

Rancang Bangun Otomatisasi Penjernihan Air Sumur Berbasis Arduino Menggunakan Algoritma *Fuzzy Mamdani*

Ruliawan Hamdan
Universitas Buana Perjuangan Karawang
Karawang, Indonesia
if18.rulliawanhamdan@mhs.ubpkarawang.ac.id

Tohirin Al Mudzakir
Universitas Buana Perjuangan Karawang
Karawang, Indonesia
tohirin@ubpkarawang.ac.id

Rahmat
Universitas Buana Perjuangan Karawang
Karawang, Indonesia
rahmat@ubpkarawang.ac.id

Abstract — Air merupakan sumber kebutuhan yang disediakan oleh alam bagi hewan, tumbuhan dan manusia. Air dimanfaatkan masyarakat sebagai penunjang kebutuhan dalam kehidupan masyarakat. Masyarakat di Kecamatan Tirtajaya menggunakan air sumur sebagai kebutuhan primer, meskipun demikian air sumur pada setiap daerah Kecamatan Tirtajaya memiliki kualitas tidak sama, seperti kondisi air keruh dan berbau pada sumur. Kualitas air sumur yang buruk akan berdampak terhadap masalah kesehatan. Kualitas air yang buruk dapat diturunkan dengan penggunaan tawas sebagai media penjernihan air, namun masyarakat tidak mengetahui proses penggunaan yang benar untuk pemberian tawas pada air sumur. Salah satu cara dalam proses penjernihan air adalah dengan menggunakan teknologi dibidang *mikrokontroler* yaitu *arduino* untuk mengatasi permasalahan air sumur, maka akan dirancang sebuah prototipe pengolahan air berbasis *arduino* dengan mengimplementasikan algoritma *fuzzy mamdani* pada *arduino* bertujuan memberikan pengolahan air yang baik dengan penggunaan tawas untuk air sumur. Perancangan dilakukan dengan penerapan metode *waterfall* terhadap proses pembuatan desain hingga membentuk hasil prototipe, mendapatkan hasil dengan rata-rata nilai ADC dan NTU pada tiga pengujian 918 ADC, 913 ADC, 910 ADC dan 0,56 NTU, 9,5 NTU, 20 NTU serta sistem dapat mengimplantasikan algoritma *fuzzy mamdani* dengan nilai rata-rata tingkat error sebesar 4,65% serta nilai keberhasilan sebesar 95,35% pada penggunaan algoritma *fuzzy mamdani*.

Kata kunci — *arduino uno, fuzzy mamdani, pemberian tawas, penjernihan,*

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kebutuhan yang disediakan oleh alam, bagi hewan, tumbuhan dan manusia. Air digunakan masyarakat sebagai kebutuhan pokok sehari-hari untuk menunjang keperluan dalam kehidupan. Beberapa masyarakat Indonesia masih berhadapan dengan permasalahan sederhana yang kompleks dan belum dapat diselesaikan. Salah satu diantaranya adalah tingkat rendahnya pelayanan air bersih untuk masyarakat karena air mempunyai peran penting dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Kebutuhan masyarakat di Kecamatan Tirtajaya didominasi oleh penggunaan air sumur yang telah lama dikenal masyarakat sebagai pemasok air, meskipun demikian terkadang air sumur pada setiap daerah memiliki kualitas yang tidak sama, seperti kondisi air sumur keruh dan berbau. Kondisi Keruh dan berbau pada air sumur disebabkan karena lapisan tanah dekat dengan permukaan, menyebabkan pencemaran limbah anorganik dan organik yang terserap tanah. Kebocoran serapan tanah dapat berasal dari rembesan air sungai atau limbah pembuangan manusia dari penggunaan air sumur itu sendiri, seperti air sisa cucian [9].

Kualitas air sumur yang keruh dapat diturunkan dengan penggunaan tawas untuk pengelolaan air sumur pada masyarakat Tirtajaya, walaupun sebagian masyarakat mengetahui tawas, namun masyarakat tidak mengetahui proses penggunaan yang benar untuk pengelolaan air menggunakan tawas pada air sumur. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air, semakin tinggi penambahan dosis tawas yang digunakan dalam pembentukan flok dan sebaliknya semakin rendah tingkat kekeruhan air, maka semakin rendah dosis tawas yang ditambahkan. Apabila penambahan dosis tawas berlebihan tidak sesuai tingkat kekeruhan air akan mengakibatkan air menjadi asam. Membutuhkan pengelolaan yang tepat agar penambahan tawas tidak berlebih untuk menghasilkan air bersih yang memenuhi standar baku mutu air pada Permenkes No. 32 tahun 2017 [2].

