

# Otomatisasi Sistem Water Treatment Plant Berbasis Mikrokontroler Untuk Pengendalian Proses Pengolahan Dan Pemantauan Kualitas Air Sumur

Muhammad Zaky Reihan Azzahiru<sup>1</sup>, Rahmadani Hadianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

Email: mzrazzahiru@gmail.com , rahmadani.hadianto@poltektedc.ac.id

## ABSTRAK

Water Treatment Plant (WTP) memiliki beberapa tahapan proses pengolahan seperti intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan reservoir. Proses tersebut mengandalkan pompa – pompa yang dioperasikan secara manual namun hal tersebut mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan menjadi kurang maksimal. Untuk menangani masalah yang muncul pada sistem pengolahan air sebelumnya digunakanlah mikrokontroler sebagai sistemnya yang bertujuan mengendalikan system secara otomatis dan memaksimalkan hasil kualitas dari pengolahan air. Dengan pengendalian aktuator, juga berdasarkan keakuratan akurasi pengisian obat, kepresisian sensor kualitas yang digunakan dan total waktu sistem yang berjalan secara konsisten. Didapatkan nilai dengan akurasi pengendalian aktuator pompa pengisian obat mencapai 90% dan 100% yang memenuhi syarat ketentuan, nilai pH dan turbidity selama pengujian memenuhi syarat batas minimum dan maksimum yang ditentukan dengan nilai deviasi rendah yang membuktikan bahwa alat memiliki presisi tinggi, pengendalian seluruh aktuator dan pembacaan sensor – sensor yang bekerja dengan baik terhadap konsistensi waktu.

Kata Kunci: Water Treatment Plant, Mikrokontroler, Aktuator, Akurasi, Presisi

## ABSTRACT

*Water Treatment Plant (WTP) has several stages of processing processes such as intake, coagulation, flocculation, sedimentation, filtration and reservoir. This process relies on pumps that are operated manually, but this affects the quality of the water produced to be less than optimal. To handle problems that arise in the previous water treatment system, a microcontroller was used as the system which aims to control the system automatically and maximize the quality results of water treatment. By controlling the actuator, it is also based on the accuracy of drug filling, the precision of the quality sensors used and the total time the system runs consistently. The value obtained was that the control accuracy of the drug filling pump actuator reached 90% and 100% which met the regulatory requirements, the pH and turbidity values during testing met the specified minimum and maximum limit requirements with low deviation values which prove that the tool has high precision, control of all actuators and sensor readings that work well with time consistency.*

*Keywords: Water Treatment Plant, Microcontroller, Actuator, Accuracy, Precision*

## 1. PENDAHULUAN

Pengolahan air menggunakan metode Water Treatment Plant (WTP) memiliki tingkatan pengolahan, yaitu : intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan reservoir. Pengelolaan air WTP

secara konvensional memiliki beberapa kekurangan diantaranya yakni kesalahan pengoperasian pompa, resiko kecelakaan kerja yang tinggi, waktu proses yang cukup lama, dan tingkat efisiensi yang rendah (Priyatna et al., 2021).

Untuk mengatasi beberapa permasalahan tersebut diperlukan otomatisasi sistem WTP dengan sistem yang bisa mengontrol seluruh aktuator proses secara otomatis dan melakukan pengecekan secara realtime antara sensor terhadap indikator – indikator yang akan di pantau. Dengan adanya sistem seperti itu maka hal ini dapat meningkatkan efisiensi dan meminimalisir human error yang terjadi selama sistem Water Treatment Plant (WTP) berjalan. Hal ini dapat diwujudkan dengan beberapa dukungan teknologi. Maka dari itu otomatisasi dapat dilakukan dengan dukungan beberapa teknologi dalam satu kesatuan sistem seperti mikrokontroler sebagai pusat kontrol, ESP32 sebagai pusat komunikasi, sensor sebagai pendeteksi kondisi, Human Machine Interface (HMI) sebagai tampilan antar pengguna, dan aktuator sebagai perangkat aktif yang bekerja berdasarkan data sensor dan pusat kontrol.

Maka dari itu penulis mengambil rumusan masalah yang berkaitan dengan sistem otomatisasi water treatment plant tersebut yang harus divalidasi. Antara lain yaitu peningkatan akurasi pengisian obat, menjamin kualitas air yang dihasilkan dan kepresisian waktu terhadap sistem keseluruhan yang berjalan.

