

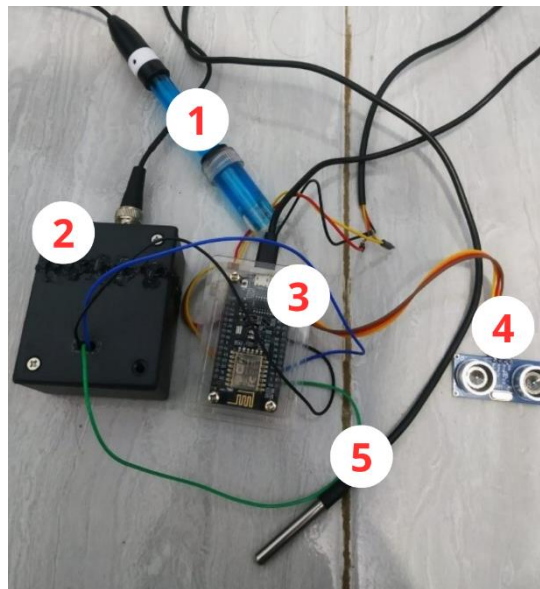
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Perancangan Sistem.

Perancangan sistem monitoring pH air pada tanaman hidroponik berjalan dengan baik dan memenuhi kriteria pada tahap pengujian sistem. Tahapan dapat kembali ke tahap awal yaitu perancangan sistem, apabila pada tahap pengujian masih tidak sesuai dengan apa yang diharapkan. Dengan adanya sistem monitoring pH air pada tanaman hidroponik ini, dapat melakukan monitoring tingkat pH, suhu dan volume ketinggian air pada tanaman hidroponik secara otomatis dan dapat di monitoring kapanpun dan dimanapun. Pengujian sistem menggunakan tiga metode pengujian, yaitu kalibrasi, *functionality*, dan uji ketahanan komponen, dimana setiap tahap pengujian dilakukan selama satu minggu. Hasil dari pengujian sistem mendapatkan hasil yang diharapkan dimana setiap komponen sensor dapat berfungsi dengan baik.

##### 4.1.1. Hasil Perancangan Hardware.

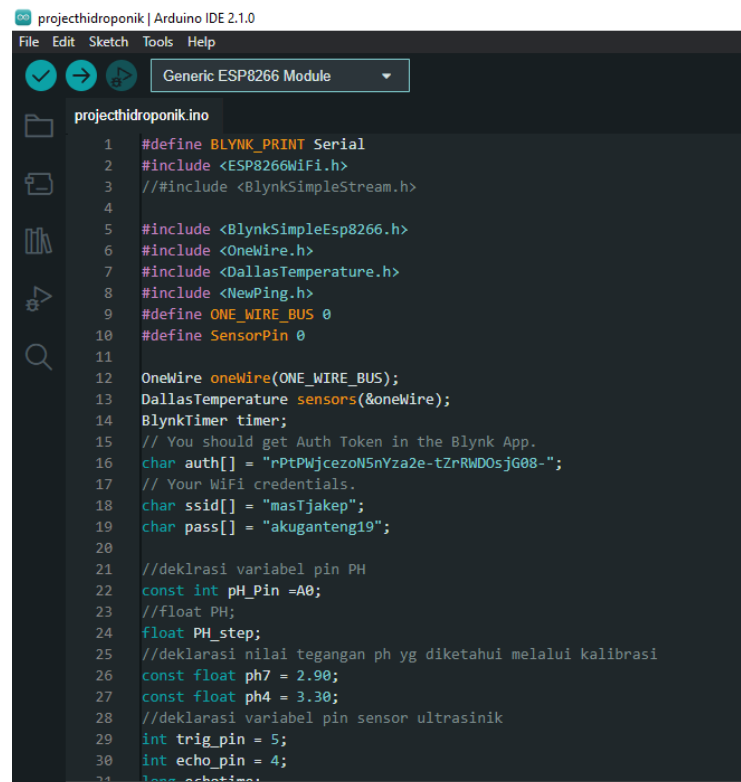


Gambar 4.1 Hasil Perancangan Alat

Gambar diatas adalah hasil dari proses perancangan alat monitoring kualitas air tanaman hidroponik. Pembuatan alat monitoring otomatis ini menggunakan Node MCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, dan tiga sensor

