

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap alat dilakukan untuk mengetahui kinerja baik masing-masing komponen dan keseluruhan alat. Hasil dari pengujian alat tersebut diharapkan mampu mendapatkan data yang valid dan mengetahui apakah alat telah bekerja sesuai dengan yang di harapkan.

4.1 Sensor Ultrasonik

Hasil dari data sensor ultrasonik untuk memastikan bahwa sensor ultrasonik dapat berfungsi secara normal agar performa alat dapat bekerja dengan maksimal. Sehingga perlu dipastikan bahwa komponen bekerja sesuai yang direncanakan. Berikut ini penjelasan program hitung yang digunakan sensor ultrasonik.

a. Perhitungan Jarak dari Sensor Ultrasonik:

```
// Menghitung jarak (dalam cm) dari  
distance = duration * 0.034 / 2;  
  
// Menghitung tinggi air berdasarkan
```

Gambar 4. 1 Perhitungan Jarak Sensor Ultrasonik

Menghitung jarak (*Distance*) berdasarkan durasi waktu (*Duration*) yang diukur oleh sensor ultrasonik. Konstanta 0.034 digunakan untuk mengonversi durasi menjadi jarak dalam sentimeter (cm).

b. Perhitungan Tinggi Air:

```
// Menghitung tinggi air berdasarkan tin  
waterHeight = tankHeight - distance;  
.....
```

Gambar 4. 2 Perhitungan Tinggi Air

Tinggi air (*waterHeight*) dihitung dengan mengurangi jarak dari sensor ke permukaan air (*distance*) dari tinggi total tangki (*tankHeight*). pengguna dapat memastikan bahwa sensor ultrasonik berfungsi dengan baik menggunakan langkah langkah berikut:

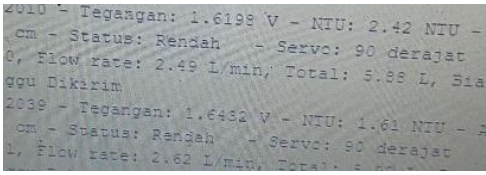
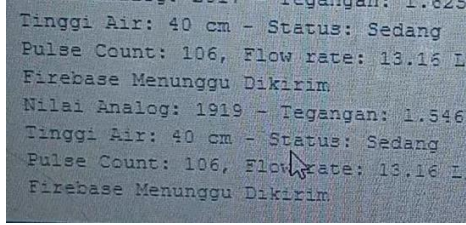
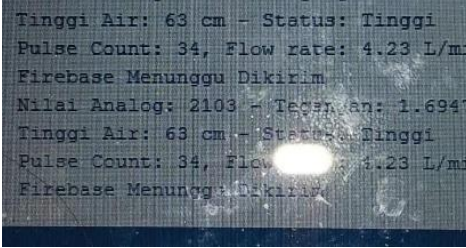
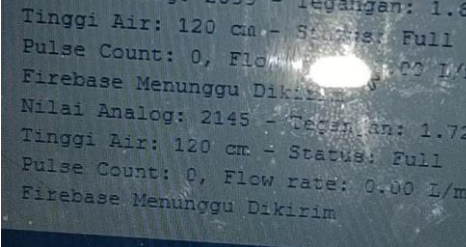
- a. Sambungkan sensor ultrasonik ke ESP32 dengan menghubungkan pin VCC ke pin 5V, pin GND ke pin GND, pin Trig ke pin 5, pin Echo ke pin 18.
- b. Upload program ke ESP32.
- c. Buka Serial Monitor di Arduino IDE untuk melihat hasil pembacaan jarak sensor ultrasonic.
- d. Pastikan bahwa sensor ultrasonik sesuai dengan sudah 35eprogram

Table 4. 1 Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik	ESP32
VCC	5V
GND	GND
Trig	5
Echo	18

Pada Table 4.1 yang merupakan Table konfigurasi pin dari sensor ultrasonik pada sensor ultrasonik pin VCC di hubungkan dengan pin 5 V pada ESP32, kemudian pin GND pada sensor ultrasonik di hubungkan dengan pin GND pada ESP32, pin Trigger pada sensor ultrasonik di hubungkan dengan pin 5 pada ESP32, dan pin echo pada sensor ultrasonik di hubungkan dengan pin 18 pada ESP32.

