



**SISTEM KONTROL OTOMATIS NUTRISI AIR HIDROPONIK DAN  
MONITORING SUHU, PH, NUTRISI, DAN VOLUME CADANGAN AIR  
NUTRISI MENGGUNAKAN WEB MONITORING PADA TANAMAN  
SELADA**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Habibullah**

**NIM. 151910201034**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**SISTEM KONTROL OTOMATIS NUTRISI AIR HIDROPONIK DAN  
MONITORING SUHU, PH, NUTRISI, DAN VOLUME CADANGAN AIR  
NUTRISI MENGGUNAKAN WEB MONITORING PADA TANAMAN  
SELADA**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk  
menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Habibullah**

**NIM. 151910201034**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

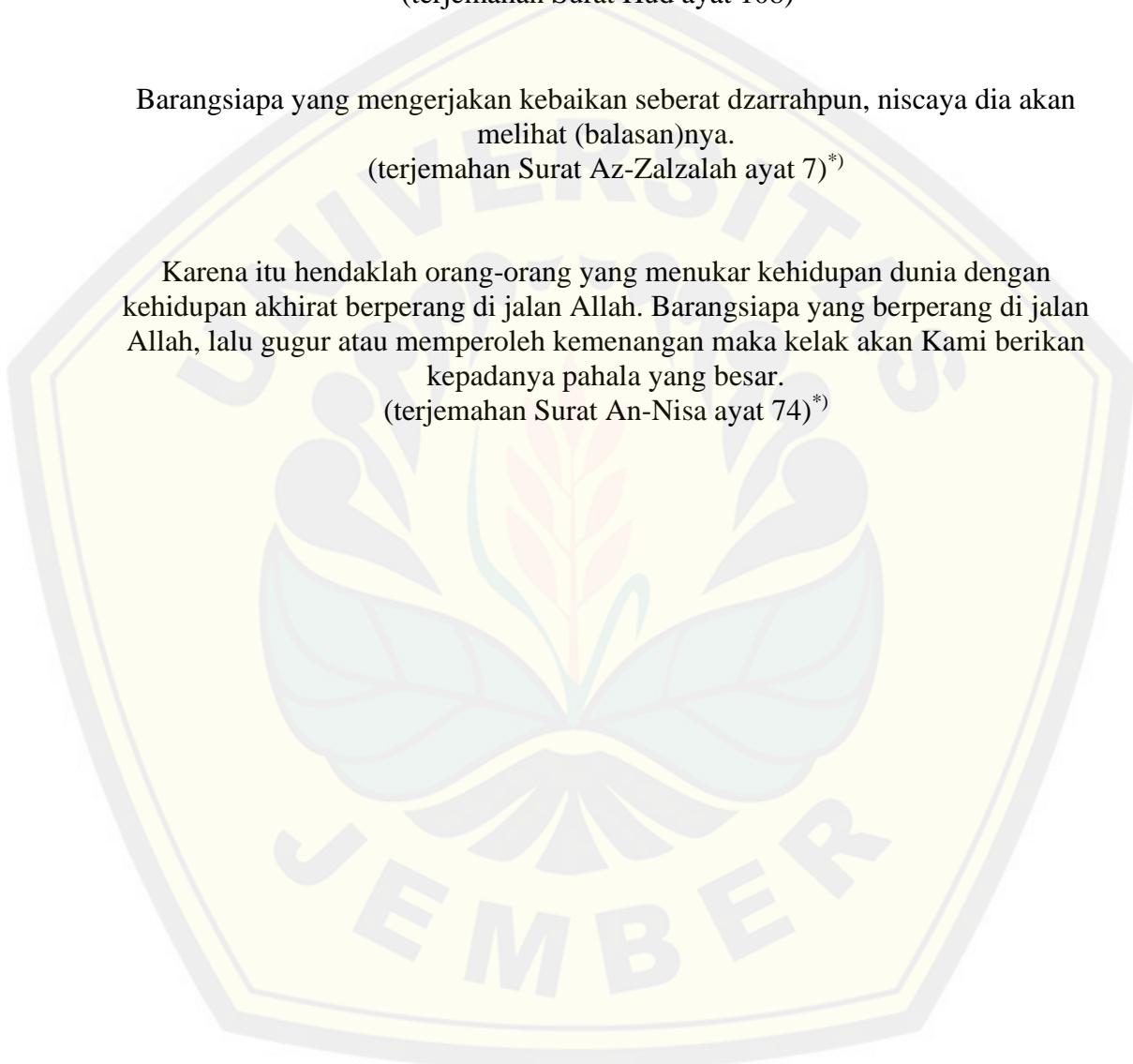
1. Bapak Nasiruddin, Almh. Ibu Haniseh, kakak Idris, S.I., kakak Misbah, adik Amiruddin, dan adik Sitti Wasilah, yang tercinta;
2. Bapak Sumardi, S.T., M.T. serta bapak Ali Rizal Chadir, S.T., M.T. yang telah sabar dalam membimbing saya untuk menyelesaikan skripsi dengan baik;
3. Para guru sejak Taman Kanak-kanak sampai Sekolah Menengah dan para dosen di Perguruan Tinggi;
4. Almamater tercinta, Fakultas Teknik Universitas Jember

## MOTO

Dan adapun orang-orang yang berbahagia, maka (tempatnya) di dalam surga;  
mereka kekal di dalamnya  
(terjemahan Surat Hud ayat 108)<sup>\*)</sup>

Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya dia akan  
melihat (balasan)nya.  
(terjemahan Surat Az-Zalzalah ayat 7)<sup>\*)</sup>

Karena itu hendaklah orang-orang yang menukar kehidupan dunia dengan  
kehidupan akhirat berperang di jalan Allah. Barangsiapa yang berperang di jalan  
Allah, lalu gugur atau memperoleh kemenangan maka kelak akan Kami berikan  
kepadanya pahala yang besar.  
(terjemahan Surat An-Nisa ayat 74)<sup>\*)</sup>



<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2007. *Syaamil Al-Qur'an Terjemah Per-Kata*. Bandung: CV Haekal Media Centre

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Habibullah

NIM : 151910201034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “SISTEM KONTROL OTOMATIS NUTRISI AIR HIDROPONIK DAN *MONITORING* SUHU, PH, NUTRISI, DAN VOLUME CADANGAN AIR NUTRISI MENGGUNAKAN *WEB MONITORING* PADA TANAMAN SELADA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 April 2020

Yang menyatakan,

Habibullah

NIM 151910201034

**SKRIPSI**

**SISTEM KONTROL OTOMATIS NUTRISI AIR HIDROPONIK DAN  
MONITORING SUHU, PH, NUTRISI, DAN VOLUME CADANGAN AIR  
NUTRISI MENGGUNAKAN WEB MONITORING PADA TANAMAN  
SELADA**

Oleh  
Habibullah  
NIM 151910201034

Pembimbing  
Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T., M.T.  
Dosen Pembimbing Anggota : Ali Rizal Chadir, S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “SISTEM KONTROL OTOMATIS NUTRISI AIR HIDROPONIK DAN *MONITORING* SUHU, PH, NUTRISI, DAN VOLUME CADANGAN AIR NUTRISI MENGGUNAKAN *WEB MONITORING* PADA TANAMAN SELADA” karya Habibullah telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Kamis, 23 April 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Sumardi, S.T.,M.T.

NIP 196701131998021001

Anggota I,

Ali Rizal Chadir, S.T., M.T

NIP 760015754

Anggota II,

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.

NIP 198405312008121004

Anggota III,

Wahyu Muldayani, S.T, M.T

NIP 760016799

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T.

NIP 197008261997021001

## RINGKASAN

**SISTEM KONTROL OTOMATIS NUTRISI AIR HIDROPONIK DAN MONITORING SUHU, PH, NUTRISI, DAN VOLUME CADANGAN AIR NUTRISI MENGGUNAKAN WEB MONITORING PADA TANAMAN SELADA;** Habibullah; 151910201034; 2020; 101 halaman; Fakultas Teknik Universitas Jember.

Hidroponik merupakan salah satu budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan media tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman, media hidroponik ini juga dapat mengatasi hama dan penyakit sehingga terbebas dari pestisida, budidaya hidroponik akan meningkatkan produksi tanaman selada serta dapat menambah minat konsumen tanaman selada karena terbebas dari pestisida.

Pada penelitian ini penulis membuat alat untuk mengontrol nutrisi air hidroponik secara otomatis untuk mempermudah para petani agar dapat menstabilkan nutrisi air tanpa harus merubahnya secara manual, sekaligus memonitor nilai suhu, pH, ppm (*part per million*), dan volume cadangan air nutrisi yang akan ditampilkan datanya melalui *Web Monitoring* untuk mempermudah para petani mengetahui kondisi tanaman tersebut secara *realtime* dengan jarak jauh.

Kontrol nutrisi pada penelitian ini menggunakan logika fuzzy dengan menggunakan metode sugeno yang akan mengontrol pompa air untuk mengurangi nutrisi air dan pompa nutrisi untuk menambahkan nilai nutrisi air. Dalam penelitian ini menggunakan dua fuzzy (fuzzy untuk pompa air dan fuzzy untuk pompa nutrisi) dengan inputan yang sama yaitu nilai ppm (*part per million*) yang didapat dari pembacaan sensor TDS dengan menghitung nilai error dan delta error. Error didapatkan dari setpoint (700 ppm) dikurangi nilai pembacaan sensor TDS dan delta error didapatkan dari error sekarang dikurangi error sebelumnya.

Monitoring pada penelitian ini menggunakan web monitoring dari web cayenne yang akan menampilkan hasil dari pembacaan-pembacaan sensor TDS,

sensor pH, sensor suhu DS18B20, sensor jarak HC-SR04 yang akan ditampilkan secara realtime sehingga akan menampilkan perubahan pembacaan sensor secara berkala, untuk menampilkan hasil monitoring ini dapat diakses dengan aplikasi pada smartphone ataupun pada web browser.

Dalam pengujian ini terdapat tiga kali tahap pengujian, pengujian pertama yaitu pengujian perubahan nutrisi air hidroponik menggunakan air sumur biasa yang nilai ppmnya rendah dan berubah hingga nilai ppm air sama dengan nilai setpoint. Pengujian yang kedua yaitu pengujian nutrisi air hidroponik menggunakan air dengan nilai nutrisi yang tinggi (lebih besar dari nilai setpoint) hingga nilai ppm air sama dengan nilai setpoint. Pengujian terakhir yaitu melihat perubahan nilai nutrisi pada web monitoring yang dibandingkan dengan pembacaan nutrisi pada tampilan lcd.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu alat berhasil mengatur kondisi nutrisi air hidroponik sesuai dengan setpoint baik dengan kondisi awal air ppm rendah maupun kondisi awal air ppm tinggi dan alat ini juga mampu mengirimkan perubahan pembacaan nilai nutrisi air secara realtime pada web monitoring yang dapat diakses melalui aplikasi pada smartphone ataupun web browser.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “SISTEM KONTROL OTOMATIS NUTRISI AIR HIDROPONIK DAN MONITORING SUHU, PH, NUTRISI, DAN VOLUME CADANGAN AIR NUTRISI MENGGUNAKAN WEB MONITORING PADA TANAMAN SELADA”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik (S1) dan gelar Sarjana Teknik.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas izin dan pertolongan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi untuk mencapai gelar sarjana;
2. Bapak Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Jember atas persetujuannya untuk menyelesaikan skripsi ini;
3. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Ali Rizal Chadir, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, perhatian, dan waktunya dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T. selaku Dosen Pengaji I dan Bapak Wahyu Muldayani, S.T., M.T. selaku Dosen Pengaji II yang telah memberi saran dan kritik dalam skripsi ini;
5. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan;
6. Bapak Nasiruddin dan Almh. Ibu Haniseh, yang telah memberi banyak dukungan dan doa. Semoga ini menjadi langkah awal untuk meraih kesuksesan di dunia dan akhirat;
7. Kakak Idris, S.I., kakak Misbah, adik Amiruddin, dan Adik Sitti Wasilah, yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, inspirasi, dan hiburan selama mengerjakan skripsi;

8. Keluarga besar Yayasan Ulil Albab Hidayatullah Pamekasan yang telah memberikan banyak motivasi, dan semangat untuk menjadi manusia yang selalu beriman dan bertaqwa kepada Allah S.W.T.
9. Keluarga besar Yayasan Adh-Dhuha Hidayatullah Jember yang memberikan motivasi, semangat, dan menemani penulis dalam perjuangan mengerjakan skripsi ini;
10. Partner yang memberikan bantuan, semangat, dan motivasi selama perkuliahan S1 Teknik dan penggerjaan skripsi ini;
11. Maghfirah Izzani Maulani, S.Farm., yang sangat berbaik hati memberikan bantuan, semangat, dan motivasi di akhir-akhir perkuliahan dan penggerjaan skripsi ini;
12. Keluarga besar Tim Sekawan Service (Shodiq, Affan, Luqman, Dicky, Sandi, Avip, Vial, Rizqi, Acink) yang memberikan motivasi dalam mengerjakan skripsi ini;
13. Teman-teman KKN 106 Sumberanom serta keluarga Sumberanom tercinta (Habibullah Dimas, Deny, Ila, Anesty, Pak Ramzi, Bu Ramzi, Adel, Meli) yang memberikan motivasi dalam mengerjakan skripsi ini;
14. Semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung berperan membantu menyelesaikan skripsi ini;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 29 April 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Hidroponik .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Logika Fuzzy.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 ESP32 .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Sensor Konduktivitas/ TDS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Sensor pH.....</b>	<b>11</b>
<b>2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....</b>	<b>13</b>
<b>2.7 Sensor Suhu DS18B20 .....</b>	<b>14</b>

<b>2.8 Relay</b> .....	15
<b>2.9 Nutrisi Hidroponik</b> .....	16
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1 Tempat Penelitian</b> .....	17
<b>3.2 Waktu Penelitian</b> .....	17
<b>3.3 Tahap Penelitian</b> .....	18
<b>3.4 Alat dan Bahan</b> .....	19
<b>3.4.1 Hardware</b> .....	19
<b>3.4.2 Software</b> .....	20
<b>3.5 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)</b> .....	20
<b>3.5.1 Design Arsitektur (Tata Letak)</b> .....	20
<b>3.5.2 Perancangan Elektronika</b> .....	21
<b>3.6 Perancangan perangkat Lunak (Software)</b> .....	24
<b>3.6.1 Sistem Logika Fuzzy</b> .....	24
<b>3.6.2 Flowchart perangkat lunak monitoring</b> .....	27
<b>3.6.3 Flowchart kontrol Fuzzy</b> .....	28
<b>3.7 Pencampuran Nutrisi</b> .....	29
<b>3.8 Perancangan Alat</b> .....	30
<b>BAB 4. PEMBAHASAN</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1 Sensor Suhu DS18B20</b> .....	35
<b>4.1.1 Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20</b> .....	35
<b>4.1.2 Pengujian Sensor Suhu DS18B20</b> .....	36
<b>4.2 Sensor Jarak HC-SR04</b> .....	37
<b>4.2.1 Kalibrasi Sensor Jarak HC-SR04</b> .....	37
<b>4.2.2 Pengujian Sensor Jarak HC-SR04</b> .....	38
<b>4.3 Sensor pH</b> .....	39
<b>4.3.1 Kalibrasi Sensor pH</b> .....	39
<b>4.3.2 Pengujian Sensor pH</b> .....	41