Salah satu cara dalam proses penjernihan air adalah dengan menggunakan teknologi untuk mengatasi permasalahan air sumur, dengan menggunakan teknologi dibidang *mikrokontroler* yaitu *arduino*. Alat ini merupakan *mikrokontroler* yang mempunyai fitur *Open Source*, dengan memasukkan perintah menggunakan bahasa pemrograman C++/C untuk digunakan dalam proyek kecil hingga menengah, terutama sebagai alat dalam penelitian eksperimental [8]. Berdasarkan uraian permasalahan yang ada, penulis mengusulkan untuk membuat sistem pengelolaan air. Maka akan di rancang sebuah prototipe pengolahan air berbasis *arduino* yang mengacu pada beberapa proses pengolahan air yang digunakan perusahaan air minum (PDAM) untuk penjernihan air menggunakan tawas, proses tersebut akan diterapkan pada air sumur yang keruh dan berbau. Penggunaan *arduino* sebagai sistem penjernihan air, dengan menggunakan algoritma *fuzzy mamdani* pada sistem pengolahan air, sehingga dapat memberikan pengelolaan air yang baik serta pemberian tawas yang tepat pada air dan menghasilkan proses filtrasi air yang baik, untuk menghasilkan air jernih serta tidak berbau untuk digunakan sesuai dengan yang diharapkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Proses Menjernihkan Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah badan usaha milik pemerintah daerah yang mempunyai misi melayani masyarakat dengan tujuan menyediakan air minum/bersih dengan harapan memberikan pelayanan yang merata kepada masyarakat. Membantu perkembangan dunia usaha dan menentukan struktur biaya yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan masyarakat. Menurut [4]. Proses unit pengolahan air minum (IPAM) dalam penjernihan air memiliki tahapan, intake, aerator, rasedimentasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi.

B. Proses yang digunakan

1. Pemberian tawas

Tawas merupakan bahan kimia, *aluminium sulphate* $Al_2(SO_4)_3$ yang merupakan bahan umum untuk penjernihan air. Tawas berubah bentuk menjadi dispersi koloid (terurai) didalam air serta bermuatan positif. Tawas akan mengikat suatu partikel koloid bermuatan negatif, sehingga partikel terikat menjadi flok-flok kecil dan mengendap [6]. Berdasarkan hasil pengukuran analisis *ANOVA* (*Oneway Anova*), kekeruhan air sumur gali didapatkan nilai sebelum dilakukan pemberian tawas adalah 15 NTU Permenkes RI No.416 tahun 1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih untuk parameter kekeruhan air kadar maksimum yang diperoleh adalah 5 NTU. Berdasarkan uji coba pemberian tawas dengan Dosis 10 mg/l, 20mg/l, 30mg/l 40mg/l. Hasil Dosis tawas 10mg/l dan 40 mg/l, didapatkan nilai signifikan sebesar 0,20, dan 0,06 maka H_0 diterima berarti tidak ada perbedaan yang sangat pengaruh setelah pemberian tawas ke air sumur dengan dosis 10 mg/l dan 40mg/l, artinya penggunaan dosis 10mg/l dengan 40mg/l aman terhadap air sumur untuk digunakan [1]. Pada penelitian ini penulis menggunakan timbangan gram untuk menimbang tawas yang dikeluarkan oleh *servo* dan menyesuaikan gerakan pada *servo* agar menghasilkan pengukuran dosis tawas yang sesuai 10mg/l = 0,01 gram/l, 40mg/l = 0,04 gram/l.

2. *Flukolasi*

Merupakan tempat dari hasil pemberian tawas kemudian diaduk perlahan hingga terbentuk flok yang lebih besar dari flok awal.

3. Sedimentasi

Merupakan proses pengendapan partikel berat dari pencampuran air dan tawas yang sudah diaduk. partikel berat akan terikat oleh tawas lalu mengendap, sedangkan partikel ringan akan berada di atas lalu menuju proses filtrasi.

4. Filtrasi

Proses menghilangkan padatan tersuspensi dari air melalui media berpori. Filtrasi juga dapat diartikan sebagai proses pemisahan cairan-cairan dengan melewati cairan melalui media berpori atau bahan berpori untuk menghilangkan atau mengurangi sebanyak mungkin partikel padatan tersuspensi dari cairan.

