BAB IV
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

1.1 Pengujian

Sebelum membahas analisa ada beberapa tahap pengujian yang akan dibahas pada bab ini. Tahap-tahap yang dibahas yaitu pengujian perangkat keras seperti pengujian pada sensor-sensor dan pengujian pada aktuator dan juga pengujian pada perangkat lunak.

1.1.1 Pengujian Sensor pH

Hal pertama yang harus dilakukan sebelum melakukan pengukuran tingkat pH pada media akuakultur penulis melakukan pengujian sensor pH dengan cara mengukur parameter asam, basa dan netral dengan cara mengambil sampel air akuarium yang kemudian diukur menggunakan sensor pH analog. Setiap nilai keluaran pada sensor pH analog akan dibandingkan dengan pH meter digital ATC dengan nilai keakurasian ±0,1 pH. Cara pengukuran nilai pH pada sampel air akuarium dapat dilihat pada Gambar IV.1



Gambar I.1 Pengujian Pengukuran Nilai pH Air

Ketika sensor pH analog dimasukkan pada sampel air akuarium maka mikrokontroler akan memproses data yang didapatkan dari sensor pH analog dengan mengubah nilai ADC (*Analog to Digital Converting*) menjadi nilai tegangan dan nilai pH. Dimana hasil pengukurannya dapat dilihat pada Tabel IV.1.

Tabel I.1 Hasil Pengujian Sensor pH analog dan pH Digital ATC

No	Pembacaan Sensor pH		Suhu air
	pH analog	pH Digital ATC	
1	6.74	6.7	27.25º C
2	6.74	6.7	27.25º C
3	6.74	6.7	27.25º C
4	6.74	6.9	27.25º C
5	6.77	6.8	27.25º C
6	6.77	6.8	27.25º C
7	6.77	6.8	27.25º C
8	6.77	6.8	27.25º C
9	6.74	6.9	27.25º C
10	6.74	6.9	27.25º C

Hasil pengujian pada Tabel IV.1 menjelaskan bahwa selisih pengukuran antara sensor pH analog dengan sensor pH meter digital adalah sebesar ± 0.1 pH pada suhu 27.25ºC.

1.1.2 Pengujian Sensor TDS

Sensor TDS berguna untuk mengukur kadar garam yang terkandung pada air sehingga dapat diketahui nilai TDS yang terlarut pada air dalam satuan PPM (*part per millions)*, dimana nilai PPM ini akan sangat berpengaruh pada kehidupan ikan dan tanaman. Pengujian sensor TDS dilakukan dengan cara meletakkan sensor TDS pada sampel air akuarium yang kemudian diukur nilai tegangan keluarannya untuk dikonversi kedalam satuan PPM menggunakan persamaan II.12, yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan sensor TDS-3 yang memiliki rentang pengukuran 0-9990 PPM dengan tingkat keakurasian ±2%



Gambar I.2 Pengujian Sensor TDS/*Conductivity*

Ketika sensor TDS dimasukkan pada sampel air akuarium, sensor TDS akan mengirimkan sinyal analog ke mikrokontroler yang kemudian dikonversi menjadi nilai tegangan dan nilai PPM. Hasil pengukuran nilai TDS dapat diamati pada Tabel IV.2.

Tabel I.2 Hasil Pengujian Sensor TDS/*Conductivity*

No	**Sensor TDS**			**Sensor TDS-3**
	ADC	**Tegangan**	**PPM**	**PPM**
1	309	1.510 Volt	1510.26	1488
2	309	1.510 Volt	1510.26	1488
3	309	1.510 Volt	1510.26	1488
4	309	1.510 Volt	1510.26	1495
5	309	1.510 Volt	1510.26	1495
6	309	1.510 Volt	1510.26	1495
7	309	1.510 Volt	1510.26	1495
8	309	1.510 Volt	1510.26	1495
9	309	1.510 Volt	1510.26	1495
10	309	1.510 Volt	1510.26	1495