<b>4.4 Sensor TDS.....</b>	<b>42</b>
<b>4.4.1 Kalibrasi Sensor TDS .....</b>	<b>42</b>
<b>4.4.2 Pengujian Sensor TDS .....</b>	<b>43</b>
<b>4.5 Pengujian Pembacaan Error dan Delta Error .....</b>	<b>44</b>
<b>4.6 Pengujian Matlab .....</b>	<b>45</b>
<b>4.7 Pengujian Tampilan <i>Monitoring</i> .....</b>	<b>51</b>
<b>4.8 Pengujian Keseluruhan .....</b>	<b>53</b>
<b>4.8.1 Pengujian Pembacaan Sensor dan Respon Pompa (PPM Rendah) .....</b>	<b>53</b>
<b>4.8.2 Pengujian Pembacaan Sensor dan Respon Pompa (PPM Tinggi) .....</b>	<b>54</b>
<b>4.8.3 Pengujian Respon Fuzzy .....</b>	<b>55</b>
<b>4.8.4 Pengujian <i>monitoring</i> .....</b>	<b>56</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>58</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kebutuhan nutrisi tanaman dan masa panen .....	5
<b>Tabel 2.2</b> Spesifikasi ESP32 .....	9
<b>Tabel 2.3</b> Spesifikasi Analog TDS Sensor .....	10
<b>Tabel 2.4</b> Spesifikasi Circuit Sensor pH E-201-C.....	12
<b>Tabel 2.5</b> Spesifikasi Probe Sensor pH E-201-C.....	12
<b>Tabel 2.6</b> Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 .....	14
<b>Tabel 3.1</b> Komposisi AB mix.....	16
<b>Tabel 3.2</b> Tabel Jadwal Penelitian.....	17
<b>Tabel 3.3</b> Sambungan pin-pin ESP32.....	23
<b>Tabel 3.4</b> Basis aturan pompa nutrisi .....	25
<b>Tabel 3.5</b> Basis aturan pompa air .....	25
<b>Tabel 4.1</b> Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20 .....	35
<b>Tabel 4.2</b> Pengujian Sensor Suhu DS18B20 .....	36
<b>Tabel 4.3</b> Kalibrasi sensor jarak HC-SR04 .....	37
<b>Tabel 4.4</b> Pengujian Sensor Jarak HC-04.....	39
<b>Tabel 4.5</b> Kalibrasi Sensor pH .....	40
<b>Tabel 4.6</b> Pengujian Sensor pH .....	41
<b>Tabel 4.7</b> Kalibrasi Sensor TDS .....	42
<b>Tabel 4.8</b> Pengujian Sensor TDS .....	43
<b>Tabel 4.9</b> Pengujian Pembacaan Sensor dan Respon Pompa (PPM Rendah) .....	53
<b>Tabel 4.10</b> Pengujian Pembacaan Sensor dan Respon Pompa (PPM Tinggi).....	54

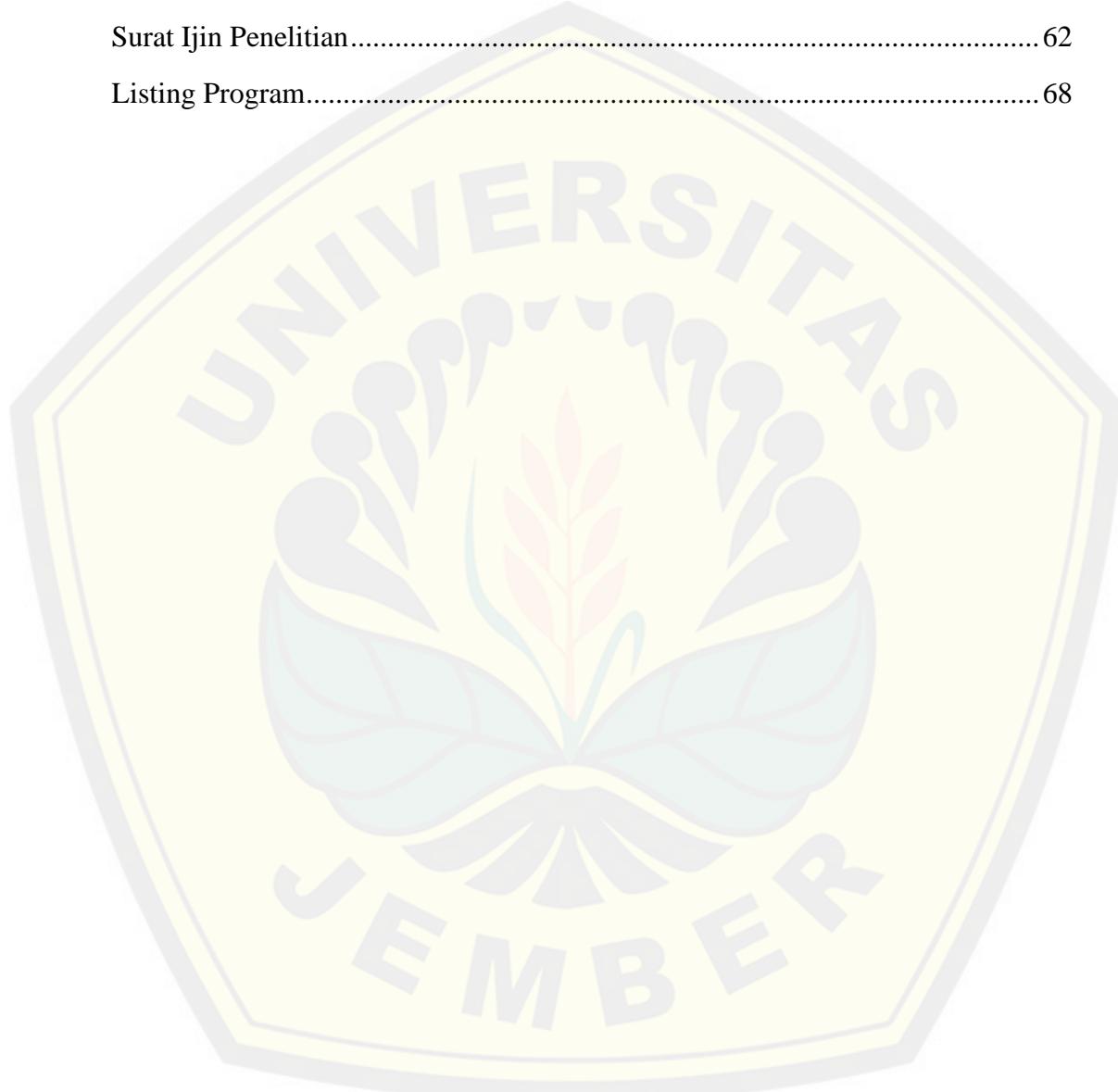
## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Blok diagram logika <i>Fuzzy</i> .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Gambar Fisik ESP32 .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Gambar Fisik Sensor TDS .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Skema Elektrode pH meter .....	12
<b>Gambar 2.5</b> Gambar Fisik Sensor pH E-201-C .....	13
<b>Gambar 2.6</b> Bentuk fisik sensor ultrasonik HC-SR04.....	14
<b>Gambar 2.7</b> Bentuk fisik sensor suhu DS18B20 .....	15
<b>Gambar 2.8</b> Gambar Fisik Relay 5V .....	16
<b>Gambar 3.1</b> <i>Design</i> Arsitektur Perancangan Alat .....	20
<b>Gambar 3.2</b> Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras .....	21
<b>Gambar 3.3</b> Rangkaian Keseluruhan Alat .....	22
<b>Gambar 3.4</b> <i>Variable Input Error PPM</i> .....	24
<b>Gambar 3.5</b> <i>Variable Input Error PPM</i> .....	24
<b>Gambar 3.6</b> Fungsi keanggotaan <i>output</i> .....	26
<b>Gambar 3.7</b> Blok diagram pengendali pompa .....	27
<b>Gambar 3.8</b> Flowchart perangkat lunak .....	27
<b>Gambar 3.9</b> <i>FlowChart</i> Kontrol <i>Fuzzy</i> .....	28
<b>Gambar 3.10</b> Ilustrasi Pencampuran Nutrisi dan Air .....	29
<b>Gambar 3.11</b> Keseluruhan Instalasi Hidroponik .....	30
<b>Gambar 3.12</b> Posisi Pompa-pompa .....	30
<b>Gambar 3.13</b> Posisi Sensor pH, Sensor Nutrisi, Sensor Suhu .....	31
<b>Gambar 3.14</b> Posisi Sensor Ultrasonik .....	31
<b>Gambar 3.15</b> Alat Tampak Atas .....	32
<b>Gambar 3.16</b> Alat Tampak Samping Kiri.....	32
<b>Gambar 3.17</b> Alat Tampak Samping Kanan.....	33
<b>Gambar 3.18</b> <i>Monitoring Software</i> Android .....	33
<b>Gambar 3.19</b> <i>Monitoring Web Browser</i> .....	34

<b>Gambar 4.1</b> Grafik Kalibrasi Sensor DS18B20.....	36
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Pengujian Sensor DS18B20 .....	37
<b>Gambar 4.3</b> Kalibrasi Sensor HC-SR04 .....	38
<b>Gambar 4.4</b> Pengujian Pembacaan Volume dengan Sensor HC-SR04.....	39
<b>Gambar 4.5</b> Kalibrasi Sensor pH .....	40
<b>Gambar 4.6</b> Pengujian Sensor pH .....	41
<b>Gambar 4.7</b> Kalibrasi Sensor TDS .....	42
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Hasil Pengujian Sensor TDS .....	44
<b>Gambar 4.9</b> Pengujian Pembacaan <i>Error (ppm)</i> dan <i>Delta Error (ppm)</i> .....	44
<b>Gambar 4.10</b> <i>Rule</i> pompa nutrisi .....	45
<b>Gambar 4.11</b> Error = 0 dan delta error = 0 .....	46
<b>Gambar 4.12</b> Error = -100 dan delta error = 0.....	46
<b>Gambar 4.13</b> Error = -350 dan delta error = -100 .....	47
<b>Gambar 4.14</b> Error = 100 dan delta error = 0 .....	47
<b>Gambar 4.15</b> Error = 350 dan delta error = 100 .....	48
<b>Gambar 4.16</b> <i>Rule</i> pompa air .....	48
<b>Gambar 4.17</b> Error = 0 dan delta error = 0 .....	49
<b>Gambar 4.18</b> Error = 0 dan delta error = -100.....	49
<b>Gambar 4.19</b> Error = -350 dan delta error = -100 .....	50
<b>Gambar 4.20</b> Error = 0 dan delta error = 100 .....	50
<b>Gambar 4.21</b> Error = 350 dan delta error = 100 .....	51
<b>Gambar 4.22</b> <i>Monitoring</i> dengan aplikasi android.....	52
<b>Gambar 4.23</b> Tampilan Monitoring mulalui <i>web browser</i> pada laptop .....	52
<b>Gambar 4.24</b> Grafik Respon <i>Fuzzy</i> .....	55
<b>Gambar 4.25</b> Grafik <i>Monitoring</i> Nutrisi.....	56
<b>Gambar 4.26</b> Grafik <i>Monitoring</i> pH.....	56
<b>Gambar 4.27</b> Grafik <i>Monitoring</i> Suhu .....	57
<b>Gambar 4.28</b> Grafik <i>Monitoring</i> Volume.....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

Kalibrasi Sensor .....	60
Surat Ijin Penelitian.....	62
Listing Program.....	68



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selada (*Lactuca sativa*) merupakan tumbuhan sayur yang bisa ditanam di daerah dengan iklim tropis ataupun sedang. Selada merupakan sayuran yang paling banyak diminati karena bisa digunakan untuk berbagai macam olahan makanan. Permintaan yang tinggi baik pasar dalam maupun luar negeri menjadikan tanaman selada ini memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi, sehingga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Sumber daya alam di dalam negeri peluangnya cukup besar karena banyak daerah yang sangat cocok untuk membudidayakan tanaman selada. Produksi tanaman selada di Indonesia dari tahun 2010 sampai 2013 sebesar 283.770 ton, 280.969 ton, 294.934 ton dan 300.961 ton. Data tersebut menunjukkan bahwa sempat terjadi penurunan produksi tanaman selada pada tahun 2011. Penurunan produksi tanaman selada disebabkan pemberian pupuk yang masih kurang optimal serta wadah media tanam yang kurang tepat. Sehingga untuk menutupi kendala tersebut salah satunya yaitu dengan menggunakan hidroponik (Statistik, 2014)

Hidroponik merupakan salah satu budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan media tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman, media hidroponik ini juga dapat mengatasi hama dan penyakit sehingga terbebas dari pestisida, budidaya hidroponik akan meningkatkan produksi tanaman selada serta dapat menambah minat konsumen tanaman selada karena terbebas dari pestisida.

Pada beberapa penelitian sebelumnya, media tanam hidroponik sudah menggunakan pengendalian pH air secara otomatis pada penelitian dengan judul “*Automated Hydroponic Modular System*”(Gonzalez-Linch dkk., 2019). Pada penelitian tersebut telah menghasilkan sebuah alat untuk mengendalikan pH air hidroponik secara otomatis dengan menggunakan sensor pH yang di terapkan pada tanaman selada. Penelitian yang kedua tentang pengendalian nutrisi otomatis dengan judul “*Hydroponic Management and Monitoring System for an IOT Based NFT Farm Using Web Technology*” (Crisnapati, Padma and Wardana, I Nyoman Kusuma and Aryanto, I and Hermawan, 2017). Pada penelitian tersebut menghasilkan sebuah

alat untuk *monitoring* pH, nutrisi dan suhu. Namun pada penelitian pertama proses kontrolnya sebatas mengendalikan pH air hidroponik, sedangkan pada penelitian yang kedua sebatas memonitoring pH, suhu, dan ketinggian air nutrisi hidroponik tanpa pengontrolan.

