

## Rancang Bangun *Water Treatment* di Atas Kapal dengan *Reverse System* Menggunakan Atmega 2560

Bagus Indra Pramana Widya Putra<sup>1</sup>, Edi Kurniawan<sup>2</sup>, Frenki Imanto<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

**Abstract.** Ships as an important means of transportation require the availability of good quality fresh water to meet the daily needs of the crew. Because the quality of fresh water that does not meet the standards can interfere with the activities of the crew. This research aims to build a water treatment system on board controlled by ATMEGA 2560 microcontroller. The system is equipped with turbidity sensor SEN0189, TDS sensor SEN0244, and PH sensor SEN0161 to monitor the freshwater quality. The process of working this tool by treating fresh water which then the parameters are detected by the PH sensor, TDS sensor, and turbidity sensor which then the detection results are displayed on the LCD monitor, and the buzzer and LED turn on when the condition of the fresh water parameters does not meet the standards. The methodology and design of this system will be carried out with experimental research methods where in this method at least one variable is manipulated to study the cause-and-effect relationship. The results of testing water treatment using ATMEGA 2560 show that the system can work optimally in treating fresh water. And the accuracy of the PH sensor, TDS sensor, and turbidity sensor is quite accurate with the difference in error with the comparison measuring instrument less than 5%.

**Keywords:** Water Treatment, ATMEGA 2560, Turbidity Sensor SEN0189, TDS Sensor SEN0244, PH Sensor SEN0161.

**Abstrak.** Kapal sebagai sarana transportasi penting memerlukan ketersediaan air tawar yang berkualitas baik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari awak kapal. Sebab kualitas air tawar yang tidak memenuhi standar dapat mengganggu aktivitas kru kapal. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem water treatment di atas kapal yang dikendalikan oleh mikrokontroler ATMEGA 2560. Sistem ini dilengkapi dengan sensor turbidity SEN0189, sensor TDS SEN0244, dan sensor PH SEN0161 untuk memonitor kualitas air tawar. Proses kerja alat ini dengan melakukan treatment pada air tawar yang kemudian parameternya dideteksi oleh sensor PH, sensor TDS, serta sensor turbidity yang kemudian hasil deteksi ditampilkan pada monitor LCD, dan buzzer serta LED menyala ketika kondisi parameter air tawar tidak memenuhi standar. Metodologi dan perancangan sistem ini akan dilakukan dengan metode penelitian eksperimental dimana pada metode ini paling tidak ada satu variabel yang dimanipulasi guna mempelajari hubungan sebab-akibat. Hasil dari pengujian water treatment menggunakan ATMEGA 2560 ini menunjukkan sistem dapat bekerja dengan optimal dalam melakukan treatment pada air tawar. Serta tingkat keakuratan sensor PH, sensor TDS, dan sensor turbidity cukup akurat dengan selisih *error* dengan alat ukur pembanding kurang dari 5%.

**Kata Kunci:** Water Treatment, ATMEGA 2560, Sensor Turbidity SEN0189, Sensor TDS SEN0244, Sensor PH SEN0161.

### 1. PENDAHULUAN

Kapal adalah kendaraan yang didesain khusus dengan bentuk tertentu untuk mengangkut penumpang atau muatan melalui perairan menuju tujuan tertentu. Dalam setiap kapal tentunya dilengkapi dengan sejumlah fasilitas untuk menunjang pengoperasian kapal, salah satunya ialah ketersediaan air tawar. Ketersediaan air tawar sebagai salah satu kebutuhan pokok di kapal hendaknya selalu diperhatikan, karena selain digunakan sebagai pendingin mesin induk air tawar juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari kru kapal, sebagai penunjang aktivitas para kru seperti keperluan mandi, cuci, kakus (MCK) dan memasak makanan.

Ketersediaan air tawar di atas kapal pada umumnya dapat diperoleh melalui proses pengisian air tawar baik dari darat maupun kapal khusus yang memuat air tawar, tetapi beberapa kapal memiliki sistem *fress water generator* dan *reverse osmosis* untuk memproduksi air tawar, yang kemudian disimpan dalam tanki air tawar kapal.

Ketersediaan air tawar di kapal haruslah memiliki kualitas yang baik karena air tawar di kapal digunakan untuk kebutuhan sehari-hari kru kapal. Berdasarkan pengalaman penulis ketika melaksanakan praktik laut, mengalami permasalahan terkait dengan kondisi air tawar di mana air tawar di kapal tersebut kotor dan terasa lengket ketika digunakan untuk mandi. Hal ini perlu diperhatikan karena air keruh dapat mengakibatkan timbulnya berbagai jenis penyakit seperti gatal-gatal, panau dan penyakit kulit lainnya. Dan air yang kotor tidak terlepas kemungkinan memiliki risiko telah tercemar oleh bakteri misalnya *Escherichia coli* atau zat-zat berbahaya lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan hidup awak kapal maupun penumpang kapal air tawar yang digunakan haruslah sesuai standar seminimalnya syarat fisik tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak berasa. Adapun persyaratan kualitas air bersih menurut PERMENKES No. 492 Tahun 2010 yaitu dengan kadar kekeruhan maksimum yang diijinkan adalah 25 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*), jika kadar kekeruhan air di atas 25 NTU maka air di kategorikan tidak bersih.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan di atas maka diperlukan solusi untuk permasalahan tersebut, walau terlihat sepele namun permasalahan air tawar yang tidak sesuai standar dapat berakibat cukup besar bagi aktivitas awak kapal yang kemungkinan terhambat. Terdapat banyak solusi untuk mengatasi permasalahan air kotor salah satu solusi yang dapat ditawarkan ialah dengan alat penjernih air yang akan digunakan sebagai pemenuh kebutuhan hidup sehari-hari para awak kapal maupun penumpang kapal. Namun perlu diperhatikan menyaring air secara sederhana belumlah cukup untuk benar-benar memastikan kualitas air terjamin kebersihannya, oleh karena itu pemanfaatan teknologi otomatisasi dan sistem kontrol dapat dikombinasikan sehingga tercipta sebuah sistem kontrol yang dapat mendeteksi tingkat kejernihan air. Teknologi ini bermanfaat dalam mempermudah awak kapal dalam mengoperasikan sistem *water treatment* dan dapat memonitoring kualitas air tawar, sehingga awak kapal tidak perlu setiap saat menguji kualitas air tawar yang akan digunakan secara manual dan hanya perlu memonitoring kualitas air tawar yang sudah dioptimalkan melalui tampilan layar LCD yang sudah bisa menampilkan monitoring parameter air tawar dari sistem *treatment* air tawar.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### **Rancang Bangun Sistem**