Tabel IV.2 menjelaskan bahwa nilai keluaran dari sensor TDS/*Conductivity* adalah berupa sinyal analog yang dikonversi ke sinyal digital yang menghasilkan nilai keluaran 309 pada tabel, kemudian angka 309 ini diolah menggunakan persamaan II.12 sehingga hasil keluaran akhir yang didapat adalah berupa nilai dalam satuan PPM, dimana nilai PPM ini dapat dilihat pada kolom sensor TDS (PPM). Pada kolom Sensor TDS-3 pada tabel didapat hasil

pengukuran rata-rata adalah sebesar 1492.9 PPM, dengan demikian dapat diketahui selisih pengukuran antara sensor TDS yang dirancang dengan sensor TDS-3 adalah sebesar 17.36 PPM

1.1.3 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan tidak lain hanya untuk mengukur tingkat suhu pada air dalam Celcius, dimana suhu air sangat mempengaruhi nilai pengukuran sensor TDS dan sensor pH sehingga sangat penting melakukan pengujian sensor DS18B20. Pada Tabel berikut dipaparkan hasil pengukuran yang didapatkan pada pengujian sensor DS18B20. Cara pengujian sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air dapat diamati pada Gambar IV.4.



Gambar I.3 Pengujian Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu digital sehingga sangat mudah untuk melakukan pengujiannya. Hasil pengujian sensor DS18B20 pada sampel air akuarium dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel I.3 Hasil Pengujian Sensor DS18B20 dan Thermometer Analog

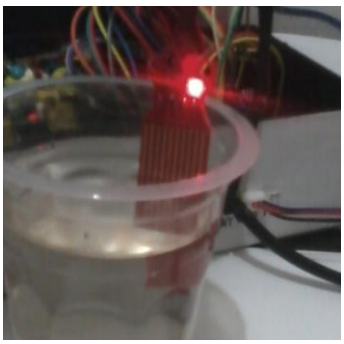
No	Sensor suhu DS18B20	Thermometer analog
1	24.59 ºC	24 ºC
2	24.62 ºC	24 ºC
3	24.62 ºC	24 ºC
4	24.62 ºC	24 ºC
5	24.62 ºC	24 ºC
6	24.62 ºC	24 ºC
7	24.62 ºC	24 ºC

8	24.62 ºC	24 ºC
9	24.62 ºC	24 ºC
10	24.62 ºC	24 ºC

Hasil pengujian pada Tabel IV.3 menunjukkan pengukuran pada sampel air akuarium dengan selisih pengukuran sebesar 0.62 ºC, hal ini disebabkan karena penulis sulit untuk menentukan angka yang tepat pada thermometer analog sehingga penulis hanya mengambil angka didepan koma.

1.1.4 Pengujian Sensor Ketinggian Air

Pengujian ini hanya melakukan pengukuran nilai tegangan keluaran yang bersifat analog yang kemudian dikonversi ke digital. Cara pengujian sensor ini dilakukan dengan meletakan sensor ketinggian air secara tegak lurus pada permukaan air, sehingga setiap bagian sensor yang terendam air akan menghasilkan nilai tegangan keluaran yang berbeda-beda dan kemudian nilai-nilai tegangan tersebut diubah kedalam satuan cm (*centimeter*).



Gambar I.4 Pengujian Sensor Ketinggian Air

Sensor ketinggian air ini memiliki nilai keluaran yang bersifat analog sehingga harus dikonversi menjadi digital yang kemudian hasil keluaran digital akan dikonversi lagi kedalam bentuk desimal. Sensor ini memiliki ukuran panjang 4 cm sehingga mudah untuk menentukan setiap perubahan nilai tegangan keluaran kedalam satuan cm (*Centimeter*).

Tabel I.4 Hasil Pengujian Sensor Ketinggian Air

No	ADC	*Voltage* (V)	Tinggi (cm)
1	715	3.49	2.49
2	710	3.47	2.47
3	706	3.45	2.45
4	703	3.44	2.44
5	700	3.42	2.42
6	697	3.41	2.41
7	696	3.40	2.40
8	696	3.40	2.40
9	694	3.39	2.39
10	694	3.39	2.39

Ketinggian air diukur berdasarkan sinyal analog dari keluaran sensor ketinggian air yang dikonversi menjadi sinyal digital. Dengan demikian, sinyal digital tersebut diolah lagi menjadi keluaran dalam bentuk satuan *Volt*, karena tegangan referensi yang digunakan pada sensor ini adalah sebesar 5*Volt* dan total tinggi sensor jika tercelup air adalah 4 cm, maka untuk mengubah kedalam satuan *Centimeter* (cm) hanya perlu mengurangi setiap tegangan keluaran yang dihasilkan dengan 1. Sebagai contoh, pada tabel baris pertama dihasilkan tegangan 3.49 V, maka 3.49 dikurangi 1 adalah sama dengan 2.49 cm.