Table 4. 2 Hasil Data Sensor Ultrasonik

NO	Ketinggian Air	Serial Monitor	Status
1	29 CM		Rendah
2	40 CM		Sedang
3	63 CM		Tinggi
4	120 CM		Full

Pada Table 4.2 di atas merupakan table hasil data yang diberikan dari sensor ultrasonik gambar serial monitor merupakan data realtime yang dikirim dari sensor ultrasonik kemudian diterima oleh ESP32.

Pada nomor 1 di tampilkan pada serial monitor yang merupakan tinggi air yang ada di dalam tandon telah mencapai 25 cm yang merupakan kategori air didalam tandon sedang rendah.

Kemudian pada nomor 2 di tampilkan pada serial monitor yang merupakan tinggi air yang ada di dalam tandon telah mencapai 40 cm yang merupakan kategori air di dalam tandon sedang.

Pada nomor 3 di tampilkan pada serial monitor yang merupakan tinggi air yang ada di dalam tandon telah mencapai 63 cm yang merupakan kategori air di dalam tandon sedang tinggi.

Dan nomor 4 di tampilkan pada serial monitor yang merupakan tinggi air yang ada di dalam tandon telah mencapai 120 cm yang merupakan kategori air di dalam tandon telah full.

4.2 Sensor Turbidity

Pengujian sensor Turbidity ini dilakukan untuk memastikan sensor dapat berfungsi dengan baik agar peforma alat dapat bekerja dengan maksimal. Melalui pengujian ini, pengguna dapat memastikan bahwa sensor ultrasonik berfungsi dengan baik.

- a. Perhitungan Tegangan dari Nilai Analog Sensor Kekeruhan:

```
// Konversi nilai analog ke tegangan (ESP32  
voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0);  
  
// Konversi tegangan ke NTU berdasarkan kur
```

Gambar 4. 3 Perhitungan Tegangan Dari Nilai Analog

Nilai analog (sensorValue) dari sensor kekeruhan dikonversi menjadi tegangan (voltage). Pada ESP32, rentang nilai ADC adalah 0-4095, dan tegangan yang diukur berkisar antara 0-3.3V.

b. Perhitungan NTU dari Tegangan

```
// Konversi tegangan ke NTU berdasar  
NTU = slope * voltage + intercept;  
  
// Menampilkan nilai analog tegangan
```

Gambar 4. 4 Perhitungan NTU dari Tegangan

Tegangan (voltage) dikonversi menjadi NTU (Nephelometric Turbidity Units) menggunakan rumus linier berdasarkan kurva kalibrasi yang diberikan oleh slope dan intercept.

Pengujian Sensor Turbidity menggunakan langkah langkah berikut:

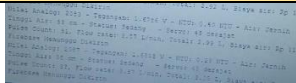
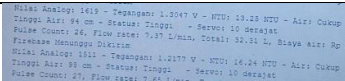
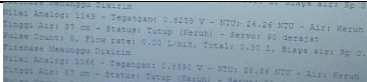
- Menyiapkan 3 gelas atau wadah berisi jenis air yang berbeda untuk mengukur kekeruhan air yang dibutuhkan.
- Sambungkan sensor Turbidity ke ESP32 dengan menghubungkan pin VCC ke pin 5V, pin GND ke pin GND, pin Analog ke pin 34.
- Upload program ke ESP32.
- Buka Serial Monitor di Arduino IDE untuk melihat hasil sensor Turbidity.
- Uji dengan memasukkan sensor turbidity ke gelas/ wadah yang disiapkan dan masukkan data ke table laporan

Table 4. 3 Konfigurasi Pin Sensor Turbidity

Sensor Turbidity	ESP32
VCC	5V
GND	GND
Analog	34

pada sensor Turbidity pin VCC di hubungkan dengan pin 5 V pada ESP32, kemudian pin GND pada sensor Turbidity dihubungkan dengan pin GND pada ESP32, dan pin analog sensor turbidity di hubungkan dengan pin 34 ESP32.

Table 4. 4 Table Hasil Data Sensor Turbidity

No	Nilai Analog	Serial Monitor	NTU	Status Air
1	2087		0,29	Jernih
2	1619		13,25	Cukup
3	1149		26,26	Keruh

Pada nomor 1 sensor Turbidity di masukkan ke wadah air yang bersih kemudian data sensor Turbidity ditampilkan pada serial monitor dapat dilihat nilai analog 2087, 0.29 NTU, sehingga air dapat di kategorikan sebagai jernih.