Menurut Adiguna dalam (Nur Azis, 2020) Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang ingin dikerjakan dengan teknik yang bervariasi serta melibatkan deskripsi mengenai arsitektur dan detail komponen serta keterbatasan yang akan dialami dalam prosesnya. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa pengertian perancangan adalah proses terstruktur dalam pengembangan objek, sistem, atau gagasan. Ini melibatkan perencanaan, pemikiran, dan pembuatan rencana atau rancangan yang mempertimbangkan berbagai aspek. Perancangan bertujuan menciptakan solusi optimal dan efisien untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, proses ini mencakup pemilihan elemen, komponen, dan deskripsi detail tentang desain sistem. Kesalahan dalam perancangan dapat berdampak serius dalam implementasi, oleh karena itu perancangan adalah langkah kunci dalam pengembangan berbagai jenis sistem.

### ***Water Treatment***

*Water treatment* atau pengolahan air adalah proses pengolahan air yang dimana meningkatkan kualitas air agar bisa digunakan untuk penggunaan tertentu (Veber dkk., 2021). *Water treatment* merupakan proses untuk membersihkan air yang tercemar atau tidak layak agar dapat digunakan untuk keperluan seperti minum, memasak, dan kegiatan industri. Tujuannya adalah menghilangkan kotoran dan zat berbahaya dari air sehingga aman untuk digunakan oleh manusia dan lingkungan.

### ***Total Dissolve Solid TDS***

TDS adalah *Total Dissolve Solid* atau jumlah zat padat terlarut yang terkandung di dalam cairan, semakin tinggi kadar zat terlarut di dalam air maka semakin buruk kualitasnya (Hapsari dkk., 2024). TDS didefinisikan dengan satuan PPM sebagai satuan ukur untuk TDS. Air yang bersih haruslah memiliki standar zat terlarut paling tinggi 500 PPM, jika lebih dari itu maka air dinyatakan tidak layak untuk digunakan.

### **Mikrokontroler**

Mikrokontroler merupakan sebuah komputer sederhana dalam bentuk *chip* (S. Samsugi, & Doni Elvis Silaban, 2018). Di dalamnya terdapat inti prosesor, RAM dan memori program, serta perangkat *input-output*. Mikrokontroler adalah bentuk sederhana sistem komputer meskipun ukurannya jauh lebih kecil dibandingkan komputer pribadi, mikrokontroler dibuat

dari komponen dasar yang sama. Sederhananya, mikrokontroler menghasilkan keluaran berdasarkan masukan yang diterima dan sesuai program yang dijalankan. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler arduino ATMEGA2560, dalam arduino ATMEGA2560 menurut (data sheet ATmega640/128 0/2560/V) memiliki pin digital *input/ouput* berjumlah 86 pin, diantaranya terdapat 15 pin *ouput* , memiliki 16 pin *input*, 4 pin *hardware port serial* (UART),12 pin 16 bits *resolution PWM channels*, dan dilengkapi dengan kristal 16 MHz. Untuk mengaktifkan arduino ATMEGA 2560 dapat menggunakan catu daya dengan daya sebesar 7V-12V dengan menggunakan adaptor, dihubungkan dengan perangkat komputer menggunakan USB, jika sumber daya menggunakan baterai maka dapat dihubungkan melalui pin Vin untuk positif dan pin Gnd untuk negatif.

### **Sensor Turbidity**

Sensor *turbidity* berfungsi untuk mengukur tingkat kekeruhan air, makin banyak partikel yang terkandung dalam air maka akan makin keruh air tersebut dan berpengaruh terhadap *output* sensor (Alwi Ristanta dk, 2021). Sensor ini berfungsi dengan mengukur cahaya yang dipancarkan oleh sensor dipantulkan kembali oleh partikel-partikel yang ada dalam air. Tingkat kekeruhan air dapat dianggap sejauh mana cahaya dapat menembus air tanpa terhalang oleh partikel-partikel di dalamnya. Oleh karena itu sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi tingkah kekeruhan air dengan adanya partikel kecil yang menyebabkan air menjadi terkontaminasi dan keruh.

### **Sensor PH**

Sensor PH adalah sensor yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman suatu larutan dengan mengubah nilai PH menjadi arus listrik yang kemudian diterjemahkan dalam program, sensor PH pada umumnya berbentuk elektroda gelas (Afrizal, 2022). Sensor PH bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia, sensor ini mengukur potensial listrik yang dihasilkan oleh ion-ion hidrogen dalam larutan. Potensial ini diukur oleh elektroda khusus yang memiliki membran sensitif terhadap ion hidrogen. Perubahan potensial ini mengindikasikan perubahan tingkat keasaman atau kebasaaan larutan.

### **Sensor TDS**

Sensor TDS adalah sensor yang menggunakan metode konduksi, dimana dua probe dimasukan dalam cairan, kemudian rangkaian pemrosesan sinyal menghasilkan *output* yang mewakili konduktivitas larutan (Irawan dk, 2021). Sensor TDS beroperasi dengan prinsip

konduktivitas listrik yang memungkinkan pengukuran tingkat zat terlarut dalam air atau larutan, perlu dicatat bahwa sifat elektrolit yang terkandung di dalam larutan dapat mempengaruhi hasil pengukuran sensor TDS. Ketika dua probe pada sensor ini direndam dalam cairan atau larutan yang sedang diuji, sensor mengukur sejauh mana cairan tersebut dapat menghantarkan arus listrik. Konduktivitas listrik cairan ini bergantung pada jumlah zat terlarut yang ada di dalamnya.

