

Rancang Bangun Sistem Monitoring Untuk Penyediaan Kualitas Air Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*

Diana Rahmawati¹, Kemas Dwiky Ariyanto^{2*}, Hanifudin Sukri³, Dian Neipa Purnamasari⁴,
Deni Tri Laksono⁵, Achmad Fiqhi Ibadillah⁶, Miftachul Ulum⁷

^{1,2,3,5,6,7} Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo, Bangkalan

¹diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id, ^{2*}180431100085@student.trunojoyo.ac.id, ³hanifudinsukri@trunojoyo.ac.id,

⁴dian.neipa@trunojoyo.ac.id, ⁵deni.laksono@trunojoyo.ac.id, ⁶fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id, ⁷miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id

Abstract - This research aims to determine the water quality filtration process by utilizing the fuzzy method. This system uses an ESP-32 microcontroller as a microcontroller for processing the data obtained. From the results of this data, monitoring results will be displayed and notifications will be provided if significant changes occur in water quality. The microcontroller acts as the brain of the system in collecting data from these sensors. The results of the sensor values can determine water quality by utilizing the fuzzy method. In this study there were 3 conditions, namely appropriate, inappropriate and not appropriate. The fuzzy method will determine the condition of the water based on data obtained by sensors, namely the pH sensor to read the pH value of the water, the TDS sensor to determine the content of bacterial microorganisms in the water and the Turbidity sensor to determine the level of water turbidity. In ESP-32, setpoint limits will be given for very dirty water, namely pH values <6 and >8, TDS values of 800-1000 ppm and turbidity values of >80 NTU. The setpoint for dirty water is a pH value of 6.0-6.5 and 8.0-8.9, a TDS value of 500- 800 ppm and a turbidity value of 31-55 NTU. Then the setpoint for clean water is a pH value of 6.0-7.5, a TDS value of less than 500 ppm and a turbidity value of 2-25 NTU. From the results of this determined setpoint, it will become material for fuzzy analysis to determine in what condition the water will be and is currently being treated. The filtration process is carried out until the water completely meets the specified setpoint value, the measurement data is displayed on the LCD screen located on the front of the system panel, this allows users to view real-time water quality information.

Keywords — Components, fuzzy, ESP-32, Water Quality, Monitoring

Abstrak— Penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui proses filtrasi kualitas air dengan memanfaatkan metode *fuzzy*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP-32 sebagai mikrokontroler sebagai tempat pemrosesan data yang diperoleh. Dari hasil data ini akan menampilkan hasil monitoring dan memberikan notifikasi jika terjadi perubahan signifikan dalam kualitas air. Mikrokontroler berperan sebagai otak sistem mengumpulkan data dari sensor-sensor tersebut. Hasil dari nilai sensor dapat menentukan kualitas air dengan memanfaatkan metode *fuzzy*. Pada penelitian ini memiliki 3 kondisi yaitu Sesuai, kurang sesuai dan tidak sesuai. Metode *fuzzy* akan menentukan kondisi air berdasarkan data yang diperoleh oleh sensor yaitu sensor pH untuk membaca nilai pH air, Sensor TDS untuk mengetahui

kandungan *mikroorganisme* bakteri dalam air dan Sensor Turbidity untuk mengetahui tingkat kekeruhan air. Pada ESP-32 akan diberikan batasan berapa *setpoint* untuk air sangat kotor yaitu pada nilai pH <6 dan >8, nilai TDS 800-1000 ppm dan nilai turbidity >80 NTU. Untuk *setpoint* air kotor yaitu nilai pH 6.0-6.5 dan 8.0-8.9, nilai TDS 500-800 ppm dan nilai turbidity 31-55 NTU. Kemudian *setpoint* untuk air bersih yaitu nilai pH 6.0-7.5, nilai TDS kurang dari 500 ppm dan nilai turbidity 2-25 NTU. Dari hasil *setpoint* yang ditentukan ini akan menjadi bahan untuk analisa *fuzzy* untuk menentukan dalam kondisi mana air yang akan dan sedang diolah sekarang. Proses filtrasi dilakukan hingga air benar-benar sesuai dengan ketentuan nilai *setpoint*, data hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD yang terletak pada depan bagian panel sistem, dengan ini memungkinkan pengguna untuk melihat informasi kualitas air secara *real-time*.

Kata Kunci—Komponen; fuzzy, ESP-32, kualitas air, Monitoring

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang berkembang pesat, terutama di wilayah Jawa Timur, mendorong peningkatan permintaan akan perumahan. Kenaikan kebutuhan perumahan ini berdampak pada peningkatan produksi air limbah dari rumah tangga, yang pada gilirannya mengakibatkan penurunan ketersediaan air bersih. Sebagian masyarakat masih membuang limbah air bekas rumah tangga ke sistem drainase yang seharusnya digunakan untuk mengalirkan air hujan. Bahkan, beberapa limbah rumah tangga juga dibuang langsung ke sungai. Tingkat pencemaran limbah cair yang tidak dikelola dengan baik dapat memiliki dampak negatif pada lingkungan dan kualitas perairan. Untuk mengatasi hal ini, proses pengolahan limbah cair perlu dilakukan agar limbah tersebut dapat diminimalisir dan mengurangi kandungan bahan pencemar di lingkungan perairan. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mencari cara agar limbah air bekas rumah tangga dapat diolah sehingga dapat digunakan kembali sebagai air bersih untuk keperluan seperti mandi, mencuci piring, dan mencuci pakaian. Kebersihan adalah hal yang seharusnya menjadi aspek yang sangat penting dalam setiap aspek kehidupan, dimulai dari lingkungan keluarga. Aktivitas seperti mandi, mencuci peralatan rumah

