

## **BAB III**

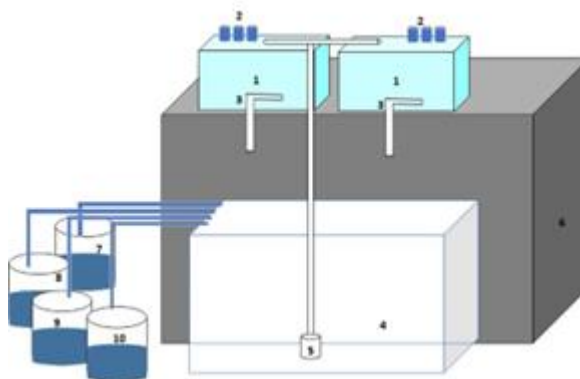
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Alur Penelitian**

Tahapan penelitian dalam penelitian ini dibuat dalam bentuk diagram alir (*flowchart*). Tahap pertama yaitu melakukan pembelajaran terhadap referensi-referensi dari jurnal penelitian, baik jurnal penelitian nasional maupun internasional, serta buku dan artikel juga digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini. Tahap kedua adalah melakukan desain arsitektur sistem mulai dari membuat perancangan desain alat sampai menentukan parameter. Tahap ketiga adalah merancang *hardware* alat, perancangan terbagi menjadiperancangan *box* alat, perancangan sistem penggerak pompa air, perancangan mikrokontroler serta peletakkan komponen-komponen yang digunakan. Tahap keempat adalah pengujian *hardware* meliputi pengujian serial dan logika Fuzzy, apakah sensor terbaca dengan baik pada mikrokontroler, kemudain pengujian kendali terhadap pH dan TDS, apakah alat yang dirancang berfungsi mengendalikan setiap faktor dan parameter yang sudah ditentukan, apabila terjadi kesalahan maka akan kembali ketahap 3 yaitu perancangan *hardware* sampai *hardware* dapat berfungsi dengan baik. Tahap kelima adalah perancangan perangkat lunak yang disesuaikan dengan kebutuhan. Perangkat lunak yang digunakan antara lain Arduino IDE untuk pemrograman ESP32 dan MIT App Inventor2 untuk membuat dan mengatur tampilan antarmuka pemantauan pada android. Tahap keenam adalah pengujian *software* agar sistem dapat berjalan dengan baik. Jika pengujian *software* ini gagal, maka dilakukan perbaikan pada rancangan *software*. Tahap ketujuh adalah pengambilan data yang dilakukan untuk menganalisa sistem yang sudah dibuat. Pengambilan data meliputi nilai pH dan TDS sesuai parameter yang telah ditentukan serta kinerja sistem kendali yang diterapkan pada alat. Tahap kedelapan adalah penulisan laporan hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan.

### 3.2 Perancangan Model Akuaponik

Pembuatan sistem akuaponik diawali dengan perancangan *hardware* akuaponik. Model akuaponik yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rancangan Sistem Akuaponik

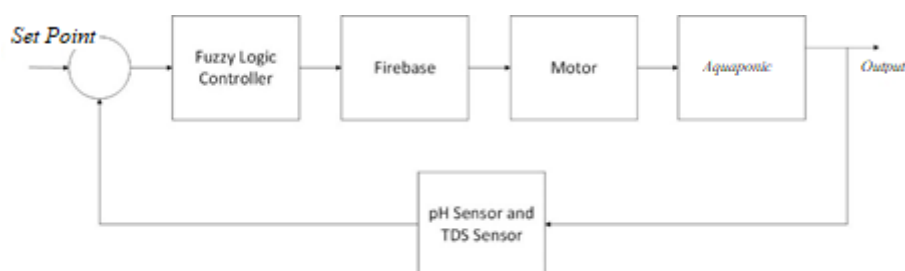
Pada gambar 3.1 perancangan model akuaponik pada penelitian ini dimulai dengan pembuatan media ikan dan tumbuhan, selanjutnya pembuatan *box panel* untuk sensor. Media ikan yang digunakan adalah akuarium dan untuk tanaman adalah wadah. Penelitian ini menggunakan akuarium dengan ukuran 65 cm x 35 cm x 40 cm (panjang, lebar dan tinggi) yang diisi dengan 15 L air tawar dan diisi ikan mas sebanyak 4 ekor. Dilanjutkan dengan pembuatan wadah pH *up*, pH *down*, TDS *up* dan TDS *down* untuk mengimbangi nilai pH dan TDS pada akuarium yang digunakan. Wadah tanaman yang digunakan sebagai media tanaman berukuran 40 cm x 20 cm (panjang dan tinggi) dan terdapat 10 netpot untuk tanaman pakcoy, untuk ukuran meja akuaponik ini yaitu 100 cm x 50 cm x 100 cm (panjang, lebar dan tinggi).