Dalam penelitian ini penulis mengusulkan alat untuk mengontrol nutrisi air hidroponik secara otomatis untuk mempermudah petani-petani agar dapat menstabilkan nutrisi air tanpa harus merubahnya secara manual, sekaligus memonitor nilai suhu, pH, *ppm* (*part per million*), dan volume cadangan air nutrisi yang akan ditampilkan datanya melalui *Web Monitoring* untuk mempermudah para petani mengetahui kondisi tanaman tersebut secara *realtime* dengan jarak jauh.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang sebuah alat yang dapat membaca nilai *ppm*, ketinggian air, suhu dan pH pada air hidroponik?
- b. Bagaimana membuat sistem *monitoring ppm*, ketersediaan nutrisi, suhu dan pH air hidroponik yang dapat diakses dengan internet?
- c. Bagaimana mengendalikan nutrisi air secara otomatis sesuai kebutuhan nutrisi pada tanaman selada dengan *Fuzzy Logic*?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan tujuan penelitian ini maka penulis memberi batasan masalah rencana penelitian. Adapun yang menjadi batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Alat ini menggunakan sensor pH untuk pembacaan nilai pH air dan menggunakan sensor TDS untuk pembacaan nilai *ppm* air. Pembacaan sensor yaitu dengan menggunakan kontroler ESP32.
- b. Sensor lain yang digunakan yaitu sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi air dan sensor suhu.
- c. Pembuatan *Web Monitoring* menggunakan *web Cayenne*.

- d. Diameter pipa pada pompa air dan pompa nutrisi yang digunakan dalam penelitian ini 5 mm.
- e. Target pencapaian dari penelitian ini yaitu memonitoring *ppm*, ketersediaan air hidroponik, suhu, dan pH air hidroponik melalui *web browser* yang dihubungkan melalui ESP32 serta dapat mengendalikan nutrisi air hidroponik secara otomatis.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Dengan meninjau permasalahan yang telah diuraikan di latar belakang, maka dirumuskan tujuan dari penelitian ini yaitu :

- a. Merancang sebuah alat yang dapat membaca nilai *ppm*, ketinggian air, suhu dan pH pada air hidroponik.
- b. Membuat *monitoring ppm*, ketersediaan nutrisi, suhu dan pH air hidroponik yang dapat diakses dengan internet.
- c. Dapat mengendalikan nutrisi air secara otomatis sesuai kebutuhan nutrisi pada tanaman selada dengan *Fuzzy Logic*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu merancang alat yang dapat membaca nilai *ppm*, ketersediaan air nutrisi, suhu dan pH air dengan mudah melalui *Web Monitoring* yang bisa di akses dimanapun menggunakan teknologi *wireless* agar dapat mempermudah para petani hidroponik untuk melihat kondisi air hidroponik tanpa harus mengecek kondisi secara langsung dan tanpa harus mengukur manual.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka ini akan dijelaskan tentang kebutuhan nutrisi pada tanaman, metode kontrol logika *Fuzzy*, spesifikasi sensor-sensor, kontroler, *multiplexer*, dan *Web Monitoring* yang digunakan untuk memonitor data pembacaan sensor pada tanaman hidroponik.

### 2.1 Hidroponik

Sayuran merupakan kebutuhan yang sangat pokok bagi manusia mengingat kandungan mineral-mineral yang sangat dibutuhkan manusia pada sayuran tersebut. Saat ini banyak orang menanam sayur di sekitar rumah dengan memanfaatkan lahan yang ada, mengingat terbatasnya lahan terutama di perkotaan sehingga membuat sistem hidroponik. Dengan banyaknya penjual benih sayuran eceran dapat lebih mendukung berkebun sayur pada sekala rumahan dan untuk konsumsi sendiri, sehingga lebih praktis dan sangat murah.

Menanam jenis sayuran ataupun tanaman lainnya dalam sistem hidroponik maupun sistem konvensional harus diperhatikan kebutuhan nutrisinya, pemberian nutrisi yang berlebihan maupun yang terlalu sedikit sama-sama akan menyebabkan pertumbuhan tanaman yang terganggu, terlebih lagi dalam sistem hidroponik. Kontrol nutrisi yang baik akan membuat tanaman tumbuh dan berkembang secara maksimal dan akan menghasilkan *output* yang maksimal. Berikut ini tabel kebutuhan nutrisi yang diperlukan tanaman dan masa panen :

**Tabel 2.1** Kebutuhan nutrisi tanaman dan masa panen

Tanaman	English	PPM	Masa Panen (Hari)
Bayam	<i>Spinach</i>	1260-1610	40-52
Kemangi	<i>Basil</i>	700-1200	54-64
Kubis	<i>Cabbage</i>	1750-2100	80-100
Sawi	<i>Pak Choy</i>	1050-1400	50-80
Selada	<i>Lettuce</i>	560-840	30-40
Cabai	<i>Pepper</i>	1260-1540	60-95
Mentimun	<i>Cucumber</i>	1190-1750	55-65
Terung	<i>Eggplant</i>	1750-2450	100-150
Tomat	<i>Tomato</i>	1400-3500	80-140
Bawang	<i>Onion</i>	980-1260	55-70
Lobak	<i>Radish</i>	840-1540	25-30
Wortel	<i>Carrot</i>	1120-1400	100-120
Kentang	<i>Potato</i>	1400-1740	150-190
Asparagus	<i>Asparagus</i>	980-1260	240-270
Kailan	<i>Gailan</i>	1050-1400	45-50
Seledri	<i>Celery</i>	1260-1680	60-90
Bunga Kol	<i>Cauliflower</i>	1050-1400	85-130
Brokoli	<i>Broccoli</i>	1960-2450	100-150
Anggur	<i>Grape</i>	560-1000	105-110
Stroberi	<i>Strawberry</i>	840-1540	60-120
Semangka	<i>Water Melon</i>	1120-1400	70-100
Melon	<i>Melon</i>	1400-1740	90-100

Pada penelitian ini menggunakan tanaman selada (*Lettuce*) maka, nutrisi yang dibutuhkan yaitu antara 560-840 ppm. (Roberto, 2003)

## 2.2 Logika Fuzzy

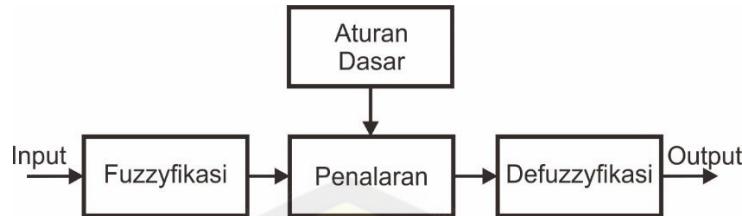
Logika Fuzzy adalah sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (linguistic variable) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata digunakan dalam *Fuzzy logic* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia. Mengenai logika Fuzzy pada dasarnya tidak semua keputusan dijelaskan dengan 0 atau 1, namun ada kondisi diantara keduanya,

daerah diantara keduanya inilah yang disebut dengan *Fuzzy* atau tersamar. Secara umum ada beberapa konsep sistem logika *Fuzzy*, sebagai berikut dibawah ini:

- a. Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu.
- b. Himpunan *Fuzzy* yang merupakan suatu himpunana yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas.
- c. Fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1
- d. *Variabel linguistic* yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam bahasa alamiah dan bukan angka.
- e. Operasi dasar himpunan *Fuzzy* merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan *Fuzzy*.
- f. Aturan (rule) if-then *Fuzzy* merupakan suatu pernyataan if-then, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan.

Dalam proses pemanfaatan logika *Fuzzy*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah cara mengolah input menjadi *output* melalui sistem inferensi *Fuzzy*. Metode inferensi *Fuzzy* atau cara merumuskan pemetaan 8 dari masukan yang diberikan kepada sebuah keluaran. Proses ini melibatkan fungsi keanggotaan, operasi logika, serta aturan *IF-THEN*. Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah sistem yang disebut dengan *FIS* (*Fuzzy Inferensi System*). Dalam logika *Fuzzy* tersedia beberapa jenis *FIS* diantaranya adalah Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto.

### 2.2.1 Struktur Dasar Logika Fuzzy



**Gambar 2.1** Blok diagram logika Fuzzy

Berdasarkan gambar 6.1, dalam sistem logika *Fuzzy* terdapat beberapa tahapan operasional yang meliputi :

#### 1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah suatu proses pengubahan nilai tegas yang ada ke dalam fungsi keanggotaan.

#### 2. Penalaran (*Inference Machine*)

Mesin penalaran adalah proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu model penalaran yang banyak dipakai adalah penalaran maxmin. Dalam penalaran ini, proses pertama yang dilakukan adalah melakukan operasi min sinyal keluaran lapisan fuzzifikasi, yang diteruskan dengan operasi max untuk mencari nilai keluaran yang selanjutnya akan didefuzzifikasikan sebagai bentuk keluaran.

#### 3. Aturan Dasar (*Rule Based*)

Aturan dasar (*rule based*) pada *control* logika *Fuzzy* merupakan suatu bentuk aturan relasi “Jika-Maka” atau “if-then” seperti berikut ini: *if x is A then y is B* dimana A dan B adalah *linguistic values* yang didefinisikan dalam rentang variabel X dan Y. Pernyataan “*x is A*” disebut antecedent atau premis. Pernyataan “*y is B*” disebut *consequent* atau kesimpulan.

#### 4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *Fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *Fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *Fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan

suatu himpunan *Fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu.

### 2.2.2 Metode Sugeno

*Fuzzy* metode sugeno merupakan metode inferensi *Fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF – THEN*, dimana *output* (konsekuensi) sistem tidak berupa himpunan *Fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *Singleton* yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain. Untuk Orde 0 dengan rumus :

$$\begin{aligned} & \text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) {}^\circ (x_2 \text{ is } A_2) {}^\circ \dots {}^\circ (x_n \text{ is } A_n) \\ & \text{THEN } z=k, \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(1)$$

dengan  $A_i$  adalah himpunan *Fuzzy* ke  $i$  sebagai *antaseden* (alasan),  ${}^\circ$  adalah operator *Fuzzy* (*AND* atau *OR*) dan  $k$  merupakan konstanta tegas sebagai konsekuensi (kesimpulan).

Sedangkan rumus Orde 1 adalah :

$$\begin{aligned} & \text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) {}^\circ (x_2 \text{ is } A_2) {}^\circ \dots {}^\circ (x_n \text{ is } A_n) \\ & \text{THEN } z=p_1*x_1 + \dots + p_n*x_n + q, \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke  $i$  sebagai antaseden (alasan),  ${}^\circ$  adalah operator *Fuzzy* (*AND* atau *OR*) dan  $p_i$  adalah konstanta ke  $i$  dan  $q$  juga merupakan konstanta dalam konsekuensi.

### 2.3 ESP32

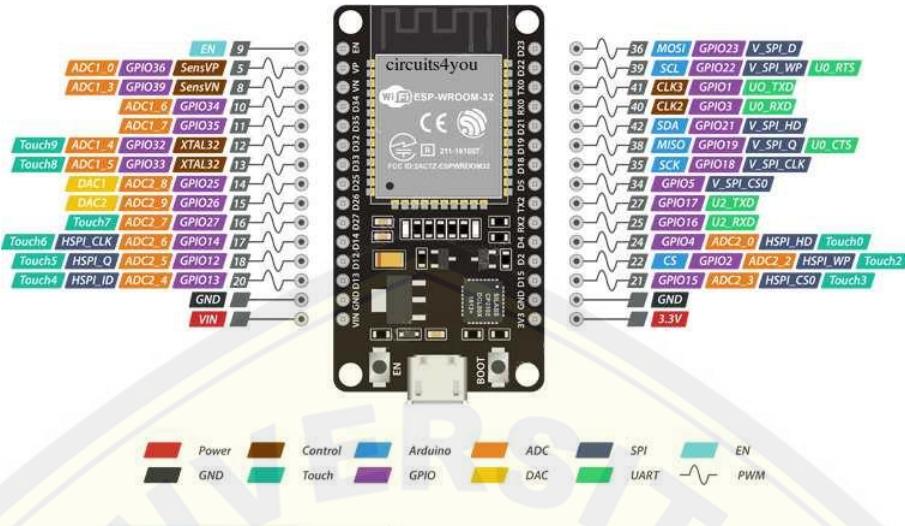
ESP32 adalah *controller* yang *lowcost* (biaya rendah) dan berdaya rendah pada *chip* mikrokontroler dengan *Wi-Fi* terintegrasi dan *Bluetooth* mode ganda. Seri ESP32 menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 baik dalam variasi *dual-core* dan *single-core* dan termasuk *switch* antena *built-in*, balun RF, penguat daya, *filter*, dan modul manajemen daya. ESP32 dibuat dan dikembangkan oleh *Espressif Systems*, sebuah perusahaan Cina yang berbasis di Shanghai, dan diproduksi oleh

TSMC menggunakan proses 40 nm. *Controller* ini merupakan penerus mikrokontroler ESP8266 .

**Tabel 2.2** Spesifikasi ESP32

CPU	Xtensa <i>dual-core</i> (atau <i>single-core</i> ) mikroprosesor LX6 32-bit, beroperasi pada 160 atau 240 MHz dan berkinerja hingga 600 DMIPS
Memori	520 KiB SRAM 448 KiB ROM
Konektivitas nirkabel	Wi-Fi: 802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz up to 150 Mbit/s) Bluetooth: v4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE)
Antarmuka periferal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12-bit SAR ADC hingga 18 saluran</li> <li>• <math>2 \times</math> 8-bit DAC</li> <li>• <math>10 \times</math> sensor sentuh (GPIO penginderaan kapasitif )</li> <li>• <math>4 \times</math> SPI</li> <li>• PWM motor</li> <li>• LED PWM (hingga 16 saluran)</li> <li>• OTP 1024-bit, hingga 768-bit untuk pelanggan</li> </ul>

(ESP32.net, 2019)



Gambar 2.2 Gambar Fisik ESP32

(ESP32.net, 2019)

## 2.4 Sensor Konduktivitas/ TDS

Sensor Konduktivitas/ *TDS* merupakan sensor yang berfungsi untuk membaca kadar kepekatan pada air, *TDS* (*Total Dissolved Solids*) menunjukkan bahwa berapa miligram padatan terlarut yang dilarutkan dalam satu liter air. Secara umum, semakin tinggi nilai *TDS*, padatan yang lebih larut dalam air, dan semakin sedikit air yang bersih. sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog pada mikrokontroler, tanpa harus memakai penguat tambahan. Sensor *TDS* ini dapat diberikan tegangan masukan 3.3 ~ 5.5V dengan *output* tegangan analog 0 ~ 2.3V dan dapat bekerja pada arus 3 ~ 6mA dengan hasil pembacaan 0~1000 *ppm* (*part per million*), berikut adalah spesifikasi dari Sensor *TDS* :

Tabel 2.3 Spesifikasi Analog TDS Sensor

<i>Input Voltage</i>	3.3 ~ 5.5V
<i>Output Voltage</i>	0 ~ 2.3V
<i>Working Current</i>	3 ~ 6mA
<i>TDS Measurement Range</i>	0 ~ 1000 <i>ppm</i>
<i>TDS Measurement Accuracy</i>	± 10% F.S. (25 °C)