C. *Arduino*

Arduino merupakan rangkaian sistem elektronik yang berbasis open source, beserta fleksibilitas dalam penggunaan lebih mudah dipergunakan, baik itu dari segi perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Oleh karena itu, sesuatu yang akan menguatkan *mikrokontroler arduino* adalah seiring jumlah dalam pemakai yang sangat banyak, hingga menyediakan ruang *source code* program yang akan diperintah melalui sesama perangkat keras (*hardware*), ataupun modulasi yang mendukung (*hardware support modules*) dengan jumlah modulasi yang cukup lengkap. Tujuan tersebut untuk dapat memudahkan semua *user* (pengguna), dalam mengenal lebih seputar dunia mikrokontroler [3].

D. *Komponen yang digunakan*1. Sensor *turbidity*

Sensor yang memiliki fungsi pengukuran tingkat kualitas air, dengan pendeteksi tingkat kekeruhan terhadap air. Sensor mendeteksi partikel tersuspensi yang berada di dalam air, dengan melakukan pengukuran terhadap transmitansi serta hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar Total *Suspended Solids* (TTS). Semakin tinggi kadar TTS di dalam air, maka semakin tinggi tingkat kekeruhan pada air tersebut. Sinyal dari sensor kekeruhan adalah nilai analog (ADC), dalam kalibrasi sensor ini dilakukan pengukuran pada 3 sampel air dengan nilai NTU yang diketahui yaitu 1 NTU, 60 NTU dan 300 NTU. Hasil sampel NTU diuji pada sensor kekeruhan untuk melihat nilai ADC yang terbaca oleh sensor kekeruhan pada sampel air yang digunakan data grafik untuk memperoleh rumus persamaan garis grafik. Persamaan ini mengubah nilai ADC menjadi nilai NTU. y adalah nilai ADC dan x adalah nilai NTU sampel [7].

$$ntu = \frac{916,31 - ADC}{0,2851} \quad (1)$$

Pada penelitian yang dilakukan penulis menggunakan persamaan ini untuk mendapatkan nilai kekeruhan air ADC yang dibaca oleh kekeruhan air menjadi nilai NTU.

2. *Servo*

motor dc dengan sejumlah rangkaian *gear* di dalamnya, dengan fungsi untuk mengontrol pergerakan. *Servo* memiliki penentu sudut derajat yang berfungsi sebagai penentu batas dari setiap putaran gerak pada *servo*. Motor *servo* hanya bergerak mencapai sudut-sudut tertentu dan tidak secara langsung. Namun pada beberapa keperluan motor *servo*, dapat dimodifikasi pergerakannya dengan memasukkan sebuah perintah c++ pada mikrokontroler *arduino*.

3. *Liquid Crystal Display*

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan sebuah komponen elektronika yang memiliki fungsi sebagai penampil suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD memiliki struktur elektronik yang ketika diperintah dengan bahasa masukan c++ pada *arduino*, LCD akan menampilkan hasil fisul dari hasil data.

4. Motor dc

Motor dc merupakan alat penggerak terdiri dari magnet dan tembaga disertai memiliki katup daya – dan + pada bagian dalam. Motor dc sering digunakan, untuk membantu pergerakan seperti melaju dan memutar pada alat bor, mobil, pompa air, serta kipas angin yang sering dijumpai pada kehidupan sehari-hari. Motor dc dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan arus listrik yang masuk, semakin besar tegangan yang masuk maka semakin cepat pergerakan motor dc.

E. *Fuzzy mamdani*

Metode *Fuzzy Mamdani* merupakan bagian dari salah satu metode pemecahan masalah yang digunakan. Metode *Mamdani* juga biasa disebut dengan metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan pada tahun 1975 oleh *Ebrahim Mamdani*. Sebuah sistem aturan *fuzzy* terdiri dari 3 bagian utama yaitu *fuzzifikasi*, inferensi dan *defuzzifikasi* [5].

1. *Fuzzyfikasi*

Merupakan mentransformasikan masukan (*clear input*) yang ditentukan oleh nilai kebenarannya ke dalam bentuk masukan *fuzzy*, yaitu nilai bahasa yang semantiknya ditentukan oleh fungsi keanggotaan tertentu.

2. *Inferensi*

Menggunakan *input fuzzy* dan menentukan aturan *fuzzy* untuk inferensi, menghasilkan *output fuzzy*.