Pada nomor 2 sensor Turbidity di masukkan ke wadah air yang cukup bersih kemudian data sensor Turbidity ditampilkan pada serial monitor dapat dilihat nilai analog 1619, 13.25 NTU, sehingga air dapat di kategorikan sebagai cukup.

Pada nomor 3 sensor Turbidity di masukkan ke wadah air yang kotor kemudian data sensor Turbidity ditampilkan pada serial monitor dapat dilihat nilai analog 1149, 26.26 NTU, sehingga air dapat di kategorikan sebagai keruh.

4.3 Sensor Water Flow

Pengujian sensor ini bertujuan agar dapat memastikan sensor waterflow berfungsi dengan baik agar alat dapat bekerja secara maksimal. Sebelum sensor waterflow digunakan perlu dilakukannya kalibrasi sensor ini untuk memastikan air yang masuk sesuai.

a. Perhitungan Laju Aliran Air

```
float flowRate = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * currentPulseCount) / calibrationFactor;
oldTime = millis();
```

Gambar 4. 5 Perhitungan Laju Aliran Air

Laju aliran air (flowRate) dihitung berdasarkan jumlah pulsa yang terdeteksi (currentPulseCount) oleh sensor aliran air, dengan memperhitungkan faktor kalibrasi (calibrationFactor).

b. Perhitungan Total Volume Air yang Mengalir

```
totalLiters += flowRate / 60.0;
```

Gambar 4. 6 Perhitungan Total Volume Air Yang Mengalir

Total volume air (totalLiters) yang mengalir dihitung dengan menambahkan laju aliran air (flowRate) yang dibagi dengan 60 untuk mengonversi ke liter per detik.

c. Perhitungan Biaya Air

```
biayaAir = (totalLiters / 1000) * hargaPer1000Liter;
```

Gambar 4. 7 Perhitungan Biaya Air

Biaya air (biayaAir) dihitung dengan mengalikan total liter air yang telah mengalir (totalLiters) dengan harga per 1000 liter air (hargaPer1000Liter).

Kalibrasi Sensor Waterflow menggunakan langkah-langkah berikut:

- a. Sambungkan sensor ultrasonik ke ESP32 dengan menghubungkan pin VCC ke pin 5V, pin GND ke pin GND, pin signal ke pin 2
- b. Upload program ke ESP32.
- c. Buka Serial Monitor di Arduino IDE untuk melihat hasil pengukuran dari sensor waterflow.
- d. Tuangkan air sebanyak 1 Liter menggunakan botol yang berukuran 1 Liter ke wadah air melalui sensor waterflow
- e. Lakukan hingga beberapa kali kemudian bandingkan hasilnya

Table 4. 5 konfigurasi pin Sensor Waterflow

Sensor Turbidity	ESP32
VCC	5V
GND	GND
Signal	2

Pada Table 4.5 yang merupakan Table konfigurasi pin dari sensor Water Flow, pada sensor Water Flow pin VCC di hubungkan dengan pin 5 V pada ESP32, kemudian pin GND pada sensor Water Flow dihubungkan dengan pin GND pada ESP32, dan pin Signal pada sensor Water Flow di hubungkan dengan pin 2 pada ESP32.

Table 4. 6 hasil percobaan sensor water flow

Percobaan Menggunakan Air 1 Liter		
Percobaan Ke	Sebelum	Sesudah
1	0 Liter	1.07 Liter
2	1.07 Liter	2.12 Liter
3	2.12 Liter	3.18 Liter
4	3.18 Liter	4.18 Liter
5	4.18 Liter	5.20 Liter

Pada Table 4.6 di atas yang merupakan table hasil percobaan Sensor Water Flow yang di mana percobaan ini di lakukan 5 kali menggunakan botol berisi 1 liter air kemudian di alirkan melalui sensor water flow.

Pada percobaan 1 di awali dengan 0 liter kemudian ketika air di alirkan melalui sensor water flow maka sensor water flow akan membaca berapa liter air yang sudah mengalir sehingga hasil akhir yang di dapatkan 1.07 Liter.

