

## Rancang Bangun Filtrasi Air Portabel Berbasis Arduino Uno

Shaefan Afuan<sup>1</sup>, Helfy Susilawati<sup>2</sup>, Tri Arif Wiharso<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: shaefana@gmail.com

### ARTICLE HISTORY

*Received: 19-12-2022*

*Revised: 30-12-2022*

*Accepted: 30-12-2022*

### Abstrak

Penyediaan air minum pada saat kondisi bencana alam sering kali tidak merata dan bahkan menjadi barang yang langka, sehingga terjadilah krisis air bersih/minum. Saat terjadi bencana serta keterbatasan sarana dan prasarana tidak berjalannya sumber air yang ada sehingga para korban hanya dapat menggunakan sumber air yang ada. Sumber air yang tersedia tidak diketahui bagaimana kualitasnya sehingga diperlukanlah sebuah alat filtrasi yang dapat digunakan pada saat bencana dimana alat filtrasi air tersebut harus dapat dibawa kamana-mana (mobile) mengingat pada saat bencana banyak yang membutuhkan dan kurangnya suplay listrik pada tempat bencana. Perhitungan korelasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana alat yang dibuat mendekati nilai 1 dengan alat ukur yang dijadikan sebagai acuan. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode prototype alat. Dilakukan perhitungan regresi dilakukan untuk mengkalibrasi sensor sehingga nilai yang dikeluarkan sama dengan alat ukur sebenarnya. Perhitungan akurasi dilakukan untuk mengetahui ketelitian alat yang dibuat dengan alat ukur sebenarnya.. Sensor TDS memiliki tingkat kestabilan sampai 1500 ppm, didapat akurasi sebesar 99.12% dengan nilai error rata rata 0.88% ,dan kolerasi 0.99. 2. Sensor pH memiliki keakurat akurasi sebesar 99.99% dengan nilai error 0.01% dan kolerasi 0.99. 3. Sensor LDR memiliki keakurat akurasi sebesar 98.42%dengan nilai error 1.58 %. Dan kolerasi 0.82. 4 Sensor Ultrasonik dapat mengatur nyala dan matinya pompa, apabila 5cm on dan 30 off.1. Pengembangan alat bisa menambahkan monitoring wireless atau online agar alat dapat bekerja secara efesien dan dapat di kontrol dengan jarak jauh.

**Kata kunci:** TDS, LDR, pH, Mikrokontroler.

### *Arduino Uno Based Portable Water Filtration Design*

#### **Abstract**

*The provision of drinking water during natural disasters is often uneven and even becomes a scarce item, resulting in a clean/drinking water crisis. When a disaster occurs and the limited facilities and infrastructure do not work, the existing water sources do not work so that the victims can only use the existing water sources. The quality of the available water sources is not known, so a filtration device is needed that can be used during a disaster where the water filtration device must be carried everywhere (mobile) considering that during a disaster many people need it and there is a lack of electricity supply at the disaster site. Correlation calculations are carried out to find out how far the tool is made close to the value 1 with the measuring tool used as a reference. The method used in this research is the tool prototype method. Regression calculations are performed to calibrate the sensor so that the output value is the same as the actual measuring instrument. Accuracy calculations are carried out to determine the accuracy of the tool made with actual measuring instruments. The TDS sensor has a stability level of up to 1500 ppm, an accuracy of 99.12% is obtained with an average error value of 0.88%, and a*

*correlation of 0.99. 2. The pH sensor has an accuracy of 99.99% with an error value of 0.01% and a correlation of 0.99. 3. The LDR sensor has an accuracy of 98.42% with an error value of 1.58%. And the correlation is 0.82. 4 Ultrasonic sensors can regulate the on and off of the pump, when 5cm is on and 30 is off.1. Tool development can add wireless or online monitoring so that the tool can work efficiently and can be controlled remotely.*

**Key words:** TDS, LDR, pH, Microcontroller.

## 1. Pendahuluan

Penyediaan air minum pada saat kondisi bencana alam sering kali tidak merata dan bahkan menjadi barang yang langka, sehingga terjadilah krisis air bersih/minum. Saat terjadi bencana serta keterbatasan sarana dan prasarana tidak berjalannya sumber air yang ada dan kurangnya perencanaan yang matang saat menanggulangi bencana, menimbulkan persoalan seperti menyebarnya penyakit akibat pemakaian dari air yang tercemar oleh bencana. Hal ini disebabkan masih banyaknya daerah yang kesulitan mendapatkan air bersih. Dalam Departemen Pekerjaan Umum, (Petunjuk Teknis Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan, 1998) disebutkan bahwa standar kebutuhan air bersih per orang berbeda menurut kategori kota dan jumlah penduduk dimana mereka berada, untuk bantuan air yang diberikan dalam bentuk air yang dapat diminum biasanya 2-4 L/orang/hari, serta rasa dan kualitasnya yang memadai tanpa menyebabkan resiko kesehatan [1].