### 3.3 Perancangan Software

Pada penelitian sistem kendali pH dan TDS ini perancangan *software* yang dirancang meliputi perancangan program metode logika Fuzzy menggunakan MATLAB dan perancangan mikrokontroler yang menggunakan *software* Arduino IDE dengan mikrokontroler yang digunakan adalah ESP 32.

### 3.3.1 Perancangan Metode Logika Fuzzy

Perancangan metode logika Fuzzy pada penelitian sistem kendali pH dan TDS ini menggunakan *software* Matlab. Perancangan logika Fuzzy ini dimulai dari tahapan merancang fungsi keanggotaan (*member function*) berdasarkan masukan dan keluaran, kemudian merancang basis aturan (*rule base*) yang digunakan sebagai tindakan keluaran dari Fuzzy dan terakhir fungsi defuzzifikasi. Hasil dari perancangan sistem logika Fuzzy ini diimplementasikan dalam bahasa C ke mikrokontroler yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



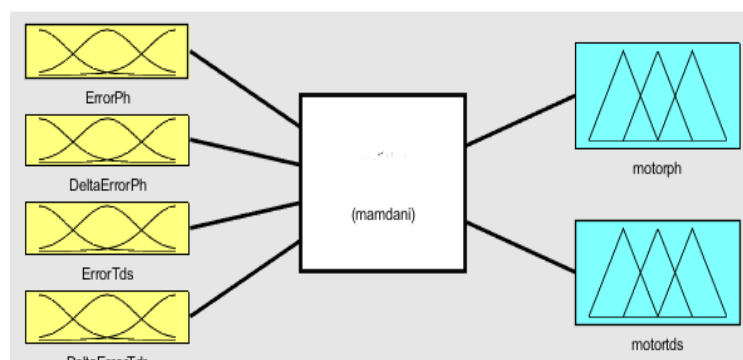
Gambar 3.2 Blok Perancangan

Pada gambar 3.2 Perancangan metode logika Fuzzy ini terdapat 3 tahapan logika Fuzzy yaitu:

fuzzifikasi, *Fuzzy logic control* dan defuzzifikasi.

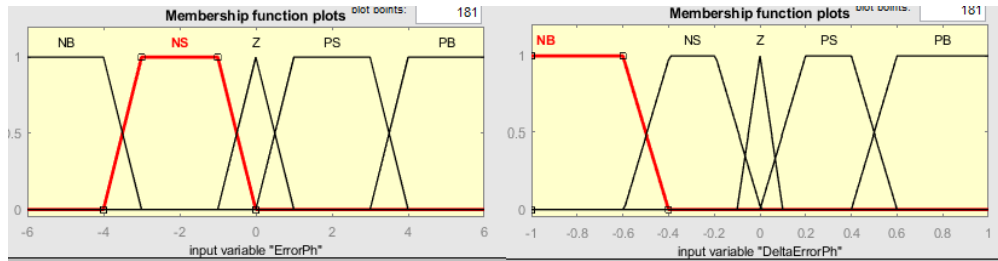
#### 1. Fuzzifikasi

Tahapan fuzzifikasi terdiri dari empat *input* dan dua *output*. Nilai *input* untuk FIS berupa *error* pH, *deltaerror* pH, *error* TDS dan *deltaerror* TDS. Metode logika Fuzzy yang digunakan yaitu metode mamdani dan menghasilkan *output* yaitu motorpH dan motorTDS yang terdiri dari 4 pompa air.