## **1. KAJIAN TEORI**

### **2.1 Water Treatment Plant (WTP)**

*Water Treatment Plant* (WTP) adalah proses pengolahan atau penjernihan air baku (air sungai/sumur) menjadi air yang siap untuk dipakai sesuai kebutuhan. Dalam proses pengolahan air terdiri dari beberapa tingkatan pengolahan yaitu intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan reservoir (Sidabutar et al., 2013).

### **2.2 Mikrokontroler**

Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 yang sudah memiliki modul WiFi dan terhubung dengan BLE (*Bluetooth Low Energy*) melalui sebuah chip, sehingga sangat bertenaga dan dapat menjadi pilihan yang baik untuk membuat sistem aplikasi IoT yang dapat di program melalui Arduino IDE. Bertugas sebagai otak dari sistem yang dibuat untuk menggerakkan aktuator pompa dan sensor yang digunakan seperti sensor kekeruhan, sensor pH, juga sensor ketinggian air (Pratama & Kiswanto, 2022).

### **2.3 Turbidity Sensor**

Sensor kekeruhan (*Turbidity Sensor*) merupakan sensor yang dapat mendeteksi kualitas air dengan menggunakan cahaya. Turbidity Sensor mendeteksi partikel yang berada di dalam air dengan mengukur transmisi cahaya serta laju hamburan yang berubah seiring dengan jumlah Total Suspended Solids (TSS) dalam air, sehingga ketika TSS meningkat maka tingkat kekeruhan air juga meningkat (Nanda et al., 2019).

### **2.4 PH Sensor**

PH sensor adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Pengontrol pH merupakan unit yang berfungsi sebagai otak dari sistem. Pada pengontrol pH terdapat pemrosesan jenis keluaran yang dikehendaki sesuai dengan nilai pH yang terbaca oleh sensor (Nanda et al., 2013).

### 2.5 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai yang sudah terdiri dari pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm – 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin VCC, GND, Trigger, dan Echo. Pin VCC untuk listrik positif dan GND untuk ground-nya. *Pin Trigger* untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda (Junaidi & Prabowo, 2018).

### 2.6 Relay

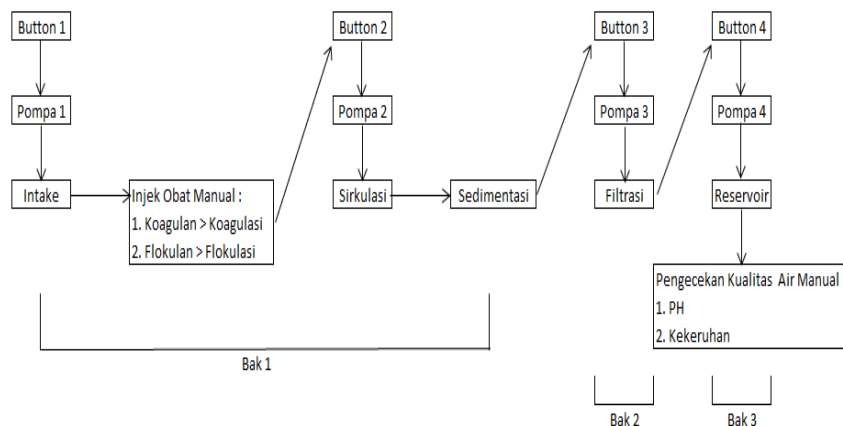
*Relay* adalah Saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik digunakan sebagai jembatan perpindahan antara *power supply* kepada aktuator dikarenakan aktuator membutuhkan *supply* yang berbeda yang lebih besar yang tidak dapat dibagi dengan *supply* lain karena dapat mempengaruhi kinerja komponen lain (Santosa & Nugroho, 2021).

## 2. METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

1. Studi Kasus, penelusuran jurnal – jurnal pendukung terkait perkembangan pada Water Treatment Plant (WTP) seperti penggunaan metode , penggunaan aktuator dan sensor.
2. Tindakan (Action Research), melibatkan pengamatan, perencanaan, tindakan, dan refleksi berkelanjutan untuk meningkatkan suatu situasi atau praktik.
3. Perancangan Alat, merancang alat mulai dari alur sistemnya, kebutuhan mekanik dan kebutuhan elektrik.
4. Pembuatan Alat, mengimplementasikan apa yang sudah dirancang sebelumnya ke dalam bentuk nyata.
5. Pengujian Alat, percobaan awal terhadap alat yang sudah dirancang dan dibuat.
6. Penyempurnaan Alat, pemecahan masalah yang teridentifikasi pada tahap sebelumnya.
7. Pengujian Akhir, memastikan masalah yang muncul dapat terselesaikan dan sistem berjalan sesuai rancangan.