tangga, dan mencuci pakaian adalah langkah- langkah untuk menjaga kebersihan di dalam lingkungan keluarga. Namun, kegiatan-kegiatan tersebut menghasilkan limbah yang tidak boleh langsung dibuang ke saluran air seperti sungai, karena tindakan ini dapat mengakibatkan pencemaran air yang berdampak negatif pada lingkungan sekitar limbah- limbah tersebut terutama berisiko jika mengandung sisa-sisa deterjen dari mencuci atau mandi, serta limbah manusia seperti tinja. Jika tidak dikelola dengan benar, hal ini dapat menjadi ancaman serius. Oleh karena itu, setiap rumah tangga perlu memiliki sarana untuk menampung limbah ini, yang biasanya dikenal sebagai septic tank. Septic tank berfungsi sebagai tempat sementara untuk mengumpulkan limbah-limbah rumah tangga yang dapat mencemari lingkungan [1]. Limbah rumah tangga merujuk pada sisa-sisa yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari di dalam rumah, termasuk dari dapur, kamar mandi, dan cucian. Karena ini, jumlah limbah rumah tangga dapat menjadi cukup besar, mencapai sekitar 80% dari total limbah yang ada. Dengan pertambahan jumlah penduduk, masalah limbah rumah tangga semakin menjadi perhatian serius. Ini disebabkan oleh adanya zat kimia sulit dihilangkan dalam air limbah, yang pada gilirannya dapat memberi tempat bagi mikroorganisme penyebab penyakit seperti disentri, tifus, kolera, dan lainnya. Limbah-limbah ini memerlukan pengolahan khusus jika ternyata mengandung senyawa-senyawa pencemar yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan atau berpotensi mencemari lingkungan. Limbah lumpur tinja, jika tidak diolah dengan benar, berisiko menghasilkan bahan kontaminan yang berpotensi mencemari sumber air karena tidak memenuhi standar kebersihan air yang diperlukan [2]. Pembangunan infrastruktur untuk mengelola limbah rumah tangga memiliki efek positif dan negatif. Salah satu dampak negatif yang muncul adalah peningkatan volume limbah yang dihasilkan. Peningkatan limbah ini dapat mengganggu aliran proses dalam industri, yang pada akhirnya memerlukan pembuangan limbah dari tahap produksi. Umumnya, limbah ini akan dibuang ke lingkungan. Namun, sebelum dilakukan pembuangan, limbah tersebut perlu mengalami proses pengolahan yang tepat agar konsekuensinya tidak bersifat merugikan, seperti potensi pencemaran yang dapat merusak ekosistem di sekitar lingkungan dan mengganggu kesejahteraan masyarakat [3]. Memperhatikan siklus air tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sumberdaya air merupakan sumber daya yang melimpah. Namun, yang menjadi persoalan adalah bahwa air khususnya yang dapat dimanfaatkan oleh manusia tidak selalu tersedia pada waktu dan tempat yang sama karena dibatasi oleh pengaruh cuaca dan musim. Di samping itu, air yang dibutuhkan oleh manusia dipengaruhi Melalui baiknya mutu maupun banyaknya jumlah air. Kualitas air yang diperlukan bagi manusia dan makhluk hidup. lainnya dipengaruhi oleh

material-material asing yang terkandung di dalam air atau lebih dikenal dengan zat-zat pencemar (kontaminan), dan dari segi kuantitas berkaitan dengan kecukupan air yang dibutuhkan[4]. Dampak negatif akibat pencemaran limbah rumah tangga sangat beragam, termasuk dampak yang paling ringan yaitu menurunnya estetika lingkungan dan munculnya bau tak sedap. Akibat dari pencemaran ini, lingkungan menjadi kotor, dan ini berpotensi mengganggu kesehatan manusia karena air yang seharusnya digunakan untuk keperluan rumah tangga menjadi terkontaminasi. Pencemaran semacam ini bisa berujung pada timbulnya penyakit menular seperti kolera dan disentri. Air yang tercemar juga menjadi tempat yang ideal bagi berbagai jenis hewan pengganggu seperti nyamuk, lalat, dan tikus, yang memiliki potensi untuk menyebarkan penyakit kepada manusia[5]. Pada hubungan pencemaran air pada Dalam lingkungan perkotaan, peningkatan intensitas penggunaan ruang kota yang tidak mempertimbangkan dampak terhadap lingkungan dapat mengakibatkan penurunan kapasitas fisik kota untuk menangani beban tersebut. Situasi ini disebabkan oleh adanya berbagai bentuk pencemaran lingkungan, terutama limbah dari industri dan rumah tangga. Air limbah adalah air yang telah digunakan dalam berbagai aktivitas manusia. Sumber air limbah bisa berasal dari rumah tangga, perkantoran, toko-toko, fasilitas umum, industri, dan tempat lainnya. Lebih lanjut, air limbah adalah air bekas yang sudah tidak diperlukan lagi setelah digunakan dalam beragam kegiatan manusia yang melibatkan air bersih[6]. Pengertian air limbah menurut kementkes RI No.907/MENKES/SK/VII/2002 adalah air limbah yang belum mengalami proses pengolahan atau tidak mempunyai proses pengolahan yang memenuhi syarat higienitas (bakteri, kimia, radioaktif dan fisik) serta dapat diolah menjadi air limbah, (permenkes RI Terbitan 416/Menkes/PER/SK/1990). Air limbah domestic merupakan limbah cair dari rumah tangga, pedagang, perkantoran, industry dan tempat umum lainnya yang sering kali mengandung bahan atau zat yang dapat membahayakan kesehatan atau kehidupan manusia dan menimbulkan kerugian. keberlanjutan bagi lingkungan. Limbah kolektif dan domestik, limbah industri, limbah permukaan dan limbah lainnya seringkali mengandung 99.9% udara dan 0.1% padatan makanan padat mengandung 85% protein 25% karbohidrat 10% zat anorganik terutama partikel kecil garam dan logam [7]. Permasalahan yang sering dijumpai didalam Masyarakat adalah kualitas air tanah maupun air limbah rumah tangga yang digunakan masyarakat. Untuk memperoleh kualitas air yang aman adalah Salah satu metode yang bisa digunakan adalah penerapan sistem filtrasi air yang menggunakan karbon aktif sebagai salah satu media penyaringannya. Penelitian yang sebelumnya dilakukan juga telah mengindikasikan bahwa karbon aktif memiliki kemampuan menyerap zat-zat atau mineral yang menyebabkan pencemaran dalam air. Manfaat dari