Pada percobaan ke 2 di awali dengan 1.07 liter kemudian penulis alirkan lagi air sebanyak 1 liter dan di dapatkan hasil akhir nya 2.12 liter.

Pada percobaan ke 3 di awali dengan 2.12 liter lalu penulis alirkan Kembali air sebanyak 1 liter melewati sensor water flow dan didapatkan hasil akhir nya 3.18 liter.

Pada percobaan ke 4 di awali dengan 3.18 liter lalu penulis alirkan Kembali air sebanyak 1 liter melewati sensor water flow dan didapatkan hasil akhir nya 4.18 liter.

Pada percobaan ke 5 di awali dengan 4.18 liter lalu penulis alirkan Kembali air sebanyak 1 liter melewati sensor water flow dan didapatkan hasil akhir nya 5.20 liter



Gambar 4. 8 Kalibrasi Sensor Waterflow

4.4 LCD

Pengujian LCD ini bertujuan untuk mengetahui LCD dapat berfungsi dengan baik dan dapat menampilkan text sesuai yang sudah diprogram.

Pengujian Sensor Turbidity menggunakan langkah langkah berikut:

- a. Sambungkan sensor Turbidity ke ESP32 dengan menghubungkan pin VCC ke pin 5V, pin GND ke pin GND, pin SDA ke pin 21 pada ESP32, dan pin SCL ke pin 22 pada ESP32
- b. Hubungkan ESP32 dengan laptop menggunakan kabel USB
- c. Atur port dan board pada aplikasi IDE
- d. Upload program atau sketch ke ESP32

Table 4. 7 Pin konfigurasi LCD

LCD	ESP32
VCC	5V
GND	GND
SDA	21
SCL	22

Pada Table 4.7 yang merupakan Table konfigurasi pin dari LCD, pada sensor LCD pin VCC di hubungkan dengan pin 5 V pada ESP32, kemudian pin GND pada sensor LCD di hubungkan dengan pin GND pada ESP32, pin SDA pada LCD di hubungkan dengan pin 21 pada ESP32, dan pin SCL pada LCD di hubungkan dengan pin 22 pada ESP32.

Table 4. 8 Hasil Data LCD

Baris	LCD
1	Tampil
2	Tampil

Pada Table 4.8 merupakan hasil data dari LCD yang dimana hasil dari pengujian dari LCD dapat menampilkan data dengan baik pada baris LCD 1 dan 2



Gambar 4. 9 LCD Menampilkan Data

4.6 Servo DC

Pengujian Servo DC ini untuk memastikan agar servo dapat berfungsi dengan normal dikarenakan servo ini merupakan salah satu output dari alat sehingga perlu di pastikan agar dapat memaksimalkan kinerja dari alat yang sedang dikerjakan.

Berikut ini Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengujian servo DC:

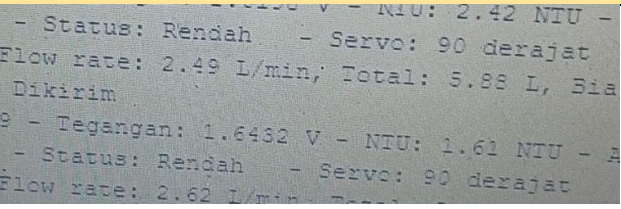
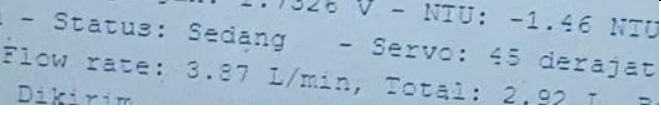
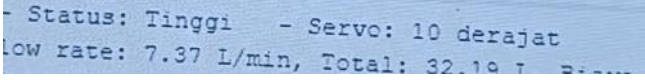
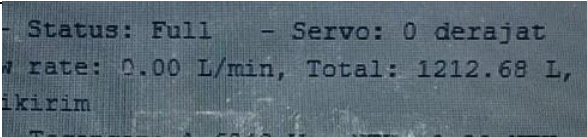
- d. Sambungkan sensor ultrasonik ke ESP32 dengan menghubungkan pin VCC ke pin 5V, pin GND ke pin GND, pin PWM ke pin 19 pada ESP32
- e. Membuat program atau sketch pada Ide
- f. Upload program atau sketch ke ESP32
- g. Membuka Serial Monitor untuk memastikan Servo dapat berfungsi dengan normal

Table 4. 9 Konfigurasi pin Servo DC

Servo DC	ESP32
VCC	5V
GND	GND
PWM	19

Pada Table 4.9 yang merupakan Table konfigurasi pin dari servo DC, pada servo DC pin VCC di hubungkan dengan pin 5 V pada ESP32, kemudian pin GND pada servo DC di hubungkan dengan pin GND pada ESP32, dan pin PWM pada Servo DC di hubungkan dengan pin 19 pada ESP32.