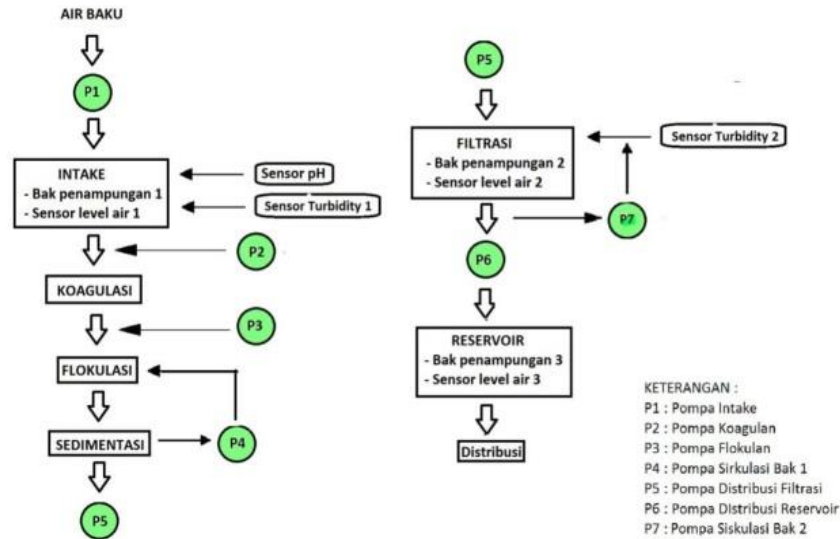
### 3.2 Analisis Sistem Manual



Gambar 1. Diagram Alir Sistem Manual

Merupakan cara kerja sistem secara manual sebelum ditingkatkan ke sistem otomatis. Terlihat button–button sangat mempengaruhi kinerja aktuator pompa tanpa pengendalian kontroler dan sensor yang digunakan.

### 3.3 Analisis Sistem Otomatis

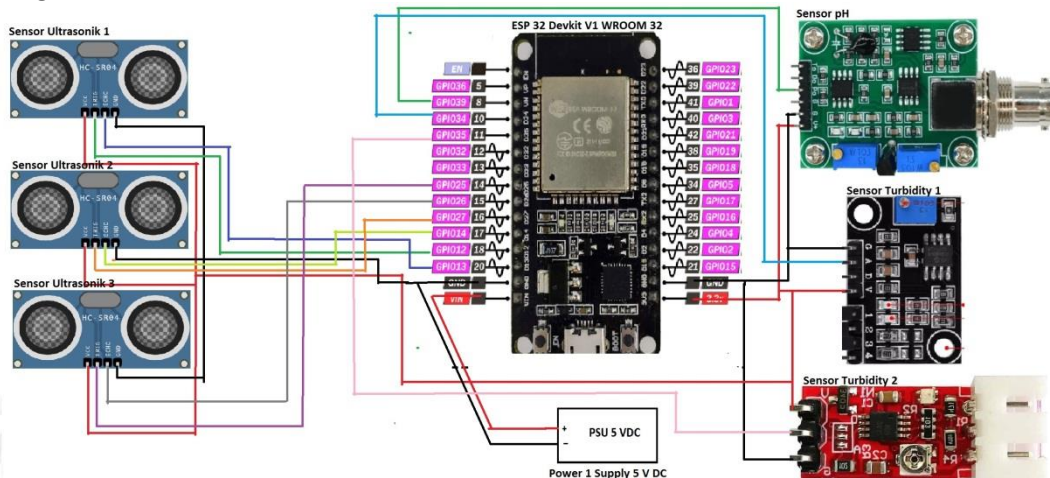


Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Otomatis

Merupakan cara kerja sistem setelah ditingkatkan ke sistem otomatis. Terlihat aktuator bergerak oleh sensor yang dimana sensor tersebut sebagai pengendali pengganti button sehingga semuanya berjalan beriringan secara kontinyu, otomatis dan terstruktur.