1.1.5 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Sensor DHT11 dapat melakukan pengukuran suhu ruangan pada rentang 0 - 50 ºC dengan tingkat keakurasian ±1 ºC yang memiliki waktu respon 6 – 30 detik. Demikian juga dengan pengukuran kelembaban yang memiliki akurasi ±5%RH dengan waktu respon 6 – 15 detik dan rentang pengukuran 30 - 90%RH pada suhu 0 ºC, 20 - 90%RH pada suhu 25 ºC, dan 20 - 80%RH pada suhu 50 ºC.



Gambar I.5 Pengujian Sensor DHT11

Pada sensor DHT11 terdapat sebuah thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe resistif dan sebuah mikrokontroler 8-bit yang mengolah data sensor tersebut dan mengirimkan hasilnya melalui pin Data ke pin mikrokontroler arduino. Pengujian sensor ini hanya untuk melakukan pengukuran terhadap suhu dan kelembaban ruangan.

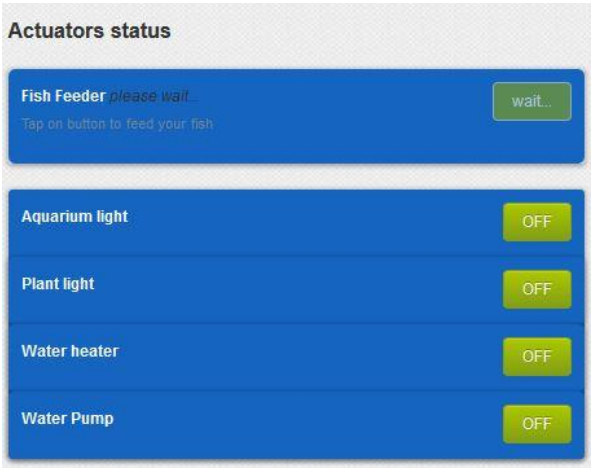
Tabel I.5 Hasil Pengujian Sensor DHT11

No	**Suhu (ºC)**	**Kelembaban**
1	30	45 %RH
2	30	45 %RH
3	30	45 %RH
4	30	45 %RH
5	30	45 %RH
6	30	45 %RH
7	30	45 %RH
8	30	45 %RH
9	30	45 %RH
10	30	45 %RH

Hasil pengujian pada Tabel IV.5 hanya untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembaban ruangan dimana sistem akuaponik ditempatkan.

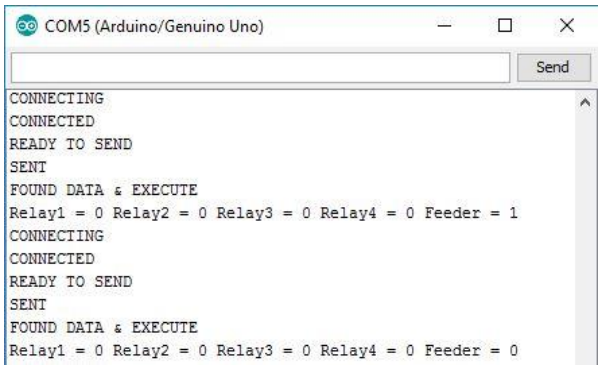
1.1.6 Pengujian Terhadap Kendali Pemberi Pakan Ikan

Pada bab perancangan telah dijelaskan bahwa aktuator pemberi pakan ikan dirancang secara khusus agar petani akuaponik dapat menyesuaikan pemberian pakan ikan dengan kebutuhan ikan yang dipelihara. Pada pengujian yang dilakukan hanya menggunakan sudut 20 derajat dari pendorong motor servo. Cara pengujian pemberi pakan ikan dapat dilihat pada Gambar IV.5



Gambar I.5 Pengujian Aktuator Pemberi Pakan Ikan

Pada Gambar IV.5 merupakan tampilan menu kendali yang terdapat pada website dan dapat dilihat bahwa ketika tombol pada menu *Fish Feeder* diklik maka sistem akan menampilkan pesan untuk menunggu proses selama 5 detik. Saat proses pada sistem website berhasil diambil oleh mikrokontroler maka mikrokontroler akan mengaktifkan pin9 yang merupakan pin kendali untuk aktuator *Fish Feeder*.