Table 4. 10 Hasil Data Servo DC

Status	Servo	Serial Monitor
Rendah	90 Derajat	
Sedang	45 Derajat	
Tinggi	10 Derajat	
Full	0 Derajat	

Pada Table 4.10 di atas merupakan hasil data dari servo DC yang dapat di pantau melalui serial monitor. Dapat di lihat pada status air dalam tandon sedang rendah sehingga servo akan bergerak 90 derajat sesuai dengan program yang di buat.

Kemudian dapat diperhatikan pada serial monitor status air di dalam tandon sedang sehingga servo akan menggerakkan valve air 45 derajat dan telah sesuai dengan program.

Selanjutnya ketika air di dalam tandon sedang tinggi maka dengan otomatis servo akan menggerakkan valve air 10 derajat dan telah sesuai dengan program.

Dan ketika tandon air sudah full maka dengan otomatis servo akan menutup valve dengan menggerakkan valve air di 0 derajat.

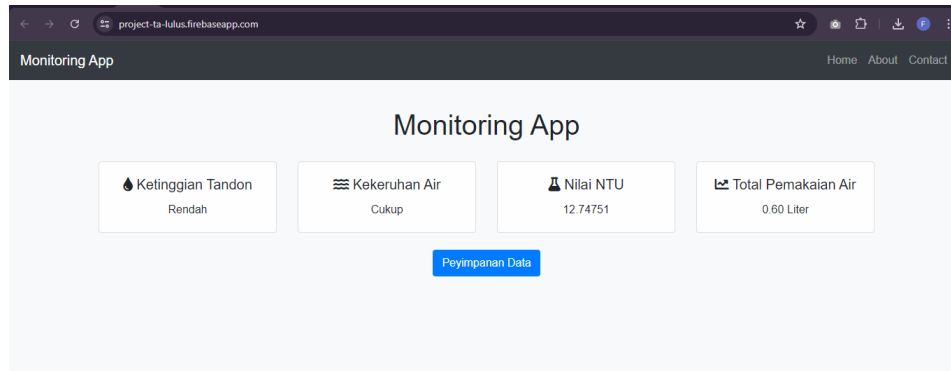
4.7 Website

Pengujian ini untuk memastikan data yang ditampilkan pada website telah sesuai dengan data yang nyata atau Real Time. Dilakukannya pengujian ini agar website telah berfungsi dengan baik sehingga alat dapat berfungsi sesuai yang direncanakan.

Berikut ini langkah yang dilakukan untuk menguji Website:

- a. Siapkan laptop atau komputer yang support dengan versi google terbaru
- b. Pastikan laptop atau komputer terhubung dengan wifi agar dapat mengakses laman website
- c. Buat Real Time Database melalui firebase console
- d. Buat koneksi antara ESP32 dengan firebase
- e. Buat index atau dashboard website melalui visual studio code
- f. Hubungkan Dashboard atau index yang telah dibuat dengan firebase yang telah terhubung dengan ESP32
- g. Amati dan Analisa antara website dengan firebase sampai data dari ESP32 telah berhasil dikirimkan

- h. Pastikan data yang dikirim telah tampil atau terlihat di dashboard melalui website yang telah dibuat