(DFRobot, 2017)

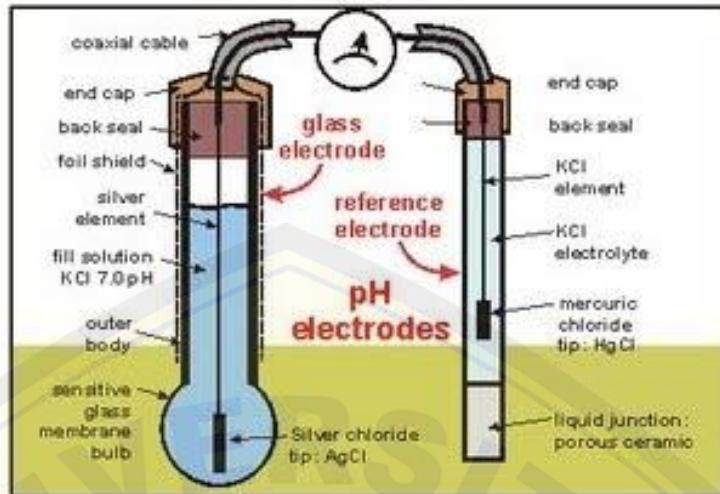


**Gambar 2.3** Gambar Fisik Sensor TDS

(Sumber : Dfrobot.com, 2017)

## 2.5 Sensor pH

Pada prinsipnya sensor pH terdiri dari elektroda pH yang berguna untuk mendeteksi banyaknya ion H<sup>+</sup> dari suatu cairan, didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Skema elektroda pH meter dapat dilihat pada gambar 2.2.1. Elektroda pH yang lebih modern terdiri dari kombinasi tunggal elektroda referensi dan elektroda sensor. Elektroda ini digunakan untuk memonitor perubahan voltase yang disebabkan oleh perubahan aktivitas ion hidrogen (H<sup>+</sup>) dalam larutan sehingga pH pada larutan dapat diketahui. Hasil pengukuran pH suatu cairan sangat dipengaruhi oleh suhu, dan suhu yang ideal untuk pengukuran pH adalah 25° C. Elektroda pH akan menghasilkan tegangan *output* yang relatif kecil yaitu 59 mV/pH yang berbanding terbalik terhadap nilai pH. Pada pH 7 (netral) elektroda akan menghasilkan tegangan 0 volt, semakin asam suatu larutan (pH < 7) semakin besar nilai tegangan yang dihasilkan dan semakin basa suatu larutan (pH > 7) semakin kecil tegangan yang dihasilkan.(Sinaga, 2012)

**Gambar 2.4** Skema Elektrode pH meter

(Sumber : seafriends.org.nz, 2005)

Dalam Pembuatan alat ini, sensor pH yang digunakan adalah E-201-C seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.4 dimana sensor ini mampu mengukur kadar pH dengan range 0 – 14 pada suhu 10° C – 50° C. Berikut adalah spesifikasi *probe* dan *circuit* dari sensor pH E-201-C.

**Tabel 2.4** Spesifikasi Circuit Sensor pH E-201-C

<i>Supply Voltage</i>	5V
<i>Current</i>	5-10 mA
<i>Consumption</i>	≤ 0.5 W
<i>Working Temperature</i>	10-50 °C

**Tabel 2.5** Spesifikasi Probe Sensor pH E-201-C

<i>pH Range</i>	0-14
<i>Temperature (°C)</i>	0-80
<i>Zero Point (pH)</i>	7X±0.5
<i>Response Time (min)</i>	<2
<i>Noise (mV)</i>	<0.5

(Caballero, D.C., 2017)



**Gambar 2.5** Gambar Fisik Sensor pH E-201-C

(Sumber : Scidle.com, 2017)

## 2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor jarak yang menggunakan gelombang ultrasonik dalam menentukan jaraknya. Prinsip kerja sensor ultrasonik sama dengan radar ultrasonik. Gelombang suara akan dipancarkan kemudian memantul kembali dan diterima *receiver*. Dan pantulan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui jarak sensor dengan objek. Sensor HC-SR04 merupakan sensor yang lebih murah dari pada sensor ultrasonic PING buatan parallax. Perbedaannya yaitu pada pin yang digunakan. HC-SR04 menggunakan 4 pin sedangkan PING buatan parallax hanya 3 pin, kemudian pada Sensor HC-SR04 pin trigger dan *output* diletakkan terpisah sedangkan pada sensor PING dari Parallax pin *trigger* dan *output* diatur menjadi satu jalur. Sensor HC-SR04 memiliki jangkauan jarak lebih jauh dari PING buatan parallax, dimana jika ping buatan parallax hanya mempunyai jarak jangkauan maksimal 350 cm sedangkan sensor HC-SR04 mempunyai kisaran jangkauan 2 cm sampai 400 cm. Berikut adalah spesifikasi dari sensor HC-SR04.

**Tabel 2.6** Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04

Jangkauan Deteksi	2 cm sampai 400 cm
Sudut Deteksi Terbaik	15 derajat
Tegangan Kerja	5V DC
Resolusi	1 cm
Frekuensi Ultrasonik	40 KHz

(Kadir, 2015)

**Gambar 2.6** Bentuk fisik sensor ultrasonik HC-SR04(Sumber : [digi-bytes.com](http://digi-bytes.com))

## 2.7 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu digital DS18B20 adalah sensor yang anti air, sensor ini digunakan karena dapat digunakan untuk mengukur suhu pada benda cair, sensor ini juga menggunakan komunikasi 1-Wire yang artinya hanya memerlukan satu pin saja. Sensor ini memiliki banyak fitur, mulai dari proteksi, *passive power* hingga *alarm*.

Deskripsi teknis dari sensor suhu DS18B20 ini yaitu sebagai berikut :

1. Antarmuka hanya menggunakan satu kabel sebagai komunikasi (menggunakan protokol *Unique 1-Wire*).
2. Setiap sensor memiliki kode pengenal unik 64-bit yang tertanam di onboard ROM.
3. Kemampuan multidrop yang menyederhanakan aplikasi penginderaan suhu terdistribusi.
4. Tidak memerlukan komponen tambahan.

5. Juga bisa diumpulkan daya melalui jalur datanya. Rentang dayanya adalah 3.0V hingga 5.5V.
6. Bisa mengukur temperatur mulai dari -55°C hingga +125 °C.
7. Memiliki akurasi +/-0.5 °C pada rentang -10 °C hingga +85 °C.
8. Resolusi sensor bisa dipilih mulai dari 9 hingga 12 bit.
9. Bisa mengkonversi data suhu ke 12-bit digital word hanya dalam 750 milidetik (maksimal).
10. Memiliki konfigurasi alarm yang bisa disetel (nonvolatile).
11. Bisa digunakan untuk fitur pencari alarm dan alamat sensor yang temperaturnya diluar batas (*temperature alarm condition*).
12. Penggunaannya bisa dalam lingkungan kendali termostatis, sistem industri, produk rumahan, termometer, atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu.

(Jaya, Narin. 2017)



**Gambar 2.7** Bentuk fisik sensor suhu DS18B20

## 2.8 Relay

Relay merupakan suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak saklar. Susunan paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dienergikan, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme saklar magnet.

Pada penelitian ini menggunakan Relay 5V untuk menggerakkan pompa air yang digunakan untuk menambah nutrisi pada air hidroponik agar sesuai dengan

jumlah nutrisi yang diinginkan. Penelitian ini menggunakan Relay 5V agar sesuai dengan tegangan input pada kontroler sehingga mempermudah Relay dalam mengambil sumber tegangan untuk disambungkan.



**Gambar 2.8** Gambar Fisik Relay 5V

## 2.9 Nutrisi Hidroponik

Pupuk hidroponik berupa bahan anorganik atau garam kimia yang dapat dibeli di toko pertanian yang disebut dengan formulasi AB mix. Berikut ini komposisi pupuk hidroponik AB mix pada tanaman sayuran.

**Tabel 3.1** Komposisi AB mix

Komposisi Pekatan A	Komposisi Pekatan B
<ul style="list-style-type: none"><li>Kalsium nitrat: 1176 gram</li><li>Kalium nitrat: 616 gram</li><li>Fe EDTA: 38 gram</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Kalium dihidro fosfat: 335 gram</li><li>Ammonium sulfat: 122 gram</li><li>Kalium sulfat: 36 gram</li><li>Magnesium sulfat: 790</li><li>Cupri sulfat: 0,4 gram</li><li>Zinc sulfat: 1,5 gram</li><li>Asam borat: 4,0 gram</li><li>Mangan Sulfat: 8 gram</li><li>Amonium hepta molibdat : 0,1 gram</li></ul>

(Swastika dkk., 2018)

### BAB 3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan beberapa hal yaitu tentang objek penelitian, tahap penelitian, tempat penelitian, waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian serta perancangan sistem elektronika dan sistem kendali pada objek penelitian. Pada bab ini juga dijelaskan tahapan-tahapan proses akuisisi dari sensor TDS dan pH hingga melakukan *Web Monitoring Design* yang dapat dikoneksikan dengan alat melalui *wireless*.

#### 3.1 Tempat Penelitian

Pelaksanaan pembuatan alat ini dilakukan di Jln. Kaliurang No. 5 Sumbersari Jember dan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Elektronika Universitas Jember.

#### 3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan selama kurang lebih 6 bulan, berikut adalah tabel jadwal penelitian.

**Tabel 3.2** Tabel Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Studi Literatur						
2.	Rancangan Sistem						
3.	Pengambilan Data						
4.	Analisa Data dan Pembahasan						
5.	Penyusunan Laporan						

### 3.3 Tahap Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam tahap penelitian “Sistem Kontrol Otomatis Nutrisi Air Hidroponik dan *Monitoring* Suhu, pH, ppm, dan Nutrisi Cadangan dengan *Web Monitoring* pada Tanaman Selada” sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Pada tahap pertama pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya melalui buku atau internet untuk mengetahui karakteristik komponen sistem, prinsip kerja serta teori yang menunjang lainnya.

2. Identifikasi Masalah

Setelah melakukan studi literatur maka selanjutnya akan dilakukan identifikasi masalah – masalah pada penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk mengurangi kesalahan dalam proses penelitian.

3. Design Perancangan Alat

Tahap kedua pada penelitian ini adalah proses perancangan elektronika, perakitan dan pemrograman sistem kendali pada alat dengan kontrol menggunakan ESP32.

4. Pengujian Alat

Setelah *hardware* terbentuk, maka dilakukan pengujian pada masing-masing blok dan kemudian pengujian akan dilakukan pada keseluruhan sistem. Dalam implementasi alat ini akan dilakukan proses kalibrasi yang bertujuan agar pembacaan sensor akurat sehingga dapat mengirim data yang sesuai keinginan pada aplikasi *monitoring*.

5. Pembuatan *Web Monitoring*

Tahapan ini merupakan tahap prancangan sebuah *Web Monitoring* yang nantinya akan dihubungkan dengan alat yang sudah dibuat sebelumnya. Diharapkan dari proses perancangan *Web Monitoring* ini, alat yang akan diteliti dapat terhubung dengan Server *Web Monitoring*.

## 6. Pengujian Web Server *Monitoring* dan Alat

Tahapan ini merupakan tahap pengujian alat dan *Web Monitoring*, hasil pembacaan data dari sensor nantinya akan dikirimkan melalui *wireless* yang sudah teruhubung ke hotspot ke alamat Server pada *Web Monitoring* yang sudah dibuat dan hasil pembacaan data dari sensor akan ditampilkan pada *Web Monitoring*.

## 7. Pengambilan Data dan Analisa Data

Setelah melakukan pengujian pada keseluruhan sistem dan setelah memastikan alat dan aplikasi *monitoring* bekerja dengan baik dan memenuhi target, maka selanjutnya akan dilakukan pengambilan data yang diperlukan dan kemudian dianalisa dari data yang telah didapatkan. Analisa yang dilakukan adalah respon sensor, delay komunikasi *wireless* dan respon *Web Monitoring*.

## 8. Penyusunan Laporan

Pada tahap akhir, hasil pengambilan data dan analisa data akan dimasukkan ke dalam pembahasan. Kemudian, dari analisa-analisa akan dapat ditarik beberapa kesimpulan yang menyangkut kinerja dari alat yang dibuat dan memberikan saran untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan yang ada, untuk keperluan penyempurnaan alat di masa mendatang.

### 3.4 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini terdapat *hardware* dan *software* yang antara lain yaitu :

#### 3.4.1 *Hardware*

1. ESP 32
2. Sensor TDS
3. Sensor pH
4. Sensor Suhu DS18B20
5. Sensor Ultrasonik
6. LCD 16x2
7. Adaptor 5 volt

8. 2 Relay 5 volt
9. 3 Pompa Aquarium
10. AB mix
11. Instalasi Hidroponik

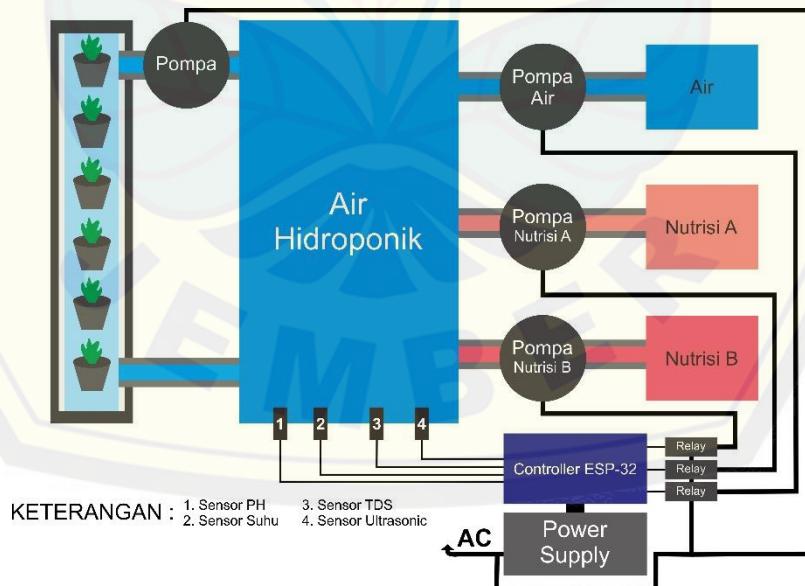
### 3.4.2 Software

1. Arduino IDE
2. Aplikasi Cayenne
3. Aplikasi Eagle

## 3.5 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras (*hardware*) terdapat dua pembahasan yaitu penjelasan tentang design arsitektur atau tata letak alat-alat yang digunakan seperti pompa, alat, tanaman, nutrisi dan lainnya. Kemudian selanjutnya akan menjelaskan tentang rangkaian elektronika yang digunakan dalam penelitian ini.