### 3.4 Perancangan Sistem

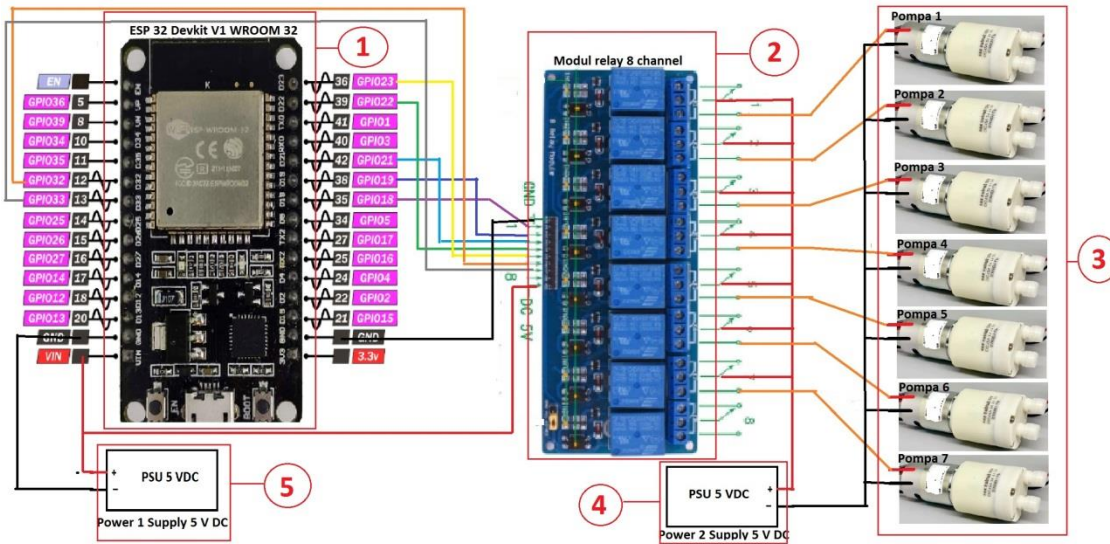
#### 1. Rangkaian sensor



Gambar 3. Rangkaian sensor

Rangkaian sensor terdapat 3 modul sensor ultrasonik (1), 1 kontroler esp32 (2), 1 modul sensor pH (3), 2 modul sensor turbidity (4,5) dan 1 power supply kontroler (6).

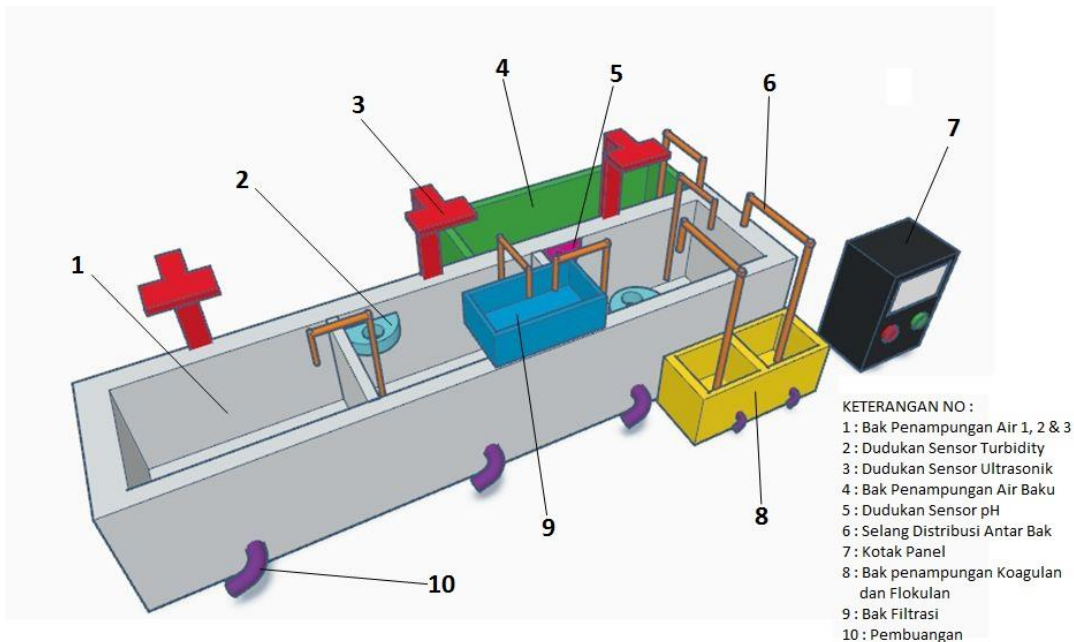
2. Rangkaian aktuator



Gambar 4. Rangkaian Aktuator

Rangkaian aktuator terdapat 1 esp32 yang sama dengan rangkaian sensor (1), 1 modul relay 8 channel (2), 8 buah aktuator pompa (3), power supply aktuator (4) dan power supply kontroler (5).

