

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI**  
**(PAKERTI)**  
**DANA ITS 2022**



**Judul Penelitian:**

**PENGEMBANGAN TEKNOLOGI *WATER TREATMENT SYSTEM*  
UNTUK MENGUBAH AIR PAYAU MENJADI AIR TAWAR LAYAK  
MINUM DENGAN METODE *REVERSE OSMOSIS* SKALA RUMAH  
TANGGA UNTUK MASYARAKAT PESISIR JAWA TIMUR**

**Tim Peneliti:**

Dr. Ir. H. Mahirul Mursid, M.Sc. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)  
Brian Raafi'u, S.ST., M.T (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)  
Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si, M.T. (Jurusan Teknik/POLIJE)  
Rizaldy Hakim A. S., S.T., M.T. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)  
Ahmad Fauzan 'Adziimaa, S.T, M.Sc. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)  
Muhammad Khamim Asy'ari S.T.,M.T. (Mahasiswa S3 Teknik Fisika-ITS)  
Elva (Mahasiswa S.Tr Teknik Instrumentasi-ITS)  
Nurul Hidayati (Mahasiswa S.Tr Teknik Instrumentasi-ITS)

**DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
**2022**

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	2
RINGKASAN.....	4
BAB I HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN .....	5
<b>1.1 Validasi dan Kalibrasi Sensor.....</b>	<b>6</b>
1.1.1 Validasi Sensor TDS.....	6
1.1.2 Validasi Sensor Turbiditas .....	9
1.1.3 Validasi Sensor Salinitas.....	12
4.2.4 Validasi Sensor Ultrasonik .....	14
<b>1.2 Hasil Pengujian Keseluruhan Alat .....</b>	<b>17</b>
1.2.1 Hasil Pengujian Sistem Kontrol TDS .....	18
1.2.2 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Turbiditas .....	19
1.2.3 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Salinitas .....	20
1.2.4 Hasil Pengujian Sistem Kontrol <i>Level</i> .....	21
1.2.5 Kualitas Hasil Filtrasi Air PDAM .....	22
1.2.6 Kualitas Hasil Filtrasi Air Payau.....	23
<b>1.3 Hasil Data Kualitatif.....</b>	<b>27</b>
BAB II STATUS LUARAN.....	29
<b>4.1. Status Luaran .....</b>	<b>29</b>
BAB III PERAN MITRA .....	33
BAB IV KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN .....	34
<b>4.1. Kendala Penelitian .....</b>	<b>34</b>
BAB V RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN .....	35
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
<b>6.1 Kesimpulan.....</b>	<b>36</b>
<b>6.2 Saran .....</b>	<b>37</b>
DAFTAR PUSTAKA.....	39

LAMPIRAN 1 TABEL DAFTAR CAPAIAN LUARAN ..... 42

## RINGKASAN

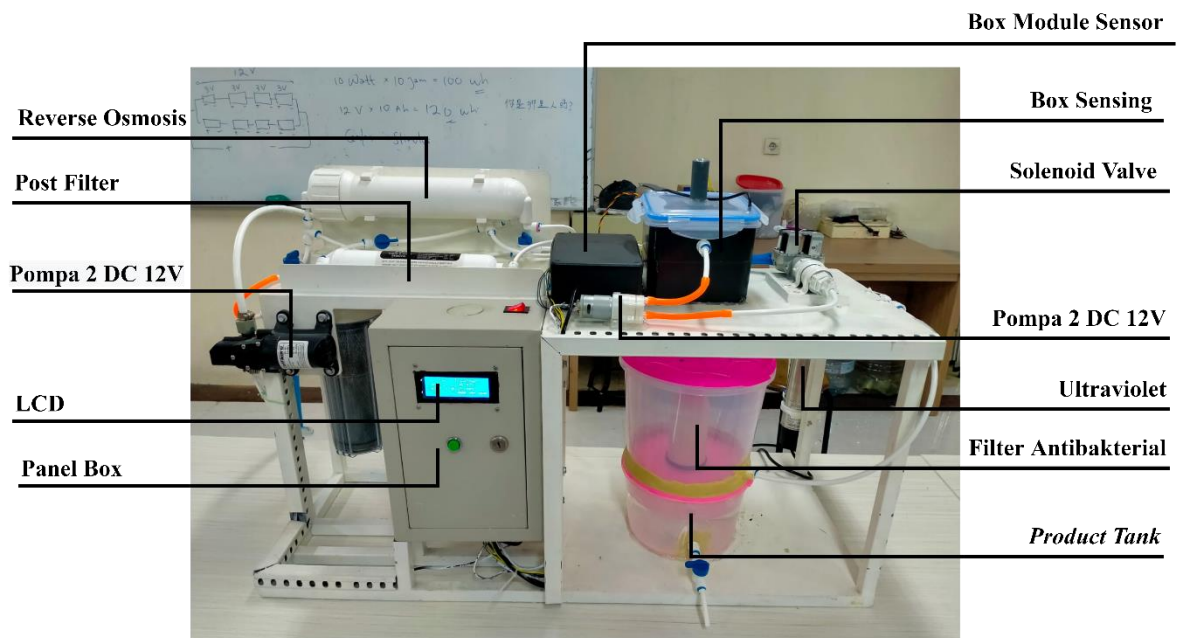
97.5% dari bumi terdiri dari air, namun air yang layak untuk dikonsumsi hanya 2.5%. Hal ini menunjukkan bahwa begitu besar jumlah air, tetapi hanya sedikit sekali air yang bisa digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, masyarakat sekitar pesisir pantai memanfaatkan air yang bersumber dari air galian sumur. Namun, adanya intrusi air laut menjadi penyebab air menjadi asin atau payau dan hal ini sering dikaitkan dengan permasalahan kebutuhan air bersih untuk layak konsumsi di daerah pesisir pantai. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan tahun 2010 tentang persyaratan air minum diantaranya tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa, tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya, dan tidak mengandung logam berat. Apabila air yang dikonsumsi tidak sesuai dengan parameter kelayakan air minum akan dapat mengganggu kesehatan pada tubuh. Untuk kadar salinitas air layak konsumsi yaitu kurang dari 0.2 ppt (*parts per thousand*), sedangkan menurut WHO (*World Health Organization*) kadar TDS yang sangat baik yaitu tidak lebih dari 300 ppm (*parts per million*). Selain itu juga, tingkat turbiditas tidak lebih dari 5 NTU. Saat ini, salah satu cara yang paling efektif yang digunakan untuk mengolah air payau menjadi air layak minum yaitu dengan menggunakan metode *reverse osmosis*. Namun, untuk dapat memenuhi nilai dari parameter kelayakan air minum diperlukan sistem kontrol yang dapat mengendalikan hasil filtrasi *reverse osmosis*. Maka dari itu, dalam Tugas Akhir kali ini dirancang sebuah sistem kontrol hasil filtrasi *reverse osmosis* dengan tujuan untuk menghasilkan produk air layak minum yang berasal dari air payau agar sesuai dengan parameter kelayakan air minum. Sistem kontrol *on-off* digunakan untuk mengendalikan kualitas kadar salinitas, turbiditas, dan TDS yang dihasilkan oleh filtrasi *reverse osmosis*. Selain itu, sistem kontrol juga digunakan pada tangki filter antibakterial untuk mengendalikan *level* yang masuk ke tangki agar selalu berada pada ketinggian 15 cm. Kualitas air hasil filtrasi *reverse osmosis* dari air baku payau yaitu TDS = 202.34 ppm, turbiditas = 1.07 NTU, salinitas = 0.2 ppt, dan pH = 8.40. Sedangkan kualitas air hasil filtrasi dari air baku PDAM yaitu TDS = 180.67 ppm, turbiditas = 0.51 NTU, salinitas = 0.14 ppt, dan pH = 8.23. Pada parameter bakteriologi yang dilakukan dengan melakukan uji laboratorium tidak ditemukan adanya bakteri pada filtrasi air PDAM. Namun, untuk filtrasi air payau masih ditemukan bakteri koliform sebanyak 7 MPN/100mL. Hal ini dikarenakan lama waktu penyinaran ultraviolet untuk filtrasi air PDAM tidak sama dengan air payau.

Kata Kunci: *Agricultural Orientation Index*, Kadar Garam, Kekeruhan, *Pengolahan Air Minum*, *Reverse Osmosis*, *Sistem Kontrol*.

# BAB I

## HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

Terlihat pada Gambar 4.1 merupakan plant pengolahan air payau menjadi air layak minum dengan dimensi 85 × 40 × 31. Pada prosesnya air baku berupa air payau dipompa masuk ke dalam 5 tahapan filtrasi diantaranya filter sedimen 5μ, filter sedimen 1μ, filter *granular actived carbon*, filter *reverse osmosis*, dan filter karbon aktif. Hasil filtrasi 5 tahapan tersebut, kemudian akan diukur kualitas air yang dihasilkan melewati *box sensing*. Di dalam *box sensing*, kualitas air yang diukur diantaranya kadar TDS, turbiditas, dan salinitas. Apabila kualitas air yang dihasilkan tidak sesuai dengan parameter kelayakan air minum, maka katup 2 *solenoid valve* akan terbuka dan proses filtrasi dilakukan kembali. Katup 1 *solenoid valve* akan terbuka jika kualitas air yang dihasilkan telah memenuhi parameter kelayakan air minum dan dilanjutkan pada proses desinfeksi menggunakan ultraviolet dan filter antibakterial. Pada bawah tutup filter antibakterial juga dipasang sensor ultrasonik untuk mengendalikan *level* air yang masuk pada tangki filter antibakterial agar tidak melebihi *set point*.



Gambar 4. 1 Plant Pengolahan Air Minum

## 1.1 Validasi dan Kalibrasi Sensor

Sebelum sensor digunakan, perlu dipastikan terlebih dahulu kelayakan dari sensor yang akan digunakan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan validator yang memiliki standar yang sesuai. Pada *plant* pengolahan air minum, validasi sensor yang diperlukan yaitu sensor TDS SEN0244, sensor turbiditas SEN0189, sensor salinitas (kadar garam), dan sensor ultrasonik HC-SR04. Berikut adalah hasil data validasi dan kalibrasi sensor adalah sebagai berikut:

### 1.1.1 Validasi Sensor TDS

Validasi sensor TDS dilakukan dengan melakukan pengukuran dari TDS yang memiliki nilai kadar bervariasi. Untuk pengukuran dengan variasi memiliki 5 kadar berbeda diantaranya 85 ppm, 92 ppm, 177 ppm, 192 ppm, dan 220 ppm. Kemudian dari hasil pengukuran sensor akan dibandingkan dengan TDS meter WA-2017SD. Selisih dari nilai hasil pengukuran sensor TDS dengan validator standar akan diasumsikan sebagai nilai *error*.

Adapun langkah-langkah untuk melakukan validasi diantaranya yang pertama menyiapkan rangkaian sensor TDS SEN0244, validator TDS meter WA-2017SD, dan sampel yang akan diukur. Kemudian hasil pengukuran yang didapatkan oleh rangkaian sensor dibandingkan dengan validator dan mencatat data hasil pengukuran tersebut dalam bentuk tabel. Langkah pengambilan data hasil pengukuran tersebut dilakukan dengan cara yang sama untuk sampel yang berbeda-beda. Terakhir melakukan pengolahan data yang telah didapatkan untuk mengetahui kelayakan sensor TDS yang akan digunakan dari karakteristik statik salah satunya yaitu akurasi.



```
TDS
#include <GravityTDS.h>
#include <EEPROM.h>
// #include <Wire.h>
// #include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define TdsSensorPin A1
GravityTDS gravityTds;

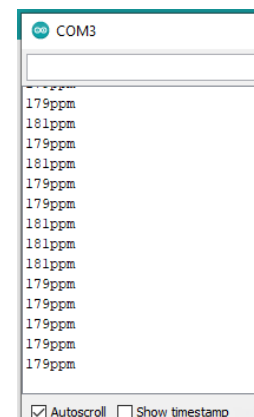
// LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

float temperature = 25, tdsValue = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  // lcd.begin(16, 2);
  gravityTds.setPin(TdsSensorPin);
  gravityTds.setVref(5.0); // reference voltage on ADC, default 5.0V on Arduino UNO
  gravityTds.setAdeRange(1024); // 1024 for 10bit ADC; 4096 for 12bit ADC
  gravityTds.begin(); // initialization
}

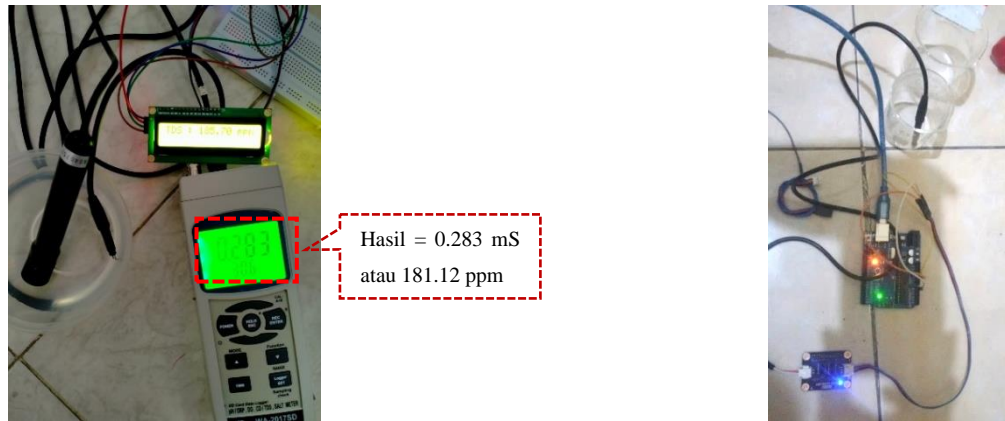
void loop()
{
  // temperature = readTemperature(); // add your temperature sensor and read it
  gravityTds.setTemperature(temperature); // set the temperature and execute temperature compensation
  gravityTds.update(); // sample and calculate
  tdsValue = gravityTds.getTdsValue(); // then get the value
  Serial.println(tdsValue, 0);
}
```