### ***Liquid Crystal Display (LCD)***

LCD adalah alat yang berfungsi sebagai media dengan media cairan kristal untuk menampilkan karakter tertentu (Budihartono, 2023). LCD dapat digunakan untuk menampilkan teks dengan berbagai format huruf, serta mendukung tampilan grafik. Penggunaan LCD dapat diaplikasikan dalam mikrokontroler seperti Arduino dan Raspberry Pi, pengguna perlu memasukan program pada pustaka perangkat lunak yang sesuai dan mengatur kontras tampilan sesuai kebutuhan.

### ***Sensor Water Flow***

*Water Flow* Sensor terdiri dari sejumlah komponen yaitu katup plastik, rotor air, dan sensor *Hall Effect* (Maulana dk, 2018). Saat fluida mengalir melalui gulungan rotor, kecepatan perubahan dengan tingkat aliran fluida yang berbeda sesuai sensor *Hall Effect output* sinyal. Sensor aliran air (*water flow sensor*) tipe rotor terdiri dari tiga komponen utama bodi katup plastik, rotor air, dan sensor *Hall Effect*. Fungsi bodi katup plastik sebagai pelindung dan penutup luar sensor, sering kali terbuat dari bahan plastik yang tahan air dan korosi. Rotor air adalah komponen yang terpasang dalam sensor dan ditempatkan di dalam aliran air dalam pipa atau saluran. Bentuk rotor ini menyerupai roda yang dapat bergerak bebas. Ketika air mengalir melalui sensor, rotor akan berputar sesuai dengan kecepatan air. Sensor *Hall Effect* berperan dalam mendeteksi pergerakan rotor air, prinsip Sensor *Hall Effect* adalah perubahan medan magnet yang dihasilkan oleh pergerakan rotor saat berputar. Saat rotor berputar, medan magnet berubah, dan sensor *Hall Effect* akan mendeteksi perubahan ini. Dalam penelitian ini penulis menggunakan sensor model YF-S201 dengan tipe *Hall Effect*.

### ***Water Level sensor***

*Water level sensor* merupakan sensor digital yang dapat mendeteksi ketinggian air secara otomatis bila kondisi air pada bak penampungan dalam keadaan penuh (Amin, 2018). Pada umumnya sensor ini terbuat dari plastik ataupun logam tahan karat. Deteksi dari *water level*

*sensor* dalam bentuk pelampung, keluaran dari sensor ini berupa sinyal digital yang bernilai 1 dan 0. Dalam hal ini penulis menggunakan dua buah sensor untuk mendeteksi kondisi ketika air penuh dan kondisi ketika air habis.

### **Pompa**

Pompa adalah sebuah pesawat bantu yang berfungsi untuk mengalirkan, memindahkan, atau mensirkulasi suatu zat cair dengan cara menaikkan tekanan dan kecepatan isap alat dari satu tempat ke tempat lain (Aldi Novrista & Dodon Yendri, 2023). Pompa pada umumnya digerakkan menggunakan motor, motor merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik (Miftachul Ulum Adi dkk, 2019). Dapat disimpulkan bahwa pompa merupakan sebuah pesawat bantu yang digerakkan oleh motor, berfungsi untuk memindahkan suatu zat cair dari satu tempat menuju tempat lain dengan meningkatkan tekanan dan kecepatan isap. Adapun dalam rancang bangun sistem *water treatment* ini penulis menggunakan pompa yang digerakkan dengan motor DC 12Volt.

### **Power supply**

*Power supply* (catu daya) adalah suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik AC (bolak – balok) menjadi arus listrik DC (searah) (Subni Ananda Putra dk, 2020). *Power supply* merupakan sebuah peralatan yang berfungsi sebagai penyedia daya untuk peralatan lainnya. Penulis menggunakan *power supply* DC 12V 10A sebagai catu daya untuk komponen elektrik yang digunakan dalam penelitian. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa *power supply* adalah perangkat yang menghasilkan tegangan listrik 12 volt (V) dengan kapasitas arus 10 ampere (A). Ini sering digunakan untuk menyediakan daya listrik untuk berbagai peralatan dan aplikasi yang membutuhkan tegangan 12V dan mengonsumsi hingga 10A arus.

### **Step down LM2596**

*Step down* adalah perangkat yang berfungsi untuk menurunkan tegangan di mana tegangan masuk lebih tinggi dari tegangan keluaran, tegangan keluar akan tetap stabil atau tetap teregulasi dengan baik (Cekdin dk, 2023). Dalam rancang bangun sistem *water treatment* ini penulis menggunakan IC LM2596 merupakan modul yang berfungsi sebagai transformator *step down*, di mana modul ini berfungsi menurunkan tegangan listrik tinggi menjadi tegangan listrik yang lebih rendah. *Step down* LM2596 digunakan untuk arus *Direct Current* (DC) dengan *input* 3 Volt – 40 Volt dan dengan *output* 1.5 Volt – 35 Volt, modul ini memiliki *output* arus 3 Ampere serta frekuensi 150KHz..

### **Relay**

*Relay* adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk menghubungkan dan memutus arus listrik. Cara kerja *Relay* menyerupai sakelar hanya saja *Relay* bekerja dengan otomatis (Badri dk, 2022). Dapat diartikan bahwa *Relay* merupakan sebuah sakelar otomatis yang dapat dikendalikan sesuai dengan rancangan yang diinginkan, dalam hal ini penulis menggunakan *Relay* yang dapat dikendalikan menggunakan mikrokontroler.

### **Buzzer**

Menurut Rahmanto dalam (Pratama, 2021) *buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah getaran listrik menjadi getaran suara atau gelombang suara. Secara sederhana ketika *buzzer* diberikan tegangan listrik maka *buzzer* dapat mengeluarkan suara.

## **3. METODE PENELITIAN**

### **Perancangan Sistem**

Perancangan sistem menurut Adiguna dalam ( Nur Azis, 2020) perancangan merupakan proses untuk mendefinisikan suatu hal yang ingin dilakukan dengan cara yang bervariasi serta melibatkan rancangan, dan detail komponen, serta kendala yang mungkin dialami dalam prosesnya. perancangan sistem merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mendefinisikan suatu hal atau merancang sesuatu dengan proses yang saling terkait untuk mencapai tujuan yang sama.