yang terdiri dari sensor DS18B20, sensor pH 4502C, dan sensor Ultrasonik. Sesuai dengan indeks keterangan gambar diatas, indeks (1) yaitu tabung probe sensor pH untuk membaca pH pada air, indeks (2) yaitu modul dari sensor pH, indeks (3) yaitu NodeMCU Esp8266 sebagai pengendali sistem, indeks (4) yaitu sensor ultrasonik hc-sr04 sebagai pengukur jarak ketinggian air, indeks (5) yaitu sensor suhu ds18b20 sebagai sensor pengukur suhu air. Dari proses pengujian yang telah dilakukan, dapat dinyatakan alat dapat berfungsi dengan baik.

Untuk memprogram alat-alat di atas agar berjalan sesuai fungsinya, penulis menggunakan *software* Arduino IDE versi 2.1.0 sebagai media untuk mengkode. Berikut ini tampilan dari *software* Arduino IDE setelah dilakukan pengkodean.



```

projecthidroponik | Arduino IDE 2.1.0
File Edit Sketch Tools Help
Generic ESP8266 Module
projecthidroponik.ino
1 #define BLYNK_PRINT Serial
2 #include <ESP8266WiFi.h>
3 // #include <BlynkSimpleStream.h>
4
5 #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
6 #include <OneWire.h>
7 #include <DallasTemperature.h>
8 #include <NewPing.h>
9 #define ONE_WIRE_BUS 0
10 #define SensorPin 0
11
12 OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
13 DallasTemperature sensors(&oneWire);
14 BlynkTimer timer;
15 // You should get Auth Token in the Blynk App.
16 char auth[] = "rPtPwjcezoN5nYza2e-tZrRWDosjG08-";
17 // Your WiFi credentials.
18 char ssid[] = "masTjakep";
19 char pass[] = "akuganteng19";
20
21 // deklarasi variabel pin PH
22 const int pH_Pin = A0;
23 // float PH;
24 float PH_step;
25 // deklarasi nilai tegangan ph yg diketahui melalui kalibrasi
26 const float ph7 = 2.90;
27 const float ph4 = 3.30;
28 // deklarasi variabel pin sensor ultrasonik
29 int trig_pin = 5;
30 int echo_pin = 4;
31

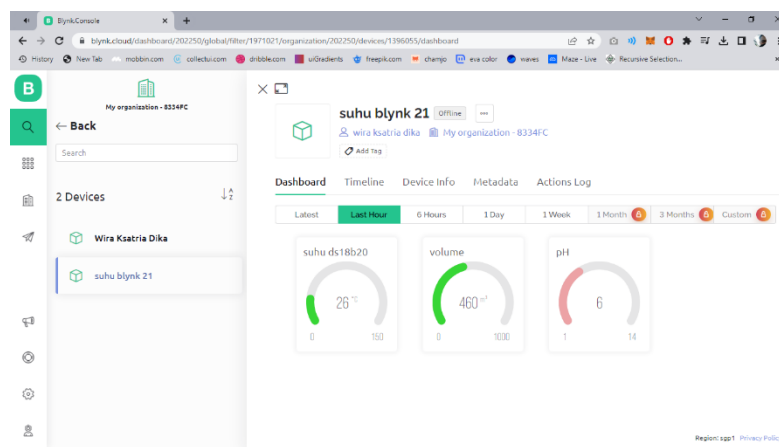
```