(a) Koding Sensor TDS Pada Arduino Uno



```
COM3
179ppm
181ppm
179ppm
181ppm
179ppm
181ppm
181ppm
179ppm
179ppm
181ppm
179ppm
179ppm
179ppm
179ppm
```

(b) Tampilan Data Pada *Serial Monitor*



(c) Hasil Pengukuran Dengan TDS meter                      (d) Rangkaian Sensor TDS  
 Gambar 4. 2 Validasi Sensor TDS

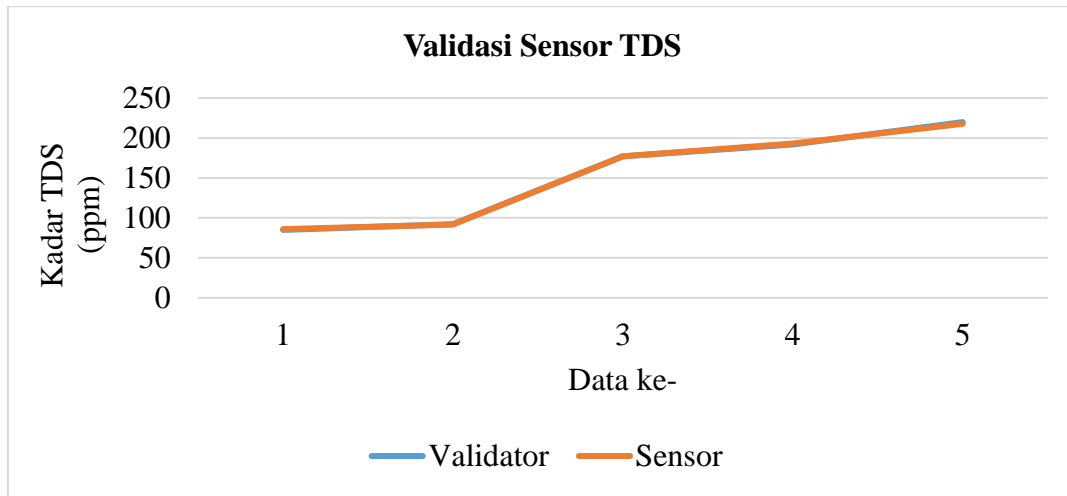
Adapun data hasil validasi sensor TDS yang telah dilakukan dengan nilai kadar TDS bervariasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Masing-masing sampel dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor dalam mengukur kadar TDS yang berbeda-beda. Didapatkan nilai rata-rata dari 3 data pembacaan sensor untuk dapat mengetahui selisih pengukuran oleh sensor dengan validator.

Tabel 4.1 Data Hasil Pembacaan Nilai Variasi TDS

Pembacaan Standar (ppm)	Pembacaan Sensor TDS (ppm)			Rata-Rata Pembacaan (ppm)	Koreksi (ppm)	Error (%)
	1	2	3			
85	85.97	86.00	85.97	85.98	0.98	1.15
92	90.36	91.82	93.27	91.82	0.18	0.20
177	179.79	177.00	174.28	177.02	0.02	0.01
192	193.31	193.00	193.31	193.21	1.21	0.63
220	216.44	215.08	221.91	217.81	2.19	1.00
<b>Rata-Rata</b>					<b>0.92</b>	<b>0.59</b>

Berikut pada Gambar 4.3 merupakan grafik perbandingan antara hasil pengukuran sensor dengan validator. Pengukuran TDS ini menggunakan sampel dengan rentang kadar TDS diantara 85 – 220 ppm. Untuk hasil pengukuran menggunakan sensor ditunjukkan pada garis berwarna jingga, sedangkan hasil pengukuran menggunakan validator ditunjukkan pada garis berwarna biru. Kedua

garis tersebut saling berhimpitan yang menandakan hasil pengukuran sensor dan validator tidak jauh berbeda.



**Gambar 4. 3** Grafik Validasi Sensor TDS Untuk Nilai Variasi Kadar TDS

Dari hasil perhitungan, didapatkan karakteristik statik sensor TDS diantaranya range, span, dan akurasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Karakteristik Statik Sensor TDS

<b>Range</b>	0 – 1000 ppm
<b>Span</b>	1000 ppm
<b>Akurasi</b>	99.41%

**a. Span**

$$\begin{aligned} \text{Span} &= I_{\max} - I_{\min} \\ &= 1000 - 0 \\ &= \mathbf{1000 \text{ ppm}} \end{aligned}$$

**b. Akurasi**

$$\begin{aligned} A &= 100\% - \% \text{error} \\ &= 100\% - 0.59\% \\ &= \mathbf{99.41\%} \end{aligned}$$

Dari data tabel hasil validasi sensor TDS, dapat diketahui bahwa hasil pembacaan sensor TDS mendekati hasil pengukuran menggunakan validator TDS meter WA-2017 SD dengan *error* terhadap nilai variasi kadar TDS yaitu 0.59%. Hasil *error* yang didapatkan berpengaruh pada tingkat keakurasian dari pembacaan sensor TDS, dimana data perhitungan *error* yang kecil tersebut, menunjukkan bahwa tingkat keakurasiannya menjadi tinggi yaitu sebesar 99.41%. Hal ini membuktikan



bahwa sensor TDS layak digunakan untuk mengukur kadar TDS pada hasil filtrasi *reverse osmosis*.

### 1.1.2 Validasi Sensor Turbiditas

Validasi sensor turbiditas dilakukan dengan melakukan pengukuran dari turbiditas yang memiliki nilai kekeruhan bervariasi. Untuk pengukuran dengan variasi memiliki 5 tingkat kekeruhan berbeda diantaranya 2.31 NTU, 10.92 NTU, 17.34 NTU, 21.74 NTU, dan 60.2 NTU. Kemudian dari hasil pengukuran sensor akan dibandingkan dengan *turbidity* meter TU-2016. Selisih dari nilai hasil pengukuran sensor turbiditas dengan validator standar akan diasumsikan sebagai nilai *error*.

Adapun langkah-langkah untuk melakukan validasi diantaranya yang pertama menyiapkan rangkaian *turbidity sensor* SEN0189, validator *turbidity* meter TU-2016, dan sampel yang akan diukur. Kemudian hasil pengukuran yang didapatkan oleh rangkaian sensor dibandingkan dengan validator dan mencatat data hasil pengukuran tersebut dalam bentuk tabel. Langkah pengambilan data hasil pengukuran tersebut dilakukan dengan cara yang sama untuk sampel yang berbeda-beda. Terakhir melakukan pengolahan data yang telah didapatkan untuk mengetahui kelayakan *turbidity sensor* yang akan digunakan dari karakteristik statik salah satunya yaitu akurasi.

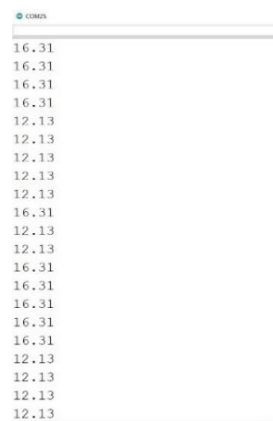


```
turbidity
int sensorPin = A0;
float volt;
float ntu;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  volt = 0;
  for(int i=0; i<800; i++)
  {
    volt += ((float)analogRead(sensorPin)/1023)*5*2.41;
  }
  volt = volt/800;
  volt = round_dp(volt, 2);
  if(volt < 2.5){
    ntu = 3000;
  }else{
    ntu = -1120.4*sqare(volt)+5742.3*volt-4353.0;
  }
  Serial.print(volt);
  Serial.println(" V");
  Serial.println(ntu);
}
```

(a) Koding Sensor Turbiditas Pada Arduino Uno

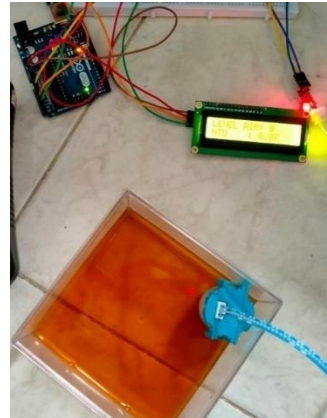


```
COM3
16.31
16.31
16.31
16.31
12.13
12.13
12.13
12.13
12.13
12.13
16.31
12.13
12.13
16.31
16.31
16.31
16.31
16.31
12.13
12.13
12.13
```

(b) Tampilan Data Pada *Serial Monitor*



(c) Hasil Pengukuran Dengan *Turbidity Meter*



(d) Rangkaian Sensor Turbiditas

Gambar 4. 4 Validasi Sensor Turbiditas

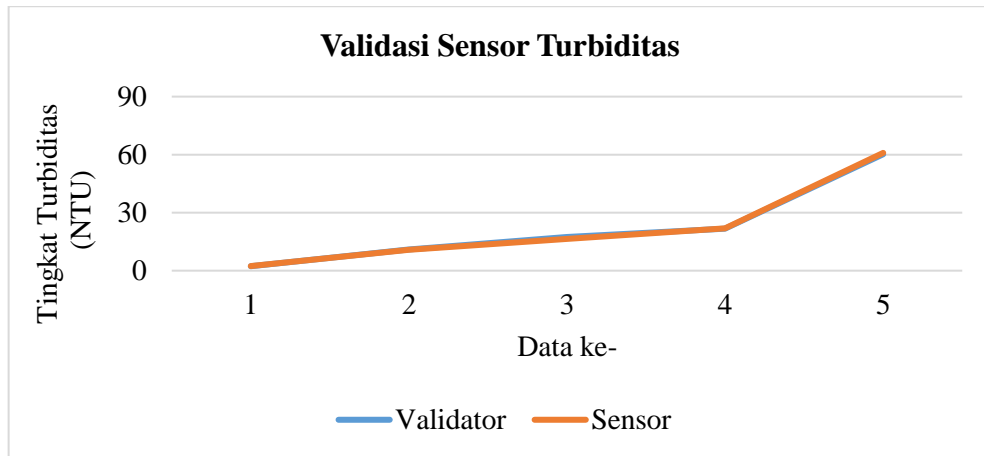
Adapun data hasil validasi sensor turbiditas yang telah dilakukan dengan nilai tingkat turbiditas bervariasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.3. Masing-masing sampel dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor dalam mengukur tingkat turbiditas yang berbeda-beda. Didapatkan nilai rata-rata dari 3 data pembacaan sensor untuk dapat mengetahui selisih pengukuran oleh sensor dengan validator.

Tabel 4.3 Data Hasil Pembacaan Nilai Variasi Turbiditas

Pembacaan Standar (NTU)	Pembacaan Sensor Turbiditas (NTU)			Rata-Rata Pembacaan (NTU)	Koreksi (NTU)	Error (%)	
	1	2	3				
2.31	2.93	2.11	2.07	2.37	0.06	2.60	
10.92	7.95	12.13	12.13	10.74	0.18	1.68	
17.34	16.87	16.31	16.31	16.50	0.84	4.86	
21.14	20.49	24.68	20.49	21.89	0.75	3.54	
60.20	62.30	58.12	62.30	60.91	0.71	1.17	
<b>Rata-Rata</b>						0.51	2.77

Berikut pada Gambar 4.5 merupakan grafik perbandingan antara hasil pengukuran sensor dengan validator. Pengukuran turbiditas ini menggunakan sampel dengan rentang tingkat turbiditas diantara 2.31 – 60.20 NTU. Untuk hasil pengukuran menggunakan sensor ditunjukkan pada garis berwarna jingga, sedangkan hasil pengukuran menggunakan validator ditunjukkan pada garis

berwarna biru. Kedua garis tersebut saling berhimpitan yang menandakan hasil pengukuran sensor dan validator tidak jauh berbeda.