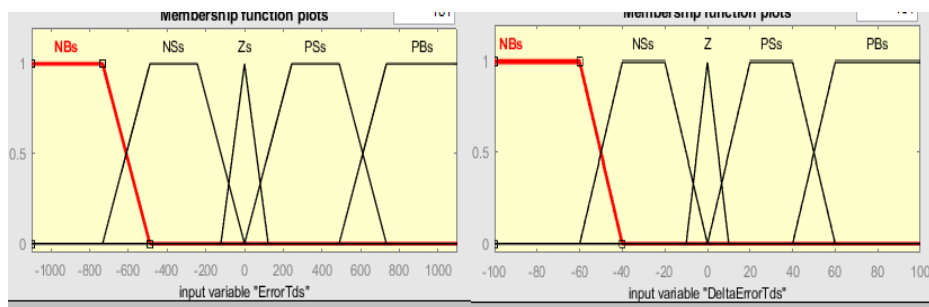
Gambar 3.3 Figure FIS pH Dan TDS

Pada gambar 3.3 merupakan figure FIS pada matlab untuk sistem *Input* pH menggunakan nilai *error* dan *deltaerror* dan *range* untuk nilai *error* pH dimulai -6 sampai 6 dan untuk *range deltaerror* pH dimulai dari -1 s.d. 1. Keanggotaan Fuzzy untuk *error* pH dan *deltaerror* pH terbagi menjadi lima. Keanggotaan *error* pH dan *deltaerror* pH yaitu NB, NS, Z, PS dan PB.



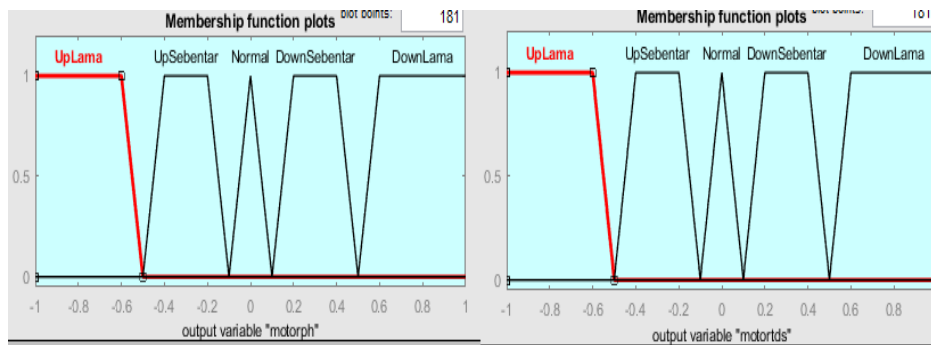
Gambar 3.4 Keanggotaan *Error* pH Dan *Deltaerror* pH

Gambar 3.4 merupakan gambar keanggotaan Fuzzy dari *error* pH dan *deltaerror* pH. *Input* TDS menggunakan nilai *error* dan *deltaerror* dan *range* untuk nilai *error* TDS dimulai -1100 s.d. -1100 dan untuk *range deltaerror* TDS dimulai dari -100 s.d. 100. Keanggotaan Fuzzy untuk *error* TDS dan *deltaerror* TDS terbagi menjadi lima. Keanggotaan *error* TDS dan *deltaerror* TDS yaitu NBs, NSs, Zs, PSs dan PBs.



Gambar 3.5 Keanggotaan *Error* pH Dan *Deltaerror* pH

Gambar 3.5 merupakan gambar keanggotaan Fuzzy dari *error* TDS dan *deltaerror* TDS. Berdasarkan Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 diatas yang merupakan *input* dari sistem Fuzzy sehingga menentukan *output* yang berupa pompa air.