Pada saat terjadi bencana ketersediaan air bersih menjadi permasalahan yang sering ditemukan. Biasanya masyarakat akan menggunakan sumber air yang ada yang kemudian digunakan untuk keperluan sehari-hari. Akan tetapi, air tersebut tentu saja tidak dapat kita ketuahi kulaitasnya. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat yang dapat melakukan filtrasi terhadap air yang ada, sehingga air tersebut dapat diketahui kulaitasnya apakah dapat digunakan atau tidak. Mengingat sulitnya sumber listrik pada saat bencana maka alat filtrasi ini harus memiliki sumber listrik ayng tidak mengandalkan pasokan listrik dari negara, kemudian alat ini juga harus dapat dibawa kemana-mana mengingat masyarakat yang memerlukan kualitas air yang baik tidak hanya berdiam pada satu tempat saja.

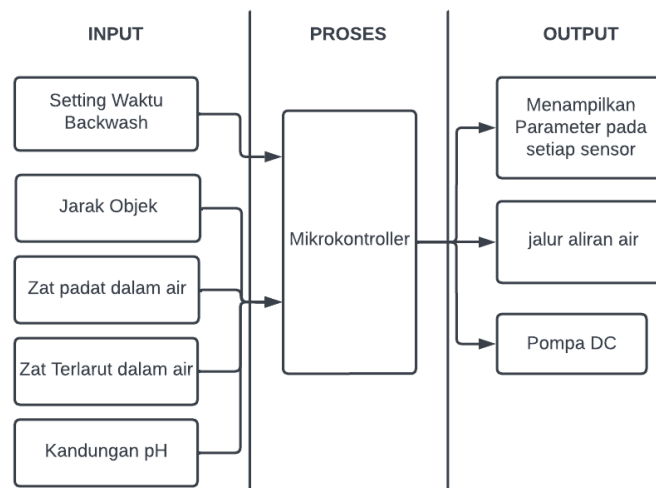
Penelitian sebelumnya telah dilaksanakan yaitu penelitian untuk mengetahui kualitas air minum isi ulang menggunakan sensor PH dan sensor TDS [2]. Penelitian lainnya adalah penelitian mengenai cara mengetahui kekeruhan air [3] dan [4]. Penelitian lainnya mengenai Sistem Monitoring pH, TDS dan Debit Air, dimana sensor yang digunakan memiliki kesamaan [5].

Berdasarkan penelitian sebelumnya tidak terdapat penelitian yang membuat alat filtrasi atau perhitungan PH dan kekeruhan yang digunakan secara mpbile. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi sangat penting agar dapat membantu untuk memfiltrasi air dan dapat digunakan secara mobile.

