses inferensi masih berupa himpunan fuzzy yang perlu dikonversi kembali menjadi nilai numerik (crisp output). Tahap ini disebut defuzzifikasi, dan dilakukan menggunakan metode centroid, atau pendekatan perhitungan berbasis faktor fuzzy sebagai berikut:

$$F_{\text{fuzzy}} = \left(1 + \frac{\text{patogen}}{1000}\right) \times \left(1 + 0.1(\text{pH} - 7)\right) \times \left(1 + \frac{\text{turbidity}}{100}\right)$$

$$t_{\text{sterilisasi}} = t_{\text{base}} \times F_{\text{fuzzy}}$$

$$t_{\text{postUV}} = 0.4 \times t_{\text{sterilisasi}}$$

4. Output Sistem

Tahap akhir sistem fuzzy adalah menghasilkan **nilai crisp output**, yaitu **durasi sterilisasi dan durasi post-UV**. Contohnya, untuk kondisi:

- Patogen = 3000 CFU/mL
- pH = 7 (netral)
- Kekeruhan = 10 NTU

Maka hasil perhitungan diperoleh:

$$t_{\text{sterilisasi}} = 11.8 \text{ menit}$$

$$t_{\text{postUV}} = 4.75 \text{ menit}$$

Nilai ini menunjukkan waktu optimal yang disarankan oleh sistem untuk proses sterilisasi ozon dan penyinaran UV sesuai kondisi air yang terdeteksi.

1.7 Tautan Video Proses Pengembangan

GEMASTIK XVIII Piranti Cerdas - 250050191820342 - AIQUA - Teknologi Cerdas Sterilisasi Air Ternak di Wilayah Minim Listrik

DAFTAR PUSTAKA

- Aktual.co.id. (2025). *Kementrian ESDM Butuh Rp 50 Triliun Untuk Listrik di 10 Ribu Desa*. Aktual.Co.Id. <https://aktual.co.id/2025/06/30/kementrian-esdm-butuh-rp-50-triliun-untuk-listrik-di-10-ribu-desa/>
- Chang, S., Khatimah, H., Muthmainah, N., Yuliana, I., Studi, P., Dokter, P., Kedokteran, F., Mikrobiologi, D., Mikrobiologi-parasitologi, D., Kedokteran, F., Mangkurat, U. L., Biologi, D., Biomedik, D., Kedokteran, F., Mangkurat, U. L., Histologi, D., Biomedik, D., Kedokteran, F., & Mangkurat, U. L. (2020). Identifikasi Salmonella Typhi Pada Air Galon Bermerek Dan Isi Ulang Di Banjarmasin. *Homeostasis ; Jurnal Mahasiswa Pendidikan Dokter*, 3(1), 3–8.
- Dameanti, F. N. A. ., Hasan, C. S. Y. ., Amanda, J. T. ., & Sutrisno, R. (2022). Analisis kualitas air limbah peternakan sapi perah berdasarkan nilai biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), pH dan Escherichia coli di Kabupaten Kediri. *Ternak Tropika: Journal of Tropical Animal Production*, 23(1), 71–79.
- Hasmia, N., Hasrianti, Wardi, R. Y., & Alam, M. N. (2022). Identifikasi Bakteri Escherichia coli dan Salmonella sp pada Air Sumur Gali di Tepi Sungai Desa Tiramonda Kecamatan Bua Kabupaten Luwu. *Cokroaminoto Journal of Biological Science*, 4(2), 29–35.
- Medion. (2022). *Pentingnya Menjaga Kualitas Air di Peternakan Ayam*. <https://www.medion.co.id/info-medion/pentingnya-menjaga-kualitas-air-di-peternakan-ayam/>
- Mineral, K. E. dan S. D. (2023). *Energi Surya Jadi Tren Global, Menteri ESDM: Indonesia Punya Prospek Positif*. Kementerian ESDM. <https://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/energi-surya-jadi->

tren-global-menteri-esdm-indonesia-punya-prospek-positif

4 News, D. (2025). *Dari 74.961 Desa di RI, 2.275 di Antaranya Belum Teraliri Listrik*. Detik.Com. <https://news.detik.com/berita/d-5827761/dari-74-961-desa-di-ri-2-275-di-antaranya-belum-teraliri-listrik>

5 Sari, Y., & Situmorang, N. (2020). Pengaruh Jarak Kandang Ternak Terhadap Total Coliform Pada Air Sumur Gali Di Desa Klambir. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(2), 186–195. <https://doi.org/10.31289/biolink.v6i2.2470>

1 Yustiani, Y. M., Hasbiah, A. W., & Fuad, R. (2019). Pengaruh Kondisi Fisik Dan Jarak Sumur Gali Dengan Peternakan Sapi Terhadap Kandungan Bakteri Coliform Air Sumur Gali Di Desa Sukajaya Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 1(1), 19. <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v1i1.1367>