Gambar 4. 5 Grafik Validasi Sensor Turbiditas Untuk Nilai Variasi Tingkat Turbiditas

Dari hasil perhitungan, didapatkan karakteristik statik sensor turbiditas diantaranya range, span, dan akurasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Karakteristik Statik Sensor Turbiditas

<b>Range</b>	0 – 3000 NTU
<b>Span</b>	3000 NTU
<b>Akurasi</b>	97.23%

**a. Span**

$$\begin{aligned} \text{Span} &= I_{\max} - I_{\min} \\ &= 3000 - 0 \\ &= \mathbf{3000 \text{ NTU}} \end{aligned}$$

**b. Akurasi**

$$\begin{aligned} A &= 100\% - \%error \\ &= 100\% - 2.77\% \\ &= \mathbf{97.23\%} \end{aligned}$$

Dari data tabel hasil validasi sensor turbiditas, dapat diketahui bahwa hasil pembacaan sensor turbiditas mendekati hasil pengukuran menggunakan validator turbidity meter TU-2016 dengan *error* terhadap nilai variasi tingkat turbiditas yaitu 2.77%. Hasil *error* yang didapatkan berpengaruh pada tingkat keakurasiannya dari pembacaan sensor turbiditas, dimana data perhitungan *error* yang kecil tersebut, menunjukkan bahwa tingkat keakurasiannya menjadi tinggi yaitu sebesar 97.23%.

Hal ini membuktikan bahwa sensor turbiditas layak digunakan untuk mengukur tingkat turbiditas (kekeruhan) pada hasil filtrasi *reverse osmosis*.

### 1.1.3 Validasi Sensor Salinitas

Validasi sensor salinitas dilakukan dengan melakukan pengukuran dari salinitas yang memiliki nilai bervariasi. Untuk pengukuran dengan variasi memiliki 5 kadar berbeda diantaranya 0.3 ppt, 0.5 ppt, 0.8 ppt, 1.8 ppt, dan 2.3 ppt. Kemudian dari hasil pengukuran sensor akan dibandingkan dengan *salt meter* WA-2017SD. Selisih dari nilai hasil pengukuran sensor salinitas dengan validator standar akan diasumsikan sebagai nilai *error*.

Adapun langkah-langkah untuk melakukan validasi diantaranya yang pertama menyiapkan rangkaian sensor salinitas, validator *salt meter* WA-2017SD, dan sampel yang akan diukur. Kemudian hasil pengukuran yang didapatkan oleh rangkaian sensor dibandingkan dengan validator dan mencatat data hasil pengukuran tersebut dalam bentuk tabel. Langkah pengambilan data hasil pengukuran tersebut dilakukan dengan cara yang sama untuk sampel yang berbeda-beda. Terakhir melakukan pengolahan data yang telah didapatkan untuk mengetahui kelayakan sensor salinitas yang akan digunakan dari tingkat keakurasian.

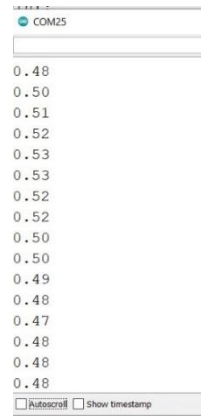
```
SALT
Const int numReadings = 10;
int readings[numReadings]; // the readings from the analog input
int readIndex = 0; // the index of the current reading
int total = 0; // the running total
int average = 0; // the average
float sensorValue = 0;

int inputPin = A0;

void setup() {
  // initialize serial communication with computer:
  Serial.begin(9600);
  // initialize all the readings to 0:
  for (int thisReading = 0; thisReading < numReadings; thisReading++) {
    readings[thisReading] = 0;
  }
}

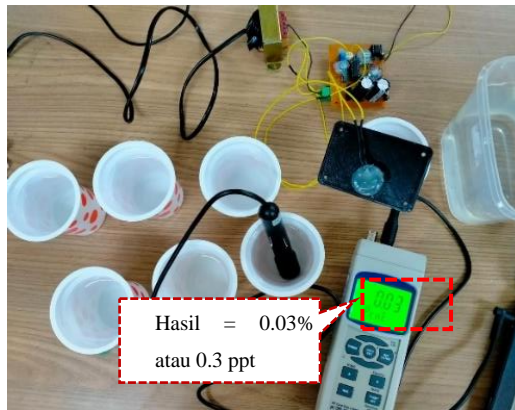
void loop() {
  // subtract the last reading:
  total = total - readings[readIndex];
  // read from the sensor:
  readings[readIndex] = analogRead(inputPin);
  // add the reading to the total:
  total = total + readings[readIndex];
  // advance to the next position in the array:
  readIndex = readIndex + 1;

  // if we're at the end of the array...
```



(a) Koding Sensor Salinitas Pada Arduino Uno

(a) Tampilan Data Pada *Serial Monitor*



(b) Hasil Pengukuran Dengan Salt Meter



(c) Rangkaian Sensor Salinitas

Gambar 4. 6 Validasi Sensor Salinitas

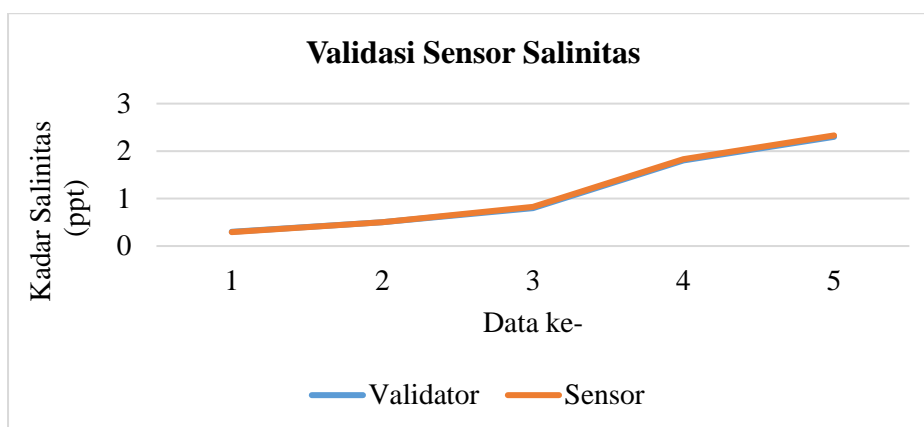
Adapun data hasil validasi sensor salinitas yang telah dilakukan dengan nilai tingkat turbiditas bervariasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.5. Masing-masing sampel dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor dalam mengukur kadar salinitas yang berbeda-beda. Didapatkan nilai rata-rata dari 3 data pembacaan sensor untuk dapat mengetahui selisih pengukuran oleh sensor dengan validator.

Tabel 4. 5 Data Hasil Pembacaan Nilai Variasi Salinitas

Pembacaan Standar (ppt)	Pembacaan Sensor Salinitas (ppt)			Rata-Rata Pembacaan (cm)	Koreksi (cm)	Error (%)
	1	2	3			
0.3	0.30	0.29	0.29	0.29	0.01	2.22
0.5	0.49	0.50	0.51	0.50	0.00	0.00
0.8	0.81	0.82	0.85	0.83	0.03	3.33
1.8	1.84	1.82	1.83	1.83	0.03	1.67
2.3	2.32	2.34	2.33	2.33	0.03	1.30
<b>Rata-Rata</b>					0.02	1.70

Berikut pada Gambar 4.7 merupakan grafik perbandingan antara hasil pengukuran sensor dengan validator. Pengukuran salinitas ini menggunakan sampel dengan rentang kadar salinitas diantara 0.3 – 2.3 ppt. Untuk hasil pengukuran menggunakan sensor ditunjukkan pada garis berwarna jingga, sedangkan hasil pengukuran menggunakan validator ditunjukkan pada garis berwarna biru. Kedua

garis tersebut saling berhimpitan yang menandakan hasil pengukuran sensor dan validator tidak jauh berbeda.



Gambar 4. 7 Grafik Validasi Sensor Salinitas Untuk Nilai Variasi Kadar Salinitas  
 Dari hasil perhitungan, didapatkan karakteristik statik sensor salinitas yaitu akurasi sebagai berikut.

**Akurasi**

$$\begin{aligned}
 A &= 100\% - \%error \\
 &= 100\% - 1.70\% \\
 &= \mathbf{98.30\%}
 \end{aligned}$$

Dari data tabel hasil validasi sensor turbiditas, dapat diketahui bahwa hasil pembacaan sensor salinitas mendekati hasil pengukuran menggunakan validator *salt* meter WA-2017 SD dengan *error* terhadap nilai variasi kadar salinitas yaitu 1.70%. Hasil *error* yang didapatkan berpengaruh pada tingkat keakurasiannya dari pembacaan sensor salinitas, dimana data perhitungan *error* yang kecil tersebut, menunjukkan bahwa tingkat keakurasiannya menjadi tinggi yaitu sebesar 98.30%. Hal ini membuktikan bahwa sensor salinitas layak digunakan untuk mengukur kadar salinitas pada hasil filtrasi *reverse osmosis*.

**4.2.4 Validasi Sensor Ultrasonik**

Validasi sensor ultrasonik dilakukan dengan melakukan pengukuran dari salinitas yang memiliki nilai *level* bervariasi. Untuk pengukuran dengan variasi memiliki 5 *level* berbeda diantaranya 4 cm, 8 cm, 12 cm, 16 cm, dan 20 cm. Kemudian dari hasil pengukuran sensor akan dibandingkan dengan mistar. Selisih dari nilai hasil pengukuran sensor salinitas dengan mistar standar akan diasumsikan sebagai nilai *error*.

Adapun langkah-langkah untuk melakukan validasi diantaranya yang pertama menyiapkan rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04, mistar, dan sampel yang akan diukur. Kemudian hasil pengukuran yang didapatkan oleh rangkaian sensor dibandingkan dengan validator dan mencatat data hasil pengukuran tersebut dalam bentuk tabel. Langkah pengambilan data hasil pengukuran tersebut dilakukan dengan cara yang sama untuk sampel yang berbeda-beda. Terakhir melakukan pengolahan data yang telah didapatkan untuk mengetahui kelayakan sensor ultrasonik yang akan digunakan dari karakteristik statik salah satunya yaitu akurasi.

```

// sensor ultrasonik
// definisi trigPin 3 //setelah pin D3 Arduino ke pin Trig of HC-SR04
#define trigPin 3

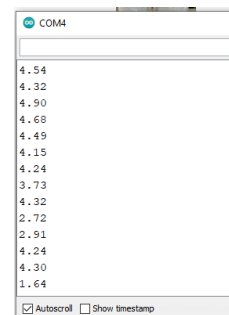
// definisi variabels
long duration; // variable for the duration of sound wave travel
int distance; // variable for the distance measurement

void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an OUTPUT
  pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an INPUT
  Serial.begin(9600); // Serial Communication is starting with 9600 of baudrate speed
  Serial.println("Ultrasonic Sensor HC-SR04 Test"); // print some text in Serial Monitor
  Serial.println("with Arduino Uno R3");
}

void loop() {
  // Clears the trigPin condition
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  // Sets the trigPin HIGH (ACTIVE) for 10 microseconds
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Reads the echoPin, returns the sound wave travel time in microseconds
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
}

```

(a) Kodingan Sensor Ultrasonik



(b) Tampilan Data Pada *Serial Monitor*



(c) Hasil Pengukuran *Level* Dengan Mistar



(d) Rangkaian Sensor Ultrasonik

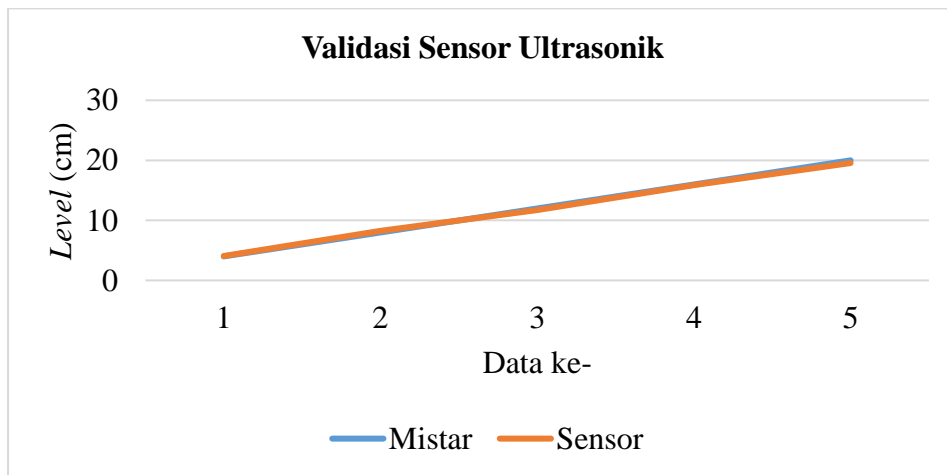
Gambar 4. 8 Validasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Adapun data hasil validasi sensor ultrasonik yang telah dilakukan dengan nilai *level* bervariasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Masing-masing sampel dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor dalam mengukur *level* air yang berbeda-beda pada tangki filter antibakterial. Didapatkan nilai rata-rata dari 3 data pembacaan sensor untuk dapat mengetahui selisih pengukuran oleh sensor dengan validator.