## 2. Metode

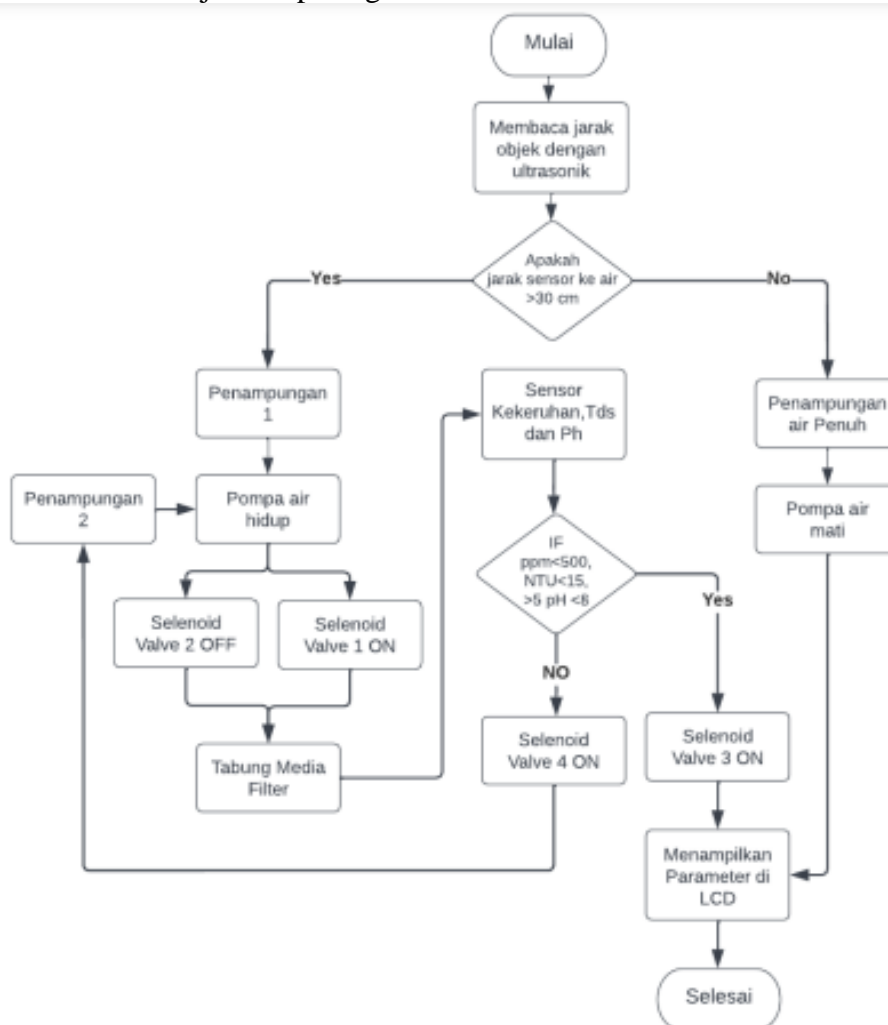
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode studi literatur dan prototyping. Metode studi literatur yaitu metode yang menjelaskan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan skripsi,

sedangkan metode prototyping yaitu metode dimana membuat dan merancang suatu sistem atau perangkat yang akan dikembangkan kembali.



**Gambar 1. Blok Diagram**

Flowchart sistem ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2. Flowchart sistem**

## 2.1 Alat

Tabel 1. Alat

No	Perangkat Keras	Kegunaan
1.	Mikrokontroler	Mikrokontroler menggunakan Arduino UNO
2.	RTC	untuk melakukan penjadwalan
3.	Sensor TDS	Sebagai parameter Larutan pada air
4.	Sensor LDR	Sebagai parameter Kekeruhan dalam air
5.	Sensor pH	Sebagai parameter Kandungan pH air
6.	Sensor Ultrasonik	Pengatur ketinggian
7.	LCD	Menampilkan Parameter Sensor
8.	Solenoid	Jalur aliran air
9.	Pompa	Dorongan air
10.	Relay	Modul switch pada pompa air dan solenoid
	Perangakt Lunak	Kegunaan
11.	Arduino IDE	Perangkat lunak untuk proses pemrograman semua sensor yang terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno

## 2.2 Bahan

Tabel 2. Bahan

No	Bahan	Kegunaan
1.	Garam	Sebagai kalibrasi Sensor TDS
2.	Kopi	Sebagai kalibrasi Sensor LDR
3.	pH Powder	Sebagai kalibrasi Sensor pH

## 2.3 Prosedur

Pengujian dan pengambilan data yang akan dilakukan diantaranya:

1. Pengujian TDS air : Konsentrasi Total Disolved Solid (TDS) yang tinggi dalam air dapat mempengaruhi kejernihan, warna dan rasa.TDS biasanya terdiri bahan anorganik yang berupa ion-ion yang ditemukan pada perairan. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada zat penyebab masalah tersebut [6].
2. Pengujian TSS air : Penelitian ini menggunakan LDR sebagai alat ukur TSS. Karakteristik LDR ini dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi intensitas cahaya pada proses hamburan balik dari suatu cairan tertentu menggunakan LED sebagai cahaya yang menembus air, perubahan nilai resistansi pada LDR akibat perubahan intensitas cahaya yang jatuh padanya akan menghasilkan perubahan tegangan. Perubahan tegangan digunakan sebagai indikator menentukan tingkat kekeruhan sampel yang dideteksi [7].
3. Pengujian pH air : pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral (pH = 7). Air dengan pH kurang dari 7 dikatakan air bersifat asam, sedangkan air dengan pH di atas 7 bersifat basa., batas pH minimum dan maksimum air layak minum berkisar 6,5-8,5. Khusus untuk air hujan, pH minimumnya adalah 5,5. Tinggi rendahnya pH air dapat mempengaruhi rasa air. Maksudnya, air dengan pH kurang dari 7 akan terasa asam di lidah dan terasa pahit apabila pH melebihi 7 [8].
4. Pengujian Sensor Ultrasonik.
5. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Dengan menggunakan persamaan :