Pada penulisan karya ilmiah terapan ini penulis menggunakan metode eksperimental dimana pada metode ini paling tidak ada satu variabel yang dimanipulasi guna mempelajari hubungan sebab-akibat. Oleh sebab itu, metode eksperimental diartikan sebagai suatu metode percobaan yang digunakan untuk memastikan bahwa teori yang sudah di pelajari itu memang benar.

### **Perancangan Alat**

Pada perancangan alat ini adapun rancangan sistem perangkat kerasnya akan ditampilkan menggunakan *wiring* diagram, hal ini penting untuk dilakukan sebelum memulai proses pembuatan alat dikarenakan perlunya perancangan yang baik sehingga ketika proses pembuatan dimulai menjadi lebih efisien dan tertata selain itu tingkat keamanan dari kinerja peralatan elektronik juga lebih aman. Hal ini akan memudahkan dalam proses pembuatan alat ini dikarenakan penulis sudah memiliki gambaran bagaimana rangkaian alat ini akan diposisikan, dalam rangkaian ini sensor-sensor akan terhubung kepada Arduino Mega 2560

adapun sensor-sensor yang disebut meliputi sensor *turbidity* SEN0189, sensor PH SEN0161, sensor TDS SEN0244 dan sensor *water flow* YF-S201. Tidak hanya itu tetapi koneksi untuk suplai daya juga penting untuk diperhatikan, dalam *wiring* diagram juga dijelaskan bagaimana rangkaian daya pada rancangan alat ini.

### **Rencana Pengujian**

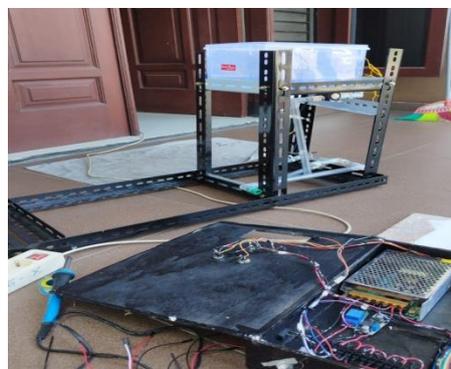
Rencana pengujian merupakan konsep pengujian terhadap alat yang dibuat untuk mengetahui bagaimana cara kerja dan kemungkinan permasalahan yang terjadi pada alat. Rencana pengujian yang akan dilakukan pada alat ini yaitu menggunakan dua buah metode pengujian yaitu rencana pengujian setiap komponen dan pengujian prototipe *water treatment*.

## **4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Penelitian**

#### **Pengujian Prototipe *Water Treatment***

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk memastikan kinerja prototipe alat *water treatment* ini apakah dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Hal yang perlu diperhatikan pada pengujian ini adalah sejauh mana keefektifan kinerja sensor-sensor yang digunakan yaitu sensor *turbidity* SEN0189, sensor PH SEN0161, sensor TDS SEN0244, sensor *water flow* YF-S201, keefektifan kinerja sistem kontrol, serta keefektifan kinerja mekanis sistem. Sebelum memulai pengujian dinamis keseluruhan prototipe sistem *water treatment*, pertama-tama seluruh komponen baik secara mekanis maupun komponen elektronik seluruhnya dirangkai sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Berikut dokumentasi dalam proses pembuatan prototipe sistem *water treatment* dapat diperhatikan pada gambar 20 dan gambar 21, gambar 22.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 1. Proses Pembuatan Prototipe**



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 2. Proses Pembuatan Prototipe**



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 3. Proses Pembuatan Prototipe**

Setelah seluruh komponen baik secara mekanis maupun elektronik terpasang dengan benar sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan, selanjutnya dilakukan pengujian guna memastikan apakah prototipe sistem *water treatment* ini dapat bekerja sesuai dengan sistem yang telah ditentukan. Dalam pengujian ini ada tiga sampel air yang digunakan yaitu menggunakan sampel air tawar *output* FWG dari dalam kapal, sampel air yang terkontaminasi karat besi, dan sampel air PDAM. Seluruh hasil pengujian akan ditampilkan pada tabel 4.1, tabel 4.2, dan tabel 4.3. Diuji kelayakannya dimana nilai layak air digunakan untuk kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci dan kegiatan akomodasi lain yang menggunakan air tawar, standar nilai air bersih yang digunakan ialah  $TDS \leq 500$  PPM,  $turbidity \leq 25$  NTU, dan  $PH \leq 6$  atau  $\geq 7$  sesuai dengan standar yang telah ditetapkan sebelumnya.

## Penyajian Data

Untuk menghasilkan data yang akurat perlu dilakukan pengujian terhadap prototipe yang dibuat, data yang disajikan merupakan hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan. Data-data yang didapatkan merupakan hasil dari deteksi sensor PH, sensor TDS, sensor *Turbidity*, dan sensor *water flow* terhadap tiga sampel air yang digunakan dalam pengujian sistem *water treatment* ini.

### 1) Pengujian Dengan Sampel Air PDAM

Pengujian dengan sampel air PDAM berpatokan dengan standar yang sudah ditetapkan sebelumnya yaitu  $TDS \leq 500$  PPM,  $turbidity \leq 25$  NTU, dan  $PH \leq 6$  atau  $\geq 7$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Gambar 23 dan Tabel 1.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 4. Pengujian Dengan Sampel Air PDAM**