Gambar I.6 Status Aktuator Pemberi Pakan Ikan

Pada Gambar IV.6 adalah hasil pemrosesan mikrokontroler untuk mengaktifkan kendali aktuator *Fish Feeder*. Dimana pada Gambar IV.6 dapat dilihat bahwa status *Feeder = 1* yang berarti kondisi pin9 dalam keadaan aktif, setelah proses pemberian pakan ikan berhasil maka mikrokontroler akan otomatis menonaktifkan pin 9 atau *Feeder = 0*.

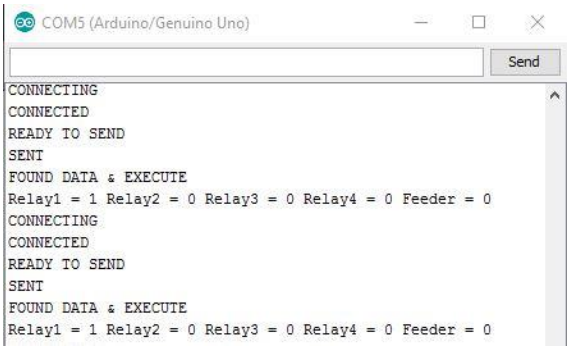
1.1.7 Pengujian Terhadap Kendali Lampu 1

Aktuator lampu 1 merupakan lampu untuk pencahaayan pada akuarium (*Aquarium light*). Dimana pengujian ini dilakukan dengan cara menekan tombol ON atau OFF pada antarmuka perangkat lunak web melalui jaringan internet yang kemudian dieksekusi oleh ESP8266 dan diolah oleh mikrokontroler untuk mematikan atau menghidupkan relay pin IN1 dimana aktuator lampu 1 terhubung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar IV.7



Gambar I.7 Pengujian Kendali Lampu 1

Pada Gambar IV.7 menunjukkan bahwa kondisi *Aquarium light* (lampu 1) dalam keadaan aktif atau *ON*.

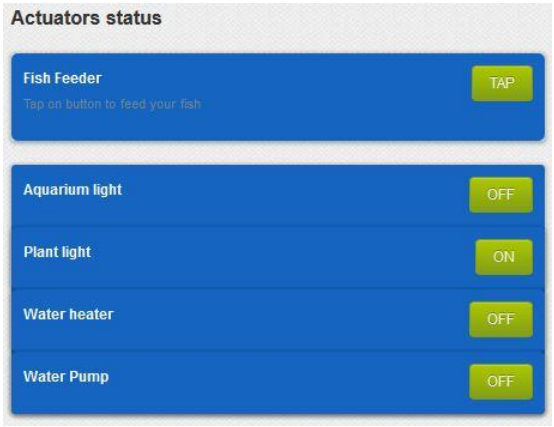


Gambar I.8 Status Kendali Lampu 1

Pada saat mikrokontroler berhasil terkoneksi ke jaringan internet dan juga berhasil mengeksekusi data dari web server maka status kendali lampu 1 dapat dilihat pada Gambar IV.8 dimana pin relay IN1 aktif (*Relay1 = 1)* dan mikrokontroler akan terus menahan kondisi pin relay IN1 dalam keadaan aktif hingga tombol *Aquarium light* pada perangkat lunak web dimatikan atau *OFF*.

1.1.8 Pengujian Terhadap Kendali Lampu 2

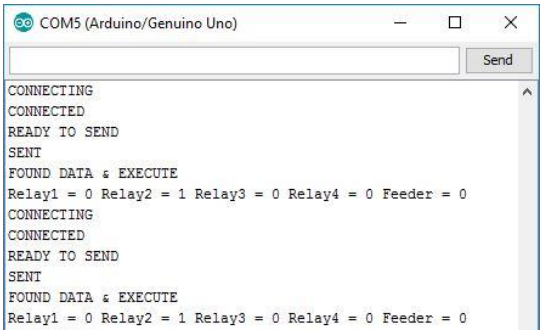
Aktuator lampu 2 (*Plant light*) merupakan lampu untuk pencahaayan pada tanaman hidroponik. Dimana pengujian ini dilakukan sama seperti pengujian pada aktuator Lampu 1. Namun, pengujian ini dilakukan untuk mematikan atau menghidupkan relay pin IN2 dimana aktuator lampu 2 terhubung.