Gambar 4. 10 Dashboard Website

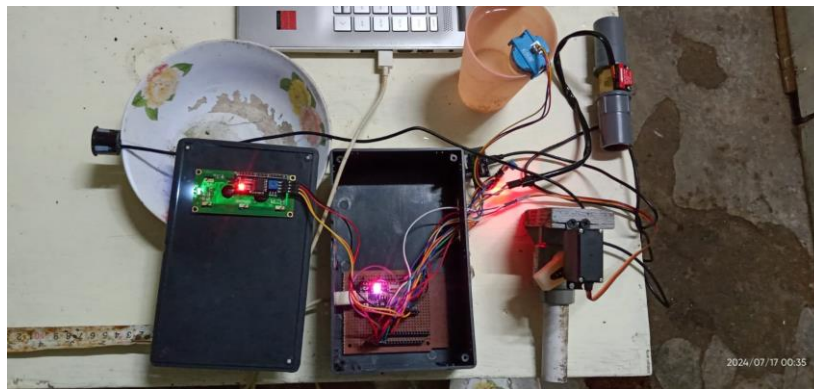
	A	B	C	D	E	F
1	Jarak	KondisiAir	PemakaianAir	Biaya	Tanggal	
2		32 Cukup	0	0	04/07/2024	
3		19 Cukup	0	0	04/07/2024	
4		39 Cukup	0	0	04/07/2024	
5		211 Jernih	0	0	04/07/2024	
6		20 Jernih	0	0	04/07/2024	
7		20 Cukup	0	5640	04/07/2024	
8	Tinggi	Cukup	0	0,06411	15/07/2024	
9	Sedang	Cukup	0	0,06411	16/07/2024	
10	Rendah	Jernih	0	20,16802	17/07/2024	
11	Tinggi	Jernih	0	0	18/07/2024	
12	Tinggi	Jernih	0	0	19/07/2024	
13	Tinggi	Cukup	0	20,2652	20/07/2024	
14	Full	Cukup	1,06	4,11281	20/07/2024	
15	Full	Jernih	1,06	4,11281	21/07/2024	
16						
17	Tinggi	Jernih	0 liter	RP 0	21/07/2024	
18	Tinggi	Jernih	0 liter	RP 0	21/07/2024	
19	Tinggi	Jernih	966.79523 liter	RP 3751.16528	21/07/2024	
20	Tinggi	Jernih	1,00 liter	RP 4	22/07/2024	
21	Tinggi	Jernih	1,00 liter	RP 4	22/07/2024	
22	Rendah	Cukup	0.60 liter	RP 2	23/07/2024	

Gambar 4. 11 Backup Data Harian

4.8 Hasil Data Keseluruhan

Pengujian keseluruhan alat bertujuan mengetahui apakah semua komponen yang dirancang dapat berjalan secara bersamaan dengan baik dan tidak ada kendala. Adapun langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem adalah sebagai berikut.

- a. Memastikan seluruh komponen yang digunakan dapat berfungsi dengan baik.
- b. Melakukan perakitan sesuai dengan wiring yang telah di buat agar sistem pada alat dapat bekerja dengan baik.
- c. Melakukan uji coba untuk menganalisa apabila ada komponen yang bekerja tidak sesuai seperti wiring yang tidak benar
- d. Melakukan pemasangan setiap komponen pada tempat yang sudah direncanakan
- e. Ketika semua langkah-langkah tersebut sudah dilakukan, maka akan menghasilkan sistem yang sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 4. 12 Gambar Sistem Keseluruhan Alat

Gambar 4.8 ini merupakan gambar dari sistem keseluruhan dari alat yang dirancang dan akan di pasang pada dinding salah satu Gudang pada SLB Tunas Bangsa Balikpapan



Gambar 4. 13 Pengujian Keseluruhan

Table 4. 11 Hasil data keseluruhan dengan Fuzzy Logic

Komponen	Rendah	Sedang	Tinggi	Full	Keruh
Sensor Ultrasonik	20 CM	40 CM	63 CM	120 CM	57 CM
Sensor Turbidity	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih	Keruh
Sensor Water Flow	0 Liter	329 Liter	571 Liter	1212 Liter	0 Liter
ESP32	Receive	Receive	Receive	Receive	Receive
Servo	90 Derajat	45 Derajat	10 Derajat	0 Derajat	0 Derajat
LCD	Tampil Kualitas dan Status	Tampil Kualitas dan Status	Tampil Kualitas dan Status	Tampil Kualitas dan Status	Tampil Kualitas dan Status
Website	Data Terkirim	Data Terkirim	Data Terkirim	Data Terkirim	Data Terkirim

Pada Table 4.11 di atas merupakan table dengan data keseluruhan dari alat yang sudah di pasang semua komponen-komponennya lalu di lakukan pengujian dengan 5 kondisi dan disesuaikan dengan logic fuzzynya.