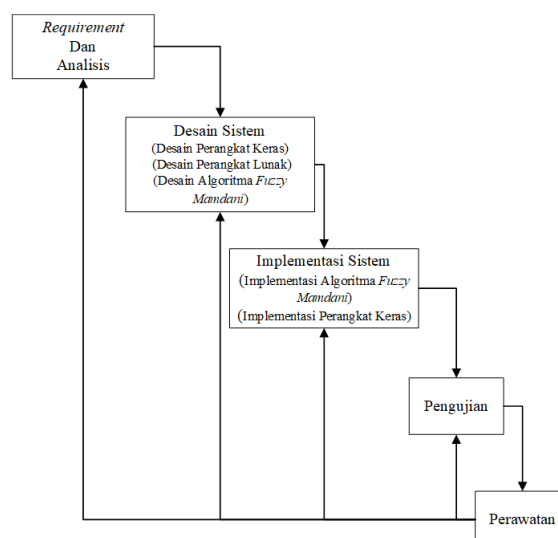
3. *Defuzzyfikasi*

mengubah keluaran *fuzzy* menjadi nilai yang jelas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Tahapan Prosedur penelitian menggunakan Metode pengembangan *waterfall*. Metode sering digunakan untuk perancangan perangkat lunak. Pada tahapan penelitian ini mengimplementasikan, Metode perancangan perangkat lunak untuk digunakan pada perancangan perangkat keras, dengan tujuan agar perancangan perangkat keras, terarah tujuannya sesuai tahapan metode *waterfall*.

Gambar 1 Metode *waterfall*

B. Requirement Dan Analisis

Pada tahapan ini menjelaskan sebelum melakukan perancangan perangkat keras, memerlukan pencarian informasi kebutuhan data-data untuk perancangan perangkat keras. Pengumpulan informasi yang diperoleh menggunakan metode diskusi, survei, dan wawancara. Informasi yang diperoleh dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), kemudian dipelajari untuk memahami perancangan yang dibutuhkan pada pembuatan prototipe *arduino*. Pada tahapan ini menjelaskan sebelum melakukan perancangan perangkat keras, memerlukan pencarian informasi kebutuhan data-data untuk perancangan perangkat keras. Nilai pengumpulan data diperoleh data hasil uji coba sensor turbidity dan servo, untuk menentukan nilai variabel yang akan digunakan untuk pengoperasian algoritma fuzzy mamdani pada *arduino*.

Tabel 1 penentuan nilai variable

No.	Nama alat	Pengertian	Nilai sensor		
			Jernih	Keruh	Sangat keruh
1.	Sensor turbidity	Nilai ADC	950 - 933	916 - 899	883
	Hasil	Nilai NTU	0 – 0,5	1 - 60	120
2.	Servo	Nilai radian	15° – 16,25°	17,50° – 18,75°	20°
	Hasil	Nilai <i>output</i> tawas dari <i>servo</i> .	0,01g – 0,016g	0,024g – 0,032g	0,04g

Data sensor turbidity dihasilkan dari tes yang dilakukan pada air sumur, semakin tinggi tingkat kekeruhan pada air sumur maka nilai ADC yang dihasilkan sensor turbidity akan semakin kecil sebaliknya pada nilai Turbidity Units (NTU) semakin jernih air yang terbaca sensor turbidity maka semakin sedikit nilai untuk NTU. Percobaan pada servo dilakukan untuk menentukan hasil derajat radian putaran yang di hasilkan servo untuk pemberian air tawas. Sudut 20° menghasilkan pengeluaran tawas 0,01gram, sudut 22° menghasilkan 0,016gram, sudut 23° menghasilkan 0,024gram, sudut 25° menghasilkan 0,032gram, dan sudut 26 menghasilkan 0,04gram tawas sesuai takaran pemberian tawas yang dianjurkan adalah 10mg = 0,01g dan 40 mg = 0,04g.

C. Desain Sistem

Tahapan desain sistem menjelaskan, data-data yang telah terkumpul, dilanjutkan melakukan sebuah perancangan yang dibutuhkan untuk pembangunan perangkat keras, serta tujuan memberikan gambaran lengkap pada sistem yang akan dirancang serta tampilannya. Perancangan yang dibuat meliputi desain perangkat keras, desain perangkat lunak, dan desain sistem algoritma fuzzy mamdani.