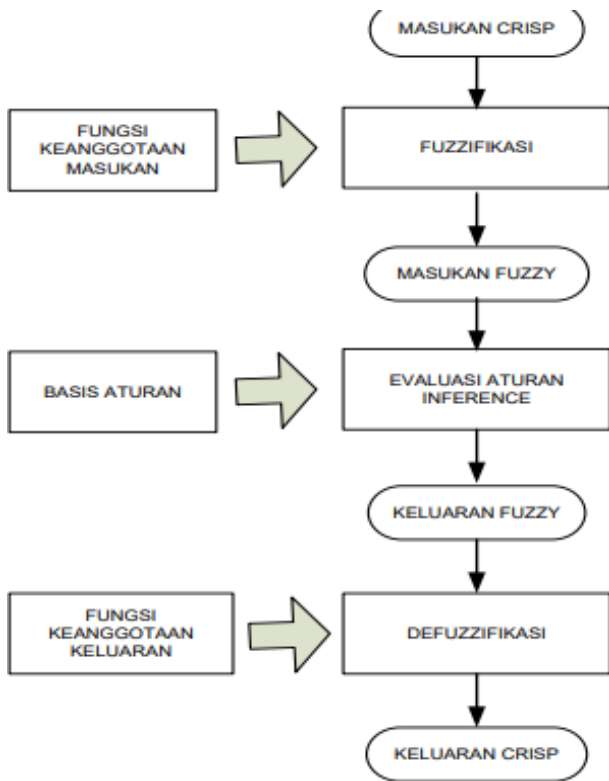
penggunaan karbon aktif dalam proses filtrasi air adalah kemampuannya dalam menyerap beberapa indikator seperti warna, klorin, bau, dan berbagai mineral lainnya. Selain karbon aktif, sistem filtrasi air ini juga melibatkan penggunaan media lain seperti kerikil, ijuk, dan pasir, yang berperan dalam menghilangkan kontaminan dari air yang tercemar. Sistem filtrasi ini juga dirancang dengan baik untuk memastikan aliran air tetap lancar dan tidak terhambat [8]. *Water Treatment Plant* adalah suatu rangkaian peralatan yang berfungsi sebagai fasilitas bantu dalam pengolahan air. WTP merupakan sebuah sistem yang memiliki fungsi untuk mengolah air dalam bentuk baku yang kemudian terdapat suatu proses sehingga menghasilkan air yang aman untuk diminum dan telah memenuhi standar kualitas yang sesuai. Proses pengolahan air ini, dari WTP adalah proses pengolahan air yang dinilai melalui data yang diambil dari beberapa sensor didapatkan hasil yang kurang bersih maka sistem akan secara otomatis melakukan konsep dari sistem WTP yaitu pengulangan Kembali proses filtrasi. Menurut beberapa penelitian yang telah diamati dapat mencapai 90% pemusnahan sel bakteri[9]. Berdasarkan latar belakang tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat perancangan dan pelaksanaan suatu sistem pemantauan kualitas air dengan memanfaatkan mikrokontroler. ESP32 untuk pemantauan parameter kualitas air limbah rumah tangga yaitu pH, *turbidity*, dan TDS. Perencanaan penelitian ini diharapkan bisa mengetahui bisa tidaknya sistem filtrasi yang digunakan untuk mengolah air yang sudah digunakan dirumah tangga untuk bisa digunakan lagi menjadi air layak yang bisa digunakan kembali. Sehingga akan timbul manfaat penghematan air baik untuk biaya yang dikeluarkan perbulan untuk membayar tagihan air atau bisa dimanfaatkan didaerah yang sering mengalami kesulitan air dengan mengolah kembali air yang sudah digunakan menjadi air yang layak digunakan kembali dengan ketentuan air tidak bisa untuk masak ataupun diminum hanya untuk cuci pakaian, cuci piring dan lain lain. Sistem ini dirancang untuk digunakan dalam pengolahan air bekas kebutuhan rumah tangga, pada tahap perancangan, sensor pH, *turbidity*, dan TDS akan diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Dalam proses monitoring, menggunakan metode *fuzzy* mamdani untuk menentukan kualitas air. Sensor-sensor tersebut akan mengambil data yang relevan dari air yang diamati dan mengirimkannya ke mikrokontroler untuk diolah dan dianalisis. Selanjutnya, mikrokontroler akan menampilkan data yang telah diproses pada tampilan LCD atau melalui koneksi komunikasi. Selanjutnya Kami juga mengimplementasikan teknologi Bylink untuk memastikan konektivitas yang handal dan pengiriman data yang akurat antara semua komponen sistem. Diagram ini menggambarkan alur informasi dan energi dalam sistem kami untuk memantau dan memonitoring kualitas air dengan efisien dan efektif."