Gambar 3.6 Keanggotaan *Output* MotorpH Dan MotorTDS

Gambar 3.6 menunjukkan *output* Fuzzy motorpH dan motorTDS. Keanggotaan *output* masing-masing terdiri dari *up* lama, *up* sebentar, *normal*, *down* sebentar dan *down* lama.

## 2. Fuzzy Logic Control

Logika Fuzzy pada sistem kendali ini bekerja dengan logika 0 dan 1 atau sama dengan *control on* dan *off*. *Control* menggunakan logika Fuzzy terbentuk dengan sebuah *rules IF-THEN*. Sistem Fuzzy ini menggunakan 50 *rules* untuk menentukan perlakuan yang harus dilakukan pada *actuator*.

## 3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses terakhir dalam suatu sistem logika Fuzzy. Defuzzifikasi berfungsi mengubah setiap hasil dari *inference engine* yang diekspresikan dalam bentuk Fuzzy *set* ke suatu bilangan *real*. Metode yang digunakan dalam defuzzifikasi adalah metode *centroid* yang merupakan metode yang mengambil nilai akhir berdasarkan nilai tengahnya.

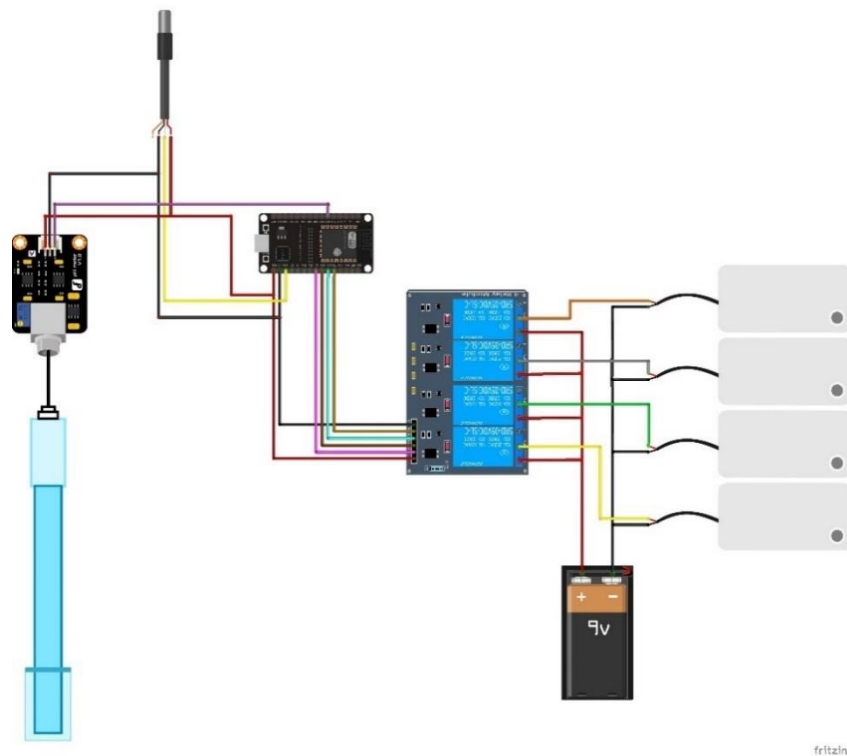
### 3.3.2 Perancangan Program Mikrokontroler

Perancangan program mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini menggunakan aplikasi *software* Arduino IDE dengan menggunakan bahasa C. Metode logika Fuzzy yang sudah dirancang sebelumnya menggunakan *software* MATLAB diubah menjadi bahasa C. Pembacaan nilai yang kurang sesuai dengan nilai *setpoint* akan dikendalikan untuk mencapai nilai *setpoint*. Pompa air akan mengalirkan nutrisi pada air untuk mencapai nilai *setpoint* yaitu untuk pH 6,5 dan

untuk TDS 1100 PPM dan mempertahankan nilai *setpoint* nilai nutrisi pada akuaponik.