Gambar 4.2 Tampilan Arduino IDE

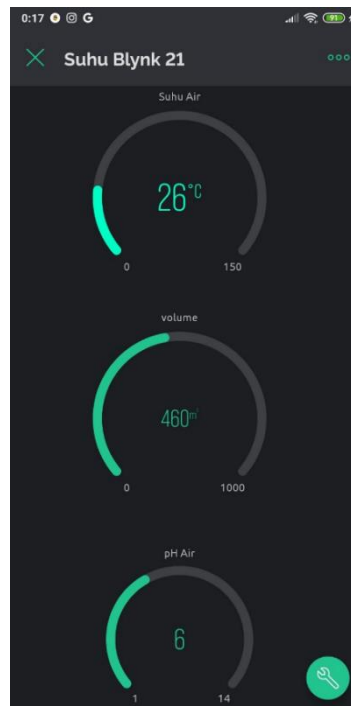
Pada tahap pengkodean, penulis menggunakan *library* dari setiap komponen yang digunakan, penulis menggunakan *board* Generic ESP8266 Module dan *port* 9 pada Arduino IDE agar dapat melakukan *upload* ke NodeMCU ESP8266 setelah selesai mengkode program.

#### 4.1.2. Hasil Setting Web dan Aplikasi Blynk.

NodeMCU dikoneksikan pada aplikasi blynk untuk dapat melihat hasil dari pembacaan alat agar dapat melakukan monitoring kualitas air pada tanaman hidroponik. Web dan aplikasi blynk akan menampilkan hasil pembacaan pH, suhu, dan volume ketinggian air, yang telah dilakukan pengkodean agar alat dapat terhubung dan mengirim data ke Blynk. Berikut ini tampilan dari web dan aplikasi Blynk.



Gambar 4.3 Tampilan Web Blynk

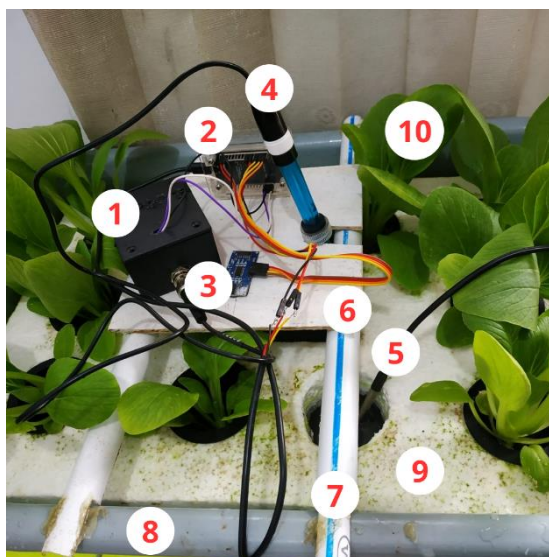


Gambar 4.4 Tampilan Aplikasi Blynk

Pada aplikasi dan web *Blynk*, tampilan pembacaan hasil sensor pH ditampilkan dalam *output* bernilai 1-14, dimana jika lebih dari 7 disebut bersifat basa, namun jika kurang dari 7 disebut bersifat asam. Sensor suhu ditampilkan dalam satuan *celcius*, dan sensor ultrasonik ditampilkan dengan satuan cm. Penulis juga mengatur *event* pada *Blynk* untuk menambahkan notifikasi pada setiap data yang dikeluarkan oleh sensor. Sensor ultrasonik akan diberi notifikasi jika air melebihi batas bak penampung, sensor suhu diberi notifikasi apabila suhu diatas 28°C, dan sensor pH diberi notifikasi jika pH lebih dari 6,5.

#### 4.1.3 Implementasi Sistem.

Pengimplementasian sistem merupakan gambaran dari hasil perancangan alat yang sudah jadi dan diterapkan untuk memonitoring kualitas air pada tanaman hidroponik.



Gambar 4.5 Implementasi alat pada tanaman

Pada gambar diatas, alat sudah diimplementasikan pada tanaman hidroponik yang mana pada indeks nomor (1) adalah modul sensor pH, (2) NodeMCU Esp8266, (3) Sensor Ultrasonik, (4) Sensor pH, (5) Sensor Suhu, (6) Papan penyangga alat, (7) Pipa penyangga alat, (8) Box tempat tanaman, (9) *Styrofoam* untuk tanaman, (10) Tanaman Pakcoy. Sistem

diimplementasikan pada box hidroponik berisi 10 tanaman pakcoy, sebagai sampel untuk mendapatkan data dari hasil pembacaan setiap sensor. Pengimplementasian sistem dilakukan dengan menghubungkan NodeMCU dengan daya untuk menghidupkannya, lalu sensor suhu dan pH dimasukkan kedalam air untuk mengukur tingkat suhu dan pH pada air, sementara sensor ultrasonik diletakkan pada papan penyangga untuk mengetahui ketinggian air pada *box* tanaman yang selanjutnya hasil pembacaan dari semua sensor yang digunakan akan dikirimkan ke aplikasi blynk untuk ditampilkan.