### 2.3.1 Perhitungan Kalibrasi

Perhitungan korelasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana alat yang dibuat mendekati nilai 1 dengan alat ukur yang dijadikan sebagai acuan. Perhitungan rumus korelasi sebagai berikut :

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan kriteria nilai r sebagai berikut :

0,00-0,199	: Korelasi sangat Lemah
0,20-0,399	: Korelasi Lemah
0,40-0,599	: Korelasi Cukup
0,60-0,799	: Korelasi Kuat
0,80-1,000	: Korelasi Sangat Kuat

### 2.3.2 Perhitungan Regresi

Perhitungan regresi dilakukan untuk mengkalibrasi sensor sehingga nilai yang dikeluarkan sama dengan alat ukur sebenarnya. Perhitungan Regresi menggunakan rumus[6] :

$$y = a + bx \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

y = Variabel akibat (*Dependent*)

a = Konstanta

b = Koefisien regresi (kemiringan)

x = Variabel Faktor (*Independent*)

dimana rumus perhitungan nilai a dan b adalah sebagai berikut [6]:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (4)$$

### 2.3.3 Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi dilakukan untuk mengetahui ketelitian alat yang dibuat dengan alat ukur sebenarnya. Perhitungan rumus akurasi sebagai berikut [6]:

$$\text{Error rata-rata \%} = \frac{y-x}{y} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Rata-rata Error \%} \dots\dots\dots (6)$$

### 2.3.4. Perhitungan Gelombang Ultrasonik

Untuk menghitung ketinggian air agar dapat dibaca oleh sensor maka pada persamaan diperoleh :

$$[(t_{INs} \cdot 344_{m/s}) / 2] \text{ meter} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :  $t_{INs}$  = Waktu dalam second

344 = Kecepatan gelombang ultrasonic

2 = Nilai ketentuan pembagi yakni saat gelombang ultrasonic dipancarkan dan diterima kembali oleh pinping sens

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah perancangan telah selesai, maka pada tahapan ini akan membahas tentang hasil pengujian dari alat yang di buat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat dan sistem ini sudah berjalan sesuai dengan yang di rencanakan atau tidak. Untuk Pengujian TDS, TSS dan pH dilakukan dengan menggunakan persamaan 1-6, maka di dapat hasil penyederhanaan.

#### 1. Pengujian TDS

**Tabel 3. Hasil Persamaan Regresi Linier**

SAMPEL	SENSOR TDS	TDS METER	Kesalahan	
			Range	%
1	130	143	13	9,1
2	205	204	1	0,5
3	333	330	3	0,9
4	415	409	5	1,2
5	532	528	4	0,7
6	923	917	6	0,6
7	999	1000	1	0,1
8	1148	1120	28	2,5
9	1232	1240	8	0,6
10	1329	1420	91	6,4
Total	7246	7311	65	22.6

$$\begin{aligned} \text{Error rata- rata \%} &= ((y - x)/y) \times 100\% \\ &= ((7246 - 7311)/7311) \times 100\% \\ &= 0.88 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \text{Rata-rata Error \%} \\ &= 100\% - 0,88\% \\ &= 99,12\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan korelasi } r &= \frac{71669420 - 52975506}{4273.76 \times 4383.2} \\ r &= 0.99 \text{ (Kolerasi sangat kuat)} \end{aligned}$$

#### 2. Pengujian TSS

**Tabel 4. Hasil Persamaan Regresi Linier**

Sampel	Sensor LDR	Hasil Uji Lab	Kesalahan	
			Range	%
1/2 sedok	26.72	22	4.72	21.45
3/4 sendok	30.25	33	-2.75	-8.33
1 sendok	31.24	36	-4.76	-13.22
5/4 sendok	40.72	40	0.72	1.8
Total	128.93	131	-2.07	1.69

$$\begin{aligned} \text{Error rata-rata \%} &= ((128.93 - 131)/131) \times 100\% \\ &= 1.58 \% \\ \text{Akurasi} &= 100\% - \text{Rata rata error\%} \\ &= 100\% - 1.58\% \\ &= 98.42\% \\ \text{Perhitungan korelasi : } r &= \frac{37196 - 377411}{245.3141 \times 26.73948} \\ r &= 0.82 \text{ (Kolerasi sangat kuat)} \end{aligned}$$