### 3.4 Perancangan *Hardware*

Penelitian ini melakukan perancangan *hardware* yang dimaksudkan merancang sensor-sensor yang dipakai seperti *sensor* TDS dan *sensor* pH, relay dan *mikrokontroler* ESP 32. Perancangan *hardware* ini berguna untuk mempermudah dalam penelitian sehingga *actuator* berupa pompa dapat bekerja sesuai dengan pengendalian yang sudah dirancang dalam perancangan *program* sebelumnya.



Gambar 3.7 Perancangan *Hardware*

Gambar 3.7 merupakan rancangan *hardware* untuk sistem yang akan dibuat. Sistem kendali pH dan TDS pada akuaponik ini menggunakan metode logika Fuzzy sebagai sistem pengendaliannya dengan cara kerja sebagai berikut. Jika nilai pH pada akuarium melebihi nilai *setpoint* maka pompa pH *down* menyala dan menyalurkan nutrisi untuk menurunkan nilai pH ke akuarium, sebaliknya jika nilai pH pada akuarium kurang dari nilai *setpoint* maka pompa pH *up* akan

menyala dan menyalurkan nutrisi untuk menaikkan nilai pH ke akuarium. Nilai *setpoint* yang digunakan untuk menentukan besaran pH yaitu 6,5. Selanjutnya jika nilai TDS pada akuarium melebihi nilai *setpoint* maka pompa TDS *down* menyala dan menyalurkan nutrisi untuk menurunkan nilai TDS ke akuarium, sebaliknya jika nilai TDS pada akuarium kurang dari nilai *setpoint* maka pompa TDS *up* akan menyala dan menyalurkan nutrisi untuk menaikkan nilai TDS ke akuarium. Nilai *setpoint* yang digunakan untuk menentukan besaran TDS yaitu 1100 PPM.

Sistem kendali pH dan TDS ini memiliki beberapa prinsip kerja untuk dapat menjalankan sistem kendali yang baik yaitu ssebagai berikut:

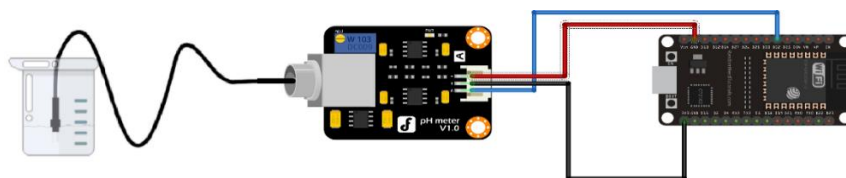
1. Sensor pH yang digunakan yaitu pH meter SKU SEN0161 yang digunakan untuk mengukur nilai pH yang terkandung pada air. Nilai akurasi sensor pH yang digunakan pada penelitian ini adalah  $\pm 0.1\text{pH}$  (25 °C).
2. Sensor TDS yang digunakan yaitu TDS meter untuk mengukur nilai TDS yang terkandung pada air. Nilai akurasi sensor ini adalah  $\pm 10\%$  F.S. (25 °C).
3. Pada penelitian ini menggunakan relay sebagai saklar untuk *actuator* yaitu *water pump* yang dikendalikan melali logika Fuzzy sesuai dengan kondisi nya masing-masing. Relay yang digunakan yaitu relay dengan 4 *channel* dengan tegangan yaitu 5 V.
4. *Power supply* atau catu daya yang digunakan berfungsi untuk memberikan tegangan pada *actuator*. *Water pump* membutuhkan tegangan DC 12 V. Masing masing *actuator* akan diputus tegangan nya dari *power supply* melalui relay yang dihubungkan pada masing-masing *actuator*.
5. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini menggunakan ESP 32. Mikrokontroler diberikan program logika Fuzzy untuk mengendalikan nilai pH dan TDS kemudian meyimpan data yang telah diambil dari sensor pH dan sensor TDS. ESP 32 memiliki fitur *wifi*, yang nantinya data akan ditampilkan pada aplikasi android.
6. *Actuator* yang digunakan pada penilitan ini yaitu *water pump* dengan tegangan DC 12 V. Tegangan yang dibutuhkan *actuator* diberikan oleh *power supply* yang mendapatkan perintah dari relay.