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

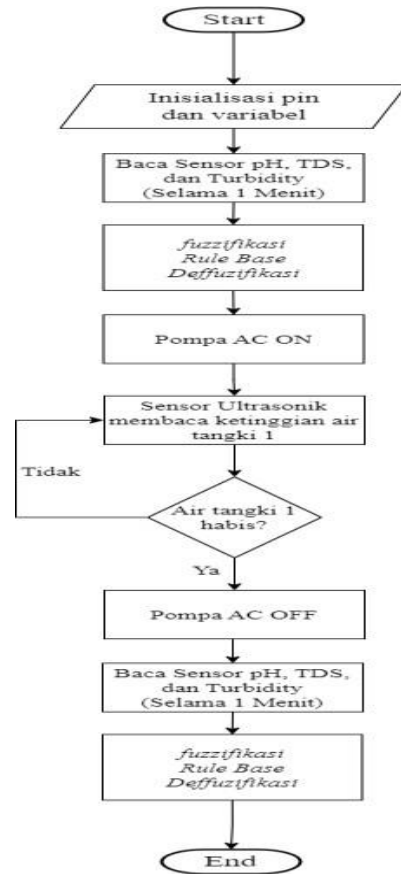
Metode pada penelitian ini menggunakan Metode *Fuzzy* Mamdani. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP-32 sebagai mikrokontroler sebagai tempat pemrosesan data yang diperoleh. Dari hasil data ini akan menampilkan hasil monitoring dan memberikan notifikasi jika terjadi perubahan signifikan dalam kualitas air. Mikrokontroler berperan sebagai otak sistem mengumpulkan data dari sensor-sensor tersebut. Hasil dari nilai sensor dapat menentukan kualitas air dengan memanfaatkan metode *fuzzy*. Pada penelitian ini memiliki 3 kondisi yaitu Sesuai, kurang sesuai dan tidak sesuai. Metode *fuzzy* akan menentukan kondisi air berdasarkan data yang diperoleh oleh sensor yaitu sensor pH untuk membaca nilai pH air, Sensor TDS untuk mengetahui kandungan *mikroorganisme* bakteri dalam air dan Sensor *Turbidity* untuk mengetahui tingkat kekeruhan air. Pada ESP-32 akan diberikan batasan berapa *setpoint* untuk air sangat kotor yaitu pada nilai pH <6 dan >8, nilai TDS 800-1000 ppm dan nilai *turbidity* >80 NTU. Untuk *setpoint* air kotor yaitu nilai pH 6.0-6.5 dan 8.0-8.9, nilai TDS 500-800 ppm dan nilai *turbidity* 31-55 NTU. Kemudian *setpoint* untuk air bersih yaitu nilai pH 6.0-7.5, nilai TDS kurang dari 500 ppm dan nilai *turbidity* 2-25 NTU. Dari hasil *setpoint* yang ditentukan ini akan menjadi bahan untuk analisa *fuzzy* untuk menentukan dalam kondisi mana air yang akan dan sedang diolah sekarang. Proses filtrasi dilakukan hingga air benar-benar sesuai dengan ketentuan nilai *setpoint*, data hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD yang terletak pada depan bagian panel sistem, dengan ini memungkinkan pengguna untuk melihat informasi kualitas air secara *real-time*.

B. Gambar dan Tabel



Gambar 1. Metode Fuzzy Logic

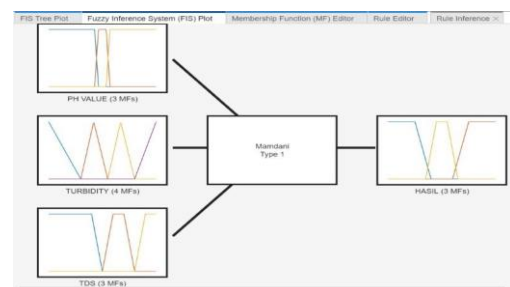
Gambar 1 menunjukkan teori matematis himpunan fuzzy. Metodologi ini dapat digunakan pada perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Logika fuzzy berkaitan dengan ketidakpastian yang telah menjadi sifat manusia. dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya ialah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Benar atau Salah”, “Ya atau Tidak”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Oleh karena itu, dalam logika fuzzy kemungkinan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Ide dasar dari logika fuzzy berasal dari prinsip ambiguitas.



Gambar2 Sistem Logika Fuzzy

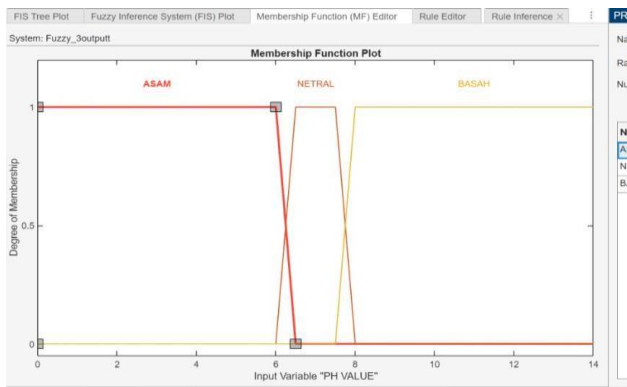
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fuzzy Inference System (FIS) adalah sebuah kerangka kerja berbasis logika fuzzy yang digunakan untuk memetakan input ke output menggunakan konsep-konsep dari teori himpunan fuzzy. FIS adalah bagian logika fuzzy dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk kontrol sistem, pengambilan keputusan, dan pemodelan sistem yang kompleks. Dari tiga inputan terdiri dari pH value terdiri dari (3 MFs), Turbidity terdiri dari (4 MFs) dan TDS (3MFs) yang akan memasukan fuzzy mamdani dan akan menjadi hasil 3 (MFs).



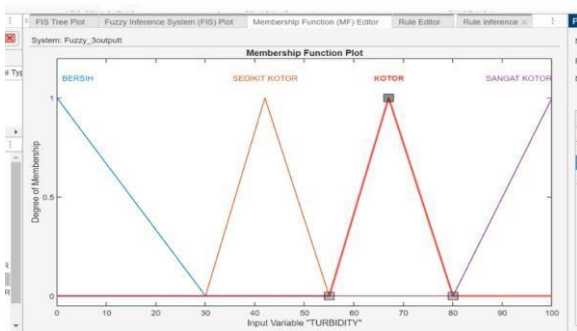
Gambar 3 Interface Fuzzy Mamdani

Dalam sistem fuzzy ini, terdapat sejumlah variabel fuzzy, yakni pH, kekeruhan, dan TDS, yang bertindak sebagai variabel input, sementara kualitas air menjadi variabel output. Pada variabel input pertama, yaitu pH, ada fungsi keanggotaan yang menilai nilai input sesuai dengan data yang diterima oleh mikrokontroler dari sensor pH. Kurva derajat keanggotaan pada variabel pH terdiri dari tiga himpunan fuzzy, yang terdiri dari : Asam,Basa, Netral.