### 3.5.1 Design Arsitektur (Tata Letak)

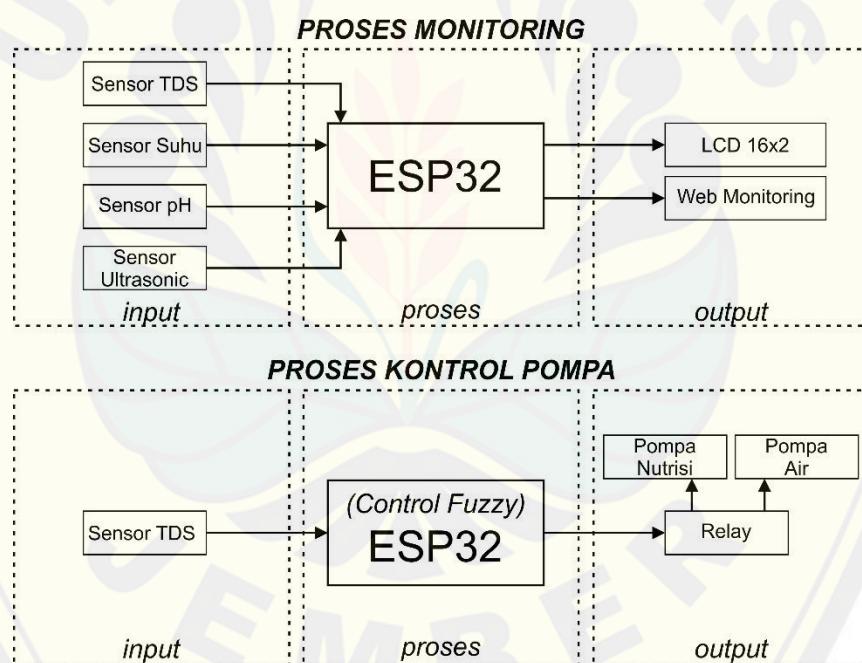


**Gambar 3.1 Design Arsitektur Perancangan Alat**

Perancangan sistem ini dibuat secara bertahap. Langkah pertama yang dilakukan yaitu kalibrasi satu persatu pada semua sensor yang digunakan, kemudian

akan dilakukan pemrograman pada *controller*, merancanakan peletakan sensor dan aktuator, peletakan sensor pH dan sensor suhu akan di tempatkan pada air yang mengalir di tanaman, peletakan sensor *TDS* akan diletakkan pada wadah air hidroponik karena *ppm* yang akan diukur yaitu *ppm* pada air hidroponik, dan untuk peletakan sensor ultrasonik akan di tempatkan di atas wadah air hidroponik karena ini berfungsi untuk mengukur ketinggian air hidroponik, setelah itu akan dilakukan pengambilan serta pengolahan data hasil pemantauan dari *Web Monitoring* dan aktuator sebagai respon dari pembacaan nilai *ppm* pada air hidroponik yang akan diaktifkan melalui Relay.

### 3.5.2 Perancangan Elektronika



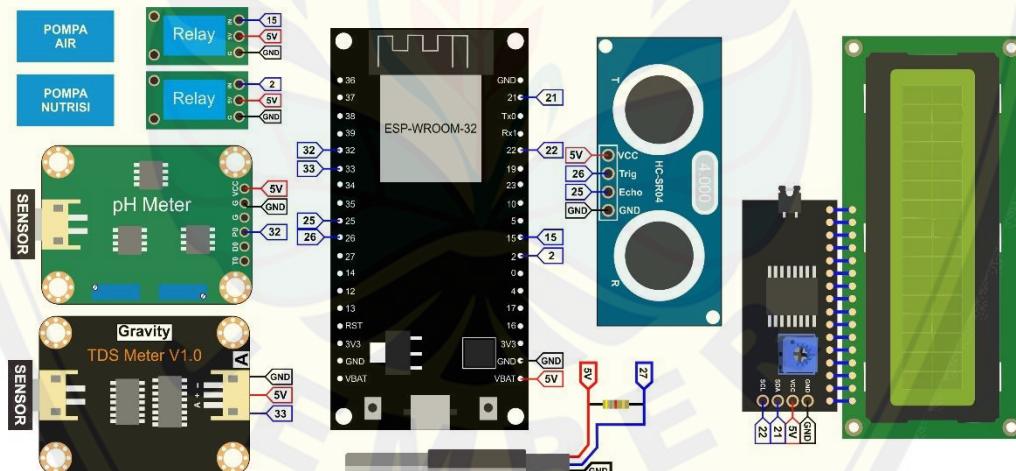
Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

ESP32 sebagai kontrol dari semua komponen yang ada, yaitu sensor Suhu untuk membaca nilai suhu air, sensor *TDS* untuk membaca nilai konsentrasi kepekatan air, sensor pH untuk membaca nilai pH air dan sensor *Ultrasonic* untuk membaca volume ketersediaan air hidroponik. kemudian ESP32 sebagai kontroler akan mengolah data dari semua sensor kemudian hasil dari data yang diterima kontroler ESP32 akan mengirim data sensor melalui *wireless* yang akan diterima

oleh aplikasi *monitoring* untuk menampilkan hasil pembacaan sensor secara *realtime*.

Data sensor *TDS* untuk membaca nilai kepekatan nutrisi akan diolah dengan logika *Fuzzy* melalui *rule-rule* yang sudah dibuat, ketika pembacaan sensor tidak sesuai dengan target yang ingin dicapai maka kontroler ESP32 akan mengaktifkan Relay untuk menyalakan pompa air dan atau pompa hidroponik sampai pembacaan dari sensor *TDS* dan *PPM* memenuhi nilai *TDS* dan *PPM* air sesuai target yang diperlukan.

Namun kontroler ESP32 tidak dapat mengaktifkan pompa air dan pompa nutrisi secara langsung karena ESP32 hanya dapat memberikan tegangan 3,3V sampai 5V pada pin-pinnya. Dimana pompa air tersebut membutuhkan tegangan lebih dari 5V. Sehingga dibutuhkan Relay untuk mengaktifkan pompa air dan pompa hidronik tersebut. Untuk rangkaian keseluruhan ditunjukkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 3.3 Rangkaian Keseluruhan Alat

**Tabel 3.3** Sambungan pin-pin ESP32

<b>Controller ESP32</b>	<b>Pin input &amp; output</b>
VBAT	VCC (+)
GND	GND (-)
33	A (Sensor TDS)
32	P0 (Sensor pH)
15	IN (Relay Pompa Air)
2	IN (Relay Pompa Nutrisi)
27	Pin Out Sensor Suhu
26	Trig (Sensor Ultrasonic)
25	Echo (Sensor Ultrasonic)
22	SCL (I2C)
21	SDA (I2C)

Gambar 3.3 merupakan gambaran rangkaian elektronika yang akan digunakan dan selanjutnya akan membuat design PCB (*printed circuit board*) dan mencetaknya agar lebih mudah dan simpel untuk menghubungkan pin-pin ESP32 dengan alat input (sensor Ultrasonik HC-SR 04, sensor TDS, sensor Ph, sensor suhu DS18B20) serta alat output (*I2C* untuk menampilkan nilai pada *LCD 16x2* dan *relay 5v* untuk menggerakkan pompa) sesuai sambungan pin-pin yang digunakan seperti pada tabel 3.2, sehingga rangkaian akan terlihat lebih bagus dan rapi

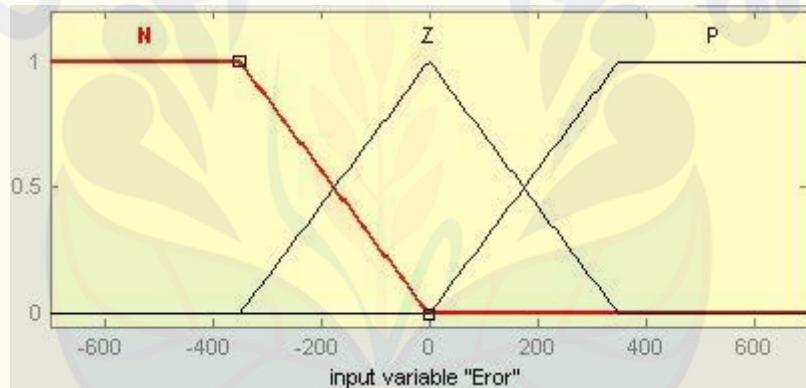
### 3.6 Perancangan perangkat Lunak (*Software*)

Pada perancangan perangkat lunak (*software*) terdapat dua pembahasan yaitu pembahasan tentang sistem logika *fuzzy* sebagai metode untuk mengontrol nutrisi dan pembahasan tentang *monitoring*.

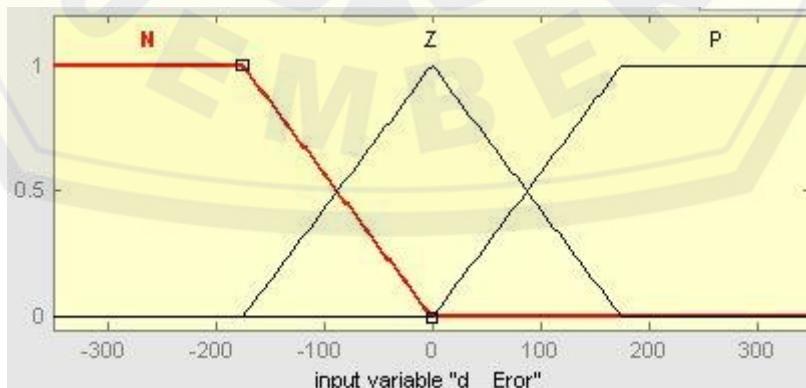
#### 3.6.1 Sistem Logika Fuzzy

##### A. Fuzzifikasi

Dibawah ini merupakan fuzzifikasi atau pemetaan *input crisp* ke dalam himpunan-himpunan *Fuzzy* dalam bentuk fungsi keanggotaan. Pada penelitian ini fungsi keanggotaan untuk input *Fuzzy* pompa air dan pompa nutrisi masing-masing menggunakan 2 *input* yaitu *input error* dan *input delta error*.



Gambar 3.4 Variable Input Error PPM



Gambar 3.5 Variable Input Error PPM

### B. Evaluasi Aturan (*Rule Base*)

Tahapan kedua adalah evaluasi aturan untuk menentukan derajat keanggotaan dari keluaran *Fuzzy*. Himpunan *Fuzzy* keluaran yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan singleton. Sebelum melakukan evaluasi aturan terlebih dahulu ditetapkan basis aturan dari kombinasi dua masukan yang mungkin. Jumlah kombinasi yang mungkin dari dua himpunan *Fuzzy* masukan dengan masing-masing 3 fungsi keanggotaan adalah 9 aturan. Basis aturan yang dibuat berdasarkan tingkah laku plant yang diinginkan. Keluaran *Fuzzy* akan menentukan berapa lama delay untuk mengaktifkan pompa menyala.

**Tabel 3.4** Basis aturan pompa nutrisi

		Error (ppm nutrisi)		
		N	Z	P
Delta Error (ppm nutrisi)	N	MATI	SEBENTAR	LAMA
	Z	MATI	MATI	LAMA
	P	MATI	SEBENTAR	LAMA

**Tabel 3.5** Basis aturan pompa air

		Error (ppm nutrisi)		
		N	Z	P
Delta Error (ppm nutrisi)	N	LAMA	SEBENTAR	MATI
	Z	LAMA	MATI	MATI
	P	LAMA	SEBENTAR	MATI

Keterangan : N = Negatif

Z = Zero

P = Positif

Metode pengambilan keputusan yang digunakan pada program ini adalah metode *Max-Min*. Setelah semua aturan *Fuzzy* di eksekusi, dilakukan proses agregasi dengan mengambil nilai maksimal dari masing-masing fungsi keanggotaan variabel keluaran.

### C. DeFuzzyifikasi

Tahap terakhir yaitu *DeFuzzyifikasi* yang merupakan kebalikan dari proses Fuzzifikasi, yaitu mengubah himpunan *Fuzzy* keluaran menjadi keluaran tegas (*crisp*). Perubahan ini diperlukan karena kendali pompa hanya mengenal nilai tegas sebagai variabel parameter. Perancangan ini menggunakan sebuah himpunan *Fuzzy* keluaran dengan fungsi keanggotaannya berupa *singleton*. Pada metode sugeno dilakukan *DeFuzzyifikasi* dengan perhitungan *Weigh Average (WA)* :

$$WA = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_n} \quad \dots \quad (3)$$

*WAWA* = Nilai rata-rata

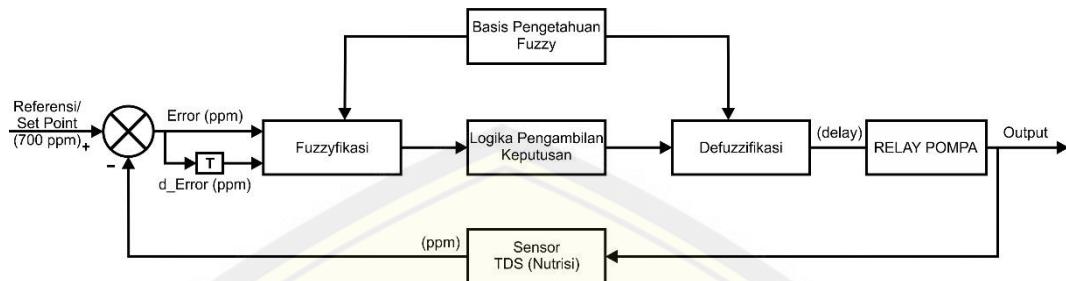
$\alpha_n$  = Nilai predikat aturan ke-n

$Z_n$  = Indeks nilai *output* (konstanta) ke-n



**Gambar 3.6** Fungsi keanggotaan *output*

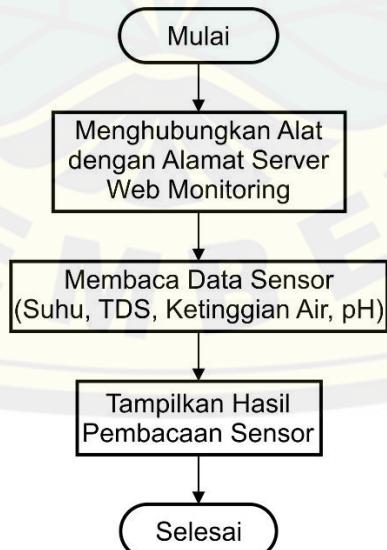
#### D. Blok Diagram Pengendali Relay Pompa



**Gambar 3.7** Blok diagram pengendali pompa

Hasil pembacaan sensor *TDS* akan dibandingkan selisihnya dengan *set point* (ppm) yang sudah ditentukan, hasil selisih antara *set point* dan pembacaan sensor itu akan menjadi *input error*. Kemudian akan diolah dengan logika *Fuzzy* menggunakan metode sugeno. Tahap pertama yaitu *Fuzzifikasi* kemudian pengambilan keputusan dengan aturan-aturan yang sudah ditetapkan dan yang terakhir yaitu *Defuzzifikasi* yang akan menentukan kondisi pompa mati, menyala sebentar atau menyala lama.