Gambar I.9 Pengujian Kendali Lampu 2

Pada Gambar IV.9 menunjukkan kondisi Lampu 2 (*Plant light*) dalam keadaan *ON* atau aktif maka mikrokontroler akan mengaktifkan pin relay IN2.

Dibawah ini merupakan gambar yang menunjukkan bahwa mikrokontroler berhasil mengaktifkan pin relay IN2.

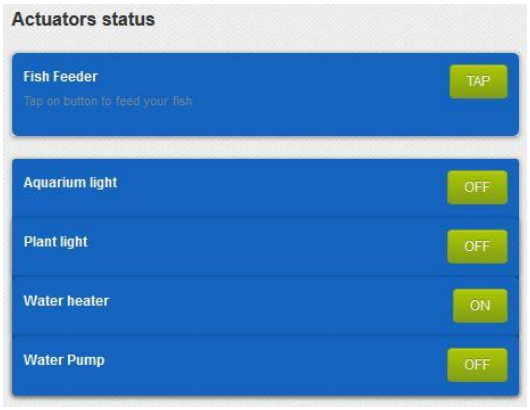


Gambar I.10 Status Kendali Lampu 2

Pada saat mikrokontroler berhasil terkoneksi ke jaringan internet dan juga berhasil mengeksekusi data dari web server maka status kendali lampu 2 dapat dilihat pada Gambar IV.10 dimana pin relay IN2 aktif (*Relay2 = 1)* dan mikrokontroler akan terus menahan kondisi pin relay IN2 dalam keadaan aktif hingga tombol *Plant light* pada perangkat lunak web dimatikan atau dalam kondisi *OFF*.

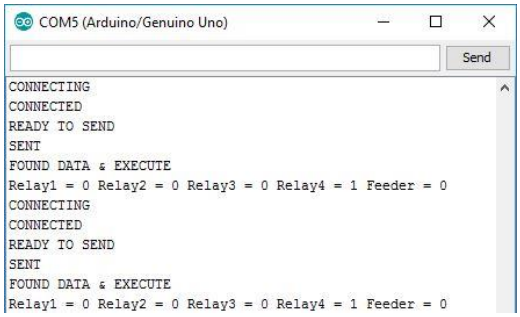
1.1.9 Pengujian Terhadap Kendali Pemanas Air

Aktuator pemanas air ini merupakan aktuator yang berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu pada air akuarium. Pengujian pada aktuator pemanas air ini dilakukan dengan cara mematikan atau menghidupkan relay pin IN4 dimana aktuator pemanas air terhubung.



Gambar I.11 Pengujian Kendali Pemanas air

Pengujian terhadap kendali pemanas air dari perangkat lunak web dapat dilakukan jika kondisi suhu air akuarium berada pada suhu dibawah 28ºC. Pada Gambar IV.11 menunjukkan bahwa pada saat pengujian ini kondisi suhu berada dibawah 28ºC sehingga kendali terhadap aktuator pemanas air (*Water heater*) dapat dilakukan.

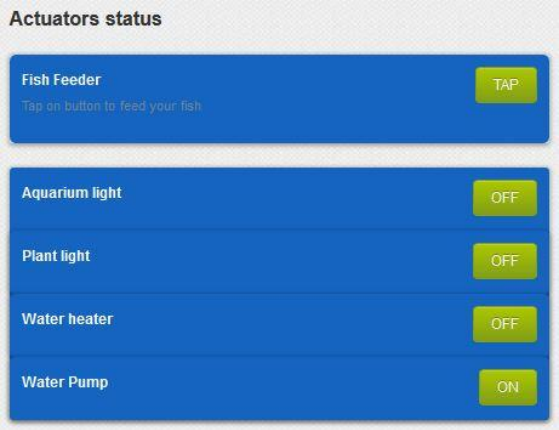


Gambar I.12 Status Kendali Pemanas Air

Pada Gambar IV.12 dapat dilihat bahwa mikrokontroler berhasil mengeksekusi data dari web server dimana pada gambar tersebut menunjukkan kondisi pin relay IN4 dalam keadaan aktif (Relay4 = 1). Namun, pada kendali pemanas air (*water heater*) ini dibatasi dengan keadaan suhu air akuarium, ketika kondisi Relay4 = 1 dan kondisi suhu air akuarium lebih besar sama dengan 30ºC maka, mikrokontroler akan otomatis menonaktifkan pin relay IN4 atau kondisi pin relay IN4 sama dengan *OFF*.