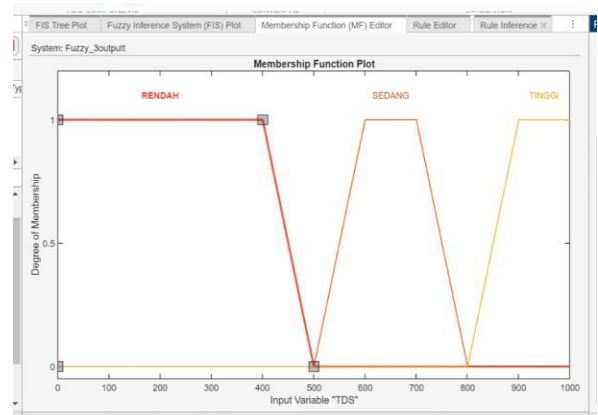
Gambar 4. Fungsi keanggotaan pH

Untuk variabel input kedua, yaitu tingkat kekeruhan, terdapat fungsi keanggotaan yang menentukan nilai input berdasarkan informasi yang dikirimkan oleh sensor kekeruhan kepada mikrokontroler. Kurva derajat keanggotaan pada variabel kekeruhan ini terdiri dari empat himpunan fuzzy, yang meliputi Bersih, Sedikit Kotor dan Kotor, Sangat Kotor Fungsi keanggotaan kekeruhan.



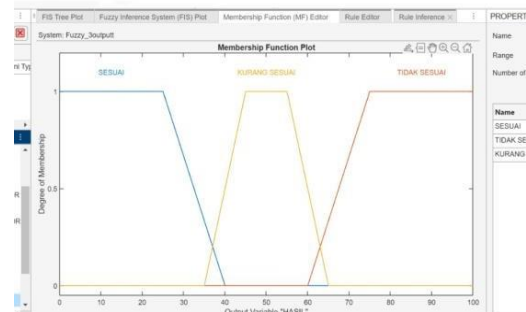
Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Kekeruhan

Pada variabel input ketiga, yaitu Total Dissolved Solids (TDS), terdapat fungsi keanggotaan yang menghitung nilai input berdasarkan informasi yang diperoleh dari sensor TDS yang dikirim ke mikrokontroler. Kurva derajat keanggotaan untuk variabel TDS ini terdiri dari dua himpunan fuzzy yang mencakup : Rendah, Sedang dan Tinggi



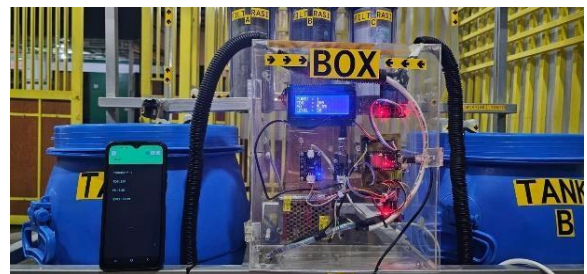
Gambar 6. Fungsi Keanggotaan TDS

Pada variabel output, yakni kualitas air, terdapat fungsi keanggotaan yang menilai nilai kualitas air berdasarkan informasi mengenai kualitas air yang diterima oleh mikrokontroler. Kurva untuk derajat keanggotaan pada variabel kualitasair terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu: sesuai, kurang sesuai dan tidak sesuai. Fungsi keanggotaan kualitas air dapat dilihat pada Gambar



Gambar 7. Fungsi Variabel Hasil

A. Perancangan Alat Sistem



Gambar 8. Perancangan Alat Sistem

Gambar 8 menjelaskan perancangan alat ini berupa rancangan bangun untuk mengetahui kualitas air rumah tangga dari tangki a menuju ke tangki b. Penelitian menggunakan tangki A berupa air yang kotor sedangkan untuk tangki b untuk penyediaan kualitas air yang bersih.

Penggunaan 2 tangki ialah sebagai mendapatkan kualitas air yang layak digunakan. Sedangkan untuk ukuran tangki masing- masing diameter tengah 40 cm dan tinggi 60cm untuk filtrasi PP (*Polypropylene*), CTO (*Chlorine, Taste, Odor*) dan GAC (*Granular Activated Carbon*), tabung berdiameter 10 inc. Sedangkan untuk alat dipanel box ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan mencakup empat sensor yaitu sensor TDS (*Total dissolved solids*), sensor *Turbidity*, dan sensor pH air. sensor Ultrasonik akan mengirimkan data melalui mikrokontroler ESP32 untuk mendapatkan data *database* akan di kirimkan melalui API yang telah dibuat dan akan ditampilkan pada aplikasi *Blynk*.

B. Hasil Filtrasi PP, CTO, GAC

1. Filtrasi PP (*Polypropylene*)

Filter PP digunakan untuk menyaring partikel-partikel besar dan sedimen seperti pasir, lumpur, dan karat. Filter ini biasanya memiliki pori-pori dengan ukuran antara 1 hingga 5 mikron [9]. Hasil : Air yang keluar dari filter PP seharusnya bebas dari partikel-partikel besar dan sedimen. Air akan terlihat lebih jernih dan bersih.