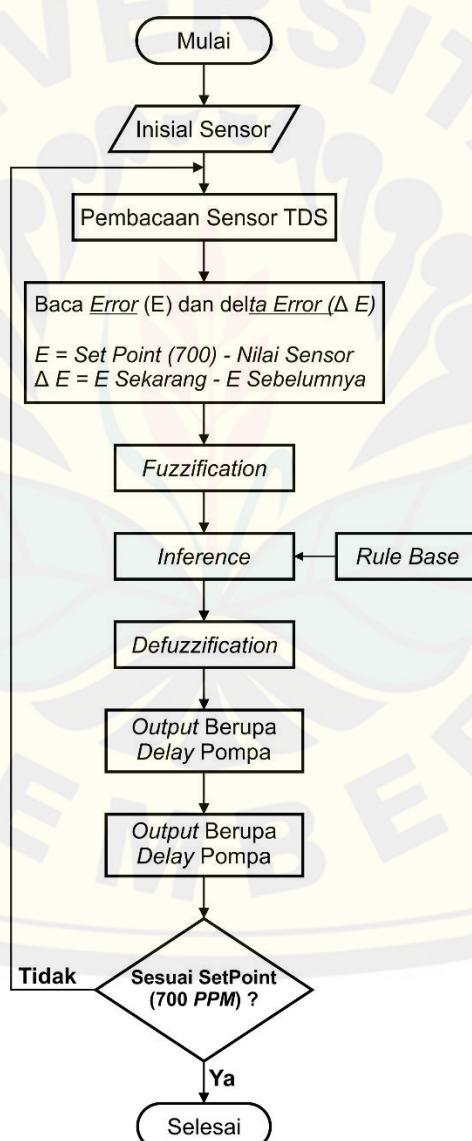
#### 3.6.2 Flowchart perangkat lunak monitoring



**Gambar 3.8** Flowchart perangkat lunak

Tahap pertama pada perancangan perangkat lunak ini adalah memastikan bahwa alat sudah terhubung dengan alamat *server Web Monitoring*, tahap selanjutnya yaitu pembacaan data-data sensor yang didapatkan oleh kontroler setelah itu *Web Monitoring* akan menampilkan hasil pembacaan sensor melalui *address* yang bisa di akses melalui *PC* atau aplikasi di *smart phone*.

### 3.6.3 Flowchart kontrol Fuzzy



Gambar 3.9 FlowChart Kontrol Fuzzy

### 3.7 Pencampuran Nutrisi

Tata cara pencampuran bahan nutrisi pekat A dan nutrisi pekat B yaitu setiap 3 ml nutrisi pekat A dan 3 ml nutrisi pekat B dicampurkan dengan 1 liter air bersih. Jika nutrisi pekat A dan nutrisi pekat B dicampur secara langsung maka larutan AB mix tersebut akan mengkristal.



**Gambar 3.10** Ilustrasi Pencampuran Nutrisi dan Air

Ilustrasi diatas sebagai gambaran tata cara pencampuran nutrisi Abmix dengan air yang benar sehingga dapat digunakan untuk memberikan nutrisi pada tanaman hidroponik, pencampuran yang benar yaitu dengan mencampurkan nutrisi A dengan air hingga 1 liter dan akan menjadi larutan nutrisi A, selanjutnya mencampurkan nutrisi B dengan air hingga 1 liter dan akan menjadi larutan nutrisi B, kemudian larutan nutrisi A dan larutan nutrisi B nantinya akan di campurkan pada wadah yang berisi air dengan volume yang sama (*pada penelitian ini pencampuran nutrisi dengan air dikendalikan dengan pompa*) dan disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi pada tanaman yang akan ditanam, untuk mengurangi *PPM* air yang sudah kita campurkan maka *PPM* air bisa dikurangi dengan menambahkan air. Pencampuran nutrisi air yang salah akan menyebabkan campuran nutrisi mengkristal sehingga tidak dapat digunakan untuk penambahan nutrisi pada tanaman hidroponik.

### 3.8 Perancangan Alat

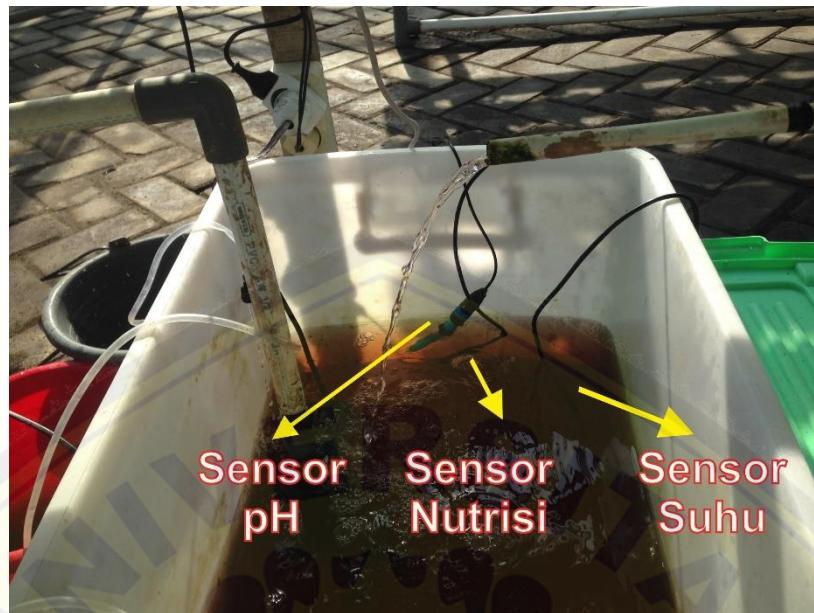
Perancangan alat merupakan hasil nyata dari keseluruhan yang sudah dibuat dengan design yang sesuai dengan gambar 3.1 dan gambar 3.10. gambar dibawah ini merupakan hasil perancangan alat secara keseluruhan :



Gambar 3.11 Keseluruhan Instalasi Hidroponik



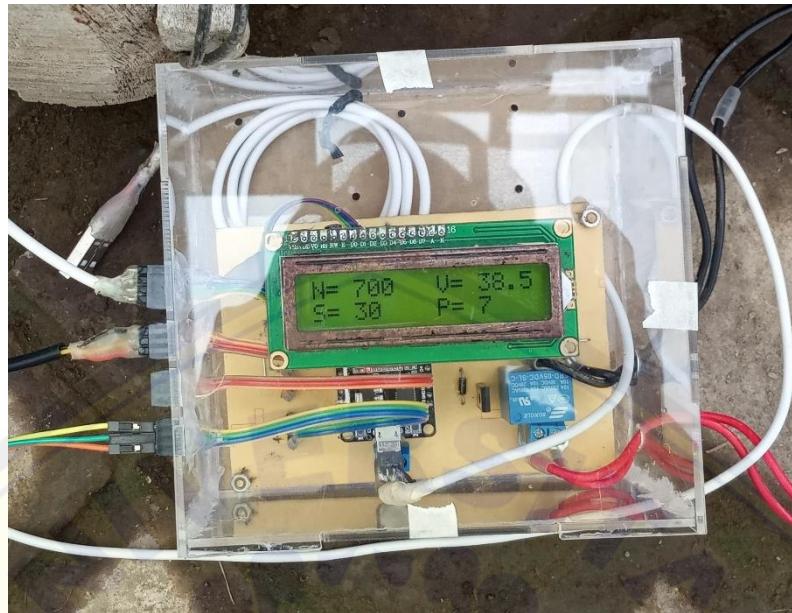
Gambar 3.12 Posisi Pompa-pompa



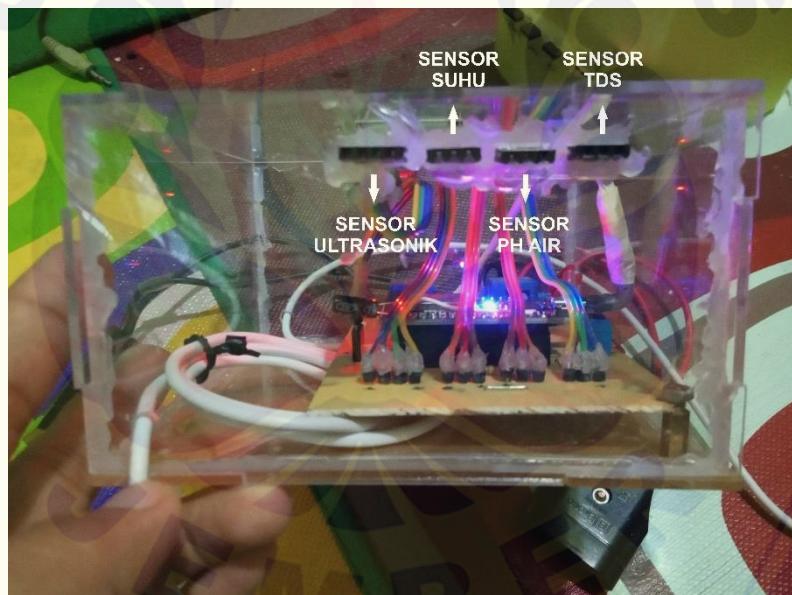
Gambar 3.13 Posisi Sensor pH, Sensor Nutrisi, Sensor Suhu



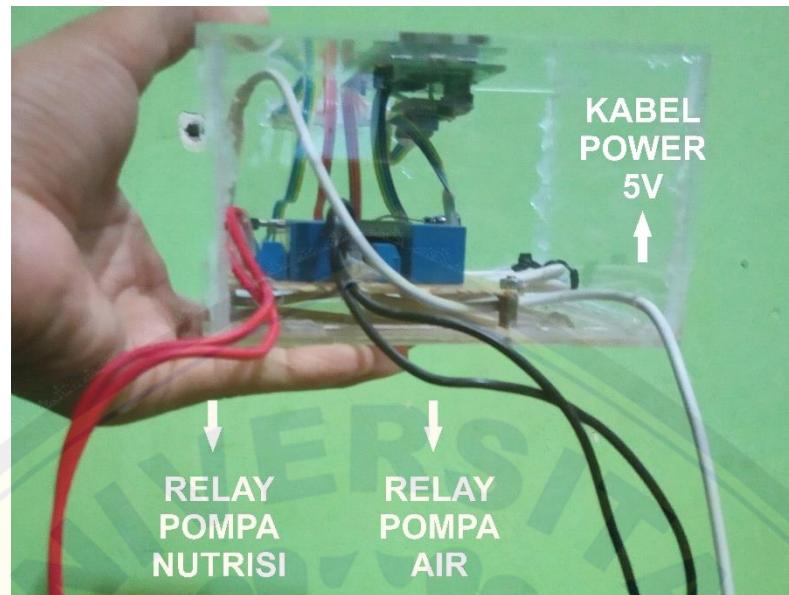
Gambar 3.14 Posisi Sensor Ultrasonik



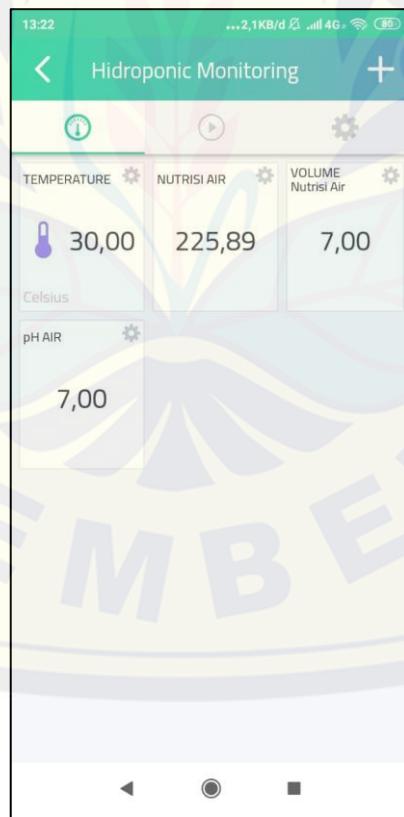
Gambar 3.15 Alat Tampak Atas



Gambar 3.16 Alat Tampak Samping Kiri



**Gambar 3.17** Alat Tampak Samping Kanan



**Gambar 3.18** Monitoring Software Android



Gambar 3.19 Monitoring Web Browser

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kalibrasi sensor menghasilkan persamaan regresi linear, persamaan pada sensor ultrasonik HCSR-04  $Y = 0,9853x - 0,0606$  dengan regresi 0,9994, pada sensor suhu DS18b20  $Y = 0,9707X + 0,6922$  dengan regresi 0,9997, pada sensor tds  $Y = 0,6355X + 106,38$  dengan regresi 0,9563.
2. Alat ini menggunakan *web monitoring cayenne* yang mempunyai kelebihan dapat di akses melalui *software* aplikasi di *smart phone* atau di *web browser* untuk memonitor suhu, pH, nutrisi, dan volume air nutrisi.
3. Dari hasil grafik monitoring dapat diketahui bahwa nilai pembacaan nutrisi pada monitoring sama dengan nilai yang ditampilkan pada layar *lcd 16x2* yaitu mengalami perubahan nilai nutrisi dari 257 sampai 700(*set point*), suhu stabil 21°C, sedangkan nilai pH mengalami perubahan dari 6.15 sampai 6.50 dan volume air mengalami perubahan nilai dari 26.2 L sampai 29.7 L.

### 5.2 Saran

Penulis memberikan saran untuk bisa mengembangkan penelitian ini selanjutnya. Berikut saran yang dapat disampaikan :

1. Alat kontrol nutrisi dan monitoring sebaiknya menggunakan *controller* terpisah supaya koneksi internet yang lambat tidak menghambat proses kontrol nutrisi.
2. Untuk pembacaan nutrisi air yang lebih akurat diharapkan untuk penelitian selanjutnya ditambahkan alat pengaduk otomatis pada cadangan air hidroponik.