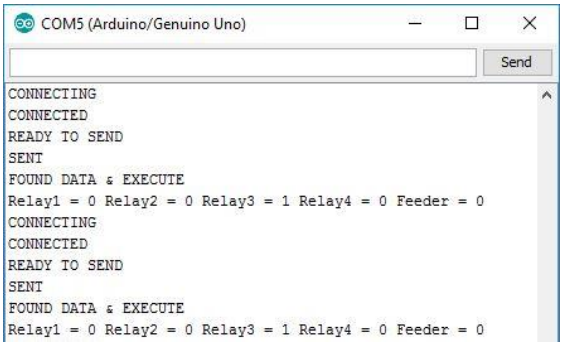
1.1.10 Pengujian Terhadap Kendali Pompa Air 2

Pengujian pada aktuator pompa air 2 (*Water pump*) juga dilakukan sama seperti pengujian pada aktuator sebelumnya. Namun, pengujian ini dilakukan untuk mematikan atau menghidupkan relay pin IN3 dimana aktuator pompa air 2 terhubung. Cara pengujian dapat dilihat pada Gambar IV.13 dibawah ini.



Gambar I.13 Pengujian Kendali Pompa Air 2

Pada kendali Pompa air 2 (*Water pump*) hanya dapat dilakukan jika kondisi ketinggian air lebih kecil sama dengan 12cm. Pada Gambar IV.13 dapat dilihat bahwa kondisi *water heater* (Pompa air 2) dalam kondisi aktif, hal ini menunjukkan pada saat pengujian kondisi ketinggian air berada di ketinggian dibawah 12cm.



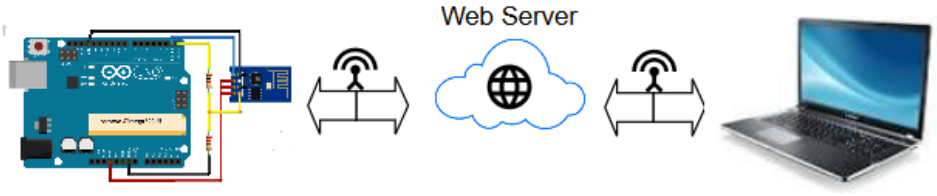
Gambar I.14 Status Kendali Pompa air 2

Pada Gambar IV.14 terlihat kondisi Relay3 = 1, hal ini menunjukkan bahwa kondisi pin relay IN3 dalam kondisi aktif atau *ON*.

1.1.11 Pengujian Modul *Wifi* ESP8266 dan Perangkat Lunak Web

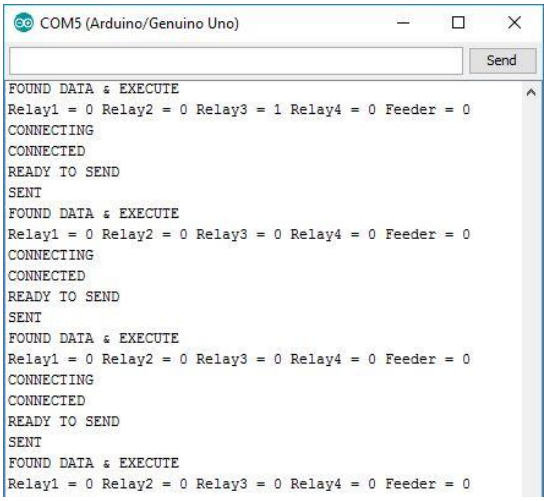
Pengujian pada tahap ini adalah untuk menguji sistem monitoring dan kontrol dengan antarmuka perangkat lunak web. Dimana, modul Wifi ESP8266 berfungsi sebagai media yang mengirimkan data sensor dari sistem akuaponik ke antarmuka perangkat lunak web yang kemudian mengambil data atau status aktuator dari web server melalui jaringan internet untuk diolah oleh

mikrokontroler arduino UNO. Gambar IV.7 memperlihatkan skema pengujian yang dilakukan.