D. Implementasi Sistem

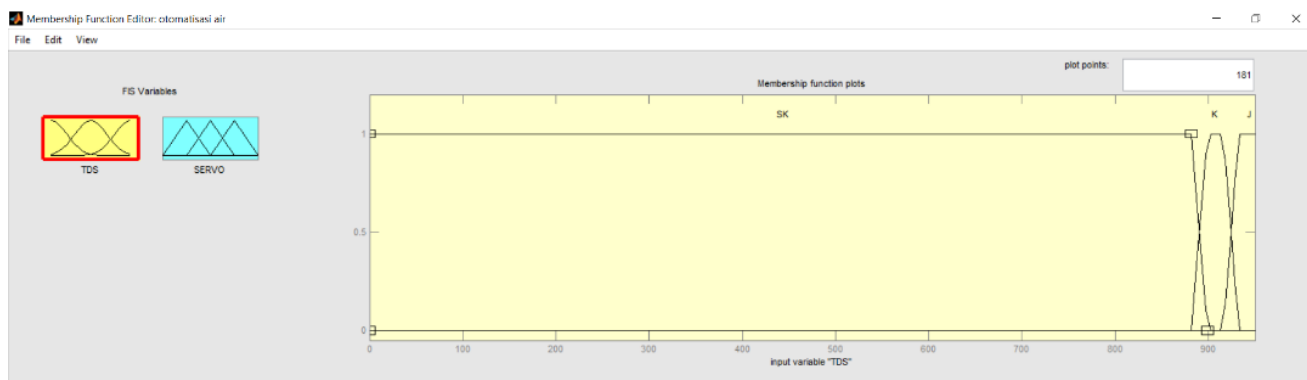
Proses ini memiliki dua tahapan, tahap pertama merupakan Implementasi algoritma fuzzy mamdani, menjelaskan penentuan perhitungan nilai keanggotaan yang didapat dari sensor *turbidity* dan *servo* untuk tahapan *fuzzyfikasi*. Hasil dari perhitungan nilai keanggotaan dijadikan acuan untuk pembentukan *fuzzy rule* pada perintah masukan untuk *arduino*, dengan nilai akhir *fuzzyfikasi* yang mengacu pada tahapan desain sistem, dimana Program akan dibuat sesuai yang diharapkan.

1. Penentuan variabel *input* dan *output*

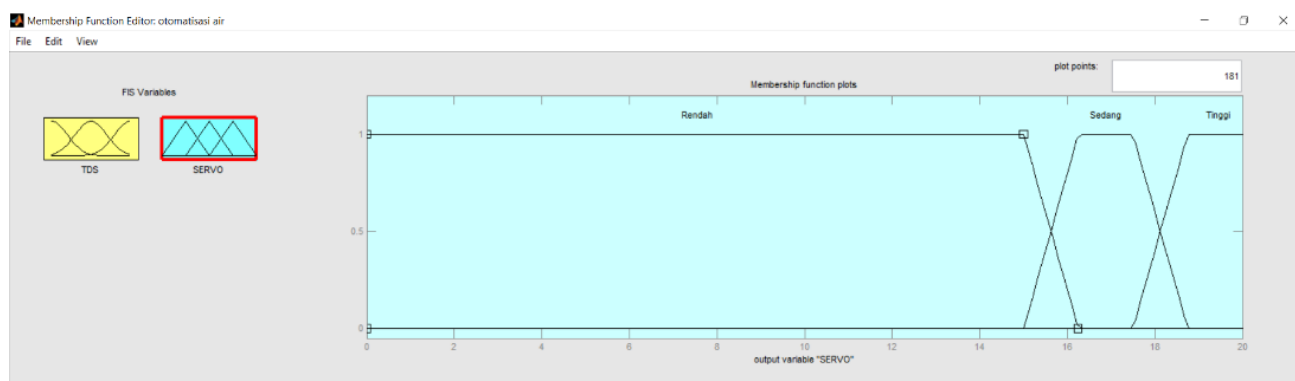
Adapun suatu hal yang diperhatikan dalam proses *fuzzy*, seperti himpunan keanggotaan dan variabel *fuzzy*. Pada penelitian ini variabel *fuzzy* menggunakan satu variabel *input* dengan satu variabel output yaitu sensor TDS untuk monitoring kekeruhan air dan variabel *outputnya* adalah variabel yang di hasilkan dari servo untuk pemberian tawas. Himpunan keanggotaan dan variabel *fuzzy* bisa didapat sebuah nilai keanggotaan *fuzzy*, ditunjukkan pada tabel.

Tabel 2 variabel *input* kekeruhan

No.	Tingkat	Rentan kekeruhan	Rentan kekeruhan
		ADC	NTU
1.	Sangat keruh	0 - 882	327 - 120
2.	Keruh	899 - 916	60 - 1
3.	Jernih	933 - 950	0,58 - 0

Gambar 1 variabel *input* kekeruhanTabel 3 variabel *output* servo

No.	Tingkat	Rentan derajat
1.	Rendah	0° - 15°
2.	Sedang	16.25°-17.5°
3.	Tinggi	18.75°-20°

Gambar 2 variabel *output* servo2. Penentuan *fuzzy rule*

Fuzzy rule merupakan proses pembentukan aturan dari setiap variabel yang telah dibuat dengan pernyataan *IF* dan *THEN*.