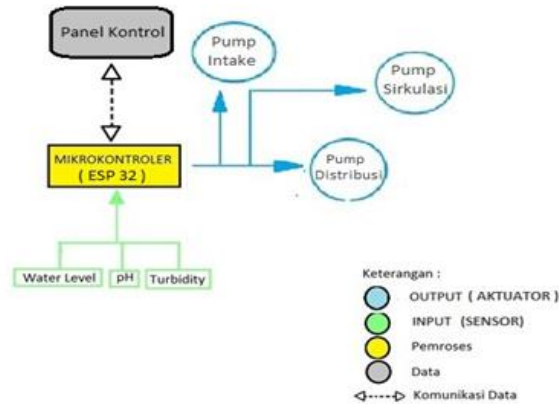
3. Desain mekanik



Gambar 5. Desain Mekanik

Desain visual dari alat yang sesungguhnya yang telah melewati tahapan pengujian.

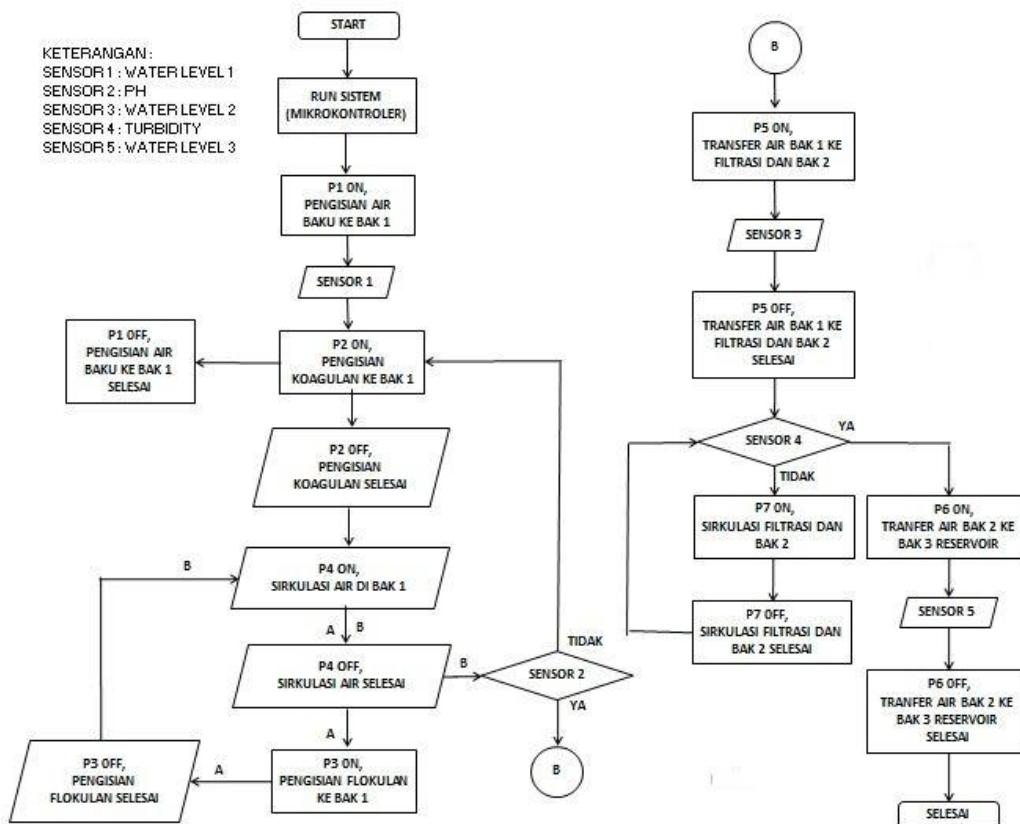
4. Diagram blok sistem



Gambar 6. Diagram Blok Sistem

Diagram yang berfungsi untuk mengetahui dasar sistem berjalan dari mulai input, kontroler dan output secara singkat.