**Tabel 1. Data Hasil Pengujian Dengan sampel Air PDAM**

NO	DATA			KETERANGAN
	TDS (PPM)	<i>TURBIDITY</i> (NTU)	PH	
1	120	7	6.8	AIR BERSIH
2	200	8	7.0	AIR BERSIH
3	150	9	6.5	AIR BERSIH
4	180	7	6.9	AIR BERSIH
5	220	8	6.7	AIR BERSIH
6	190	9	6.6	AIR BERSIH
7	110	7	6.8	AIR BERSIH
8	160	8	6.4	AIR BERSIH
9	250	9	6.7	AIR BERSIH
10	130	8	6.5	AIR BERSIH
11	180	8	6.6	AIR BERSIH
12	170	7	6.7	AIR BERSIH
13	140	9	6.5	AIR BERSIH
14	200	7	6.9	AIR BERSIH
15	150	8	6.8	AIR BERSIH
16	100	9	6.6	AIR BERSIH
17	190	7	6.7	AIR BERSIH
18	210	9	6.5	AIR BERSIH
19	260	8	6.6	AIR BERSIH
20	230	8	6.9	AIR BERSIH
21	270	9	6.8	AIR BERSIH
22	290	7	6.7	AIR BERSIH
23	250	8	6.5	AIR BERSIH
24	220	9	6.6	AIR BERSIH
25	340	7	6.7	AIR BERSIH
26	200	8	6.8	AIR BERSIH
27	260	9	6.9	AIR BERSIH
28	235	8	6.7	AIR BERSIH
29	276	11	6.6	AIR BERSIH
30	290	12	6.8	AIR BERSIH

Sumber: Dokumen pribadi.

Setelah dilakukan pengujian didapat data seperti yang tertera pada tabel 4.1, dalam data tersebut terdapat nilai hasil deteksi parameter air yaitu TDS, *turbidity*, dan PH dengan nilai minimal dan nilai maksimal setiap parameter yaitu TDS min = 100 PPM dan maks = 340 PPM, *turbidity* min = 7 NTU dan maks = 12 NTU, PH min = 6,4 dan maks = 7.0.

## 2) Pengujian Menggunakan Sampel Air Dari Kapal

Pengujian dengan sampel air dari kapal berpatokan dengan standar yang sudah ditetapkan sebelumnya yaitu  $TDS \leq 500$  PPM, *turbidity*  $\leq 25$  NTU, dan PH  $\leq 6$  atau  $\geq 7$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 24 dan tabel 2.



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 5. Pengujian Dengan Sampel Air dari kapal.**

**Tabel 2. Data Hasil Pengujian Dengan sampel Air Dari Kapal**

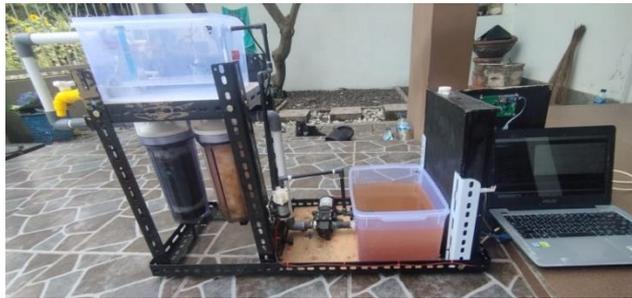
NO	DATA			KETERANGAN
	TDS (PPM)	TURBIDITY (NTU)	PH	
1	250	7	6.8	AIR BERSIH
2	220	8	7.0	AIR BERSIH
3	190	9	6.5	AIR BERSIH
4	230	7	6.9	AIR BERSIH
5	240	8	6.7	AIR BERSIH
6	210	9	6.6	AIR BERSIH
7	205	7	6.8	AIR BERSIH
8	195	8	6.4	AIR BERSIH
9	200	9	6.7	AIR BERSIH
10	230	8	6.5	AIR BERSIH
11	220	8	6.6	AIR BERSIH
12	205	7	6.7	AIR BERSIH
13	240	9	6.5	AIR BERSIH
14	210	10	6.9	AIR BERSIH
15	225	8	6.8	AIR BERSIH
16	205	9	6.6	AIR BERSIH
17	200	7	6.7	AIR BERSIH
18	230	9	6.5	AIR BERSIH
19	190	8	6.6	AIR BERSIH
20	215	8	6.9	AIR BERSIH
21	205	11	6.8	AIR BERSIH
22	220	11	6.7	AIR BERSIH
23	200	8	6.5	AIR BERSIH
24	210	10	6.6	AIR BERSIH
25	230	8	6.7	AIR BERSIH
26	285	8	6.8	AIR BERSIH
27	360	9	6.9	AIR BERSIH
28	504	11	6.5	AIR KOTOR
29	507	11	6.9	AIR KOTOR
30	509	11	6.2	AIR KOTOR

Sumber: Dokumen pribadi.

Setelah dilakukan pengujian didapat data seperti yang tertera pada tabel 4.2, dalam data tersebut terdapat nilai hasil deteksi parameter air yaitu TDS, *turbidity*, dan PH dengan nilai minimal dan nilai maksimal setiap parameter yaitu TDS min = 190 PPM dan maks = 509 PPM, *turbidity* min = 7 NTU dan maks = 11 NTU, PH min = 6,2 dan maks = 7.0.

### 3) Pengujian Menggunakan Sampel Air Terkontaminasi Karat

Pengujian dengan sampel air terkontaminasi karat berpatokan dengan standar yang sudah ditetapkan sebelumnya yaitu  $TDS \leq 500$  PPM, *turbidity*  $\leq 25$  NTU, dan  $PH \leq 6$  atau  $\geq 7$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 25 dan tabel 3.



Sumber Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 6. Pengujian Dengan Sampel Air Karat.**

**Tabel 3. Data Hasil Pengujian Dengan sampel Air Terkontaminasi Karat**

NO	DATA			KETERANGAN
	TDS (PPM)	TURBIDITY (NTU)	PH	
1	240	12	6.7	AIR BERSIH
2	245	11	6.8	AIR BERSIH
3	238	10	6.6	AIR BERSIH
4	255	11	6.9	AIR BERSIH
5	248	10	6.8	AIR BERSIH
6	237	11	6.7	AIR BERSIH
7	242	12	6.9	AIR BERSIH
8	250	10	6.7	AIR BERSIH
9	255	10	6.7	AIR BERSIH
10	260	11	6.9	AIR BERSIH
11	265	12	6.6	AIR BERSIH
12	270	10	6.8	AIR BERSIH
13	275	11	6.7	AIR BERSIH
14	280	12	6.8	AIR BERSIH
15	285	10	6.9	AIR BERSIH
16	290	11	6.7	AIR BERSIH
17	295	11	6.5	AIR BERSIH
18	300	12	6.6	AIR BERSIH
19	305	10	7.0	AIR BERSIH
20	310	13	6.8	AIR BERSIH
21	315	11	6.7	AIR BERSIH
22	320	12	6.7	AIR BERSIH
23	325	10	6.6	AIR BERSIH
24	330	12	6.5	AIR BERSIH
25	335	11	6.7	AIR BERSIH
26	502	11	6.9	AIR KOTOR
27	509	10	7.0	AIR KOTOR
28	510	10	7.0	AIR KOTOR
29	518	11	6.9	AIR KOTOR
30	533	11	6.8	AIR KOTOR

Sumber: Dokumen pribadi.