## 4.2. Pengujian Sistem.

### 4.2.1. Pengujian Kalibrasi.

#### a. Pengujian Kalibrasi Sensor Ultrasonik.

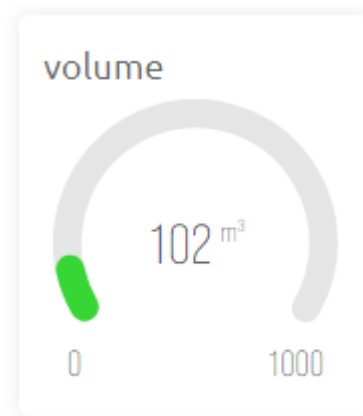
Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan menggunakan penggaris. Pengujian ini juga untuk mengecek notifikasi yang sebelumnya telah diatur untuk dikirimkan ke aplikasi *blynk*.

Tabel 4.1 Kalibrasi Sensor Ultrasonik

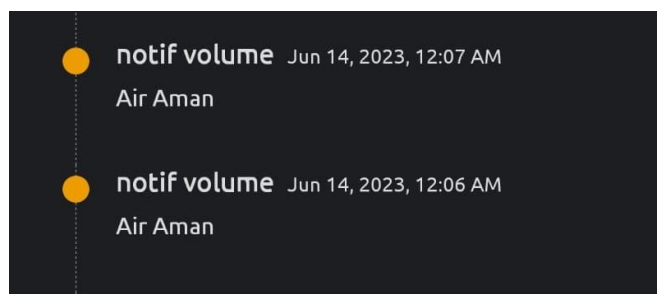
No.	Jarak Sensor HC-SR04	Jarak Pengukuran Manual (Penggaris)	Nilai Pengukuran Sensor HC-SR04	Nilai Pengukuran Manual (Penggaris)	Error (Manual – Sensor)	Error % (Error / Manual x 100%)
1	7,3cm	7,5cm	102,36cm <sup>3</sup>	108,13cm <sup>3</sup>	5,77	5,33%
2	7,3cm	7,5cm	102,10cm <sup>3</sup>	108,13cm <sup>3</sup>	6,03	5,57%
3	7,3cm	7,5cm	102,36cm <sup>3</sup>	108,13cm <sup>3</sup>	5,77	5,33%
4	7,3cm	7,5cm	102,10cm <sup>3</sup>	108,13cm <sup>3</sup>	6,03	5,57%
5	7,3cm	7,5cm	102,10cm <sup>3</sup>	108,13cm <sup>3</sup>	6,03	5,57%
Total error %						27,37%
Rata-rata error%						5,4%



Gambar 4.6 Kalibrasi Sensor Ultrasonik



Gambar 4.7 Hasil Sensor Ultrasonik Pada Blynk



Gambar 4.8 Notifikasi Volume Pada Blynk

*Error* pada pengukuran terjadi dikarenakan ketidakseragaman permukaan air. Permukaan air dapat berubah-ubah dan tidak selalu stabil. Jika permukaan air terombang-ambing atau bergerak, maka nilai pembacaan dari sensor ultrasonik bisa menjadi tidak konsisten.

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali, dengan membandingkan pembacaan sensor dengan alat manual penggaris, dimana sensor mengukur jarak ketinggian air setinggi 7,3 cm, sementara penggaris mengukur setinggi 7,5 cm. Pada tabel diatas, sensor akan membaca volume air pada bak penampung, untuk memperoleh besaran volume pada bak penampung, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Volume} = P \times L \times T \text{ (4.1).}$$

Dimana panjang bak 46 cm, lebar 36 cm, dan tinggi 15 cm. Sehingga didapatkan besaran volume air yang dibaca oleh sensor telah ditampilkan pada tabel 4.1 diatas. Sementara untuk pengukuran manual menggunakan rumus yang sama.