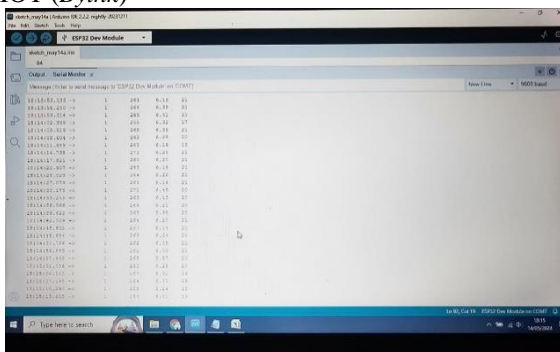
2. Filtrasi CTO (*Chlorine, Taste, Odor*)

Filter CTO biasanya terbuat dari karbon aktif yang terkompresi. Filter ini bertugas untuk menghilangkan klorin serta meningkatkan rasa dan bau Dan asam basa pada air [10]. Hasil : Air yang telah melewati filter CTO akan memiliki rasa dan bau yang lebih baik karena kandungan klorin dan zat kimia lain yang menyebabkan bau dan rasa tidak enak telah disaring

3. Filtrasi GAC (*Chlorine, Taste, Odor*)

Filter GAC menggunakan karbon aktif granular untuk menyerap zat organik dan bahan kimia berbahaya dalam air. Filter ini sangat efektif dalam menghilangkan bahan kimia seperti pestisida, VOCs (*Volatile Organic Compounds*), dan kontaminan organik lainnya [11]. Hasil : Air yang dihasilkan dari filtrasi GAC akan lebih murni karena kontaminan organik dan bahan kimia berbahaya telah dihilangkan. Air akan lebih aman untuk dikonsumsi.

C. Pengujian Aplikasi Monitoring Menggunakan IOT (*Blynk*)



Gambar 9. Hasil Serial Monitor Arduino (*blynk*)

Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui bahwa nilai sensor pH, sensor *Turbidity*, sensor TDS, setelah di proses filtrasi air dapat ditampilkan pada aplikasi *blynk* yang digunakan monitoring besaran nilai tersebut. Parameter berikutnya yang diuji yaitu monitoring filtrasi yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi monitoring diamati secara bersamaan.

D. Cara Kerja Sensor Ultrasonik HCSR-05

Cara kerja sensor ultrasonik dalam sistem filtrasi umumnya Ketika gelombang ultrasonik mengenai suatu objek atau perubahan densitas dalam medium, gelombang tersebut akan dipantulkan kembali ke sensor. Dalam sistem filtrasi, objek ini bisa berupa permukaan air, endapan partikel, atau air keruh sedang kotor (12).

Tabel 1. Pengujian Kalibrasi Sensor Ultrasonik

No	Pembacaan Jarak Sensor (cm)	Pembacaan penggaris meteran (cm)
1	5	5
2	10	10
3	15	15
4	20	20
5	25	25
6	30	30

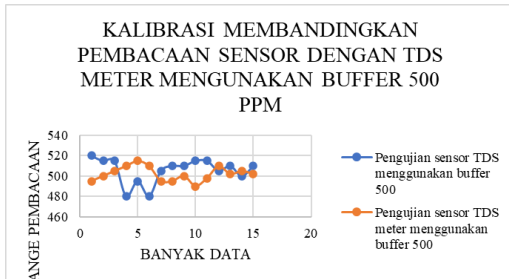
Pada tabel 1 jarak antara sensor ultrasonik dengan penggaris meteran memiliki nilai sesuai dengan jarak sensor dan jarak penggaris pada meteran. Dari data yang telah diambil bahwa ultrasonik mampu mengukur jarak dengan ketelitian yang sangat baik

E. Cara Kerja Sensor TDS

Cara Kerja Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) digunakan untuk mengukur jumlah padatan terlarut dalam air. TDS adalah indikasi kualitas air, yang menunjukkan berapa banyak ion, garam, atau mineral yang terlarut di dalamnya cara kerja sensor TDS dan penerapannya dalam sistem filtrasi, pengguna dapat memastikan air yang dihasilkan memiliki kualitas yang sesuai dengan standar yang diinginkan dan menjaga sistem filtrasi bekerja secara optimal [13]. Pengujian dilakukan dengan melakukan kalibrasi sensor TDS dengan cairan kalibrasi yang bernilai 500 PPM dan 1382 PPM dan air garam Kalibrasi dilakukan dengan cara mengubah baris program pada sensor TDS sampai nilai yang diperoleh dari hasil pembacaan mendekati 500 PPM. Dan 1382 PPM untuk mengetahui nilai kandungan garam.

F. Kalibrasi TDS Dengan Menggunakan *Buffer* 500 PPM

Kalibrasi TDS meter atau sensor TDS menggunakan larutan standar 500 ppm adalah proses penting untuk memastikan akurasi pengukuran.

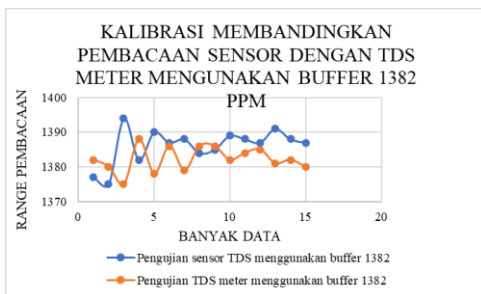


Gambar 10. Grafik Kalibrasi Sensor TDS Buffer 500 PPM

Dari gambar 5 menunjukkan grafik pengujian dengan TDS meter grafik ini di dapatkan berdasarkan pengujian pada kalibrasi.

G. Kalibrasi TDS Dengan menggunakan *Buffer* 1382 PPM

Kalibrasi adalah proses yang penting untuk memastikan bahwa sensor TDS dapat memberikan hasil yang akurat dan presisi



Gambar 11. Grafik kalibrasi Sensor TDS Dengan Menggunakan 1382 PPM

Dari gambar 6 menunjukkan grafik pengujian kalibrasi TDS pada sensor disandingkan dengan TDS meter grafik ini didapatkan berdasarkan pengujian pada kalibrasi.