Setelah dilakukan pengujian didapat data seperti yang tertera pada tabel 4.3, dalam data tersebut terdapat nilai hasil deteksi parameter air yaitu TDS, *turbidity*, dan PH dengan nilai minimal dan nilai maksimal setiap parameter yaitu TDS min = 277 PPM dan maks = 533 PPM, *turbidity* min = 10 NTU dan maks = 13 NTU, PH min = 6,5 dan maks = 7.0.

### Analisis Data

Merujuk pada data yang disajikan pada tabel 4.1, tabel 4.2, dan tabel 4.3, yang selanjutnya data-data tersebut dianalisa untuk mengetahui bagaimana kinerja sistem *water treatment* apakah bekerja dengan optimal atau tidak. Setelah dilakukan pengujian terhadap tiga

jenis sampel air sebanyak 30 kali pengujian, hasil pengujian atau hasil deteksi sensor TDS, sensor *Turbidity*, dan sensor PH menunjukkan sensor mampu mendeteksi sejumlah perubahan data parameter air ketika dilakukan pengujian pada prototipe sistem *water treatment* dalam kondisi jenis kualitas air yang berbeda.

### 1) Analisa Kinerja Sistem *Water Treatment*

Hasil pengujian menunjukkan kinerja prototipe *water treatment* baik pada sensor-sensor yang digunakan, sistem *alarm*, dan sistem *safety* bekerja dengan efektif dan tidak terdapat kendala dalam sistem elektrikal hal tersebut menunjukkan bahwa rancangan tersebut sudah sesuai dengan yang dirancangkan sebelumnya pada metode penelitian.

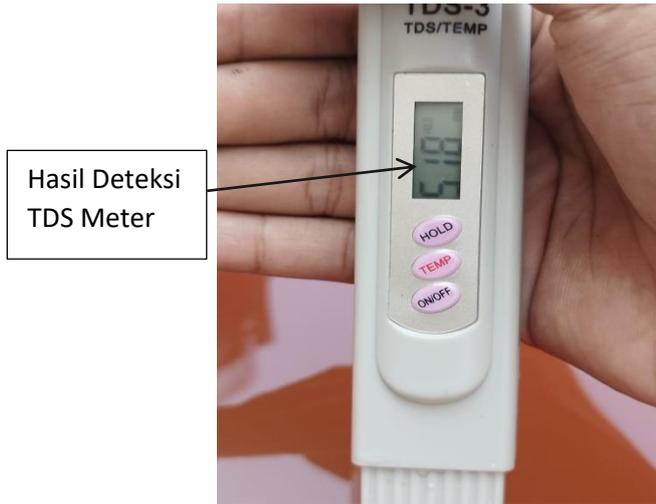
Saat dilakukan pengujian dengan sampel air karat dan sampel air *ouput* FWG dari kapal terdapat kondisi dimana sensor TDS berhasil mendeteksi kadar PPM melebihi 500PPM yang kemudian memicu *buzzer* aktif, yang selanjutnya LCD menampilkan keterangan “AIR KOTOR”. Karena parameter tidak memenuhi standar, secara otomatis sistem mengaktifkan pompa 2 atau yang penulis sebut dengan *reverse system* yang memompa air dari tanki pemakaian menuju ke tanki penyimpanan air tawar untuk di *treatment* kembali. Saat *reverse system* bekerja secara otomatis proses pengisian tanki pemakaian berhenti dan sistem pengaman pun juga tidak aktif.

Meskipun sebagian besar nilai parameter air yang diuji memenuhi standar namun terdapat perbedaan hasil pengukuran atau *error* pada hasil deteksi sensor terutama sensor TDS dan sensor PH. Berikut dokumentasi perbandingan hasil ukur sensor TDS, dan sensor PH dengan TDS meter serta PH meter dapat diperhatikan pada gambar 26, gambar 27, gambar 28, dan gambar 29.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 7. Nilai Deteksi Sensor TDS**



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 8. Nilai Deteksi TDS Meter.**

Pada gambar 26 dan gambar 27 dapat diperhatikan hasil deteksi sensor TDS dan TDS meter memiliki perbedaan, untuk menghitung persentase *error* pada hasil deteksi kedua perangkat tersebut maka menggunakan rumus berikut.

$$Error (\%) = \frac{(\text{Nilai sensor TDS} - \text{Nilai TDS meter})}{\text{Nilai TDS meter}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Maka diperoleh:

$$Error = (9 : 518) \times 100\%$$

$$Error = 0.0174 \times 100\%$$

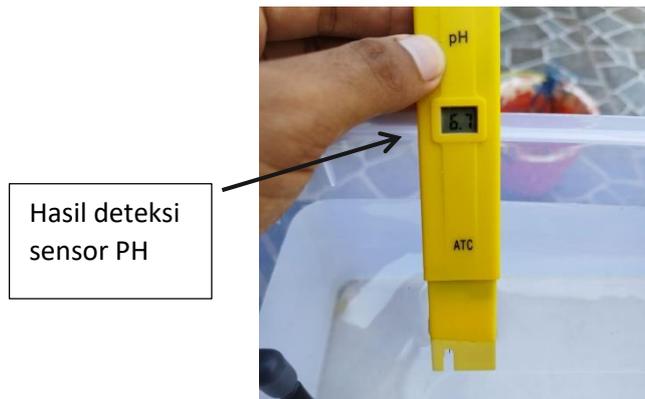
$$Error = 1.74\%$$

Jadi hasil persentase selisih *error* dari pengukuran sensor TDS dengan TDS meter berkisar 1.74%