5. Flowchart sistem



Gambar 7. Flowchart Sistem



Flowchart yang berfungsi menjelaskan cara kerja alat dari awal hingga akhir se detail mungkin dengan alat yang sudah dibuat dan diuji dituangkan dalam diagram alir.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pengujian Akurasi Pompa Obat

##### a. Pompa obat 1

Tabel 1. Uji Akurasi Pompa Obat 1

Pengujian	Set Point Waktu (detik)	Real Time Waktu (detik)	Keterangan
1	2	2	Sesuai
2	2	2	Sesuai
3	2	2	Sesuai
4	2	2	Sesuai
5	2	2	Sesuai
6	2	2	Sesuai
7	2	2	Sesuai
8	2	2	Sesuai
9	2	1	Tidak Sesuai
10	2	1	Tidak Sesuai
	Rata-rata (detik)	1.8	
	Akurasi (%)	90	

Dapat dilihat dari tabel data pengujian pompa obat 1 bahwa pengujian telah dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan keakurasian antara set point waktu dengan real time waktu. Untuk mengetahui tingkat kelayakan alat yang diuji didasarkan pada nilai akurasi. Menurut Lutfiyana et al., (2017) menyatakan kriteria kelayakan suatu alat berkisar pada rentang 70% - 100%. Sementara hasil akurasi dari pengujian yaitu sebesar 90%, maka dapat disimpulkan bahwa alat tersebut memenuhi kriteria kelayakan alat.

##### b. Pompa obat 2

Tabel 2. Uji Akurasi Pompa Obat 2

Pengujian	Set Point Waktu (detik)	Real Time Waktu (detik)	Keterangan
1	2	2	Sesuai
2	2	2	Sesuai
3	2	2	Sesuai
4	2	2	Sesuai
5	2	2	Sesuai
6	2	2	Sesuai
7	2	2	Sesuai
8	2	2	Sesuai
9	2	2	Sesuai
10	2	2	Sesuai
	Rata-rata (detik)	2	
	Akurasi (%)	100	



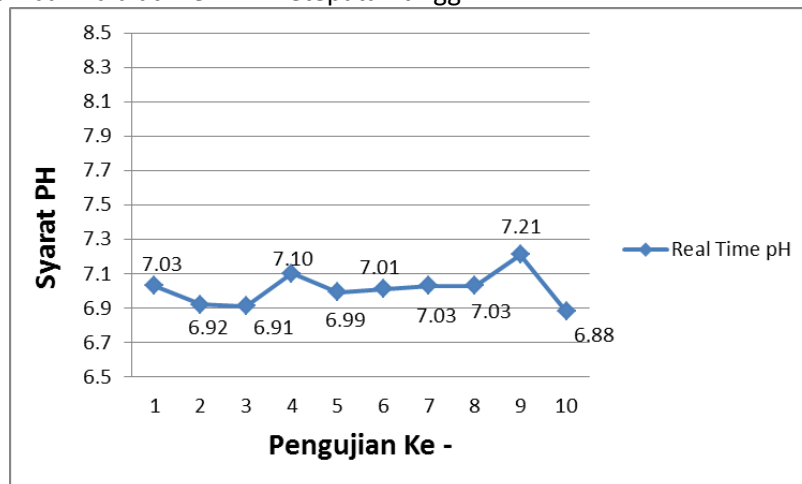
Dapat dilihat dari tabel data pengujian pompa obat 2 bahwa pengujian telah dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan keakurasian antara set point waktu dengan real time waktu. Untuk mengetahui tingkat kelayakan alat yang diuji didasarkan pada nilai akurasi. Menurut Lutfiyana et al., (2017) menyatakan kriteria kelayakan suatu alat berkisar pada rentang 70% - 100%. Sementara hasil akurasi dari pengujian yaitu sebesar 100%, maka dapat disimpulkan bahwa alat tersebut memenuhi kriteria kelayakan alat.