H. Cara Kerja Sensor Kekeruhan (*Turbidity*)

Cara kerja dari sensor ini ialah dengan mencelupkan ujung sensor tersebut dimana nantinya sensor ini akan mengukur tingkat kekeruhan setelah proses filtrasi air limbah rumah tangga tersebut, selanjutnya yang akan diproses melalui sistem yang dibuat dengan cara proses Kalibrasi sensor *turbidity* dilakukan untuk memastikan akurasi dan keandalan pembacaan sensor [14]. Tujuan dari kalibrasi ini adalah untuk menyesuaikan pembacaan sensor dengan standar yang diketahui dan memastikan performa optimal dalam pengukuran kekeruhan." . Kalibrasi ini adalah bagian dari upaya berkelanjutan untuk memastikan kualitas

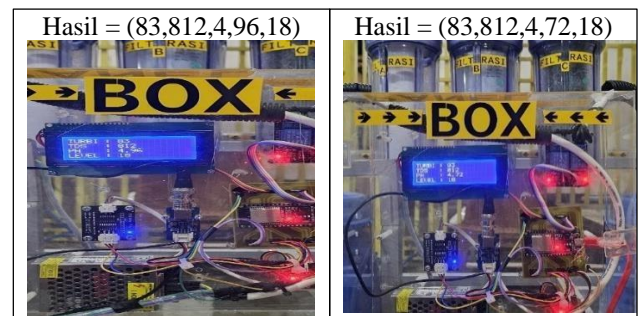
dan keandalan data pengukuran kekeruhan, yang penting untuk pengelolaan kualitas air.

I. Cara Kerja Sensor pH

Sensor pH adalah sensor untuk mendeteksi derajat keasaman suatu cairan. Sekala pH berada pada 0 – 14 dengan nilai 7 dianggap netral. Nilai pH kurang dari 7 dianggap asam dan nilai pH lebih dari 7 dianggap basa. Untuk sebuah air limbah rumah tangga standar pH air yang digunakan adalah pada nilai pH 6,5 – 7,5. Kurang ataupun lebih dari nilai tersebut dianggap tidak aman untuk kebutuhan rumah tangga . Prinsip kerja sensor pH adalah semakin banyak elektron pada sampel larutan maka akan semakin bernilai asam begitupun sebaliknya bila elektron lebih sedikit maka akan bernilai basa, karena batang sensor pH berisi larutan elektrolit lemah. Untuk mendapatkan nilai pH dengan skala 0 – 14 perlu dilakukan pengkalibrasian atas besaran tegangan yang dihasilkan oleh sensor pH. Cara pengkalibrasiannya dilakukan dengan skala berbanding antara tegangan dengan larutan yang telah memiliki nilai pH pasti. Pada proses ini peneliti menggunakan pH *buffer* dengan nilai 4 sebagai larutan asam dan Air aki pH bernilai pH 6 sebagai larutan netral. Dan pH *buffer* nilai 9 sebagai larutan basa [15].

J. Pengujian Awal 1 *Cycle* Filtrasi Air Sisa Limbah Cuci Baju

Pengujian awal satu *cycle* filtrasi dalam proses pencucian baju melibatkan beberapa tahap yang bertujuan untuk mengetahui pemrosesan pada sistem filtrasi yang digunakan untuk membersihkan air cucian sebelum di proses filtrasi atau setelah proses filtrasi. Pengujian ini bisa dilakukan 1 *cycle* untuk mendapatkan data awal yang konsisten dan reliabel. Selain itu, variasi dalam jenis kotoran dan pakaian juga bisa dilakukan untuk melihat performa filtrasi dalam kondisi yang berbeda.



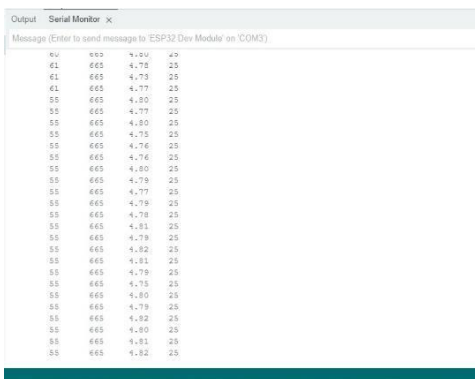
Gambar 12. Pengujian 1 *Cycle* Air Sisa bekas Cuci Baju

Berdasarkan gambar 7 diatas bahwa hasil 1 *cycle* filtrasi sisa bekas limbah rumah tangga cuci baju akan ditampilkan melalui serial monitor pada Arduino

K. Pengujian Pengulangan Filtrasi Air Limbah Cuci Baju

Pengujian pengulangan filtrasi air limbah cuci baju bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem filtrasi dalam menghilangkan kontaminan dari air limbah. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk melakukan pengujian Kumpulkan air limbah cuci baju dari berbagai tahap pencucian (pre-rinse, wash, rinse) untuk mendapatkan representasi yang akurat dari kontaminan yang ada. Rancang sistem filtrasi yang memungkinkan air limbah mengalir melalui media filtrasi dengan kecepatan yang terkontrol.

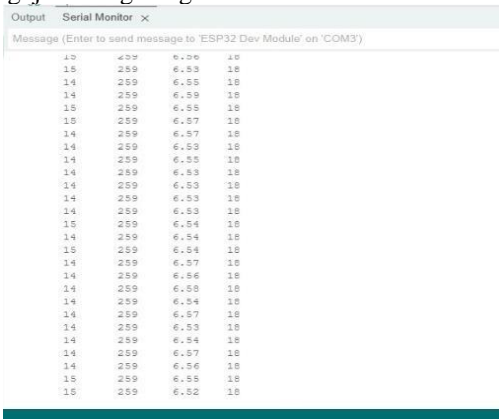
L. Pengujian 1 Cycle Filtrasi Air Limbah Cuci Piring



Gambar 13. Hasil Serial Monitor Arduino 1 Cycle Cuci Piring

Berdasarkan gambar 8 menunjukkan pengujian filtrasi air limbah cuci piring merupakan langkah penting dalam memastikan bahwa air yang dibuang dari proses pencucian piring telah diproses dengan baik sehingga aman untuk diproses untuk Filtrasi

M. Pengujian Pengulangan Filtrasi Air Limbah Cuci Piring



Gambar 14. Pengulangan Air Limbah Sisa Cuci Piring

Berdasarkan gambar 9 menunjukkan pengulangan air limbah cuci piring adalah proses yang bertujuan untuk membersihkan dan mendaur ulang air limbah dari mencuci piring sehingga dapat digunakan kembali. Ini adalah teknik yang berguna untuk menghemat air dan mengurangi dampak lingkungan.