Tabel 4. 6 Data Hasil Pembacaan Nilai Variasi *Level*

Pembacaan Standar (cm)	Pembacaan Sensor Ultrasonik (cm)			Rata-Rata Pembacaan (cm)	Koreksi (cm)	Error (%)
	1	2	3			
4	4.15	4.24	4.32	4.24	0.24	0.06
8	8.44	8.34	8.05	8.28	0.28	0.03
12	11.87	11.46	11.77	11.70	0.30	0.03
16	15.87	15.90	15.87	15.88	0.12	0.01
20	19.39	19.64	19.62	19.55	0.45	0.02
<b>Rata-Rata</b>					0.28	0.03

Berikut pada Gambar 4.9 merupakan grafik perbandingan antara hasil pengukuran sensor dengan mistar. Pengukuran *level* ini menggunakan rentang ketinggian air diantara 4 – 20 cm. Untuk hasil pengukuran menggunakan sensor ditunjukkan pada garis berwarna jingga, sedangkan hasil pengukuran menggunakan mistar ditunjukkan pada garis berwarna biru. Kedua garis tersebut saling berhimpitan yang menandakan hasil pengukuran sensor dan mistar tidak jauh berbeda.



Gambar 4. 9 Grafik Validasi Sensor Ultrasonik Untuk Nilai Variasi *Level*

Dari hasil perhitungan, didapatkan karakteristik statik sensor ultrasonik diantaranya range, span, dan akurasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.



Tabel 4. 7 Karakteristik Statik Sensor Ultrasonik

<b>Range</b>	2 - 400 cm
<b>Span</b>	398 cm
<b>Akurasi</b>	99.97%

**a. Span**

$$\begin{aligned} \text{Span} &= I_{\max} - I_{\min} \\ &= 400 - 2 \\ &= \mathbf{398 \text{ cm}} \end{aligned}$$

**b. Akurasi**

$$\begin{aligned} A &= 100\% - \%error \\ &= 100\% - 0.03\% \\ &= \mathbf{99.97\%} \end{aligned}$$

Dari data tabel hasil validasi sensor ultrasonik, dapat diketahui bahwa hasil pembacaan sensor ultrasonik mendekati hasil pengukuran menggunakan mistar dengan *error* terhadap nilai variasi *level* yaitu 0.03%. Hasil *error* yang didapatkan berpengaruh pada tingkat keakurasiannya dari pembacaan sensor ultrasonik, dimana data perhitungan *error* yang kecil tersebut, menunjukkan bahwa tingkat keakurasiannya menjadi tinggi yaitu sebesar 99.97%. Hal ini membuktikan bahwa sensor ultrasonik layak digunakan untuk mengukur *level* pada tangki filter antibakterial.

**1.2 Hasil Pengujian Keseluruhan Alat**

Telah dilakukan pengujian keseluruhan alat, dimana, pada Tabel 4.8 merupakan hasil uji sistem kontrol pada parameter TDS, turbiditas, dan salinitas terhadap katup *solenoid valve*. Selain itu juga dilakukan uji sistem kontrol level terhadap pompa 1 dan pompa 2.

Tabel 4. 8 Pengujian Sistem Kontrol

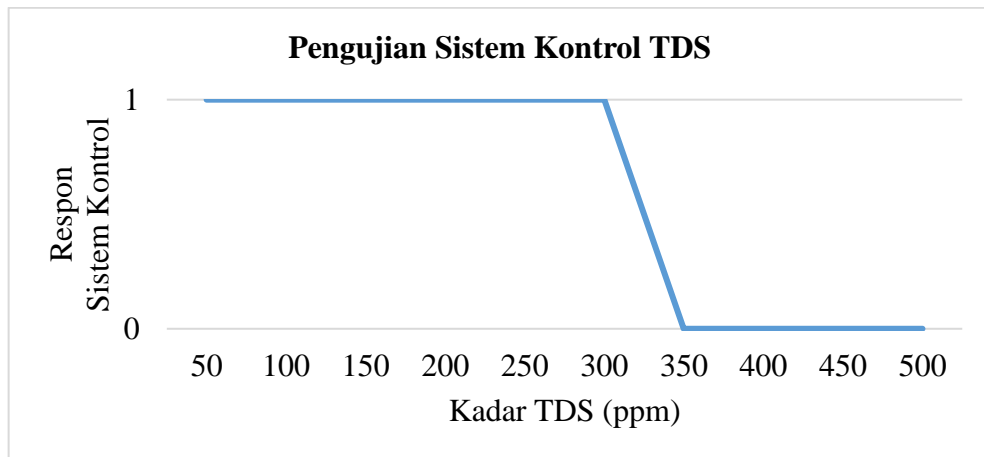
No	Kondisi	Solenoid Valve		Pompa 1	Pompa 2
		Katup 1	Katup 2		
1	TDS $\geq 300$ ppm				
	Turbiditas $\geq 5$ NTU	OFF	ON	-	-
	Salinitas $\geq 0.2$ ppt				
2	TDS $\leq 300$ ppm	OFF	ON	-	-

No	Kondisi	Solenoid Valve		Pompa 1	Pompa 2
		Katup 1	Katup 2		
	Turbiditas $\geq 5$ NTU				
	Salinitas $\geq 0.2$ ppt				
	TDS $\leq 300$ ppm				
3	Turbiditas $\leq 5$ NTU	OFF	ON	-	-
	Salinitas $\geq 0.2$ ppt				
	TDS $\leq 300$ ppm				
4	Turbiditas $\leq 5$ NTU	ON	OFF	-	-
	Salinitas $\leq 0.2$ ppt				
5	Level $\leq 15$ cm	-	-	ON	ON
6	Level = 15 cm	-	-	OFF	OFF

Pada Tabel 4.12 dapat dilihat respon kontrol dari setiap parameter. Untuk parameter TDS, salinitas, dan turbiditas apabila salah satu maupun ketiga dari parameter tersebut tidak sesuai dengan *set point*, maka katup 2 dari *solenoid valve* akan terbuka (*ON*). Namun, apabila ketiga parameter tersebut telah mencapai *set point*, maka katup 1 *solenoid valve* akan terbuka (*ON*) dan menutup katup 2 *solenoid valve* (*OFF*). Kemudian untuk parameter *level*, apabila level belum mencapai *set point*, maka pompa 1 dan pompa 2 akan menyala (*ON*). Apabila level telah mencapai *set point*, maka pompa 1 dan pompa 2 akan mati (*OFF*).

### 1.2.1 Hasil Pengujian Sistem Kontrol TDS

Berikut pada Gambar 4.10 merupakan grafik pengujian sistem kontrol TDS. Sistem kontrol *ON-OFF* ini dipengaruhi oleh nilai kadar TDS terhadap aktuator *solenoid valve*. Saat kadar TDS berada di atas 300 ppm, maka sistem kontrol berada pada kondisi *LOW* (0) dimana katup *solenoid valve* tertutup. Apabila kadar TDS berada di bawah 300 ppm, maka sistem kontrol berada pada kondisi *HIGH* (1) dimana katup 1 *solenoid valve* terbuka.

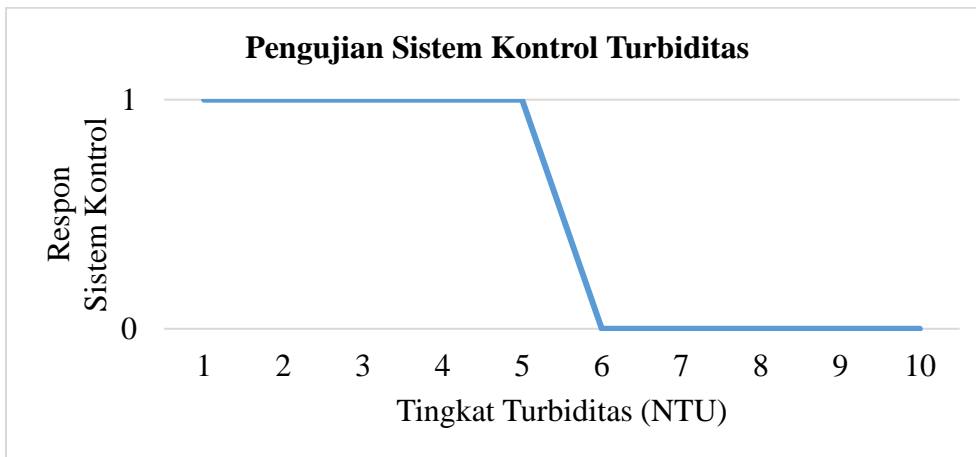


Gambar 4. 10 Pengujian Sistem Kontrol TDS

Untuk *input* air payau memiliki kadar TDS sebesar 1364.27 ppm, dimana nilai tersebut masih belum memenuhi standar kelayakan air minum berdasarkan Permenkes RI tahun 2010. Maka dari itu, dilakukan filtrasi dengan *reverse osmosis* untuk menurunkan kadar TDS. Penurunan kadar TDS air payau untuk mencapai *set point* yaitu sebesar 202.34 ppm dengan lama waktu filtrasi 50 menit. Untuk *input* air PDAM memiliki kadar TDS 337.92 ppm dan bisa turun menjadi 180.67 ppm dengan lama waktu filtrasi 2 menit.

### 1.2.2 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Turbiditas

Berikut pada Gambar 4.11 merupakan grafik pengujian sistem kontrol turbiditas. Sistem kontrol *ON-OFF* ini dipengaruhi oleh nilai tingkat turbiditas (kekeruhan) terhadap aktuator *solenoid valve*. Saat tingkat turbiditas berada di atas 5 NTU, maka sistem kontrol berada pada kondisi *LOW* (0) dimana katup *solenoid valve* tertutup. Apabila tingkat turbiditas berada di bawah 5 NTU, maka sistem kontrol berada pada kondisi *HIGH* (1) dimana katup 1 *solenoid valve* terbuka.

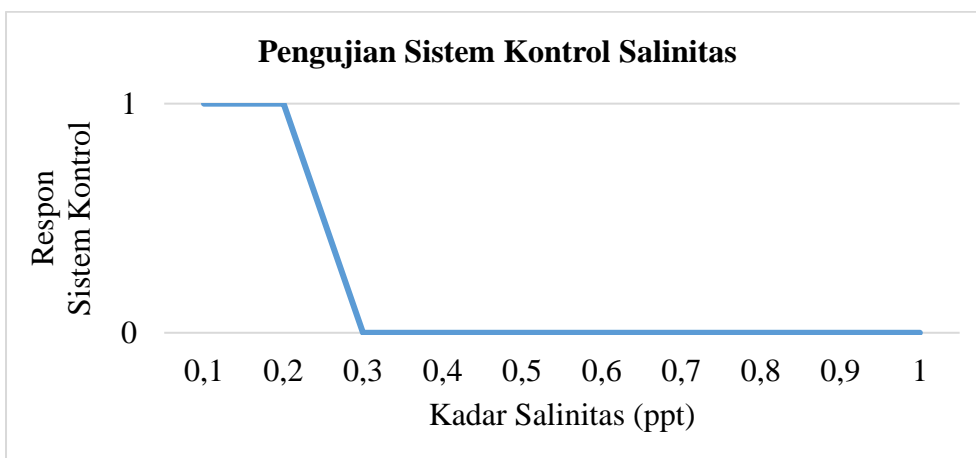


Gambar 4. 11 Grafik Pengujian Sistem Kontrol Turbiditas

Untuk *input* air payau memiliki tingkat turbiditas sebesar 2.67 NTU dan masih bisa mengalami penurunan sebesar 1.07 NTU. Untuk *input* air PDAM memiliki tingkat turbiditas 1.89 NTU dan masih bisa turun menjadi 0.51 NTU.

### 1.2.3 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Salinitas

Berikut pada Gambar 4.12 merupakan grafik pengujian sistem kontrol salinitas. Sistem kontrol *ON-OFF* ini dipengaruhi oleh nilai kadar salinitas terhadap aktuator *solenoid valve*. Saat kadar salinitas berada di atas 0.2 ppt, maka sistem kontrol berada pada kondisi *LOW* (0) dimana katup *solenoid valve* tertutup. Apabila kadar salinitas berada di bawah 0.2 ppt, maka sistem kontrol berada pada kondisi *HIGH* (1) dimana katup 1 *solenoid valve* terbuka.