2. Pengujian pH dan Turbidity  
 a. pH

Tabel 3. Uji Presisi pH

Pengujian	Syarat pH	Real Time pH	Keterangan
1	6.5 – 8.5	7.03	Memenuhi Syarat
2	6.5 – 8.5	6.92	Memenuhi Syarat
3	6.5 – 8.5	6.91	Memenuhi Syarat
4	6.5 – 8.5	7.10	Memenuhi Syarat
5	6.5 – 8.5	6.99	Memenuhi Syarat
6	6.5 – 8.5	7.01	Memenuhi Syarat
7	6.5 – 8.5	7.03	Memenuhi Syarat
8	6.5 – 8.5	7.0	Memenuhi Syarat
9	6.5 – 8.5	7.21	Memenuhi Syarat
10	6.5 – 8.5	6.88	Memenuhi Syarat
Nilai Rata-rata		7.01	
Standar Deviasi		0.097005155	

Dapat dilihat dari tabel data pengujian pH bahwa pengujian telah dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan kepresisian antara kesamaan nilai – nilai yang didapatkan secara berulang berdasarkan standar deviasi. Menurut Sulistiadji & Pitoyo (2009) menyatakan penggunaan deviasi sebagai indikator presisi/ketepatan intrumen yang digunakan, bila mana deviasinya rendah berarti menunjukkan ketepatan tinggi. Sementara hasil presisi dari pengujian yaitu sebesar 0.097005155 maka dapat disimpulkan bahwa alat memiliki ketepatan tinggi.



Gambar 8. Uji Hasil Sampel Terhadap pH



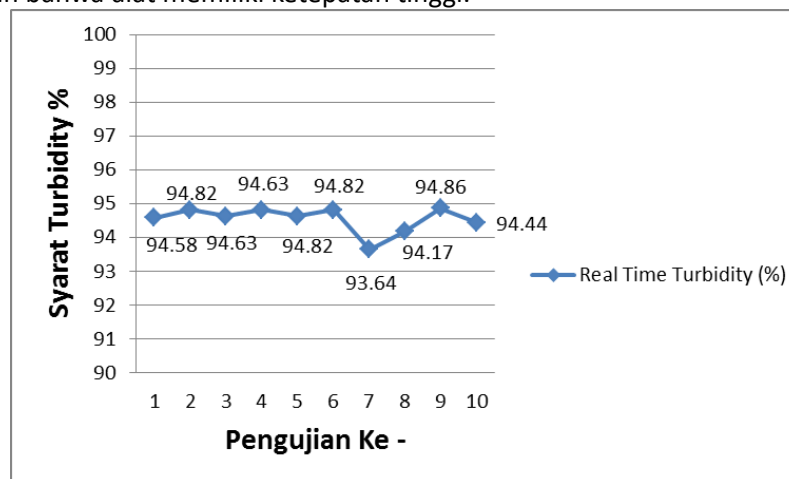
Dapat dilihat dari gambar data pengujian pH bahwa pengujian telah dilakukan sebanyak 10 kali nilai yang muncul begitu variatif. Menurut PerMenKes nomor 32 (2017) menyatakan syarat pH air yang baik digunakan untuk keseharian yaitu pada rentang 6.5 – 8.5, sementara pH yang ditunjukkan pada gambar berada pada rentang 6,88 – 7,21 maka dapat disimpulkan syarat pH masih tercapai dan kualitas air memenuhi syarat.

b. Turbidity

Tabel 4. Uji Presisi Turbidity

Pengujian	Syarat Turbidity (%)	Real Time Turbidity (%)	Keterangan
1	90 - 100	94.58	Memenuhi Syarat
2	90 - 100	94.82	Memenuhi Syarat
3	90 - 100	94.63	Memenuhi Syarat
4	90 - 100	94.82	Memenuhi Syarat
5	90 - 100	94.63	Memenuhi Syarat
6	90 - 100	94.82	Memenuhi Syarat
7	90 - 100	93.64	Memenuhi Syarat
8	90 - 100	94.17	Memenuhi Syarat
9	90 - 100	94.86	Memenuhi Syarat
10	90 - 100	94.44	Memenuhi Syarat
Nilai Rata-rata		94.54	
Standar Deviasi		0.381850756	

Dapat dilihat dari tabel data pengujian turbidity bahwa pengujian telah dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan kepresisian antara kesamaan nilai – nilai yang didapatkan secara berulang berdasarkan standar deviasi. Menurut Sulistiadji & Pitoyo (2009) menyatakan penggunaan deviasi sebagai indikator presisi/ketepatan instrumen yang digunakan, bila mana deviasinya rendah berarti menunjukkan ketepatan tinggi. Sementara hasil presisi dari pengujian yaitu sebesar 0.381850756 maka dapat disimpulkan bahwa alat memiliki ketepatan tinggi.