N. Hasil Uji Lab Kualitas Air

Hasil uji laboratorium kualitas air biasanya melibatkan sejumlah parameter untuk menentukan apakah air tersebut layak untuk dikonsumsi atau digunakan untuk keperluan Lainnya. Menurut Standar Permenkes RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 pH: Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air. pH normal untuk air adalah antara 6.5 dan 8.5. Sedangkan *Turbidity* 20 dan Tingkat kurang dari TDS 500

Tabel 2. Hasil Uji Lab

No	Kode sample	pH	Kekeruhan (NTU)	TDS (mg/L)	Metode Pengujian
1.	LCB 1x	4,9	83	>850	
2.	LCP 1x	4,7	55	>500	Standar Permenkes
3.	LCBP	6,5	20	250	RI Nomor
4.	LCPB	6,7	15	235	416/MENKES/PER/IX/1990

Setelah dilakukan beberapa hasil penelitian untuk 1 kali hasil filtrasi untuk cuci baju dan cuci piring masih dinyatakan tidak sesuai maka perlu dilakukan pengulangan supaya mendapatkan air yang sesuai dengan kebutuhan. Pada hasil

cycle dan beberapa pengulangan hasilnya tidak beda jauh dengan hasil lab

IV. KESIMPULAN

Berikut dapat disimpulkan dari hasil implementasi alat yang dilakukan di penelitian ini:

1. Hasil uji sampel data dengan 15 data menggunakan sensor *turbidity* menghasilkan tingkat persentase error 2.33 Pada uji sampel data pH 15 data menggunakan sensor pH menghasilkan tingkat persentase error (0.06%). Pada uji sampel data partikel rendah, sedang dan tinggi air dengan 4 data menggunakan sensor TDS menghasilkan tingkat persentase error (2,33)
2. Hasil pengujian blynk mampu berjalan dengan baik jika nilainya sama pada LCD maka mekanisme sistem dapat dikatakan baik.

3. Pada hasil 1 *cycle* dan beberapa pengulangan hasilnya tidak beda jauh dengan hasil lab. interpretasi dari tema yang mana bentuknya dapat berupa implikasi (kesimpulan berdasar data) dan dapat juga berupa inferensi (kesimpulan berdasar referensi)

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Khakim, A. H. Sulasmoro, and I. Afriliana, "Alat Peringatan Volume Septic Tank dan Netralisasi Kadar Sewer Gas Berbasis Mikrokontroler dan Teknologi Panel Surya Septic Tank Volume Warning Tool and Neutralization of Sewer Gas Levels Based on Microcontroller and Solar Panel Technology," *Jurnal Sistem Komputer*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.34010/komputika.v12i1.7538.
- [2] Y. Pratiwi, "Jurnal Teknologi Academia Ista," vol. 10, 2005.
- [3] H. Askari, "Perkembangan Pengolahan Air Limbah." doi: 10.1016/j.desal.2004.06.113
- [4] E. Ningsih *et al.*, "Pemanfaatan Lempung sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga," 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.26418/jtlb.v11i2.64482>
- [5] P. Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam U. Sunan Ampel Surabaya Jl Ahmad Yani, J. Timur, R. Indah Lestari, R. Ramadhani, and A. Toni Roby Candra Yudha, "Air dan Dampak Kelangkaannya Bagi Perekonomian Masyarakat Urban: Studi Pustaka Pulau Jawa," *OECONOMICUS Journal of Economics*, vol. 6, no. 1, 2021. Doi :10.15642/oje.2021.6.1.38-48
- [6] E. Nilasari, M. Faizal, dan Suheryanto, P. Weha-ks, and J. Kimia, "Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi *Eceng Gondok* (*Eichornia crassipes*), (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang)," 2016. doi: <https://doi.org/10.56064/jps.v18i1.34>
- [7] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, "Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i2.878.
- [8] R. Priyatna and A. Andang, "Model Sistem Otomatis Water Treatment Plant Menggunakan Plc Berbasis Wireless," 2021. doi: <https://doi.org/10.37058/jeee.v2i2.2701>
- [9] P. Aqua, "Cartridge Filters Spun Polypropylene Sediment Filter Cartridges."
- [10] "Superior Water Filtration Hf Series Carbon Block CTO Filter." [Online]. Available: www.hydroflowfilters.com
- [11] Pentek-Lenntech, "Gac Series Gr Anula R Activated Carbon Cartridges • Effective bad taste & odor and chlorine taste & odor reduction* • Designed for maximum adsorption." [Online].
- [12] 7. Analisis Cara Kerja Sensor Ultrasonik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Deteksi Banjir Secara Otomatis". doi: 10.31219/osf.io/345ku
- [13] J. Teknik Elektro, M. Agung Prawira Negara, Jember Badrul Munir, and U. Jember Satryo Budiutomo, "Rancang Bangun Alat Pemurni Air Menggunakan Metode Fuzzy." doi : <https://doi.org/10.19184/jaei.v3i1.5507>
- [14] B. Reforma, A. Ma'arif, and S. Sunardi, "Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 2, p. 66, May 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i2.002.
- [15] R. Y. Endra, "Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak", doi: 10.13140/RG.2.2.32110.84809.