Tabel 4 fuzzy rule

RULEBASE	Sensor turbidity	Servo
R1	Jernih	Rendah
R2	Keruh	Sedang
R3	Sangat Keruh	Tinggi

Gambar 3 *fuzzy rule*

E. Pengujian

Tahapan ini merupakan proses tentang pengujian pada program yang dirancang atau sudah dibangun. Selanjutnya, akan diuji untuk mengetahui program yang dibuat sudah sesuai yang diharapkan atau dirancang. Pada fase ini, pengujian akan dilakukan ketika semua tahapan selesai. Perancangan *hardware* yang selesai dibangun selanjutnya, tahapan pertama melakukan pengujian pada setiap fungsi sensor, dengan menggunakan sistem *black box* dan sedangkan yang kedua adalah uji tingkat akurasi metode *fuzzy mamdani*. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan hasil kepastian data yang telah dikeluarkan *arduino* dengan metode *fuzzy mamdani* pada *black box* testing, dari hasil pengujian tersebut sehingga dapat ditarik kesimpulan terkait keakuratan dari algoritma.

F. Perawatan

Pada tahap perawatan, menjelaskan mengenai perbaikan kesalahan pada Program dan prototipe yang dirancang atau di bangun. Perbaikan mengacu pada yang dihasilkan dari tahap pengujian. Tujuannya agar prototipe *arduino* yang dirancang dan dibangun berjalan secara baik serta optimal sesuai yang diharapkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Requirement Dan Analisis

Pada tahapan ini menjelaskan sebelum melakukan perancangan perangkat keras, memerlukan pencarian informasi kebutuhan data-data untuk perancangan perangkat keras. Nilai pengumpulan data diperoleh data hasil uji coba sensor *turbidity* dan *servo*, untuk menentukan nilai variabel yang akan digunakan untuk pengoperasian algoritma *fuzzy mamdani* pada *arduino*.

B. Hasil desain sistem

penggabungan setiap komponen yang diperlukan hingga membentuk hasil jadi prototipe yang siap digunakan dalam penelitian. merupakan kotak hitam tempat *arduino* beserta sensor yang lainnya ditempatkan, bertujuan agar setiap sensor tidak terkena langsung oleh air ketika alat diuji coba. Pada proses pertama *Servo2* menghidupkan saklar pompa air, dilanjutkan Sensor *turbidity* mengirimkan data hasil pembacaan tingkat kekeruhan air kepada *arduino*, setelah diproses menggunakan *fuzzy mamdani* hasil *defuzifikasi* akan dibaca *servo1* untuk mengeluarkan tawas, selanjutnya *servo2* akan mematikan saklar pompa air dan menghidupkan motor dc untuk mengaduk tawas. *Arduino* dan lcd disimpan pada bagian atas bertujuan untuk memudahkan *user* malukan penyambungan kabel pin setiap sensor yang digunakan dan memonitor hasil dari pengujian melalui lcd.



Gambar 4 hasil jadi prototipe

C. Hasil Implementasi Sistem

Tahapan ini merupakan pengimplementasian algoritma *fuzzy mamdani* pada bahasa pemrograman yang dimengerti oleh *arduino*, menggunakan software *arduino*, mulai dari *fuzzyfikasi*, *fuzzy rule*, *defuzzyfikasi*.

D. Hasil Pengujian

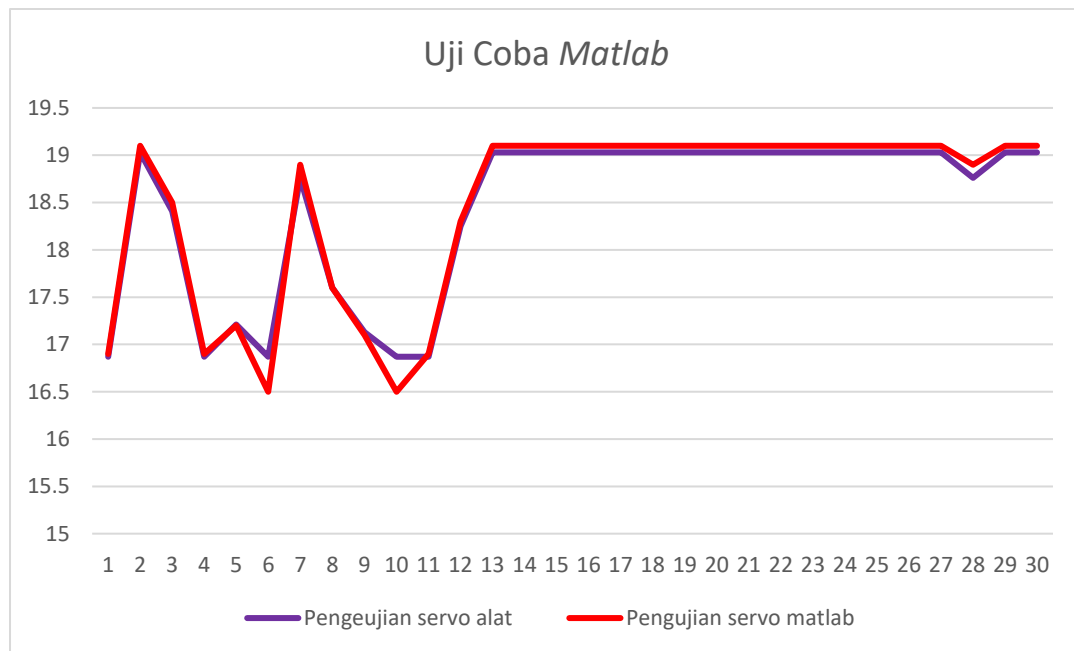
Berdasarkan hasil pengeluaran sensor yang diperoleh. Data hasil tersebut digunakan sebagai acuan untuk nilai pengolahan *arduino* Menggunakan algoritma *fuzzy mamdani*, diperoleh dua data uji. Data pertama adalah data uji air sumur, data kedua adalah data uji *matlab*. Dengan menggunakan software *matlab*, kemudian membandingkan data *output* air sumur dengan data *output* software *matlab*, maka dihasilkan tingkat akurasi perbandingan galat kedua *output*, ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5 hasil uji coba *matlab*