Gambar 9. Uji Hasil Sampel Terhadap Turbidity

Dapat dilihat dari gambar data pengujian turbidity bahwa pengujian telah dilakukan sebanyak 10 kali nilai yang muncul begitu variatif. Menurut PerMenKes nomor 32 (2017) menyatakan syarat



kekeruhan air yang baik digunakan untuk keseharian yaitu pada rentang 0 – 25 ntu (90 -100) sementara turbidity yang ditunjukan pada gambar berada pada rentang 93,64 – 94.82. maka dapat disimpulkan bahwa nilai turbidity tercapai dan kualitas air memenuhi syarat.

### 3. Pengujian Presisi Total Waktu Sistem

Tabel 5. Uji Presisi Total Waktu Sistem

Pengujian	Waktu Real Time (detik)
1	356
2	360
3	361
4	361
5	361
6	361
7	361
8	361
9	361
10	362
Nilai Rata-rata	360.50
Standar Deviasi	1.649915823

Dapat dilihat dari tabel data pengujian total waktu sistem bahwa pengujian telah dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan kepresisian antara kesamaan nilai – nilai yang didapatkan secara berulang berdasarkan standar deviasi. Menurut Sulistiadji & Pitoyo (2009) menyatakan penggunaan deviasi sebagai indikator presisi/ketepatan instrumen yang digunakan, bila mana deviasinya rendah berarti menunjukkan ketepatan tinggi. Sementara hasil presisi dari pengujian yaitu sebesar 1.649915823 maka dapat disimpulkan bahwa alat memiliki ketepatan tinggi.

## 4. KESIMPULAN

1. Otomatisasi Water Treatment Plant memiliki akurasi yang tinggi dengan akurasi berkisar antara 90% hingga 100% pada pengujian pompa 1 dan 2.
2. Kestabilan kualitas air dapat dicapai dengan kisaran rata-rata ph 7.01.
3. Konsistensi dan presisi waktu pemrosesan yang cepat dengan rata-rata waktu 1.69 detik dengan rata-rata kesalahan pengecekan dibawah 10%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ann, T. S. (2008). *Esp32-wroom-32 datasheet*. Diambil 26 Agustus 2024, dari [https://www.espresif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espresif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf)
- Junaidi dan Yuliyani Dwi Prabowo. (2018). *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis ARDUINO*. Bandar Lampung: AURA CV. Anugrah Utama Raharja.
- Lutfiyana, L., Hudallah, N., & Suryanto, A. (2017). *Rancang bangun alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi*. Jurnal Teknik Elektro, 9(2), 80-86.
- Nanda, N. A., Mahfud, A., & Rantawi, A. B. (2019). *Prototype Sistem Otomatisasi Penjernihan Air Eksternal Water Treatment Berbasis Arduino Uno Dengan Mendeteksi Kadar Keasaman dan Kekeruhan Air di Clarifier Tank*. In SEMNASTERA (Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan) (Vol. 1, pp. 105-109).



- Pratama, E. W., & Kiswanto, A. (2022). *Electrical analysis using ESP-32 module in realtime*. JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences), 7(2), 1273-1284.
- Priyatna, R., & Nursuwars, F. M. (2021). *MODEL SISTEM OTOMATIS WATER TREATMENT PLANT MENGGUNAKAN PLC BERBASIS WIRELESS*. Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE), 2(2).
- Putri, V. A. (2018). *Kajian Ketersediaan dan Alternatif Penyediaan Air Bersih Desa Blumbang Kecamatan Klego* (Doctoral dissertation, undip)
- Santosa, S. P., & Nugroho, M. W. (2021). *Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V*. JURNAL ELEKTRO, 9(1), 38-45.
- Saputra, G. A., & Endra, R. (2020). *Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak*. no. December, 1-45.
- Sidabutar, M., Dewi Moelyaningrum, A., & Trirahayu Ningrum, P. (2013). *Analisis total Coliform dan Sisa Klor pada Instalasi Pengolahan Air Tegal Gede Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Jember*.
- Sulistiadji, K., & Pitoyo, J. (2009). *Alat Ukur dan Instrumen Ukur*. BBP Mektan, Serpong.
- Supriyadi, A., Setyawan, A., & Suseno, J. E. (2019). *Rancang Bangun Sistem Kendali Unit Pengolahan Air Bersih Berbasis Arduino Uno R3 Dan Nextion*. Berkala Fisika, 22(2), 42-55