Untuk memperoleh besaran error dan tingkat akurasi sensor ultrasonik, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Rata-rata error (4.2).}$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - 5,4\% = 94,6 \%$$

Jadi akurasi yang didapatkan oleh sensor ultrasonik adalah sebesar 94,6%.

#### b. Pengujian Kalibrasi Sensor pH.

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor pH dengan menggunakan alat pabrikan pH meter. Pengujian ini juga untuk mengecek notifikasi yang sebelumnya telah diatur untuk dikirimkan ke aplikasi *blynk*.

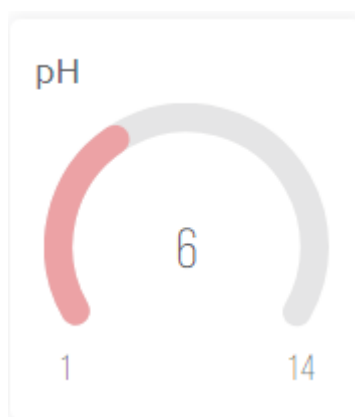
Tabel 4.2 Hasil Kalibrasi Sensor pH

No.	Nilai Pengukuran Sensor pH	Nilai Pengukuran Manual	Error (Manual – Sensor)	Error%(Error / Manual x 100%)
1	6,83	7	0,61	1,02%
2	6,66	7	0,78	1,05%
3	6,71	7	0,73	1,04%
4	6,90	7	0,54	1,01%
5	6,80	7	0,64	1,02%
Total error %				5,14%
Rata-rata error %				1,02%

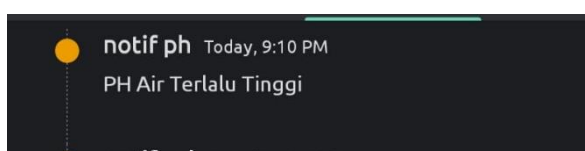


Gambar 4.9 Kalibrasi Sensor pH





Gambar 4.10 Hasil Sensor pH Pada Blynk



Gambar 4.11 Notifikasi pH pada Blynk

*Error* pada proses pembacaan oleh sensor dan juga alat manual terjadi dikarenakan kualitas air, termasuk tingkat *ion* atau kandungan garam yang tinggi, sehingga mempengaruhi pembacaan dari pH dari kedua alat. Air yang mengandung zat-zat tertentu dapat memberikan perbedaan nilai pH pada sensor dan juga pada alat manual pH meter. Faktor lain yang menyebabkan adanya *error* dalam pembacaan nilai pH adalah gangguan elektromagnetik dari peralatan elektronik lain yang ada disekitar sensor. Hal ini dapat menyebabkan nilai pH yang terbaca menjadi tidak tepat.

Proses kalibrasi sensor pH dilakukan sebanyak 5 kali, dimana sensor pH akan dimasukkan kedalam larutan pH 7, serta membandingkan dengan alat ukur manual pH meter pada larutan yang sama. Data dari hasil perbandingan tersebut sudah ditampilkan pada tabel 4.2 diatas. Untuk memperoleh besaran error dan tingkat akurasi sensor pH, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Akurasi = 100% - Rata-rata error **(4.3)**.

Akurasi = 100% - 1,02% = 98,98 %

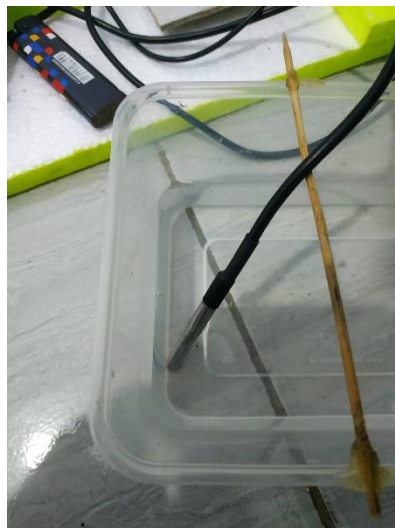
Jadi akurasi yang didapatkan oleh sensor pH adalah sebesar 98,98%.

c. Pengujian Kalibrasi Sensor Suhu.