## DAFTAR PUSTAKA

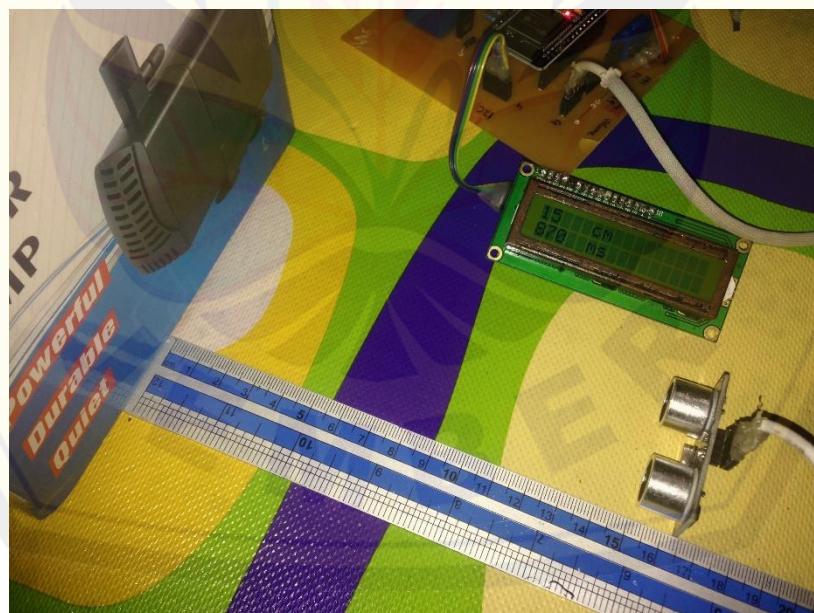
- Caballero, D. C. 2017. How to Use a PH Sensor with Arduino. <https://scidle.com/how-to-use-a-ph-sensor-with-arduino/> [Diakses pada May 23, 2019].
- Crisnapati, Padma and Wardana, I Nyoman Kusuma and Aryanto, I and Hermawan, A. 2017. Hommons: hydroponic management and monitoring system for an iot based nft farm using web technology. 1–6.
- DFRobot. 2017. Analog TDS Sensor for Arduino. <https://www.dfrobot.com/product-1662.html?search=tds sensor> [Diakses pada May 23, 2019].
- ESP32.net. 2019. The Internet of Things with ESP32. <http://esp32.net/> [Diakses pada July 14, 2019].
- Gonzalez-Linch, E., J. Medina-Moreira, A. Alarcon-Salvaterra, S. Medina-Anchundia, dan K. Lagos-Ortiz. 2019. Automated hydroponic modular system. 901:59–67.
- Jaya, Narin. 2017. Sensor Suhu Digital Stainless Steel Anti Air DS18B20. <http://narin.co.id/products/sensor-suhu-kelembapan/sensor-suhu-digital-stainless-steel-anti-air-ds18b20.htm> [Diakses pada May 18, 2019].
- Kadir, A. 2015. *From Zero to a Pro Arduino (Panduan Untuk Mempelajari Aneka Proyek Berbasis Mikrokontroler)*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Roberto, K. 2003. *How To Hydroponics*. New York: The Futuregarden Press a division of Futuregarden, Inc.
- Sinaga, R. 2012. Alat pengukur ph air dengan tampilan digital berbasis arduino. 1–37.
- Statistik, B. P. 2014. Produksi Sayuran Di Indonesia. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) [Diakses pada May 23, 2019].
- Swastika, S., A. Yulfida, dan Y. Sumitro. 2018. *Teknis, Petunjuk Sayuran, Budidaya*. Riau: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Balitbangtan Riau, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

## LAMPIRAN

### A. Kalibrasi Sensor



Kalibrasi Sensor TDS



Kalibrasi Sensor Jarak

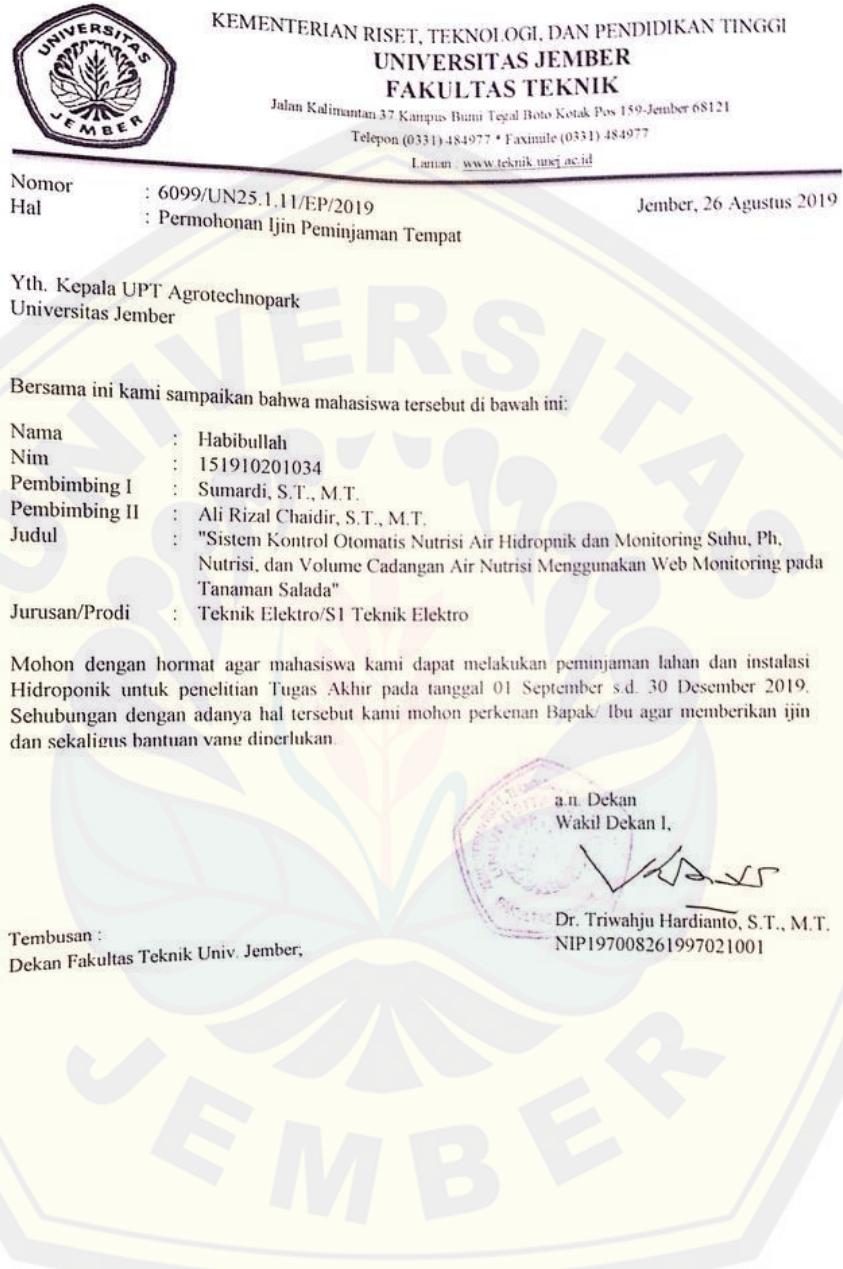


Kalibrasi Sensor pH



Kalibrasi Sensor Suhu

### A. Surat Izin Penelitian



Gambar Surat Ijin Peminjaman Tempat Penelitian

**SURAT PERNYATAAN**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Habibullah

NIM : 151910201034

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Penelitian : Sistem Kontrol Otomatis Nutrisi Air Hidroponik dan Monitoring Suhu, Ph, Nutrisi, dan Volume Cadangan Air Nutrisi Menggunakan Web Monitoring pada Tanaman Salada

Waktu Penelitian : 01 September sampai dengan 30 Desember 2019

Tempat Penelitian : UPT Agrotechnopark Universitas Jember

Ukuran Lahan : 2 m x 5 m

menyatakan bahwa saya selaku penanggung jawab penelitian telah membaca dan memahami isi tata tertib penggunaan fasilitas, serta akan selalu mematuhi tata tertib tersebut selama melaksanakan kegiatan penelitian.

Surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila melakukan pelanggaran sanggup menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jember, 29 Agustus 2019  
Yang membuat pernyataan,

  
Habibullah  
NIM 151910201034

Gambar Surat Pernyataan

## SURAT PERNYATAAN DPU

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama DPU : Sumardi, S.T., M.T.

Selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) penyusunan tugas akhir/skripsi mahasiswa :

Nama

: Habibullah

NIM

: 151910201034

Program Studi

: Teknik Elektro

Judul

: Sistem Kontrol Otomatis Nutrisi Air Hidroponik dan Monitoring Suhu, Ph, Nutrisi, dan Volume Cadangan Air Nutrisi Menggunakan Web Monitoring pada Tanaman Salada

Waktu Penelitian

: 1 September 2019 – 30 Desember 2019

Kebutuhan Lahan

: 3 m x 7 m (Instalasi Hidroponik dan Penempatan Alat Control)

Mengajukan permohonan ijin penggunaan lahan untuk keperluan penelitian tugas akhir/skripsi di UPT Agrotechnopark Universitas Jember.

Demikian hal ini disampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terimakasih.

Dosen Pembimbing Utama  
Sumardi, S.T., M.T.  
NIP 196701131998021001

Gambar Surat Pernyataan DPU



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
UPT AGROTECHNOPARK

Jalan Kalimantan 37, Kampus Bumi Tegal Boto, Jember 68121  
Email: agrotechnopark@unej.ac.id Laman: agrotechnopark.unej.ac.id

Nomor : 183/UN25.5.8/LT/2019  
Hal : Persetujuan Penggunaan Fasilitas

28 Agustus 2019

Yth.Wakil Dekan I Fakultas Teknik  
Universitas Jember  
Jember

Menindaklanjuti surat Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Jember, nomor: 6099/UN25.1.1L/EP/2019, tanggal 26 Agustus 2019, hal Permohonan Data atas nama:

Nama : Habibullah  
NIM : 151910201034  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Penelitian : Sistem Kontrol Otomatis Nutrisi Air Hidroponik dan Monitoring Suhu, Ph, Nutrisi,dan Volume Cadangan Air Nutrisi Menggunakan Web Monitoring pada Tanaman Salada  
Tempat Penelitian : UPT Agrotechnopark Universitas Jember  
Ukuran Lahan : 2 m x 5 m

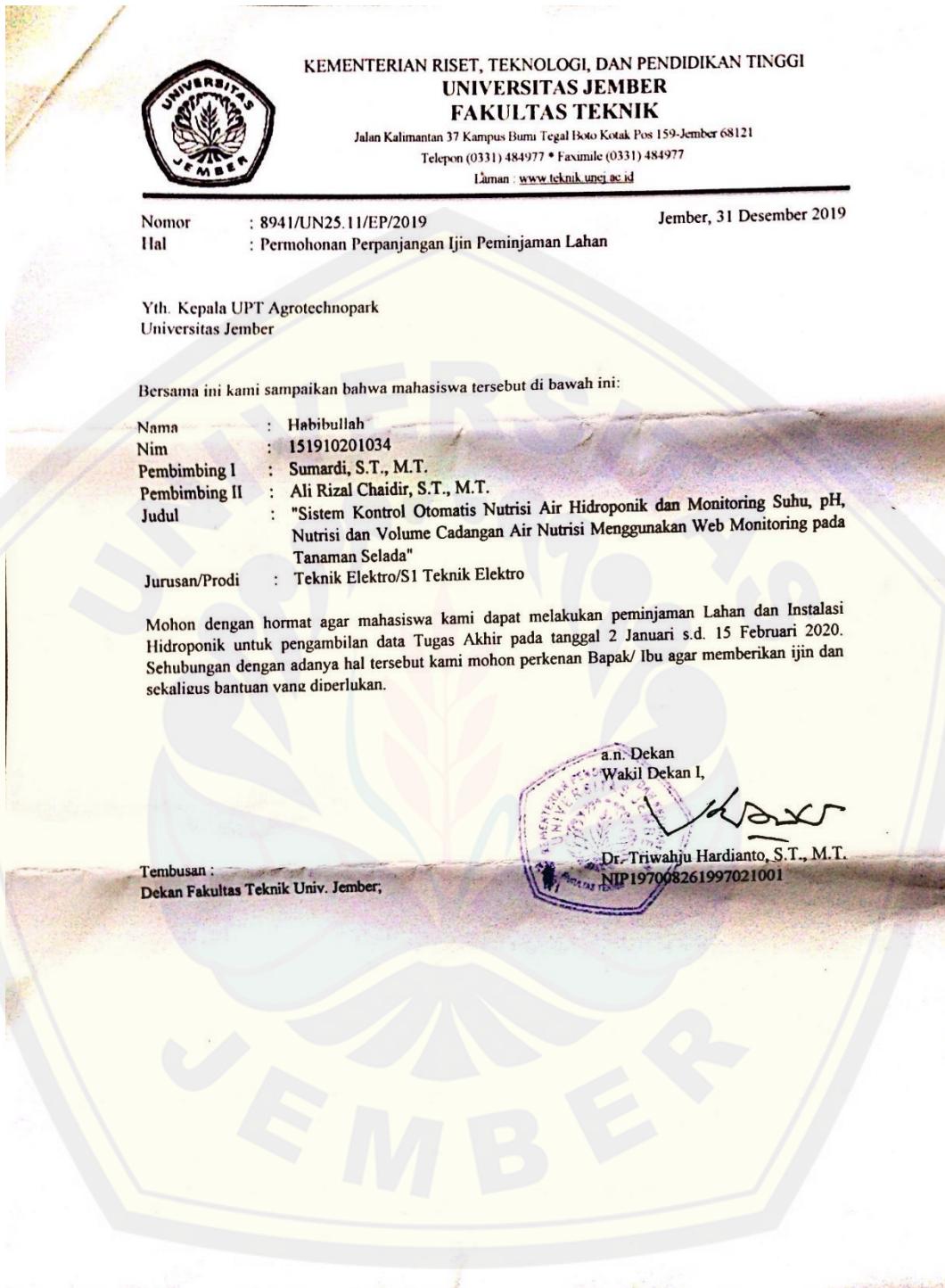
disampaikan dengan hormat bahwa pada prinsipnya permohonan tersebut dapat disetujui.  
Selama melakukan kegiatan, diharapkan mahasiswa mematuhi tata tertib penggunaan fasilitas yang berlaku di UPT Agrotechnopark Universitas Jember.

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.



Tembusan:  
Mahasiswa yang bersangkutan.