Pada percobaan pertama ini sensor ultrasonik mengirim data ke ESP32 yaitu ketinggian air didalam tandon 20 cm sehingga di kategorikan rendah lalu sensor turbidity mengukur tingkat kualitas air yang masih dikategorikan jernih kemudian air yang masuk masih 0 liter atau masih belum ada air yang mengalir melewati sensor water flow sehingga disini otomatis servo akan membuka valve air dengan menggerakkan servo dc ke 90 derajat atau membuka penuh valve air nya, data dari sensor turbidity dan sensor ultrasonik di tampilkan ke lcd berupa kualitas air dan status air, kemudian data dari sensor water flow, ultrasonik, dan turbidity juga di tampilkan ke website monitoring berupa status air di dalam tandon, tingkat kekeruhan air, dan pemakaian air untuk tandon.

Pada percobaan ke dua ini sensor ultrasonik mengirim data ke ESP32 yaitu ketinggian air didalam tandon 40 cm sehingga di kategorikan sedang lalu sensor turbidity mengukur tingkat kualitas air yang masih dikategorikan jernih kemudian air yang mengalir ke sensor water flow untuk masuk ke tandon sudah 329 liter sehingga disini otomatis servo akan membuka valve air dengan menggerakkan valve air ke 45 derajat, data dari sensor turbidity dan sensor ultrasonik di tampilkan ke lcd berupa kualitas air dan status air, kemudian data dari sensor water flow, ultrasonik, dan turbidity juga di tampilkan ke website monitoring berupa status air di dalam tandon, tingkat kekeruhan air, dan pemakaian air untuk tandon.

Pada percobaan ke tiga ini sensor ultrasonik mengirim data ke ESP32 yaitu ketinggian air didalam tandon 63 cm sehingga di kategorikan tinggi lalu sensor turbidity mengukur tingkat kualitas air yang masih dikategorikan jernih kemudian air yang mengalir ke sensor water flow untuk masuk ke tandon sudah 571 liter sehingga disini otomatis servo akan membuka valve air dengan menggerakkan valve air ke 10 derajat, data dari sensor turbidity dan sensor ultrasonik di tampilkan ke lcd berupa kualitas air dan status air, kemudian data dari sensor water flow,

ultrasonik, dan turbidity juga di tampilkan ke website monitoring berupa status air di dalam tandon, tingkat kekeruhan air, dan pemakaian air untuk tandon.

Pada percobaan ke empat ini sensor ultrasonik mengirim data ke ESP32 yaitu ketinggian air didalam tandon 120 cm sehingga di kategorikan Full lalu sensor turbidity mengukur tingkat kualitas air yang masih dikategorikan jernih kemudian air yang mengalir ke sensor water flow untuk masuk ke tandon sudah 1212 liter sehingga disini otomatis servo akan menutup valve air dengan menggerakkan valve air ke 0 derajat, data dari sensor turbidity dan sensor ultrasonik di tampilkan ke lcd berupa kualitas air dan status air, kemudian data dari sensor water flow, ultrasonik, dan turbidity juga di tampilkan ke website monitoring berupa status air di dalam tandon, tingkat kekeruhan air, dan pemakaian air untuk tandon.

Pada percobaan ke 5 ini menggunakan drum besar untuk melakukan pengujian untuk mendapatkan hasil data air dengan kualitas yang keruh. Di sini sensor ultrasonik mengirim data ke ESP32 yaitu ketinggian air didalam drum 57 cm namun di karenakan kualitas air sedang keruh sehingga di kategorikan Keruh lalu sensor turbidity mengukur tingkat kualitas air keruh sehingga dikategorikan keruh kemudian air yang mengalir ke sensor water flow untuk masuk ke tandon 0 liter karena valve air tertutup yaitu dengan menggerakkan valve 0 derajat sehingga tidak ada air yang mengalir, data dari sensor turbidity dan sensor ultrasonik di tampilkan ke lcd berupa kualitas air dan status air, kemudian data dari sensor water flow, ultrasonik, dan turbidity juga di tampilkan ke website monitoring berupa status air di dalam drum, tingkat kekeruhan air, dan pemakaian air untuk drum.

Dibawah ini adalah gambar atau dokumentasi ketika alat sudah terpasang pada mitra, gambar dapat diamati pada gambar 4.10 berikut:



Gambar 4. 14 Gambar Alat yang terpasang