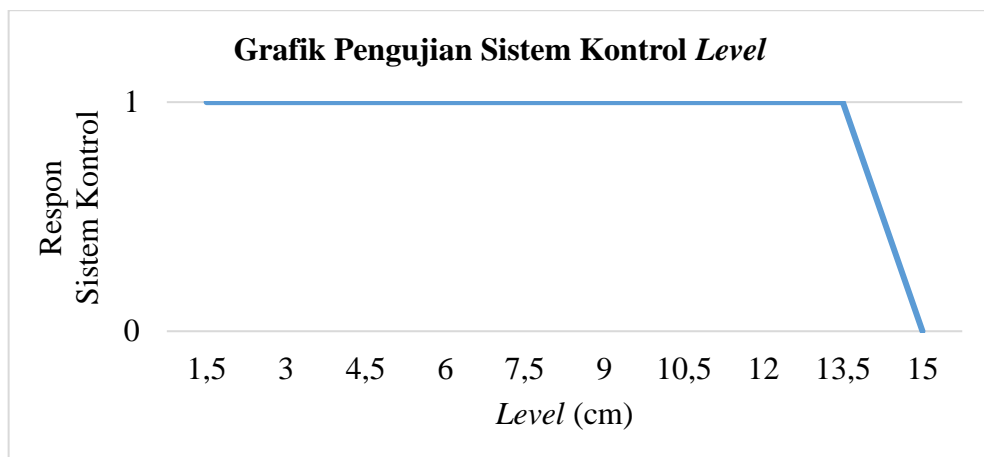


Gambar 4. 12 Grafik Pengujian Sistem Kontrol Salinitas

Untuk *input* air payau memiliki kadar salinitas sebesar 2.9 ppt, dimana nilai tersebut masih belum memenuhi standar kelayakan air minum berdasarkan Permenkes RI tahun 2010. Maka dari itu, dilakukan filtrasi dengan *reverse osmosis* untuk menurunkan kadar salinitas. Penurunan kadar salinitas air payau untuk mencapai *set point* yaitu sebesar 0.2 ppt dengan lama waktu filtrasi 22.5 menit. Untuk *input* air PDAM memiliki kadar salinitas sebesar 0.35 ppt dan bisa turun menjadi 0.14 ppt dengan lama waktu filtrasi 5.4 menit.

#### 1.2.4 Hasil Pengujian Sistem Kontrol *Level*

Berikut pada Gambar 4.13 merupakan grafik pengujian sistem kontrol *level*. Sistem kontrol *ON-OFF* ini dipengaruhi oleh *level* air pada tangki filter antibakterial terhadap aktuator pompa 1 dan pompa 2. Saat *level* berada di bawah 15 cm, maka sistem kontrol berada pada kondisi *HIGH* (1) dimana pompa 1 dan pompa 2 akan aktif bekerja. Apabila *level* berada di 15 cm, maka sistem kontrol berada pada kondisi *LOW* (0) dimana pompa 1 dan pompa 2 akan berhenti bekerja.



Gambar 4. 13 Grafik Pengujian Sistem Kontrol *Level*

Lama waktu pengisian tangki filter antibakterial untuk mencapai *setpoint* yaitu sekitar 5 menit dengan kondisi kualitas air sesuai dengan parameter kelayakan air minum yaitu  $TDS \leq 300$  ppm, turbiditas  $\leq 5$  NTU, dan salinitas  $\leq 0.2$  ppt. Sebanyak 6 L volume air yang di *input* ke dalam filter dan *output* yang dihasilkan sebanyak 3.7 L volume air yang ditampung pada tangki filter antibakterial. Perbedaan volume

air antara *input* dengan *output* ini terjadi karena sisa air tersebut tertampung pada masing-masing filter selama proses filtrasi.

### 1.2.5 Kualitas Hasil Filtrasi Air PDAM

Pada Gambar 4.14 menunjukkan tampilan LCD dari kualitas air PDAM setelah melewati filtrasi *reverse osmosis* yang diukur oleh sensor diantaranya TDS sebesar 180.67 ppm, turbiditas sebesar 0.51 NTU, dan salinitas sebesar 0.1 ppt. Sedangkan pada Gambar 4.15 menunjukkan kualitas filtrasi air PDAM yang sudah melewati hingga tahap akhir desinfeksi yang ditampung pada *product tank* diantaranya TDS sebesar 177.28 ppm, turbiditas sebesar 0.75 NTU, salinitas sebesar 0.1 ppt, dan pH sebesar 8.23. Perbedaan hasil pengukuran menggunakan sensor yang ditampilkan pada LCD dengan validator bisa disebabkan oleh faktor adanya filter antibakterial yang terdapat di tahap akhir yang bisa merubah kualitas air. Hal ini dikarenakan di dalam filter antibakterial juga terdapat karbon aktif yang bisa mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan setelah melalui proses filtrasi *reverse osmosis*. Selain itu juga bisa disebabkan karena adanya *error* pembacaan sensor sehingga tidak sesuai dengan validator.



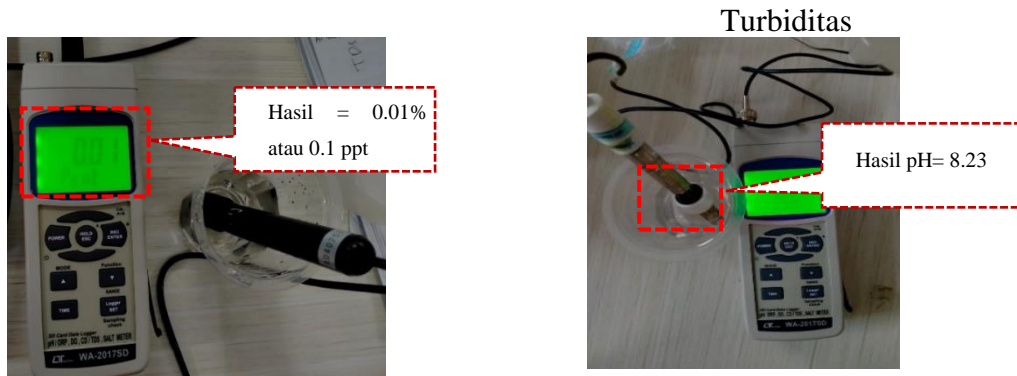
Gambar 4. 14 Hasil Pengukuran Kualitas Filtrasi Air PDAM Menggunakan Sensor



(a) Hasil Pengukuran Kadar TDS



(b) Hasil Pengukuran Tingkat



(c) Hasil Pengukuran Kadar Salinitas (d) Hasil Pengukuran pH  
**Gambar 4. 15** Hasil Pengukuran Kualitas Filtrasi Air PDAM Menggunakan

Validator

Tabel 4. 9 Perbandingan Kualitas Air Baku PDAM

Parameter / Kondisi	TDS (ppm)	Turbiditas (NTU)	Salinitas (ppt)	pH
Sebelum Proses Filtrasi	337.92	1.89	0.30	7.67
Setelah Proses Filtrasi	177.28	0.75	0.10	8.23

Pada Tabel 4.12 di atas menunjukkan perbandingan kualitas air PDAM sebelum dan sesudah proses filtrasi *reverse osmosis*. Pada saat sebelum proses filtrasi, air PDAM yang diinputkan memiliki kualitas air diataranya yaitu TDS (*Total Dissolved Solid*) sebesar 217.6 ppm, turbiditas sebesar 1.89 NTU, salinitas sebesar 0.3 ppt, dan pH sebesar 7.67. Namun, setelah melewati proses filtrasi *reverse osmosis*, air yang dihasilkan memiliki kualitas diantaranya TDS sebesar 73.04 ppm, turbiditas sebesar 0.75 NTU, salinitas sebesar 0.1 ppt, dan pH sebesar 8.23. Untuk menghasilkan kualitas air yang sesuai dengan parameter kelayakan air minum yang disyaratkan oleh Permenkes RI 2010, dari air baku PDAM membutuhkan waktu sekitar 3 jam.

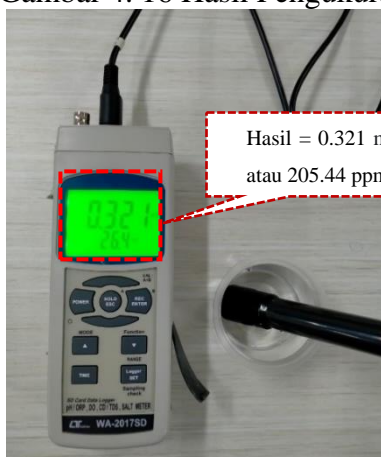
**1.2.6 Kualitas Hasil Filtrasi Air Payau**

Pada Gambar 4.16 menunjukkan tampilan LCD dari kualitas air payau setelah melewati filtrasi *reverse osmosis* yang diukur menggunakan sensor

diantaranya TDS sebesar 202.34 ppm, turbiditas sebesar 1.07 NTU, dan salinitas sebesar 0.2 ppt. Sedangkan pada Gambar 4.17 menunjukkan kualitas filtrasi air payau yang sudah melewati hingga tahap akhir desinfeksi yang ditampung pada *product tank* diantaranya TDS sebesar 205.44 ppm, turbiditas sebesar 1.13 NTU, salinitas sebesar 0.2 ppt, dan pH sebesar 8.40. Perbedaan hasil pengukuran menggunakan sensor yang ditampilkan pada LCD dengan validator bisa disebabkan oleh faktor adanya filter antibakterial yang terdapat di tahap akhir yang bisa merubah kualitas air. Hal ini dikarenakan di dalam filter antibakterial juga terdapat karbon aktif yang bisa mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan setelah melalui proses filtrasi *reverse osmosis*. Selain itu juga bisa disebabkan karena adanya *error* pembacaan sensor sehingga tidak sesuai dengan validator.



Gambar 4. 16 Hasil Pengukuran Kualitas Air Payau Menggunakan Sensor



(a) Hasil Pengukuran Kadar TDS

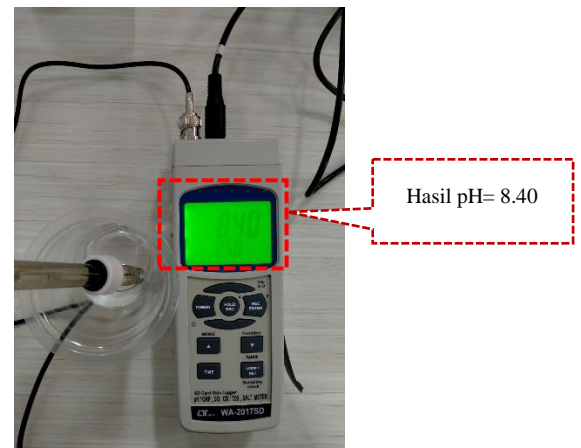


(b) Hasil Pengukuran Tingkat Turbiditas





(c) Hasil Pengukuran Kadar Salinitas



(d) Hasil Pengukuran pH

Gambar 4. 17 Hasil Pengukuran Kualitas Filtrasi Air Payau

Tabel 4. 10 Perbandingan Kualitas Air Baku Payau

<b>Parameter</b>	<b>TDS</b>	<b>Turbiditas</b>	<b>Salinitas</b>	<b>pH</b>
<b>Kondisi</b>	<b>(ppm)</b>	<b>(NTU)</b>	<b>(ppt)</b>	
Sebelum Proses				
Filtrasi	1364	2.67	2.90	7.26
Setelah Proses				
Filtrasi	205.44	1.13	0.20	8.40

Pada Tabel 4.13 di atas menunjukkan perbandingan kualitas air payau sebelum dan sesudah proses filtrasi *reverse osmosis*. Pada saat sebelum proses filtrasi, air payau yang diinputkan memiliki kualitas air diantaranya yaitu TDS (*Total Dissolved Solid*) sebesar 2304 ppm, turbiditas sebesar 2.67 NTU, salinitas sebesar 2.9 ppt, dan pH sebesar 7.26. Namun, setelah melewati proses filtrasi *reverse osmosis*, air yang dihasilkan memiliki kualitas diantaranya TDS sebesar 205.44 ppm, turbiditas sebesar 1.13 NTU, salinitas sebesar 0.2 ppt, dan pH sebesar 8.40. Untuk menghasilkan kualitas air yang sesuai dengan parameter kelayakan air minum yang disyaratkan oleh Permenkes RI 2010, dari air baku payau membutuhkan waktu sekitar 5 jam. Berikut pada Gambar 4.16 merupakan air hasil filtrasi *reverse osmosis*.



Gambar 4. 18 Air Hasil Filtrasi *Reverse Osmosis*

Dari air minum yang dihasilkan melalui pengujian keseluruhan alat dengan menggunakan filtrasi *reverse osmosis*, didapatkan perbandingan kualitas air yang dihasilkan oleh kedua air baku dengan air kemasan yang beredar di pasaran. Air kemasan yang dibandingkan yaitu diantaranya itsmine, club, aqua, dan cleo. Berikut pada Tabel 4.11 merupakan perbandingan kualitas air.