### 3.4.1 Perancangan Sistem Mikrokontroler

Perancangan sistem mikrokontroler dirancang guna mengetahui hubungan antara mikrokontroler dengan komponen yang digunakan baik *input* maupun *output*.

### 3.4.2 Rangkaian Sensor TDS

Sensor TDS yang digunakan untuk membaca nilai TDS pada air adalah sensor TDS *meter analog* yang memiliki pengkondisian sinyal yang terhubung dengan mikrokontroler. Sensor TDS ini dapat membaca nilai TDS dengan rentang dari 0 sampai 14.



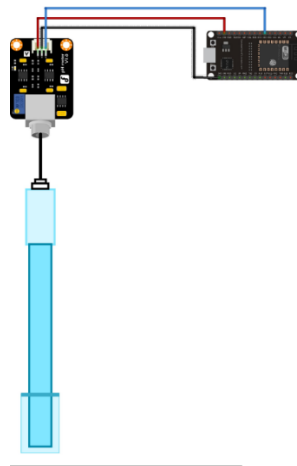
Gambar 3.8 Perancangan Sensor TDS

Gambar 3.8 merupakan rancangan pada sensor tds meter. Sensor ini memiliki 3 *port pin* yaitu *pin vcc* terhubung dengan sumber tegangan 3,3 V pada mikrokontroler, *pin gnd* terhubung dengan *groud* pada mikrokontroler, dan *pin sinyal analog* terhubung dengan *pin D32* pada mikrokontroler.

### 3.4.3 Rangkaian Sensor pH

Sensor pH yang digunakan untuk membaca nilai pH pada air adalah sensor pH *meter analog* yang memiliki pengkondisian sinyal yang terhubung dengan mikrokontroler. Sensor pH ini dapat membaca nilai pH dengan rentang dari 0 sampai 14.



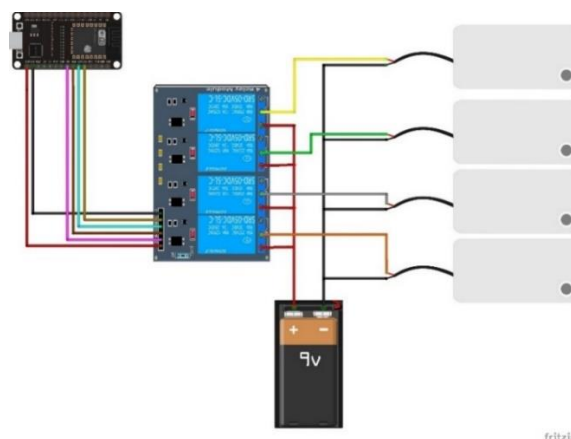


Gambar 3.9 Perancangan sensor pH

Gambar 3.9 merupakan perancangan sensor pH meter. Sensor ini memiliki 3 port pin yaitu pin vcc terhubung dengan sumber tegangan 3,3 V pada mikrokontroler, pin gnd terhubung dengan *groud* pada mikrokontroler, dan pin sinyal *analog* terhubung dengan pin D32 pada mikrokontroler.

#### 3.4.4 Rangkaian *Water Pump*

Pada penelitian ini menggunakan relay 4 channel yang berfungsi untuk *control water pump*. *Water pump* sendiri berfungsi untuk memberi nutrisi pada akuaponik. Gambar 3.11 adalah perancangan *water pump*.



Gambar 3.10 Perancangan *Water Pump*

Pada gambar 3.10 merupakan perancangan *water pump* yang akan dikontrol secara otomatis *on* atau *off* oleh *relay*. *Water pump* yang digunakan sejumlah 4 buah.