### 3. Pengujian pH

**Tabel 5. Hasil Persamaan Regresi Linier**

NO	SAMPEL	PH METER	PH SENSOR	Kesalahan	
			RATA-RATA	range	%
1	A	4.7	4.83	0.13	0.02
2	B	8.5	8.53	0.03	0.01
3	C	9.9	10.09	0.19	0.01
Total		23.1	23.45	0.35	0.04

$$\begin{aligned} \text{Error rata-rata \%} &= ((23.1 - 23.45)/23.45) \times 100\% \\ &= 1.49 \% \\ \text{Akurasi} &= 100\% - \text{Rata rata error\%} \\ &= 100\% - 1.49\% \\ &= 98.51\% \\ \text{Perhitungan korelasi : } r &= \frac{585.291 - 541.695}{6.590 \times 6.617} \\ r &= 0.999559 \text{ (Kolerasi sangat kuat)} \end{aligned}$$

### 4. Sensor Ultrasonik

Sebagai perbandingan sensor ultrasonik digunakan alat ukur meteran manual untuk menentukan ketinggian maka didapat.

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Sensor} &: 34 \text{ cm} \\ \text{Ketinggian air} &: 10 \text{ cm} \\ \text{Jarak yang terbaca sensor} &= \text{Tinggi sensor} - \text{ketinggian air} \\ &= 34 - 10 = 24 \text{ cm} \\ \text{Jarak} &= [(t_{IN} \cdot 344_{m/s}) / 2] \text{ (milimeter)} \\ t_{IN} &= 2 \text{ jarak} / 344 \\ &= [(2 \times 240) / 344] \\ &= 1.39 \text{ ms} \\ &= 1390 \text{ us} \end{aligned}$$

Dari waktu  $t_{IN}$  diatas dapat dicari Kembali jarak yang diukur dengan persamaan 7:

$$\begin{aligned} \text{Jarak} &= [(t_{IN} \text{ us} / (29 \cdot 2)) ] \text{ (cm)} \\ &= 1390 / 58 \\ &= 23.96 \text{ cm} \end{aligned}$$

Setelah melakukan penyederhanaan dengan persamaan 7, hasil penyederhanaan akan di terapkan didalam pemrograman, maka didapat data dari hasil pengujian.

**Tabel 6. Hasil penyederhanaan persamaan**

NO	Sensor	Alat Ukur	Error
1	3.01	3	0.003333
2	5.015	5	0.003
3	7.017	7	0.002429
4	11.026	11	0.002364
5	19.046	19	0.002421
<b>Total</b>	45.114	45	0.013547

Untuk Menentukan tingkat kesalahan maka bisa menggunakan persamaan 3 :

$$\text{Persentase Error Ultrasonik} = \left( \frac{\sqrt{\text{Tinggi}_{\text{Sensor}} - \text{Tinggi}_{\text{Manual}}}}{\text{Tinggi}_{\text{Manual}}} \right)^2 \cdot 100 \%$$

$$\text{Persentase Error Ultrasonik} = \left( \frac{\sqrt{45.114 - 45}}{45} \right)^2 \cdot 100 \%$$

$$\text{Persentase Error Ultrasonik} = 0.002 \%$$

**5. Hasil Keseluruhan**

Pengujian ini dilakukan dengan keseluruhan alat dengan kondisi wadah kosong, pengujian ini meliputi pengisian, pengecekan kadar air dan sistem backwash. Maka dilakukan dengan menggunakan 3 sampel air sebagai uji sistem rangkaian yang telah dibuat.

Menurut hipotesa pada hasil pengujian secara keseluruhan alat jika TDS <= 300, TSS < 20 dan > 5 PH < 8 maka alat akan bekerja sesuai perintah yang telah di program hingga air terdeteksi sensor ultrasonic > 30 atau level penampungan penuh. Atau jkika air tidak memenuhi syarat maka valve akan mengirim air kembali ke penampungan satu untuk di filter ulang.