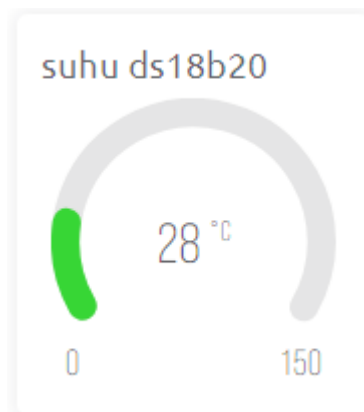
Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor suhu dengan menggunakan alat pabrikan termometer. Pengujian ini juga untuk mengecek notifikasi yang sebelumnya telah diatur untuk dikirimkan ke aplikasi *blynk*.

Tabel 4.3 Hasil Kalibrasi Sensor Suhu

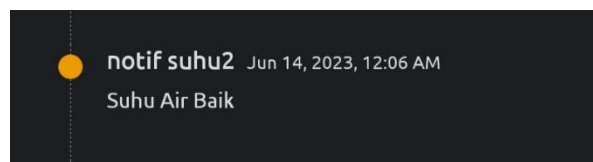
No.	Nilai Pengukuran Sensor ds18b20	Nilai Pengukuran Manual	Error(Manual-Sensor)	Error% (Error / Manual x 100%)
1	28,13	28	0,13	0,46%
2	28,13	28	0,13	0,46%
3	28,13	28	0,13	0,46%
4	28,13	28	0,13	0,46%
5	28,13	28	0,13	0,46%
Total error %				2,3%
Rata-rata error %				0,46%



Gambar 4.12 Kalibrasi Sensor Suhu



Gambar 4.13 Hasil Sensor Suhu pada Blynk



Gambar 4.14 Notifikasi Suhu pada Blynk

*Error* pada proses pengkalibrasian dapat terjadi dikarenakan waktu respon dari sensor dan alat manual yang memiliki waktu respon berbeda dalam merespon perubahan suhu. Jika perubahan suhu terjadi dengan cepat, perbedaan waktu respon ini bisa mempengaruhi hasil pembacaan.

Proses kalibrasi sensor suhu dilakukan sebanyak 5 kali, dimana sensor suhu akan mengukur suhu air yang dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan termometer. Data dari hasil perbandingan tersebut sudah ditampilkan pada tabel 4.3 diatas. Untuk memperoleh besaran error dan tingkat akurasi sensor suhu, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Akurasi = 100% - Rata-rata error **(4.4)**.

Akurasi = 100% - 0,46% = 99,54 %.

Jadi akurasi yang didapatkan oleh sensor suhu adalah sebesar 99,54%.

#### 4.2.2. Pengujian *Functionality*.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap komponen alat dapat berfungsi, jika semua aspek *functionality* setiap komponen telah sesuai dengan perintah yang diberikan, maka alat dapat dinyatakan berfungsi. Data dari hasil pengujian *functionality* ditampilkan dalam bentuk tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil Uji Functionality

No.	Pernyataan	Fungsi	Keterangan
1.	Fungsi sensor pH dapat membaca data keasaman air dengan baik.	<b>Berfungsi</b>	Sensor membaca nilai pH pada air.
2.	Fungsi sensor DS18B20 dapat membaca data suhu dengan baik.	<b>Berfungsi</b>	Sensor membaca nilai suhu pada air.
3.	Fungsi sensor HC-SR04 dapat membaca data dengan baik.	<b>Berfungsi</b>	Sensor membaca volume ketinggian air.
4.	Fungsi NodeMCU ESP8266 dalam merekam data sensor dapat ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE.	<b>Berfungsi</b>	NodeMCU dapat menampilkan data pada serial monitor Arduino IDE.
5.	Fungsi dari aplikasi <i>Blynk</i> dapat menampilkan data dari sensor yang digunakan secara <i>real time</i> .	<b>Berfungsi</b>	<i>Blynk</i> dapat menampilkan data dari sensor.
6.	Fungsi jaringan hotspot/wifi untuk melakukan koneksi dapat digunakan.	<b>Berfungsi</b>	Jaringan WiFi dapat terkoneksi pada NodeMCU.