Gambar Persetujuan Penggunaan Fasilitas



Gambar Permohonan Perpanjangan Ijin Peminjaman

## B. Listing Program

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
//#include <Servo.h>
#include <math.h>
#define TdsSensorPin 33
#define VREF 5.0 // analog reference voltage(Volt) of the ADC
#define SCOUNT 30 // sum of sample point
int analogBuffer[SCOUNT]; // store the analog value in the array, read from
ADC
int analogBufferTemp[SCOUNT];
int analogBufferIndex = 0,copyIndex = 0;
float averageVoltage = 0,tdsValue = 0,temperature = 25;

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define CAYENNE_PRINT Serial
#include <CayenneMQTTESP32.h>

//*****Data Wifi*****
//char ssid[] = "iPhone";
//char wifiPassword[] = "habibb12345";
char ssid[] = "@wifi.id_adh_dhuha";
char wifiPassword[] = "jangancobacoba";

//*****Server Cayenne*****
char username[] = "d4114a90-779b-11e9-b4eb-6bf2c2412b24";
char password[] = "6ca298a6a755b987fa4f97c084ca30efe8231544";
char clientID[] = "8f7f8ca0-2968-11ea-84bb-8f71124cfdfb";
```

```
unsigned long lastMillis = 0;

//*****Inisial Pin-Pin*****//

int adcPH = 32;           // pin SENSOR PH
#define ONE_WIRE_BUS 27      // pin SENSOR SUHU

const int pompaair = 15;    // pin POMPA AIR
const int pompanutrisi = 2; // pin POMPA NUTRISI

byte byteRead;
char buff[20];
float jarak[3];
float kiri[3];
float kanan[3];
float dnutrisi[3];
float dair[3];
float rules[3][3];
float rules1[3][3];
float temp, temp1;
float rule00, rule01, rule02;
float rule10, rule11, rule12;
float rule20, rule21, rule22;
float rule100, rule101, rule102;
float rule110, rule111, rule112;
float rule120, rule121, rule122;
float delay1, defuz;
float delay2, defuz1;
float Enutrisi, dEnutrisi, Eair, dEair, Enutrisis, Eairs;
float setpoint = 700;
```

```
int i=0; int r=0;  
//int pompaair = 15; // pin POMPA AIR  
//int pompanutrisi = 2; // pin POMPA NUTRISI  
  
//*****SENSOR SUHU*****/  
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);  
DallasTemperature sensorSuhu(&oneWire);  
int suhuSekarang;  
  
//*****SENSOR JARAK*****/  
int Trig_Pin = 26;  
int echo_Pin = 25;  
  
//*****DIFINISI*****/  
int pH;  
float PH = 0;  
  
void setup() {  
    // put your setup code here, to run once:  
  
    //***INISIAL PIN***/  
    pinMode(ONE_WIRE_BUS, INPUT);  
    pinMode(TdsSensorPin, INPUT);  
    pinMode(adcpH, INPUT);  
    pinMode(pompaair, OUTPUT);  
    pinMode(pompanutrisi, OUTPUT);  
    pinMode(TdsSensorPin, INPUT);  
    pinMode(Trig_Pin, OUTPUT);  
    pinMode(echo_Pin, INPUT);  
  
    Serial.begin(115200);
```

```
lcd.begin();

//***KONEKSI SERVER MONITORING***
Cayenne.begin(username, password, clientID, ssid, wifiPassword);

//***KONEKSI SENSOR SUHU***
sensorSuhu.begin();

}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    baca_semua_sensor();
    hitung();
    //tampil();
    ANFIS();
    pompa();
}

/*
void tampil()
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("S=");
    lcd.setCursor(3,0);
    lcd.print(tdsValue,0);
    lcd.setCursor(0,1);
}
```

```
lcd.print("E=");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print(Enutrisi,0);
lcd.setCursor(7,0);
lcd.print("dE=");
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print(dEnutrisi,0);
delay(1000);
}
*/
```

```
int getMedianNum(int bArray[], int iFilterLen)
{
    int bTab[iFilterLen];
    for (byte i = 0; i < iFilterLen; i++)
        bTab[i] = bArray[i];
    int i, j, bTemp;
    for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++)
    {
        for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++)
        {
            if (bTab[i] > bTab[i + 1])
            {
                bTemp = bTab[i];
                bTab[i] = bTab[i + 1];
                bTab[i + 1] = bTemp;
            }
        }
    }
    if ((iFilterLen & 1) > 0)
        bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
```

```
    else
        bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
    return bTemp;
}

float ambilSuhu()
{
    sensorSuhu.requestTemperatures();
    int suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0);
    return suhu;
}

void baca_semua_sensor()
{
    //***PEMBACAAN NILAI NUTRISI AIR***//

    static unsigned long analogSampleTimepoint = millis();
    if(millis()-analogSampleTimepoint > 40U)
    {
        analogSampleTimepoint = millis();
        analogBuffer[analogBufferIndex] = analogRead(TdsSensorPin);
        analogBufferIndex++;
        if(analogBufferIndex == SCOUNT)
            analogBufferIndex = 0;
    }
    static unsigned long printTimepoint = millis();
    if(millis()-printTimepoint > 800U)
    {
        printTimepoint = millis();
        for(copyIndex=0;copyIndex<SCOUNT;copyIndex++)
            analogBufferTemp[copyIndex]= analogBuffer[copyIndex];
```

```
averageVoltage = getMedianNum(analogBufferTemp,SCOUNT) *  
(float)VREF / 1024.0;  
float compensationCoefficient=1.0+0.02*(temperature-25.0);  
float compensationVolatge=averageVoltage/compensationCoefficient;  
  
tdsValue=(133.42*compensationVolatge*compensationVolatge*compensationVolatge - 255.86*compensationVolatge*compensationVolatge +  
857.39*compensationVolatge)*0.5;  
//Serial.print("voltage:");  
//Serial.print(averageVoltage,2);  
//Serial.print("V ");  
tdsValue=0.6355 * tdsValue + 106,38;  
  
}  
  
//***PEMBACAAN NILAI VOLUME AIR***//
```

```
int pulse, inches, cm;  
digitalWrite(Trig_Pin,LOW);  
delayMicroseconds(2);  
digitalWrite(Trig_Pin, HIGH);  
delayMicroseconds(10);  
digitalWrite(Trig_Pin, LOW);  
pulse = pulseIn(echo_Pin, HIGH);  
cm = pulse / 29 / 2 ;  
cm = (0.9853 * cm) + 0.0606 ;  
inches = cm * 2.54;  
float twadah = 66 - cm ;  
float dmtw = twadah / 10 ;  
float volume = dmtw * 3.5 * 5;
```

```
/***PEMBACAAN NILAI SUHU AIR***/
```

```
suhuSekarang = ambilSuhu();  
suhuSekarang = (0.9707*suhuSekarang) + 0.6922;
```

```
/***PEMBACAAN NILAI PH AIR***/
```

```
PH = 0;  
for (int a = 0; a <=500; a++)  
{  
    PH += analogRead(adcpH);  
}  
pH = (0.0551 * (PH/500)) - 14.273 ;
```

```
lcd.clear();
```

```
/***TAMPILKAN NILAI NUTRISI KE LCD***/
```

```
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("N= ");  
lcd.setCursor(3, 0);  
lcd.print(tdsValue,0);  
//KIRIM NILAI TDS
```

```
Cayenne.virtualWrite(V1, tdsValue);
```

```
/***TAMPILKAN NILAI VOLUME KE LCD***/
```

```
//lcd.clear();  
lcd.setCursor(9, 0);  
lcd.print("V= ");  
lcd.setCursor(12, 0);
```

```
lcd.print(volume);
//KIRIM NILAI VOLUME
Cayenne.virtualWrite(V2, volume);

//***TAMPILKAN NILAI PH KE LCD***
lcd.setCursor(9, 1);
lcd.print("P= ");
lcd.setCursor(12, 1);
lcd.print(pH);
//KIRIM NILAI PH
Cayenne.virtualWrite(V4, pH);

//***TAMPILKAN NILAI SUHU KE LCD***
//lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("S= ");
lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print(suhuSekarang);
//KIRIM NILAI SUHU
Cayenne.celsiusWrite(V3, suhuSekarang);

delay(1000);
}

void hitung()
{
Enutrisi=Enutrisi;
Eairs=Eair;
Enutrisi=setpoint - tdsValue;
Eair=setpoint - tdsValue;
```

```
dEnutrisi=Enutrisi-Enutrisis;  
dEair=Eair-Eairs;  
}
```

```
void ANFIS(){  
fuzz();  
rulEnutrisi();  
rulEair();  
defuzznutrisi();  
defuzzair();  
}
```

```
void fuzz(){  
//Enutrisiri  
//untuk N  
if (Enutrisi<=-350)  
{ kiri[0]=1; }  
else if (Enutrisi>-350 && Enutrisi<=0)  
{ kiri[0]=(0-Enutrisi)/(0-(-350)); }  
else  
{ kiri[0]=0; }  
//untuk Z  
if (Enutrisi<=-350)  
{ kiri[1]=0; }  
else if (Enutrisi>-350 && Enutrisi<=0)  
{ kiri[1]=(Enutrisi-(-350))/(0-(-350)); }  
else if (Enutrisi>0 && Enutrisi<=350)
```

```
{ kiri[1]=(Enutrisi-0)/(350-0); }
else
{ kiri[1]=0; }
//untuk P

if (Enutrisi<=0)
{ kiri[2]=0; }
else if (Enutrisi>0 && Enutrisi<=350)
{ kiri[2]=(Enutrisi-350)/(0-350); }
else
{ kiri[2]=1; }

//dE kiri
// untuk N

if (Enutrisi<=-175)
{ dnutrisi[0]=1; }
else if (Enutrisi>-175 && Enutrisi<=0)
{ dnutrisi[0]=(0-Enutrisi)/(0-(-175)); }
else
{ dnutrisi[0]=0; }

//untuk Z

if (Enutrisi<=-175)
{ dnutrisi[1]=0; }
else if (Enutrisi>-175 && Enutrisi<=0)
{ dnutrisi[1]=(Enutrisi-(-175))/(0-(-175)); }
else if (Enutrisi>0 && Enutrisi<=175)
{ dnutrisi[1]=(Enutrisi-0)/(175-0); } else
{ dnutrisi[1]=0; }

//untuk P

if (Enutrisi<=0)
{ dnutrisi[2]=0; }
```

```
else if (Enutrisi>0 && Enutrisi<=175)
{ dnutrisi[2]=(Enutrisi-175)/(0-175); }
else
{ dnutrisi[2]=1; }
```

```
//Eairnan
//untuk N
if (Eair<=-350)
{ kanan[0]=1; }
else if (Eair>-350 && Eair<=0)
{ kanan[0]=(0-Eair)/(0-(-350)); }
else
{ kanan[0]=0; }
//untuk Z
if (Eair<=-350)
{ kanan[1]=0; }
else if (Eair>-350 && Eair<=0)
{ kanan[1]=(Eair-(-350))/(0-(-350)); }
else if (Eair>0 && Eair<=350)
{ kanan[1]=(Eair-0)/(350-0); }
else
{ kanan[1]=0; }
//untuk P
if (Eair<=0)
{ kanan[2]=0; }
else if (Eair>0 && Eair<=350)
{ kanan[2]=(Eair-350)/(0-350); }
else
{ kanan[2]=1; }
```

```
//dE kanan  
// untuk N  
if (Eair<=-175)  
{ dair[0]=1; }  
else if (Eair>-175 && Eair<=0)  
{ dair[0]=(0-Eair)/(0-(-175)); }  
else  
{ dair[0]=0; }  
//untuk Z  
if (Eair<=-175)  
{ dair[1]=0; }  
else if (Eair>-175 && Eair<=0)  
{ dair[1]=(Eair-(-175))/(0-(-175)); }  
else if (Eair>0 && Eair<=175)  
{ dair[1]=(Eair-0)/(175-0); }  
else  
{ dair[1]=0; }  
//untuk P  
if (Eair<=0)  
{ dair[2]=0; }  
else if (Eair>0 && Eair<=175)  
{ dair[2]=(Eair-175)/(0-175); }  
else  
{ dair[2]=1; }  
}
```

```
void rulEnutrisi(){  
//Rule kiri  
int a, j;
```

```
for (a=0; a<=2; a=a+1)
{
    for (j=0; j<=2; j=j+1)
    {
        temp = min(kiri[a],
dnutrisi[j]);
        rules[a][j]=temp;
    }
}
rule00 = rules[0][0]; //(N,N=mati)
rule01 = rules[0][1]; //(N,Z=mati)
rule02 = rules[0][2]; //(N,P=mati)
rule10 = rules[1][0]; //(Z,N=sebentar)
rule11 = rules[1][1]; //(Z,Z=sebentar)
rule12 = rules[1][2]; //(Z,P=sebentar)
rule20 = rules[2][0]; //(P,N=lama)
rule21 = rules[2][1]; //(P,Z=lama)
rule22 = rules[2][2]; //(P,P=lama)
}
```

```
void rulEair(){
//Rule kanan
int b, c;
for (b=0; b<=2; b=b+1)
{
    for (c=0; c<=2; c=c+1)
    {
        temp1 = min(kanan[b],
dair[c]);
        rules1[b][c]=temp1;
```

```
}

}

rule100 = rules1[0][0]; //(N,N=mati)
rule101 = rules1[0][1]; //(N,Z=mati)
rule102 = rules1[0][2]; //(N,P=mati)
rule110 = rules1[1][0]; //(Z,N=sebentar)
rule111 = rules1[1][1]; //(Z,Z=sebentar)
rule112 = rules1[1][2]; //(Z,P=sebentar)
rule120 = rules1[2][0]; //(P,N=lama)
rule121 = rules1[2][1]; //(P,Z=lama)
rule122 = rules1[2][2]; //(P,P=lama)
}

void pompa(){

if (tdsValue = setpoint)
{
    digitalWrite(pompanutrisi,LOW);
    digitalWrite(pompaair,LOW);
}

else if (tdsValue <= setpoint)
{
    digitalWrite(pompaair,LOW);
    digitalWrite(pompanutrisi,HIGH);
    delay(delay1);
}

else if (tdsValue >= setpoint)
{
    digitalWrite(pompanutrisi,LOW);
    digitalWrite(pompaair,HIGH);
    delay(delay2);
}
```

```
}
```

```
void defuzznutrisi(){
```

```
//Defuzzifikasi nutrisi
```

```
float mati=0;
```

```
float sebentar=10;
```

```
float lama=20;
```

```
rulEnutrisi();
```

```
delay1 =
```

```
(rule00*mati)+(rule01*sebentar)+(rule02*lama)+(rule10*mati)+(rule11*mati)+(rule12*lama)+(rule20*mati)+(rule21*sebentar)+(rule22*lama);
```

```
defuz = 0; int a, j;
```

```
for (a=0; a<=2; a=a+1)
```

```
{
```

```
for (j=0; j<=2; j=j+1)
```

```
{
```

```
defuz = defuz+rules[a][j];
```

```
}
```

```
}
```

```
delay1 = delay1/defuz;
```

```
}
```

```
void defuzzair(){
```

```
//Defuzzifikasi air
```

```
float mati=0;
```

```
float sebentar=10;
```

```
float lama=20;
```

```
rulEair();
```

```
delay2 = (rule100*lama)+(rule101*sebentar)+(rule102*mati)+(rule110*lama)+(  
rule111*mati)+(rule112*mati)+(rule120*lama)+(rule121*sebentar)+(rule122*mat  
i);
```

```
defuz1 = 0; int b, c;  
for (b=0; b<=2; b=b+1)  
{  
    for (c=0; c<=2; c=c+1)  
    {  
        defuz1 = defuz1+rules1[b][c];  
    }  
}  
delay2 = delay2/defuz1;  
}
```