No.	Data air sumur 1		Data		Nilai (%)	
	<i>Sensor turbidity</i>		<i>Servo</i>	<i>Servo matlab</i>	<i>Error (%)</i>	Keberhasilan (%)
	TSS	NTU	Radian	Radian		
1.	903	46	16,87°	16,90°	1,7%	98,30%
2.	882	120	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
3.	885	109	18,41°	18,50°	4,8%	95,20%
4.	913	11	16,87°	16,90°	1,7%	98,30%
5.	950	0	17,21°	17,20°	0,5%	99,50%
6.	912	15	16,87°	16,50°	22,4%	77,60%
7.	883	116	18,76°	18,90°	7,4%	92,60%
8.	891	88	17,60°	17,60°	0%	100,00%
9.	896	71	17,13°	17,10°	1,7%	98,30%
10.	912	15	16,87°	16,50°	22,4%	77,60%
11.	914	8	16,87°	16,90°	1,7%	98,30%
12.	886	106	18,25°	18,30°	2,9%	97,10%
13.	859	201	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
14.	871	158	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
15.	870	162	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
16.	868	169	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
17.	868	169	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
18.	865	179	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
19.	867	172	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
20.	867	172	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
21.	874	148	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
22.	876	141	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
23.	873	151	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
24.	877	137	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
25.	871	158	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
26.	873	151	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
27.	874	148	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
28.	883	116	18,76°	18,90°	7,6%	92,40%
29.	882	120	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%
30.	877	137	19,03°	19,10°	3,6%	96,40%

No.	Data air sumur 1		Data	Nilai (%)	
	<i>Sensor turbidity</i>	<i>Servo</i>	<i>Servo matlab</i>	<i>Error (%)</i>	Keberhasilan (%)
	TSS	NTU	Radian		
	Nilai rata-rata			4,65%	95,35%

Tabel Grafik 1



Tabel grafik menunjukkan gambaran galat pada hasil pengujian langsung dengan *matlab* yang digambarkan pada garis tabel grafik untuk penggunaan algoritma *fuzzy mamdani* yang diterapkan pada *arduino* dan *malab*. Nilai yang di dihasilkan dari pengujian memperoleh dua nilai persentase tingkat *error* 4,65% dan keberhasilan 95,35%

E. Perawatan

Tahapan perawatan sistem dan prototipe dilakukan pada setiap pengujian selesai. Pembersihan setiap komponen dilakukan untuk membersihkan percikan air dari alat dan pengisian ulang baterai bertujuan memberikan tenaga pada pompa air dan motor dc secara maksimal ketika digunakan kembali. Memberikan setiap komponen tenaga secara baik pada pengujian alat, agar sesuai dengan yang diharapkan, dijelaskan pada tabel prosedur operasional sistem sederhana .

Tabel 6 SOP sederhana

SOP PERAWATAN PROTOTIPE <i>ARDUINO</i>	
Pengertian	Standar prosedur operasional untuk melakukan perawatan alat.
Tujuan	Sebagai acuan langkah-langkah dalam melakukan perawatan sistem prototipe <i>arduino</i> .
Prosedur perawatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna melakukan pengisian ulang baterai selama 5 jam, sebelum alat digunakan untuk tenaga motor dc dan pompa air. 2. Pengguna mengontrol tempat tawas setiap sesudah dan sebelum pemakaian dilakukan. 3. Pengguna harus memiliki cadangan tawas. 4. Melakukan pengecekan berkala pada selang jalur air untuk menghindari kebocoran dan cipratan yang menyebabkan korsleting listrik pada alat.