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 9. Hasil deteksi sensor PH**



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 10. Nilai Deteksi PH Meter.**

Pada gambar 28 dan gambar 29 dapat diperhatikan terdapat selisih pada hasil pengukuran kedua perangkat dimana sensor PH mendeteksi ph air sebesar 6.6 sedangkan PH meter mendeteksi nilai PH air sebesar 6.7. untuk menghitung selisih persentase kedua nilai tersebut dapat menggunakan rumus berikut.

$$Error (\%) = \frac{(\text{Nilai PH meter} - \text{Nilai sensor PH})}{\text{Nilai sensor PH}} \times 100\% \quad (4.2)$$

Maka diperoleh:

$$Error = (0.1 : 6.6) \times 100\%$$

$$Error = 0.01515 \times 100\%$$

$$Error = 1.52\%$$

Jadi hasil persentase selisih *error* dari pengukuran sensor PH dengan PH meter berkisar 1.52%

## 2) Analisa Hasil Pengujian Setiap Sampel Air

a. Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Dengan Sampel Air PDAM

- 1) **TDS (PPM):** pada sampel air PDAM berada dalam rentang 100 PPM hingga 340 PPM.
- 2) **Turbidity (NTU):** Nilai *turbidity* pada sampel air PDAM berkisar antara 7 NTU hingga 12 NTU.
- 3) **PH:** PH pada sampel air PDAM stabil di sekitar 6.4 hingga 7.0.

Pada proses pengujian dengan menggunakan sampel air PDAM seluruh sistem bekerja dengan baik karena dapat menampilkan parameter air bersih, seluruh

hasil pengujian menggunakan sampel air tawar terdeteksi bersih dan memenuhi standar yang ditetapkan.

b. Tabel 2 data hasil pengujian dengan sampel air dari kapal

- 1) **TDS (PPM):** data tds pada sampel air dari kapal berkisar dari 200 PPM hingga 509 PPM.
- 2) **Turbidity (NTU):** nilai *turbidity* pada sampel air dari kapal berkisar antara 8 NTU hingga 13 NTU.
- 3) **PH:** PH pada sampel air dari kapal berada dalam rentang 6.4 hingga 6.9.

Pada pengujian dengan sampel air dari kapal mendapat seluruh sistem bekerja dengan baik. Sebagian besar hasil pengujian menunjukkan kualitas yang baik, namun setelah dilakukan pengujian lebih lanjut dimana sensor TDS mendeteksi adanya kenaikan nilai PPM yang disebabkan oleh kualitas filter yang semakin kotor sehingga secara otomatis *buzzer* aktif menandakan parameter tidak memenuhi.

c. Tabel 3 data hasil pengujian dengan sampel air terkontaminasi karat

- 1) **TDS (PPM):** data tds pada sampel air terkontaminasi karat bervariasi dari 238 PPM hingga 533 PPM.
- 2) **Turbidity (NTU):** nilai *turbidity* pada sampel air terkontaminasi karat berkisar antara 10 NTU hingga 13 NTU.
- 3) **PH:** PH pada sampel air terkontaminasi karat berada dalam rentang 6.5 hingga 7.0.

Pada pengujian dengan menggunakan sampel air yang terkontaminasi karat menunjukkan kinerja sistem yang baik. Sebagian besar hasil *treatment* kualitas air menunjukkan hasil yang baik, namun ketika dilakukan pengujian lebih lanjut sensor TDS mendeteksi kenaikan nilai PPM yang disebabkan oleh kualitas filter yang kotor sehingga secara otomatis *buzzer* aktif menandakan parameter tidak memenuhi.

Berdasarkan hasil analisa dari Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa pengujian kualitas air menunjukkan parameter yang sesuai pada sampel air dari PDAM. Hal ini disebabkan oleh proses pemrosesan yang dilakukan sebelum distribusi, yang efektif dalam mempertahankan nilai TDS, turbidity, dan PH sesuai dengan standar yang ditetapkan. Di sisi lain, pengujian pada sampel air output dari FWG di atas kapal menunjukkan sebagian besar parameter kualitas air memenuhi standar, namun ada kecenderungan ketidakstabilan nilai PH di sekitar nilai optimal dalam beberapa kasus.

Sementara pada sampel air terkontaminasi karat, sebagian besar nilai TDS, turbidity, dan PH memenuhi standar, tetapi ada kasus di mana nilai TDS melebihi batas yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan perlunya penyesuaian lebih lanjut dalam sistem *water treatment*, terutama dalam memperbaiki ketahanan sistem filtrasi untuk meningkatkan konsistensi dan performa secara keseluruhan. Meskipun demikian, secara keseluruhan, pengujian ini menegaskan bahwa prototipe sistem *water treatment* mampu berfungsi secara efektif dalam mengukur dan mengontrol parameter kualitas air, meskipun masih memerlukan perhatian lebih terhadap aspek-aspek tertentu guna meningkatkan konsistensi dan performa sistem secara menyeluruh.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengujian setiap komponen, pengujian prototipe *water treatment*, serta rumusan masalah sistem *water treatment* di atas kapal dengan *reverse system* menggunakan ATMEGA 2560, serta telah melakukan analisis data pada sistem prototipe tersebut maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem *water treatment* ini mampu mendeteksi parameter serta beroperasi dengan baik dalam meningkatkan kualitas air tawar karena dirancang dilengkapi dengan sejumlah sensor yang mampu untuk mendeteksi parameter air yaitu sensor *turbidity* SEN0189, sensor TDS SEN0244, sensor PH SEN0161 ketiga sensor diintegrasikan dengan mikrokontroler sebagai perangkat pengolah data secara *real time*. Dalam pengujian dinamis hasil deteksi sensor PH dan sensor TDS dibandingkan dengan PH meter dan TDS meter, terjadi perbedaan hasil pengukuran atau selisih pada setiap sensor yaitu sensor TDS sebesar 1,74% dan sensor PH sebesar 1,52%.
- 2) Sistem *water treatment* mampu untuk mendeteksi parameter kualitas air tawar dan memastikan parameter air tawar memenuhi standar. Sehingga ketika parameter air tawar tidak memenuhi standar maka *buzzer* akan aktif dan sistem pengisian tanki pemakaian akan berhenti. Sistem *water treatment* telah diuji dengan menyeluruh, menunjukkan kinerja yang baik dan mampu menghasilkan kualitas air yang memenuhi standar air bersih. Sensor yang digunakan juga cukup akurat dalam mengukur parameter-parameter air seperti kekeruhan, PH, dan TDS. Hasil pengujian setiap komponen dan pengujian prototipe *water treatment* yang dijelaskan dalam tabel 1, tabel 2, dan tabel 3 mengkonfirmasi kemampuan sensor-sensor untuk mendeteksi dengan tepat berbagai kondisi air, termasuk sampel yang terkontaminasi karat. Meski demikian