Tabel 4. 11 Komparasi Kualitas Air

	Air Filtrasi PDAM	Air Filtrasi Payau	itsmine	Club	Aqua	Cleo
<b>TDS</b> (ppm)	73.08	40.89	171.12	188.8	211.6	18.67
<b>Turbiditas</b> (NTU)	0.26	0.75	0.36	0.93	0.36	0.16
<b>Salinitas</b> (ppt)	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
<b>pH</b>	8.23	8.40	7.98	7.67	7.83	6.98

Dari tabel dapat diketahui bahwa air hasil filtrasi *reverse osmosis* baik yang berasal dari air PDAM maupun air payau apabila dibandingkan dengan air minum kemasan memiliki kualitas air yang sesuai dengan parameter kelayakan air minum diantaranya TDS, turbiditas, salinitas dan pH.

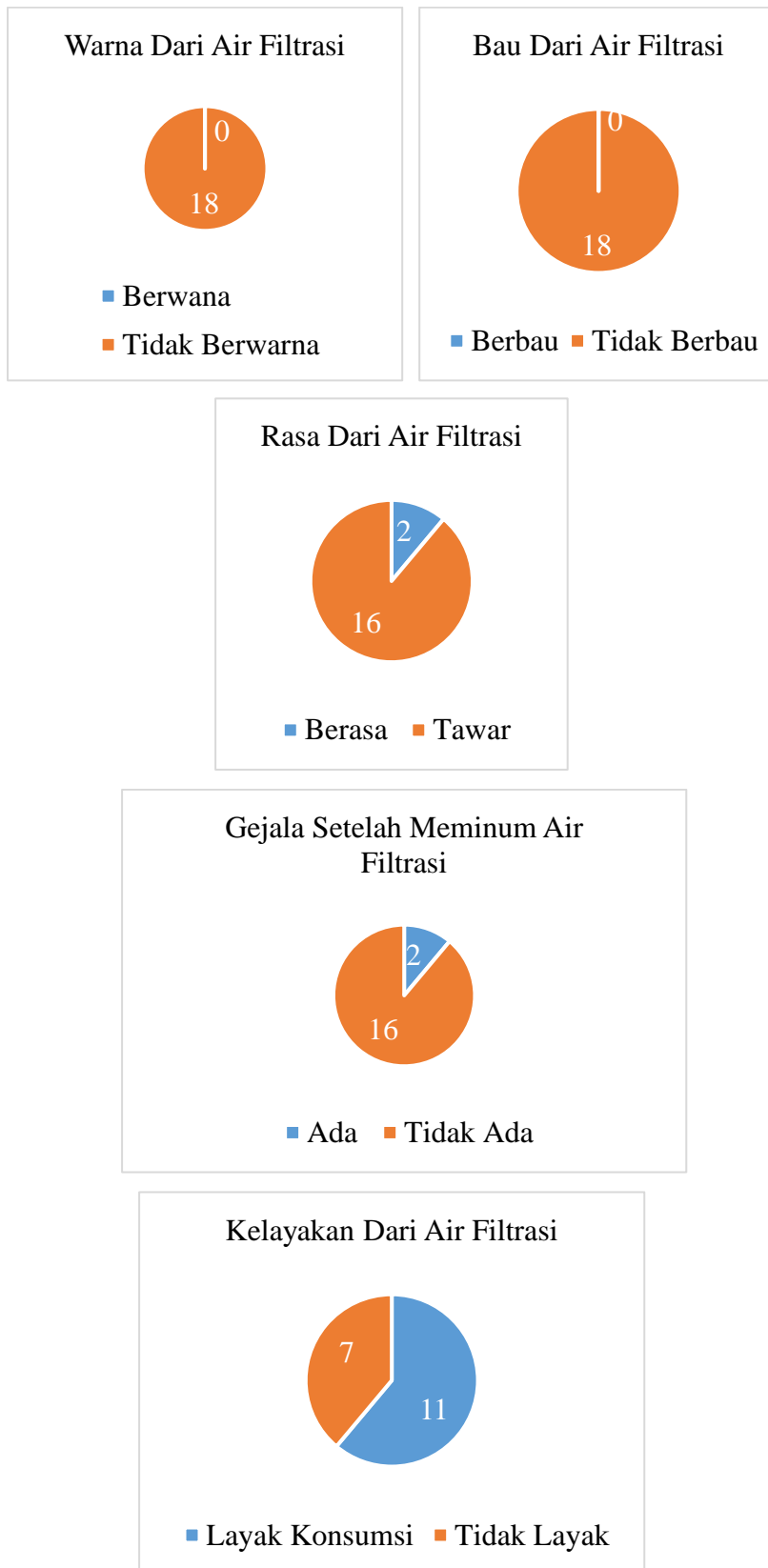
### 1.3 Hasil Data Kualitatif

Berdasarkan Tabel 4.12 mengenai parameter fisik untuk kelayakan air konsumsi yang bersumber dari Permenkes RI 2010 diantaranya ada bau, warna, rasa, dan suhu.

Tabel 4. 12 Parameter Wajib Persyaratan Kualitas Air Minum (Permenkes RI, 2010)

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
<b>Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan</b>			
<b>a. Parameter Fisik</b>			
1	Bau		Tidak berbau
2	Warna	TCU	15
3	Rasa		Tidak berasa
4	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$

Dari data parameter fisik di atas, dapat menjadi acuan dalam pengambilan data kualitatif terhadap uji coba air minum hasil filtrasi *reverse osmosis* oleh beberapa responden. Masing-masing responden meminum air hasil filtrasi sebanyak 100ml yang memiliki suhu 28°C, dan kemudian mengisi formulir digital yang dibagikan untuk mengetahui pendapat mereka tentang air minum hasil filtrasi Tugas Akhir ini. Dari 18 mahasiswa yang berpartisipasi memberikan pernyataan bahwa air yang dihasilkan tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Namun, 2 dari 18 partisipan memberikan respon bahwa air hasil filtrasi ini memiliki rasa yang aneh setelah diminum dan juga tenggorokan terasa kurang nyaman. Selain itu, 7 partisipan merasa kurang yakin atau tidak setuju jika air hasil filtrasi layak untuk dikonsumsi dikarenakan masih belum adanya uji laboratorium yang memberikan hasil sebenarnya dari kualitas air yang dihasilkan. Berikut pada Gambar 4.17 merupakan hasil responden dari uji coba air minum filtrasi.



Gambar 4. 19 Hasil Responden Uji Coba Konsumsi Air Filtrasi

## BAB II

### STATUS LUARAN

#### 4.1. Status Luaran

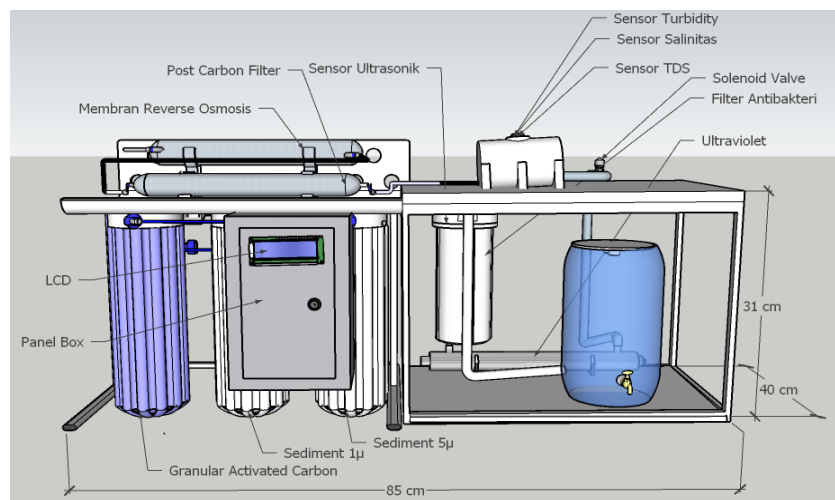
Relevansi dari penelitian ini dapat ditinjau dari tiga aspek sebagai berikut:

1. Tema penelitian yang diusulkan ini terkait erat dengan kebutuhan akan pengembangan teknologi water treatment untuk kebutuhan air layak minum yang diterapkan diharapkan menyelesaikan permasalahan kebutuhan air bersih dan air layak minum untuk masyarakat daerah pesisir.
2. Tema penelitian yang diusulkan ini juga sejalan dengan tema unggulan IPTEK yang diusung oleh (PUI) di ITS, yaitu Pusat Unggulan IPTEK Mekatronika dan Otomasi Industri, dimana salah satu temanya adalah terkait dengan *Robofarming* dan *Instrumentation to Digital (Energy Consumption and Data logging)*

Penelitian ini dapat meningkatkan keunggulan aktivitas yang dilakukan dalam subtema penelitian *Robofarming* dan *Instrumentation to Digital*, serta dapat berkontribusi luaran yang bermanfaat bagi perkembangan teknologi water treatment yang terjangkau untuk skala rumah tangga. **Status luaran** yang sudah didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

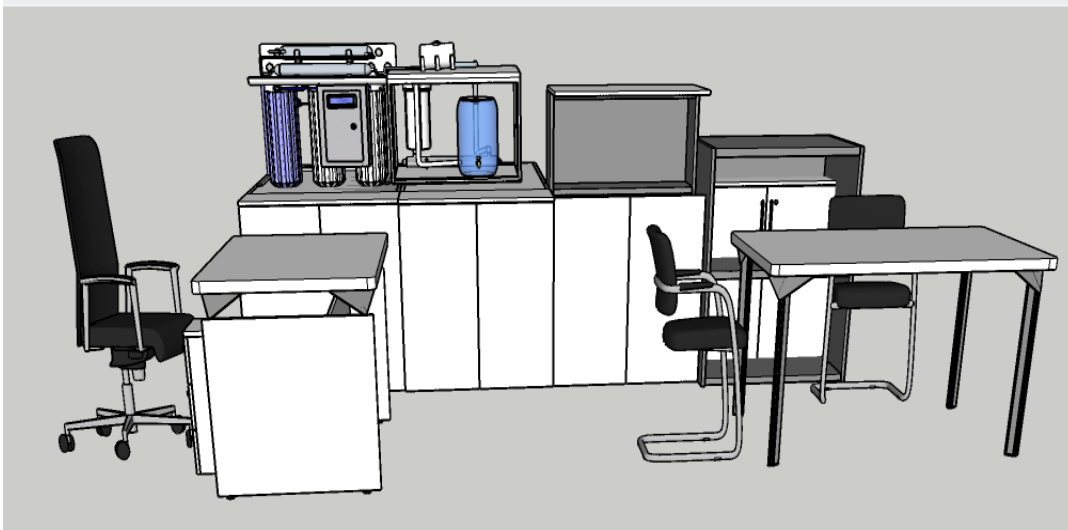
Teknologi Tepat Guna Prototip (purwarupa) antara lain sebagai berikut:

- a. Desain Teknologi Water Treatment



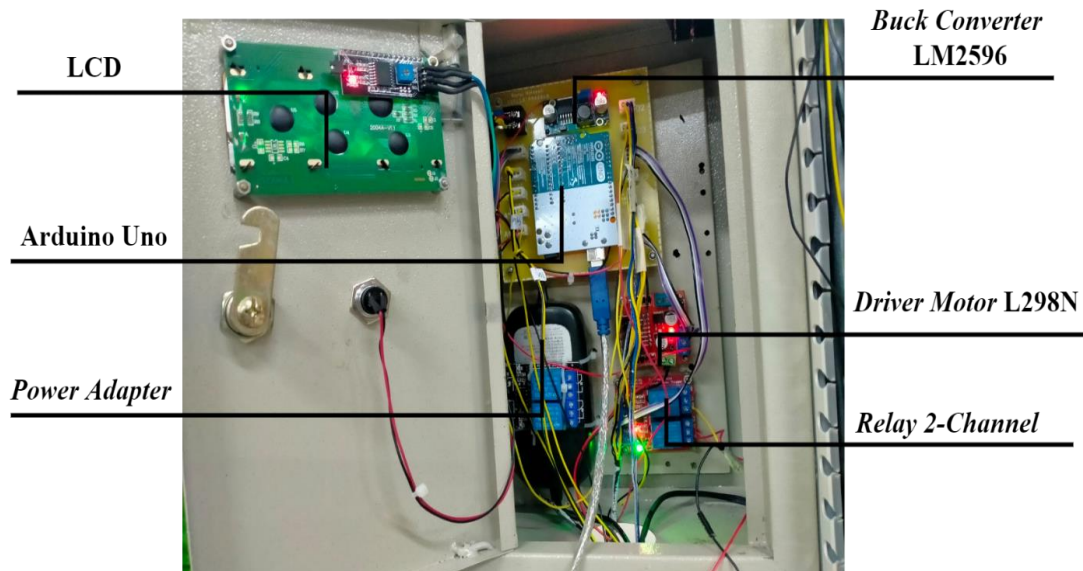
Gambar 3. 1 Desain 3D Alat

Pada Gambar 3.3 merupakan desain penempatan Teknologi Water Treatment yang berada di Laboratorium Instrumentasi Pengendalian, Departemen Teknik Instrumentasi ITS.