SOP PERAWATAN PROTOTIPE *ARDUINO*

-
5. Pengguna malukan pengecekan dan membersihkan sisa air yang menempel pada sensor dan dudukan alat ketika sudah digunakan.
-

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan prototipe otomatisasi air berhasil mengimplementasikan algoritma *fuzzy mamdani* pada *arduino uno*, untuk proses penjernihan air. Sistem dapat mengatur pemberian tawas sesuai dengan tingkat kekeruhan air yang terbaca sesuai dengan algoritma *fuzzy mamdani* dengan nilai akhir *defuzzyfikasi*, untuk mengontrol pergerakan motor *servo* mengeluarkan tawas. Dalam pengujian prototipe otomatisasi air mendapatkan hasil pengujian selama tiga hari dan mendapatkan data berbeda pada setiap pengujian dengan nilai rata-rata tingkat *error* sebesar 4,65% serta nilai keberhasilan sebesar 95,35% pada penggunaan algoritma *fuzzy mamdani*. Dalam melakukan penjernihan air, prototipe *arduino* kurang maksimal penggunaannya dalam menurunkan tingkat kekeruhan air sumur dengan mendapatkan hasil rata-rata nilai ADC dan NTU pada pengujian pertama nilai 918 ADC/0,5 NTU pengujian kedua nilai analog 913,5 ADC/9,5 NTU pengujian ketiga nilai analog 910,5 ADC/20 NTU menjadi 20 NTU. Penggunaan tawas untuk menjernihkan air pada alat mampu menurunkan kekeruhan air pada air sumur, hasil tersebut memasuki kategori jernih untuk nilai standar kekeruhan air, Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 2017 syarat tingkat kekeruhan 25 NTU.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini adalah sebagian dari penelitian tugas akhir milik ruliawan hamdan dengan judul implementasi algoritma *fuzzy mamdani* pada otomatisasi penjernihan air sumur berbasis *arduino* yang di bimbing oleh Tohirin Al Mudzakir dan Rahmat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amalia, N., & Iw, H. R. (2017). Pengaruh Berbagai Dosis Tawas Terhadap Kekeruhan Air Sumur Gali Di Desa Dukuhlo Rt 1 Rw 6 Kec. Lebaksiu Kab. Tegal Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, 36(3), 225-229.
- [2] Bacin, J. B., & Nuzlia, C. (2019). Pengaruh Penambahan Al₂ (So₄) 3 Dan Na₂co₃ Terhadap Turbiditas Dan Ph Air Baku Pada Instalasi Pengolahan Air Bersih. *Amina*, 1(3), 139-147.
- [3] Bate, P. Y., Wiguna, A. S., & Nugraha, D. A. (2020). Sistem Penjemuran Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Pendekatan Metode Fuzzy. *Kurawal-Jurnal Teknologi, Informasi dan Industri*, 3(1), 81-92.
- [4] Bhaskoro, R. G. E., & Ramadhan, T. E. (2018). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karangpilang I PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Secara Kuantitatif. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 62-68
- [5] Krisdiawan, R. A., Permana, A., Darmawan, E., Nugraha, F., & Kriswandiyanto, A. (2021, June). Implementation Dijkstra's Algorithm for Non-Players Characters in the Game Dark Lumber. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1933, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- [6] Noraida, N. (2018). Pola Penambahan Larutan Tawas untuk Penurunan Kekeruhan Air Sungai Martapura. *Jurnal Kesehatan*, 9(2), 208-213.
- [7] Rahman, A., & Salim, A. N. (2022). Sistem Kendali pH dan Kekeruhan Air pada Aquascape menggunakan Wemos D1 Mini Esp8266 berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 8(1), 22-30.
- [8] Ramady, G. D., Yusuf, H., Hidayat, R., Mahardika, A. G., & Lestari, N. S. (2020). Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis *Arduino*. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 6(2), 212-218.
- [9] Tangkilisan, S. L. M., Joseph, W. B., & Sumampouw, O. J. (2018). Hubungan Antara Faktor Konstruksi Dan Jarak Sumur Gali Terhadap Sumber Pencemar Dengan Total Coliform Air Sumur Gali di Kelurahan Motto Kecamatan Lembah Utara. *KESMAS*, 7(4). J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.