dalam hasil pengujian prototipe dengan sampel air dalam tabel 2 dan tabel 3 menunjukkan sejumlah perubahan data parameter air dimana parameter air melebihi standar air bersih dan ketika parameter tidak sesuai atau melebihi standar air bersih sehingga *buzzer* akan aktif dan pada monitor LCD menampilkan pesan “air kotor”. Hal tersebut disebabkan oleh faktor mekanis, adapun penyebabnya dikarenakan sistem filtrasi yang masih kurang optimal dalam meningkatkan kualitas air ketika filter digunakan berulang kali dengan kualitas air yang tidak baik.

## Saran

Berdasarkan perancangan dan pengujian prototipe sistem *water treatment*, penulis memahami bahwasannya masih terdapat sejumlah kekurangan dalam perancangan prototipe sistem *water treatment* di atas kapal dengan *revers system* menggunakan ATMEGA 2560. Diharapkan saran ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi, serta dapat diperbaiki serta dikembangkan dimasa yang akan datang. Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

- 1) Menggunakan sensor dengan tingkat keakuratan lebih tinggi serta dengan melakukan pengkalibrasian terhadap sensor secara berkala guna menghasilkan hasil deteksi yang akurat.
- 2) Mengembangkan sistem yang dapat dipantau dan dioperasikan secara nirkabel, untuk mempermudah pemantauan dan pengoperasian dari jarak yang lebih jauh serta lebih akurat dalam pembacaan nilai deteksi parameter.
- 3) Membuat rancangan sistem filtrasi yang lebih kompleks sehingga dapat meningkatkan kualitas air dengan lebih baik dan melakukan perawatan secara berkala terhadap sistem filtrasi sehingga mendapat kualitas air yang paling optimal.
- 4) Merancang sistem dengan menempatkan sensor-sensor di dalam tanki penyimpanan air tawar. Ketika sensor mendeteksi bahwa air telah mencapai standar kebersihan, air tersebut dapat langsung digunakan tanpa perlu melalui proses tambahan. Namun, jika sensor mendeteksi kualitas air yang kurang baik, maka air akan dioptimalkan melalui sistem *water treatment*.

**REFERENSI**

- Afrizal, M. Y. M. S. (2022). Prototipe sistem pengendalian suhu, pemantauan pH dan ketinggian air kolam ikan lele berbasis Node MCU ESP8266. *Eprints Undip*. <https://eprints2.undip.ac.id/id/eprint/12867>
- Amin, A. (2018). Monitoring water level control berbasis Arduino Uno menggunakan LCD LM016L. *Jurnal EEICT*, 1. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/eeict>
- Azis, N., Pribadi, G., & Savitrie Nurcahya, M. (2020). Analisa dan perancangan aplikasi pembelajaran bahasa Inggris dasar berbasis Android.
- Badri, H., Tharo, Z., Aryza, S., Wibowo, P., & Anisah, S. (2022). Rancangan alat pengaman instalasi listrik menggunakan sistem proteksi relay terhadap beban lebih dan hubung singkat berbasis mikrokontroler. *Seminar Nasional Informatika (SENATIKA) – 3*, 227.
- Budihartono, E., & Kukuh Supriyono, D. (2023). Monitoring kualitas air pada budidaya hidrokanik berbasis Arduino. *Penerbit Nem*.
- Cekdin, C., Nawawi, Z., & Faizal, M. (2023). Generator termoelektrik sebagai sumber energi alternatif. *Andi Publisher*.
- Hapsari, G., Herlambang, S. M., & Arleiny, A. (2024). Prototipe monitoring dan kontrol kualitas nilai pH air pada kapal. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)*, 3, 13.
- Irawan, Y., Febriani, A., Wahyuni, R., & Devis, Y. (2021). Water quality measurement and filtering tools using Arduino Uno, pH sensor and TDS meter sensor. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 2(5). <https://doi.org/10.18196/jrc.25107>
- Maulana, G., Pancono, Suharyadi, & Mia, A. (2018). Desain dan implementasi sistem pengendalian otomatis untuk mengatur debit air pada prototipe bendung sebagai pencegahan banjir. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 4, 407–421.
- Novrista, A., & Yendri, D. (2023). Otomatisasi sistem penyiraman tanaman krisan indoor berbasis mikrokontroler. *Penerbit Adab*.
- Pratama, Z. A. (2021). Penerapan Bluetooth untuk gerbang otomatis. *Portal Data*. <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/23#>
- Ristanta, A., Jabbar Lubis, A., Liza, R., & Siregar, D. (2021). Alat pemberi pakan udang dan pemantau kekeruhan air yang dilengkapi dengan filter air dan sistem penggantian air menggunakan WeMos D1 R1 berbasis Internet of Things, 1, 118–124.
- Samsugi, S., & Silaban, D. E. (2018). Purwarupa controlling box pembersih wortel dengan mikrokontroler, 1–7.
- Subni Ananda Putra, G., Ariza, N., & Basrah Pulungan, A. (2020). Power supply variabel berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2, 139–143.
- Veber, E. V., Yulistio, N., & Fitriyah, Q. (2021). Water treatment, 2(1). <https://doi.org/10.30871/aseect.v2i1.2933>