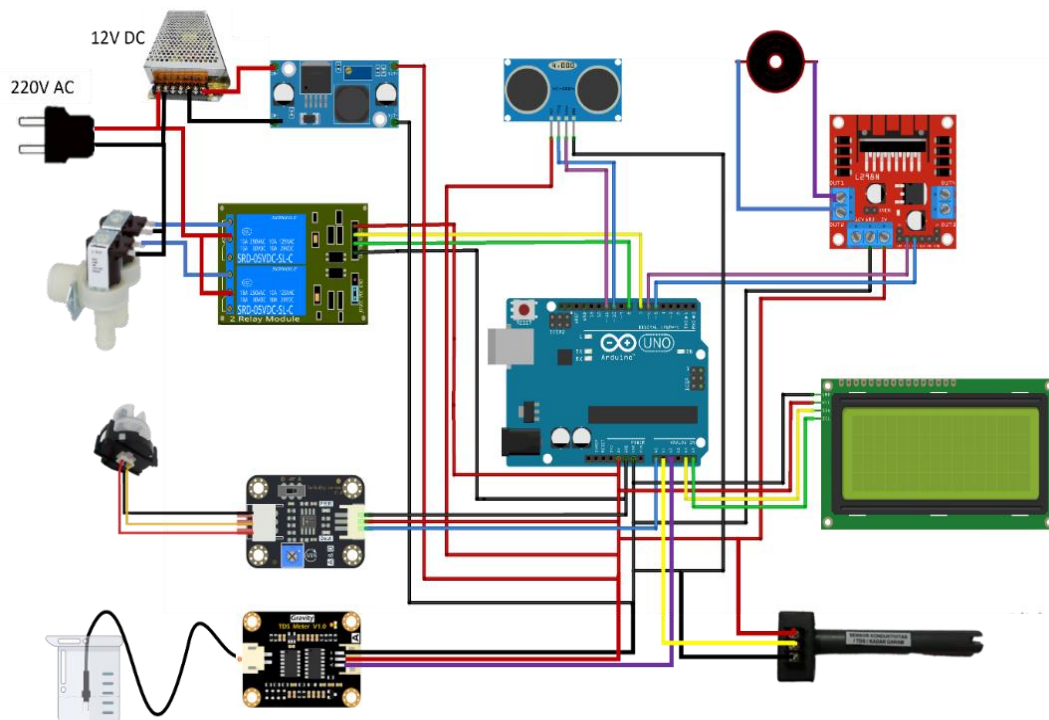


Gambar 3. 2 Desain Penempatan Alat

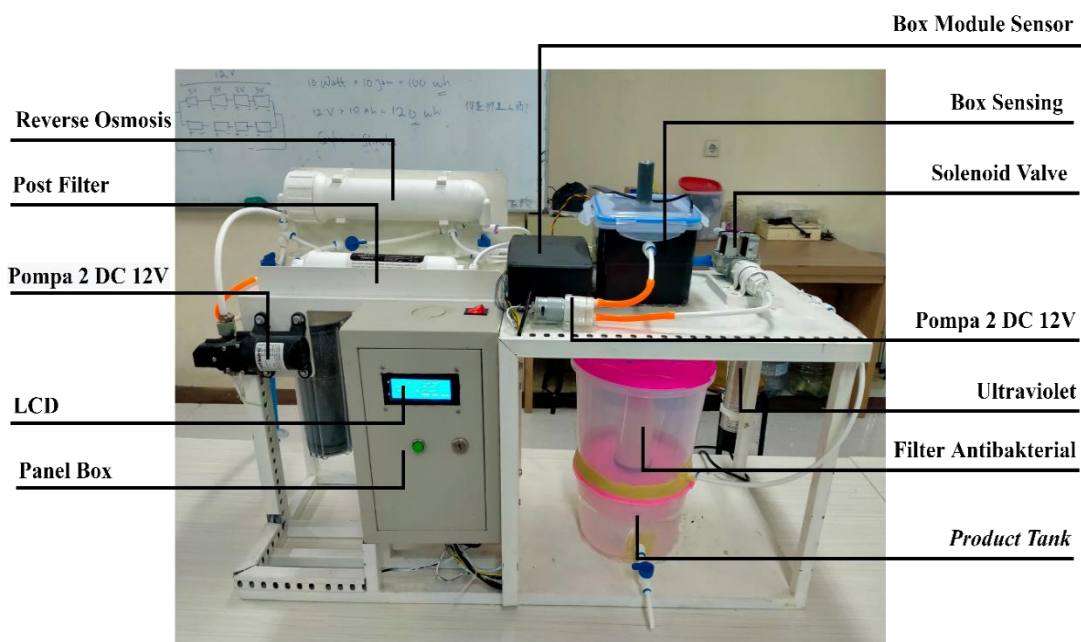
sistem kontrol hasil filtrasi *reverse osmosis* dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, modul *relay 2 channel*, *buck converter* LM2596, *power adapter* 12V DC, *driver motor* L298N, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor TDS, sensor salinitas, sensor turbiditas, *solenoid valve*, pompa DC 12V, dan LCD 20×4.



Gambar 3. 3 Rangkaian *Hardware* Pada *Panel Box*



Gambar 3. 4 *Wiring Diagram Hardware*



Gambar 3. 5 *Teknologi Water Treatment Pengolahan Air Layak Minum*



1. Publikasi Internasional → Seminar Internasional (SCOPUS) EPIC 2021, Publiker AIP.
2. Draft Jurnal Internasional Q4
3. Penelitian Mahasiswa Tugas Akhir 2021 dan 2022
4. Poster dan video publikasi

Link Video : <https://youtu.be/9ywqYYdQh7c>

**SISTEM KONTROL PADA HASIL FILTRASI REVERSE OSMOSIS  
SEBAGAI PENGOLAHAN AIR PAYAU MENJADI AIR LAYAK MINUM  
SKALA RUMAH TANGGA**

Nurul Hidayati | Ir. Brian Raafu, S.ST., M.T.

**Latar Belakang**

- Hanya 2.5% dari 97.5% air yang ada di bumi yang bisa dikonsumsi setelah melalui proses pengolahan (Redjeqi, 2011).
- Kasus intrusi air laut menyebabkan air menjadi payau dan berdampak pada kebutuhan air layak konsumsi di daerah pesisir (Hamidah & Rahmayanti, 2018)(Amri & Putra, 2014).
- Air payau memiliki kadar salinitas = 0.5-17 ppt dan TDS = 1000-10.000 ppm. Untuk air minum memiliki standar kadar salinitas < 0.2 ppt, TDS < 500 ppm, dan turbiditas < 5 NTU (Widayat, 2018)(Permenkes RI, 2010).

**Hasil dan Pembahasan**

**PENGUJIAN SISTEM KONTROL**

**Pengujian Sistem Kontrol TDS**

Kontrol RO pada kadar TDS = 100 ppm dan waktu 1 menit akan terlewat. Untuk yang dibutuhkan untuk filter air PDAM agar kadar TDS mencapai 0,2 pada 2 menit, sehingga untuk filter air payau pada 3 menit.

**Pengujian Sistem Kontrol Turbiditas**

Kontrol RO pada turbiditas = 10 NTU dan waktu 1 menit akan terlewat. Untuk air baku terpa air PDAM air air payau tidak memenuhi standar pada Permenkes RI 2010.

**Pengujian Sistem Kontrol Salinitas**

Kontrol RO pada kadar salinitas = 0.2 ppt dan waktu 1 menit akan terlewat. Untuk yang dibutuhkan untuk filter air PDAM agar kadar salinitas mencapai 0,2 pada 2 menit, sehingga untuk filter air payau pada 2,3 menit.

**Graph Pengujian Sistem Kontrol**

Kontrol RO pada level air = 10 cm, dimana pompa 1 dan pompa 2 terlewat. Kontrol RO pada level air = 10 cm, dimana pompa 1 dan pompa 2 terlewat. Untuk yang dibutuhkan untuk filter air payau mencapai 10 cm pada 3 menit.

**Tujuan**

- Dapat mengimplementasikan sistem kontrol pada hasil filtrasi reverse osmosis sebagai pengolahan air payau agar sesuai dengan parameter kelayakan air minum.
- Dapat mengetahui kualitas air yang dihasilkan dari hasil filtrasi reverse osmosis setelah melalui proses desinfeksi.

**Metodologi**

**Kesimpulan**

- Kualitas air PDAM setelah filtrasi RO diantaranya TDS = 177.28 ppm, turbiditas = 0.75 NTU, salinitas = 0.1 ppt, dan pH = 8.23.
- Kualitas air payau setelah filtrasi RO diantaranya TDS = 205.44 ppm, turbiditas = 1.13 NTU, salinitas = 0.2 ppt, dan pH = 8.46.
- Hasil uji laboratorium untuk filtrasi air PDAM tidak ditemukan adanya bakteri e-coli dan koliform. Namun untuk hasil filtrasi air payau masih ditemukan sebanyak 7 MPNU/100ml total koliform. Hal ini dikarenakan lama waktu penyinaran ultraviolet yang tidak bisa disamakan dengan filtrasi air PDAM.

**Referensi**

Contact : [nuruhidayati1400@gmail.com](mailto:nuruhidayati1400@gmail.com)



## **BAB III**

### **PERAN MITRA**

Peran Mitra secara global dalam penelitian PAKERTI 2022 ini adalah Kerjasama kewajiban antar dosen ITS dengan Politeknik Negeri Jember dalam mengembangkan teknologi untuk kebutuhan masyarakat Indonesia. Ada beberapa poin yang menjadi fokus peran dan keikutsertaan penelitian tahun ini antara ITS dengan Politeknik Negeri Jember antara lain sebagai berikut:

1. Desain dan perancangan sistem mekanikal plant pengembangan teknologi water treatment.
2. Penyusunan Jurnal Internasional Berreputasi dan Seminar Internasional SCOPUS yang dapat diselesaikan tahun 2021-2022.
3. Pengembangan metode sistem control (close loop system) untuk integrasi parameter kelayakan air minum

Dengan kendala kondisi pandemic Covid 19 Tim dari Politeknik Negeri Jember mengoptimalkan Kerjasama menyelesaikan penelitian melalui komunikasi dan diskusi via daring zoom secara berkala. Minimal diskusi adalah 1 hari dalam 1 minggu. Politeknik Negeri Jember mewakilkan tenaga peneliti ahli dengan nama Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si, M.T. Beliau merupakan tenaga pengajar aktif di jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember. Polije juga mengikutsertakan mahasiswa dengan tujuan dapat mengembangkan riset ini di tahun mendatang sehingga dapat memfasilitasi Mahasiswa dalam penelitian Penelitian di Politeknik Negeri Jember. Penelitian ini juga melibatkan Mahasiswa Aktif Doktoral Teknik Fisika ITS. Dengan motivasi partisipasi penelitian ini dapat mendukung riset doctoral dalam publikasi jurnal internasional bereputasi. Harapan besar kolaborasi ini dapat terlaksana Kembali dalam tahun-tahun berikutnya. Peran mitra mulai dari POLIJE, Departemen Teknik Mesin Industri, Departemen Teknik Instrumentasi, Departemen Teknik Fisika menjadi sinergi dan kolaborasi yang baik dalam pengembangan riset dan Kerjasama antar perguruan tinggi negeri di Indonesia.

## **BAB IV**

### **KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **4.1. Kendala Penelitian**

Adapun kendala penelitian yang dihadapi dalam pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- Sisi Luaran Perangkat Keras
  - Desain Mekanik Ukur Kualitas Air yang harus diproteksi dalam lingkungan basah. Tim peneliti melakukan berbagai rekayasa engineering untuk merancang bangun packaging TTG dengan konsep isolated water pack.
- Sisi Pengujian Kualitas Air Minum
  - Pengujian di bagi menjadi dua. Yaitu pengujian secara kualitatif dan pengujian secara kuantitatif. Dalam pengujian kuantitatif dilakukan melalui pengujian ke Laboratorium yang memfasilitasi validasi mengenai kelayakan air minum menurut peraturan kementerian.
- Sisi Luaran Draft Jurnal Q4
  - Mempelajari regulasi discontinou SCOPUS.
  - Mempersiapkan draft jurnal dengan data penelitian yang telah ada.