### 3.5 Perancangan Aplikasi

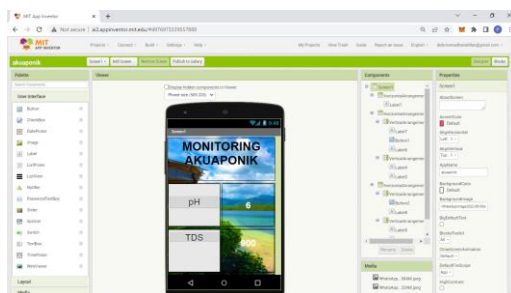
Data Sistem pemantauan atau *monitoring* pada penelitian ini disimpan pada *firebase*. *Monitoring* pada penelitian ini menggunakan aplikasi dari MIT app inventor 2 yang akan dipasang pada android. Sistem *monitoring* ini akan dilakukan secara *realtime*.

#### 3.5.1 Perancangan Database

Mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke internet akan mengirim data hasil dari metode logika Fuzzy ke *firebase database*. *Firestore database* akan menerima data berupa *input pH*, *error pH*, *deltaerror pH*, *actuator pH*, *input TDS*, *error TDS*, *deltaerror TDS* dan *actuator TDS*.

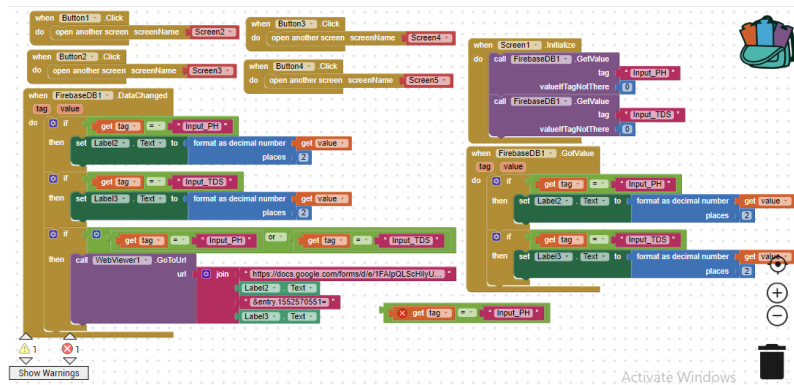
#### 3.5.2 Perancangan Tampilan Aplikasi Android

Sistem pemantauan pada penelitian ini menggunakan aplikasi android yang dibuat dengan menggunakan MIT App Inventor, pada halaman MIT App Inventor terdapat dua halaman utama, yaitu halaman *designer* dan halaman *block*. Halaman *designer* digunakan untuk mendesain tampilan aplikasi dengan berbagai komponen dan *layout* yang disediakan sesuai dengan keinginan. Sedangkan halaman *block* digunakan untuk memprogram jalannya aplikasi android sesuai dengan tujuan. Setelah program dijalankan maka akan menampilkan hasil perancangan aplikasi pemantauan yang didalamnya terdapat nilai pH dan TDS serta kondisi dari aktuator. Tampilan perancangan aplikasi pemantauan dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Tampilan *Home* Aplikasi

Pada gambar 3.11 merupakan tampilan *home* pada aplikasi yang dibuat, pada tampilan *home* terdapat nilai pH dan nilai TDS secara *real time* pada kondisi akuaponik. Selanjutnya yaitu membuat *block programming* pada halaman *block* untuk membuat program halaman awal dan perancangan antarmuka *monitoring* pada tiap-tiap halaman. Perancangan *block programming* aplikasi *monitoring* dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Tampilan *Block Programming*

Pada gambar 3.12 adalah tampilan beberapa *block programming* yang sudah dibuat pada aplikasi MIT App Inventor. Aplikasi MIT App Inventor terdapat beberapa fitur untuk membuat *block programming* untuk membantu pengguna.