### 4.2.3. Pengujian Ketahanan Alat

Uji ketahanan alat yang dilakukan pada setiap komponen sensor yang telah dirancang sebanyak 10 kali. Data hasil pengujian ketahanan ditampilkan ke dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Uji Ketahanan Sensor Ultrasonik

Percobaan	Kondisi	Keterangan
1	Baik	Alat bekerja dengan baik
2	Baik	Alat bekerja dengan baik
3	Baik	Alat bekerja dengan baik
4	Baik	Alat bekerja dengan baik
5	Error	Alat tidak membaca volume ketinggian air
6	Baik	Alat bekerja dengan baik
7	Baik	Alat bekerja dengan baik
8	Baik	Alat bekerja dengan baik
9	Baik	Alat bekerja dengan baik
10	Baik	Alat bekerja dengan baik

Pada uji ketahanan sensor ultrasonik dilakukan sebanyak 10 kali, dimana terdapat 1 kali error pada percobaan ke 5, dimana sensor ultrasonik tidak membaca volume ketinggian air. Untuk mendapatkan hasil yang stabil, sensor perlu waktu untuk membaca volume ketinggian air selama 3-5 menit. Uji ketahanan sensor ultrasonik menggunakan media air, dimana sensor diletakkan pada sisi atas, untuk mengetahui volume ketinggian air.

Tabel 4.6 Uji Ketahanan Sensor pH

Percobaan	Kondisi	Keterangan
1	Baik	Alat bekerja dengan baik
2	Baik	Alat bekerja dengan baik
3	Baik	Alat bekerja dengan baik
4	Baik	Alat bekerja dengan baik
5	Baik	Alat bekerja dengan baik

6	Baik	Alat bekerja dengan baik
7	Baik	Alat bekerja dengan baik
8	Baik	Alat bekerja dengan baik
9	Baik	Alat bekerja dengan baik
10	Baik	Alat bekerja dengan baik

Pada uji ketahanan sensor pH dilakukan sebanyak 10 kali, dimana tidak terdapat selama pengujian berlangsung, sensor dapat membaca kadar pH pada air dengan baik. Sensor pH membutuhkan waktu 2-3 menit untuk mendapatkan hasil pembacaan yang stabil. Uji ketahanan sensor pH menggunakan media air yang telah diberi larutan pH 7, dimana sensor dimasukkan pada larutan air, untuk mengetahui tingkat pH pada air.

Tabel 4.7 Uji Ketahanan Sensor Suhu

Percobaan	Kondisi	Keterangan
1	Baik	Alat bekerja dengan baik
2	Baik	Alat bekerja dengan baik
3	Error	Alat tidak membaca suhu
4	Baik	Alat bekerja dengan baik
5	Baik	Alat bekerja dengan baik
6	Baik	Alat bekerja dengan baik
7	Baik	Alat bekerja dengan baik
8	Baik	Alat bekerja dengan baik
9	Error	Alat tidak membaca suhu
10	Baik	Alat bekerja dengan baik

Pada uji ketahanan sensor suhu dilakukan sebanyak 10 kali, dimana terdapat 2 kali error selama pengujian berlangsung, error terjadi karena sensor tidak dapat membaca suhu pada air. Sensor suhu membutuhkan waktu 2-3 menit untuk mendapatkan hasil pembacaan yang stabil. Uji ketahanan sensor suhu menggunakan media air, dimana sensor dimasukkan pada air, untuk mengetahui tingkat suhu pada air.