## **BAB V**

### **RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN**

Program Penelitian PAKERTI ini diharapkan adanya keberlanjutan dari sisi teknologi, ekonomi dan sosial. Keberlanjutan sisi teknologi penghasil air layak minum yang instan dan plug and play untuk skala rumah tangga, smart monitoring dengan konsep IoT ini diharapkan dapat terus digunakan dan dimanfaatkan pada skala pasar teknologi alat ukur komoditas water treatment dan ditingkatkan dalam produksi komersial. Keberlanjutan sisi sosial Program Penelitian PAKERTI ini meningkatkan wawasan dan akan berlanjut dalam program menciptakan kemudahan teknologi 4.0. Keberlanjutan sisi ekonomi memanfaatkan teknologi modern dalam negeri dengan harga pasar yang terjangkau. Keberlanjutan ini tidak lepas dari keterkaitan pihak Departemen Teknik Instrumentasi, Politeknik Negeri Jember, Departemen Teknik Mesin Industri dan Departemen Teknik Fisika sebagai fasilitator untuk membuat teknologi ini. Dengan harapan teknologi yang dibuat dapat terus digunakan dan dimanfaatkan dengan kategori penelitian level ke-4, yaitu teknologi yang dapat langsung digunakan oleh masyarakat umum.

Rencana selanjutnya dalam program penelitian PAKERTI ini antara lain:

- Jurnal Internasional dengan index Q4 Scopus.
- Pengajuan Paten HKI untuk teknologi water treatment dengan sistem portable dan plug and play.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari pengerjaan Penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

- a. Telah diimplementasikannya sistem kontrol pada hasil filtrasi *reverse osmosis* sebagai pengolahan air payau menjadi air layak minum, dimana sistem kontrol tersebut memiliki *set point* diantaranya  $TDS \leq 300$  ppm, turbiditas  $\leq 5$  NTU, dan salinitas  $\leq 0.2$  ppt.
- b. Sistem kontrol juga digunakan pada tangki filter antibakterial untuk mengontrol level air yang masuk ke tangki dengan *set point* ketinggian air 15 cm.
- c. Pembacaan sensor TDS, sensor turbiditas, sensor salinitas, dan sensor ultrasonik mendekati hasil pengukuran dengan menggunakan validator. Tingkat keakurasian pembacaan sensor TDS sebesar 99.41%, sensor turbiditas sebesar 97.23%, sensor salinitas sebesar 98.30%, dan sensor ultrasonik sebesar 99.97%.
- d. Kualitas air yang dihasilkan setelah melewati proses filtrasi *reverse osmosis* yaitu untuk air baku berupa air PDAM memiliki kadar  $TDS = 180.67$  ppm, salinitas = 0.14 ppt, dan turbiditas = 0.51 NTU. Sedangkan untuk air baku berupa air payau memiliki kadar  $TDS = 202.34$  ppm, salinitas = 0.2 ppt, dan turbiditas = 1.07 NTU.
- e. Hasil uji laboratorium untuk filtrasi air PDAM menunjukkan kadar  $TDS = 300$  ppm, turbiditas = 0.92 NTU, pH = 8.15, dan bakteriologi tidak ditemukan adanya koliform. Sedangkan hasil uji laboratorium untuk filtrasi air payau menunjukkan kadar  $TDS = 482$  ppm, turbiditas = 1.09 NTU, pH = 8.20, dan bakteriologi ditemukan sebanyak 7 MPN/100mL koliform.
- f. Lama waktu penyinaran ultraviolet berpengaruh dalam membunuh bakteri yang terkandung di dalam air. Untuk air PDAM hanya butuh beberapa detik saja untuk dapat membunuh bakteri koliform, sedangkan lama waktu penyinaran yang sama juga digunakan untuk air payau tetapi masih terdapat bakteri koliform.

## 6.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai lama waktu penyinaran ultraviolet yang tepat untuk dapat membunuh bakteri koliform pada air payau.
- b. Perlu dilakukan *preventive maintenance* secara berkala untuk setiap komponen yang digunakan agar selalu terjaga kondisinya untuk menghasilkan kualitas air minum yang baik.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrineldi, R., Fridayanti, N., & Muldarisnur, M. (2019). Aplikasi Sensor Serat Optik untuk Pengukuran Kadar Bakteri E-Coli Dalam Air. *Jurnal Ilmu Fisika / Universitas Andalas*. <https://doi.org/10.25077/jif.11.1.18-24.2019>
- Alghoul, M. A., Poovanaesvaran, P., Sopian, K., & Sulaiman, M. Y. (2009). Review of brackish water reverse osmosis (BWRO) system designs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2661–2667. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.03.013>
- Amri, H., & Putra, A. (2014). Estimasi Pencemaran Air Sumur Yang Disebabkan Oleh Intrusi Air Laut Di Daerah Pantai Tiram, Kecamatan Ulakan Tapakis, Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Fisika Unand*, Vol.3, No.(4), 235–241.
- Anerasari Meidinariasty, Mustain Zamhari, Dwi Septiani, N. (2019). “Uji Kinerja Membran Mikrofiltrasi dan Reverse Osmosis pada Proses Pengolahan Air Reservoir Menjadi Air Minum Isi Ulang.” *Jurnal Kinetika, Politeknik Negeri Sriwajaya*, 10(3), 36–41.
- Ariyanti, D., & Widiassa, I. N. (2017). APLIKASI TEKNOLOGI REVERSE OSMOSIS UNTUK PEMURNIAN AIR SKALA RUMAH TANGGA D. Ariyanti, I N. Widiassa \*). *Lingkungan*, 32(3), 193.
- Dewi, R., Sari, R., & Hakim, L. (2018). Penerapan Teknologi (Prototipe) Pengolahan Air Payau Menggunakan Multi Filter Berbahan Alami Bagi Masyarakat Nelayan Desa Pusong Baru Kecamatan Banda Sakti Kota Lhokseumawe. *Jurnal Vokasi - Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(2). <https://doi.org/10.30811/vokasi.v2i2.725>
- Dirisu, G. B., Okonkwo, U. C., Okokpujie, I. P., & Fayomi, O. S. I. (2019). Comparative analysis of the effectiveness of reverse osmosis and ultraviolet radiation of water treatment. *Journal of Ecological Engineering*, 20(1), 61–75. <https://doi.org/10.12911/22998993/93978>
- Hamidah, L. N., & Rahmayanti, A. (2018). Pemanfaatan Zeolit dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Jumlah Bakteri pada Filter Pengolah Air Payau.

- Conference Proceeding on Waste Treatment Technology, ISSN No. 2(2623), 113–118.*
- Heriyani, O., & Mugisidi, D. (2016). Pengaruh Karbon Aktif dan Zeolit pada pH Hasil Filtrasi Air Banjir. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Kualitas Dan Aplikasi Fakultas Teknik UHAMKA*, (January 2016), 199–202.
- Hersyah, M. H. (2017). Identifikasi Rancang Bangun Alat Ukur Dan Sistem Kendali Kadar Total Dissolved Solid (Tds) Pada Air Berbasis Mikrokontroler. *Journal on Information Technology and Computer Engineering*, 1(01), 26–34. <https://doi.org/10.25077/jitce.1.01.26-34.2017>
- Jarvis, P., Autin, O., Goslan, E. H., & Hassard, F. (2019). Application of Ultraviolet Light-Emitting Diodes. *Water* 2019, 11, 1894; *Doi:10.3390/W11091894*, 15.
- Jubaidi, M. G. (2021). FILTRASI AIR SUMUR GALI MENJADI AIR MINUM MENGGUNAKAN FILTER AIR (0.3 M DAN 0.1 M), FILTER FE DAN FILTER MN SERTA FILTER KARBON AKTIF. *Journal of Nursing and Public Health*, 9(1), 5–24.
- Maryani, D., Masduqi, A., & Moesriati, A. (2014). Pengaruh ketebalan media dan rate filtrasi pada sand filter dalam menurunkan kekeruhan dan total coliform. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), D76–D81. Retrieved from <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/6906><http://ejournal.its.ac.id>
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, 1–20.
- Nugroho, W., Purwoto, S., Klorida, R., Payau, A., Penukar, M., Campuran, F., ... Aktif, K. (2013). Wahyu Nugroho dan Setyo Purwoto : Removal Klorida, TDS dan Besi pada Air Payau Melalui Penukar Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif, 11, 47–59.
- Nurhayata, I. G., Santiyadnya, N., & Krisnawati, L. (2017). Pengembangan Tegangan Panel Surya Portable Berbasis Close Loop Boost Converter. *Semnasvoktek*, 120–192.



- Permenkes RI. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*.
- Pinem, J. A., & Adha, M. H. (2008). Kinerja Membran Reverse Osmosis Terhadap Rejeksi Kandungan Garam Air Payau Sintetis : Pengaruh Variasi Tekanan Umpan. *Seminar Nasional Teknik Kimia Oleo & Petrokimia Indonesia 2008*, 1–7.
- Pratama, ferina nadya. (2018). Prototipe Sistem Kontrol Pendeteksi Kadar Kekeruhan Air Berbasis Arduino Uno. *Laporan Tugas Akhir*, 17(April), 1–45.
- Purwaningtyas, F. Y., Mustakim, Z., Umamingrum, M. T., & Ghofar, M. A. (2020). Pengaruh Ukuran Zeolit Teraktivasi terhadap Salinitas Air Payau di Desa Kemudi dengan Metode Adsorpsi. *Jurusan Teknik Kimia*, 9, 1–5.
- Redjeki, S. (2011). Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M) Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departement Pendidikan Nasional. *Proses Desalinasi Dengan Membran, Direktorat*, 215.
- Sinar, P., Terhadap, U., Bakteri, P., Effect, T. H. E., Ultraviolet, O. F., On, R., & Growth, T. H. E. (2021). Bioma : jurnal biologi makassar, 6, 66–73.
- Widayat, W. (2018). Innovation of Drinking Water Technology Based on Community, *10(2)*, 67–78.
- Zamora, R., Harmadi, H., & Wildian, W. (2016). Perancangan Alat Ukur Tds (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.31958/js.v7i1.120>

**LAMPIRAN 1**  
**TABEL DAFTAR CAPAIAN LUARAN**

Skema Penelitian : PAKERTI

Nama Ketua Tim : Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc.

Judul : Pengembangan Teknologi *Water Treatment System* Untuk Mengubah Air Payau Menjadi Air Tawar Layak Minum Dengan Metode *Reverse Osmosis* Skala Rumah Tangga Untuk Masyarakat Pesisir Jawa Timur

**1. Artikel Jurnal**

No	Judul Artikel	Nama Jurnal	Status Kemajuan*)
1.	Implementation of water treatment system technology to change breakwater into drinkable fresh water with reverse osmosis method for household scale for coastal communities of east java	Engineering and Applied Science Research (EASR)	DRAFT

\*) Status kemajuan: Persiapan, *submitted*, *under review*, *accepted*, *published*

**2. Artikel Seminar**

No	Judul Artikel	Detil Konferensi (Nama, penyelenggara, tempat, tanggal)	Status Kemajuan*)
1.	Design of Water Treatment System to Change Brackish Water Into Fresh Water Using Reverse Osmosis Method	Engineering Physics International Conference (EPIC) AIP Publising	Accepted

\*) Status kemajuan: Persiapan, *submitted*, *under review*, *accepted*, *presented*

**3. Kekayaan Intelektual (Paten, Hak Cipta, Paten Sederhana, Merek Dagang, dll)**

No	Judul Usulan KI	Status Kemajuan*)
1.	Teknologi Portable Water Treatment System Untuk Mengubah Air Payau Menjadi Air Tawar Dengan Metode Reverse Osmosis	Persiapan

\*) Status kemajuan: Persiapan, Terdaftar, Granted

## 4. Buku (ISBN)

No	Judul Buku	(Rencana) Penerbit	Status Kemajuan*)

\*) Status kemajuan: Persiapan, *under review*, *published*

5. Hasil Lain berupa *Software*, Inovasi Teknologi, Business Plan, Dokumen Feasibility Study, Naskah akademik (policy brief, rekomendasi kebijakan, atau model kebijakan strategis), dll)

No	Nama Output	Detil Output	Status Kemajuan*)
1.	Inovasi Teknologi: Sistem Kontrol pada Hasil Filtrasi Reverse Osmosis Sebagai Pengolahan Air Payau Menjadi Air Layak Minum Skala Rumah Tangga	Alat ukur dengan 4 Parameter dan sistem pengambil keputusan kualitas air	Sudah diimplementasikan

\*) Status kemajuan: Cantumkan status kemajuan sesuai kondisi saat ini

## 6. Disertasi/Tesis/Penelitian/Program Kreativitas Mahasiswa yang dihasilkan

No	Nama Mahasiswa	NRP	Judul	Status*)
1.	Elva Rifki Fikana	10511710000054	Rancang Bangun Water Treatment System Untuk Mengubah Air Payau Menjadi Air Tawar Dengan Metode Reverse Osmosis	Lulus 2021
2.	Nurul Hidayati	10511810000040	Sistem Kontrol Pada Hasil Filtrasi Reverse Osmosis Sebagai Pengolahan Air Payau Menjadi Air Layak Minum Skala Rumah Tangga	<i>In progress</i>

\*) Status: Cantumkan lulus (*dan tahun kelulusan*) atau *in progress*