Ket : A = Air Keran; B = Air Kolam; C = Air Hujan dan D = Air Tanah

**Tabel 7. Hasil Filter Air**

AIR	TDS	TTS	pH	Pompa Air	Valve Isi					Level Tangki
					1	2	3	4	5	
Fase Pengisian										
A	150	7	7,8	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	Kosong
	148	8	7,9	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	Cukup
	151	8	7,9	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Penuh
4										
B	330	15	8,9	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	Kosong
	324	15	8,8	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	Kosong
	311	14	8,8	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	Kosong
	311	14	8,8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Kosong
C	145	12	8	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	Kosong
	150	11	7,9	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	Cukup
	147	12	7,9	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Penuh
D	177	12	7,8	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	Kosong
	168	11	7,7	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	Cukup
	170	12	7,7	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Penuh



#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sistem dan pengujian seluruh sistem yang telah dilakukan dengan melakukan percobaan tiap masing-masing sistem alat ukur dan kontrol air didapatkan beberapa kesimpulan : Sensor TDS memiliki tingkat kestabilan sampai 1500 ppm, sehingga dengan kemampuan sensor sudah dapat memenuhi kebutuhan yang diperlukan hanya mencapai 1000 ppm. Seta sensor pH dan sensor LDR memiliki keakurat yang sangat baik, dengan di dapatkan dari hasil perhitungan linier sensor mendapatkan akurasi rata rata sebesar 99.54% dengan nilai error 0.93 %. Dan kolerasi 0.98; LCD dapat menampilkan nilai setiap sensor yang telah di proses mikrokontroller seperti nilai yang di tampilkan serial monitor dengan nilai yang sama; Jika kondisi air kosong atau ultrasonic mendeteksi air <5cm maka pompa akan menyala. Sebaliknya jika sensor mendeteksi >30cm maka kondisi wadah air penuh; Jika kadar sensor mendeteksi kadar air sesuai atau tidak sesuai yang di inginkan maka sensor akan mengirimkan data dan di proses oleh mikrokontroller; Sistem hasil uji coba mendapatkan nilai yang cukup baik antara sensor dan alat ukur walaupun sistem kerja media filter tidak mengubah air secara signifikan, perlu dilakukan beberapa kali pengulangan filter agar dapat menghasilkan air yang cukup jernih; Untuk Sistem Backwash bekerja sesuai fungsi yang di inginkan yaitu sedikit membantu membersihkan kotoran kotoran yang tersumbat pada media filter di jam jam yang di inginkan.

#### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut, dan pihak lain yang telah memberikan kerjasama yang baik dalam penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] K. T. Timur and K. Karawang, "Penyediaan Air Minum Untuk Kawasan Rawan Bencana Banjir Di Kecamatan Telukjambe Timur Kabupaten Karawang," 2014.
- [2] M. A. H. Lbs, "Analisis Kualitas Alat Pendeteksi Air Layak Minum Isi Ulang Dengan Air Masak Berbasis Sensor PH dan Sensor TDS," *Kumpul. Karya Ilm. Mhs. Fak. sains dan Tekhnologi*, vol. 1, no. 1, p. 74, 2019.
- [3] & P. Amani, f., "Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter Ph, Suhu, Tingkat Kekeruhan, Dan Jumlah Padatan Terlarut," vol. 14, pp. 49–62, 2016.
- [4] Suryadi, "Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air," *J. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 6, no. 2, pp. 60–67, 2021.
- [5] E. D. M. D Latkar Wijaya, Seno Darmawan P, "Sistem Monitoring pH, TDS dan Debit Air Outlet Oil Trap PT PLN (PERSERO) Sei Raya," 2017.
- [6] W. Oktiawan, M. Hadiwidodo, and P. Purwono, "PENGUNAAN BIOCATALYS ELECTROLYSIS DALAM PENURUNAN KONSENTRASI TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DAN CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) LIMBAH DOMESTIK," *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkungan.*, vol. 13, no. 2, 2016, doi: 10.14710/presipitasi.v13i2.81-87.

- [7] R. Pratama and Z. Kamus, "Pembuatan Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran Matahari Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Menggunakan Sensor Ldr," vol. 2, pp. 99–106, 2013.
- [8] E. H. A. Mohd, "Portable water treatment plant," *Infrastructure, Environ. Water People Proc. 17th WEDC Conf.*, vol. 6, no. 1, pp. 163–165, 1991.