### 4.3. Analisis Hasil.

Analisis hasil akhir dilakukan setelah sistem diterapkan pada tanaman hidroponik selama 20 hari, adapun hasil selama 20 hari alat diterapkan, ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.8 Hasil Penerapan Alat

Hari Ke-	Berjalan Baik	Tidak Berjalan Baik	Keterangan
1	√	-	Alat bekerja dengan baik
2	√	-	Alat bekerja dengan baik
3	√	-	Alat bekerja dengan baik
4	-	√	Alat mengalami <i>error</i> (koneksi <i>WiFi</i> terputus)
5	√	-	Alat bekerja dengan baik
6	√	-	Alat bekerja dengan baik
7	√	-	Alat bekerja dengan baik
8	√	-	Alat bekerja dengan baik
9	√	-	Alat bekerja dengan baik
10	√	-	Alat bekerja dengan baik
11	√	-	Alat bekerja dengan baik
12	√	-	Alat bekerja dengan baik
13	√	-	Alat bekerja dengan baik
14	√	-	Alat bekerja dengan baik
15	√	-	Alat bekerja dengan baik
16	√	-	Alat bekerja dengan baik
17	√	-	Alat bekerja dengan baik
18	√	-	Alat bekerja dengan baik
19	√	-	Alat bekerja dengan baik
20	√	-	Alat bekerja dengan baik

Selama 20 hari penerapan, alat mengalami satu kali error pada hari ke-4, disebabkan karena alat tidak terkoneksi dengan *WiFi*, pada hari ke-4 terjadi pemadaman listrik, yang mengakibatkan sumber *WiFi* terputus dan koneksi antara alat dan blynk terputus, sehingga hasil pembacaan sensor tidak terbaca pada

aplikasi *blynk* dan notifikasinya juga tidak muncul. Dapat disimpulkan dari data penerapan alat diatas, bahwa penulis dapat menentukan keberhasilan dan *error* dari alat dengan menggunakan perhitungan di bawah ini :

$$\% \text{ keberhasilan} = a/b \times 100\% \text{ (4.5).}$$

$$\% \text{ error} = a/b \times 100\% \text{ (4.6).}$$

Keterangan :

a : jumlah pengujian yang berhasil / error

b : jumlah gabungan seluruh pengujian alat

Maka, didapatkan hasil :

$$\% \text{ keberhasilan} = 19 / 20 \times 100\% = 90\%$$

$$\% \text{ error} = 1/20 \times 100\% = 10\%$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh tingkat keberhasilan 90% dan tingkat error 10%.

Setelah dilakukan penerapan, penulis menyimpulkan bahwa alat monitoring kualitas air hidroponik ini dapat berjalan dengan baik, dengan tingkat keberhasilan alat sebesar 90 % dan error 10%. Ketiga sensor dapat mendeteksi pH, volume ketinggian, dan suhu air dengan akurasi sensor pH 98,98%, sensor suhu 98,5%, dan sensor ultrasonik 94,6%. Web dan aplikasi Blynk yang digunakan untuk menampilkan hasil dari pembacaan sensor dapat berjalan dengan baik dan secara rinci.

Dari hasil monitoring tanaman yang dilakukan oleh penulis, ditemukan beberapa perbedaan antara tanaman yang di monitoring dan yang tidak di monitoring. Pada penelitian ini, penulis menggunakan media tanaman berupa pakcoy sebagai tanaman yang dimonitoring kadar pH. Suhu, dan volume ketinggian airnya.

Tanaman yang di monitoring dan yang tidak di monitoring memiliki perbedaan hasil yang signifikan. Perbedaan yang dihasilkan oleh tanaman tersebut adalah perbedaan bentuk daun, warna daun, ukuran tumbuhan, dan jumlah akar.



Tanaman yang di monitoring memiliki bentuk daun yang lebar, warna daun hijau, ukuran tanaman normal, dan akar yang banyak. Sementara tanaman yang tidak di monitoring memiliki bentuk daun yang kecil, warna daun kuning dan layu, ukuran tanaman kerdil, dan akar yang sedikit.

Tanaman yang di monitoring dijaga kestabilan kadar pH di antara 5.5 - 6.5, suhu 18°C – 29°C, yang bertujuan agar tanaman dapat menyerap nutrisi dari air secara maksimal, dan menghindari kurangnya penyerapan nutrisi oleh tanaman hidroponik, yang menyebabkan tumbuhnya jamur sehingga akar membusuk, dan hasil tanaman kurang maksimal.



Gambar 4.5 Hasil Tanaman (A) yang dimonitoring, (B) tidak di monitoring