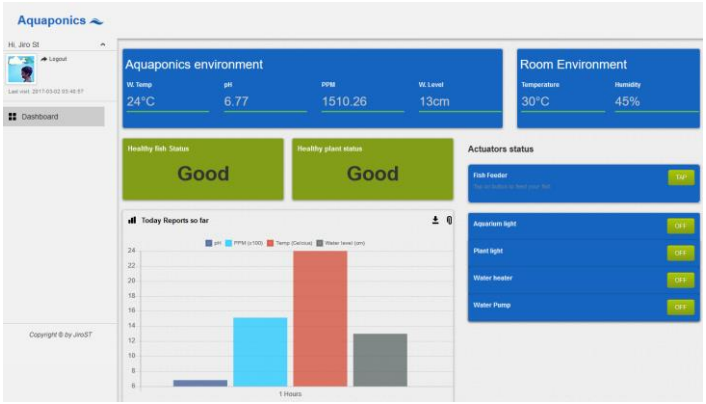


Gambar I.15 Skema Pengujian Modul *Wifi* dan Perangkat Lunak Web

Pengujian dilakukan dengan memasukan beberapa perintah AT *Command* pada modul *wifi* ESP8266 melalui mikrokontroler arduino UNO agar modul wifi dapat berkomunikasi dengan web server secara *online*.



Gambar I.16 Perintah pada ESP8266



Gambar I.17 Antarmuka Perangkat Lunak Web

1.2 Analisa

Dari hasil pengujian yang didapatkan pada pembahasan sebelumnya, maka hasil-hasil pengujian tersebut dapat dianalisa sebagai berikut:

1.2.1 Keadaan Budidaya Ikan (Akuakultur)

Dari hasil pengujian pada Tabel IV.1 dan Tabel IV.3 maka dapat dianalisa bahwa kondisi pada saat pengujian menunjukkan bahwa keadaan air akuarium berada pada target yang dibutuhkan untuk membudidayakan ikan hias *guppies* dan *neon tetra*. Dimana, pada umumnya ikan hias *guppies* dan *neon tetra* dapat hidup dan beradaptasi pada suhu 20ºC hingga 26ºC dengan tingkat pH yang beragam dari pH 5.5-7.0.

1.2.2 Keadaan Budidaya Tanaman (Hidroponik)

Hidroponik merupakan teknik penanaman tanaman tanpa media tanah. Dalam hal ini, penulis menggunakan media hidroton sebagai tempat tumbuh tanaman dan memanfaatkan air dari budidaya ikan hias sebagai sumber nutrisinya.

Jenis tanaman hidroponik yang digunakan adalah jenis tanaman sayuran buah yaitu Cabai Rawit. Dimana tanaman cabe ini dapat tumbuh pada lingkungan yang memiliki tingkat pH 5.8-6.5 dan kebutuhan nutrisi 1260-1540 PPM. Rata-rata hasil pengukuran pada Tabel IV.1 kolom pH analog adalah sebsesar 6.75 pH yang menunjukkan bahwa tingkat pH yang diukur melebihi batas kebutuhan pH tanaman cabe, sehingga diperlukan perlakuan secara manual untuk menurunkan nilai pH pada air tersebut. Dari hasil pengujian Tabel IV.2 didapat rata-rata hasil pengujian adalah sebesar 1510.26 PPM yang menunjukkan bahwa nilai tersebut berada pada batas PPM yang dibutuhkan oleh tanaman.

1.2.3 Antarmuka Perangkat Lunak Web

Antarmuka perangkat lunak web dirancang agar dapat berinteraksi dengan mikrokontroler dan juga *end user*. Dalam hal ini, antarmuka perangkat lunak web berhasil menampilkan data-data sensor dan tombol kontroler untuk mengendalikan mikrokontroler dengan menggunakan modul WiFi ESP8266 sebagai media *transmitter* dan *receiver* melalui jaringan internet.

Tampilan antarmuka perangkat lunak web dapat dilihat pada gambar IV.17 dan antarmuka web ini juga dapat dimuat menggunakan *smartphone* sehingga pengendalian dan monitoring sistem akuaponik dapat dilakukan dengan mudah oleh pengguna.