



**RANCANG BANGUN SISTEM NUTRISI OTOMATIS PADA  
HIDROPONIK DFT BERBASIS *NODEMCU* MENGGUNAKAN  
PEMROGRAMAN *ESPBASIC***

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana S1  
pada Program Studi Teknik Pertanian*

**SKRIPSI**

Oleh

**Muhamad Farit Afiful Hayat  
NIM 201710201109**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JEMBER  
2025**



**RANCANG BANGUN SISTEM NUTRISI OTOMATIS PADA  
HIDROPONIK DFT BERBASIS *NODEMCU* MENGGUNAKAN  
PEMROGRAMAN *ESPBASIC***

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana S1  
pada Program Studi Teknik Pertanian*

**SKRIPSI**

Oleh

**Muhamad Farit Afiful Hayat  
NIM 201710201109**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JEMBER  
2025**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini dipersembahkan kepada Ibu tercinta Nurhayati.

## **MOTTO**

"Kegagalan hanya terjadi jika kita menyerah,"

(B.J. Habibie)

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Farit Afiful Hayat

NIM : 201710201109

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “*Rancang Bangun Sistem Nutrisi Otomatis pada Hidroponik DFT Berbasis NodeMCU Menggunakan Pemrograman Espbasic*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Juni 2025

Yang menyatakan,

Muhamad Farit Afiful Hayat

NIM. 201710201109

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Rancang Bangun Sistem Nutrisi Otomatis pada Hidroponik DFT Berbasis Nodemcu Menggunakan Pemrograman Espbasic*” telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 11 Juli 2025

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng., IPM.

ASEAN Eng.

NIP : 196312121990031002

(.....)

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Dedy Wirawan Sudiby, S.TP., M.Si.

NIP : 197407071999031001

(.....)

2. Penguji Anggota 1

Nama : Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.

NIP : 198508152023212047

(.....)

## ABSTRACT

*The rapid growth of population has led to a reduction in agricultural land, particularly in urban areas, creating challenges in maintaining food security. The Deep Flow Technique (DFT) hydroponic system offers an efficient alternative for soilless cultivation, but still faces challenges in manually managing nutrient levels. This study aims to design and implement an automatic nutrient control system for DFT hydroponics based on the Internet of Things (IoT), using NodeMCU and ESPBasic programming. The system consists of two microcontrollers: Arduino Uno, which reads and calibrates TDS sensors with temperature compensation, and NodeMCU, which processes data, controls nutrient pumps, and transmits data to the ThingSpeak platform in real time. Nutrient delivery is adjusted based on the age of lettuce plants and their corresponding TDS values. The research method includes hardware and software design, sensor calibration, and system testing over a 35-day period. The results show that the system is capable of automatically reading and regulating nutrient levels, with an average sensor reading error rate of 3.03%. The system also enables real-time monitoring through a web interface and the ThingSpeak platform. This research is expected to enhance the efficiency of automatic nutrient management in hydroponic cultivation and provide convenience for remote monitoring.*

*Keywords: hydroponics, internet of things, NodeMCU, ESPBasic.*

## RINGKASAN

**Rancang Bangun Sistem Nutrisi Otomatis pada Hidroponik DFT Berbasis Nodemcu Menggunakan Pemrograman *Esbasic***; Muhamad Farit Afiful Hayat; 201710201109; Program Studi Teknik Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember.

Pertumbuhan penduduk yang pesat, terutama di kawasan perkotaan, menyebabkan alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman dan industri. Hal ini mengakibatkan penyusutan lahan pertanian, sehingga mendorong pengembangan teknologi budidaya tanaman menggunakan sistem hidroponik yang tidak bergantung pada media tanah dan dapat diterapkan pada lahan yang terbatas. Namun, pengelolaan nutrisi pada sistem hidroponik masih dilakukan secara manual menjadi kendala karena berpotensi tidak akurat dan memakan waktu. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatisasi berbasis teknologi yang mampu mengatur pemberian nutrisi sesuai kebutuhan tanaman secara *real-time* dan terintegrasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang dan menganalisis kinerja sistem kontrol nutrisi otomatis pada hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT), berbasis *Internet of Things* (IoT).

Perancangan sistem ini terdiri dari tahap perancangan operasional, fungsional dan struktural. Sistem dibangun menggunakan dua mikrokontroler, yaitu Arduino Uno untuk membaca dan mengkalibrasi sensor TDS, serta NodeMCU yang berperan dalam mengendalikan pompa dan motor pengaduk serta mengirim data ke *platform ThingSpeak* melalui koneksi Wi-Fi. Sistem dirancang untuk menyalakan pompa secara otomatis apabila kadar nutrisi yang terdeteksi lebih rendah dari ambang batas yang telah ditentukan sesuai dengan usia tanaman, kemudian mematikan pompa setelah kadar nutrisi tercapai. Data pemantauan seperti nilai TDS, status pompa, dan waktu dikirim secara berkala ke *ThingSpeak* dan ditampilkan melalui antarmuka lokal berbasis web.

Pengujian sistem dilakukan selama 35 hari masa tanam tanaman selada. Kalibrasi sensor TDS dilakukan untuk memastikan akurasi pembacaan, dengan hasil yang menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 3,03%. Sistem mampu

membaca nilai TDS, mengaktifkan pompa ketika kadar nutrisi di bawah ambang batas, dan menghentikan pompa setelah nilai sesuai tercapai. Selama pengujian, sistem juga berhasil mengirimkan data secara *real-time* ke *ThingSpeak* tanpa kendala. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Sistem mampu melakukan pengontrolan nutrisi secara otomatis berdasarkan fase pertumbuhan tanaman, serta mendukung pemantauan jarak jauh secara *real-time*.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Rancang Bangun Sistem Nutrisi Otomatis pada Hidroponik DFT Berbasis NodeMCU Menggunakan Pemrograman ESPBasic*". Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng., IPM., ASEAN Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi secara konsisten selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku dosen penguji utama yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini.
3. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si., selaku dosen penguji anggota sekaligus dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan arahan dan semangat selama masa studi.
4. Rufiani Nadzirah, S.T.P., M.Sc., selaku dosen dan komisi bimbingan Program Studi Teknik Pertanian yang telah memberikan dukungan akademik serta motivasi kepada penulis.
5. Seluruh dosen dan staf karyawan Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman TEP angkatan 2020, khususnya kelas TEP C, atas kebersamaan, semangat, dan kerja samanya selama masa studi.
7. Teman-teman kontrakan Bengawan Solo yang telah menjadi tempat berbagi cerita, dukungan moril, serta semangat selama menyelesaikan studi dan skripsi ini.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa mendatang.

Jember, 30 Juni 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Penelitian.....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1 Hidroponik DFT ( <i>Deep Flow Technique</i> ).....	4
2.1.2 Selada .....	4
2.1.3 Sistem Kontrol Otomatis pada Hidroponik.....	5
2.1.4 <i>Internet Of Things</i> pada Hidroponik .....	6
2.1.5 NodeMCU .....	6
2.1.6 Arduino UNO R3 .....	7
2.1.7 Sensor TDS .....	8
2.1.8 DS18B20 .....	8
2.1.9 ESP8266Basic .....	9
2.1.10 Komunikasi Serial.....	10
2.1.11 <i>ThingSpeak</i> .....	11
2.1.12 Nutrisi Hidroponik .....	11
2.1.13 Tingkat Kesalahan ( <i>Error</i> ).....	12

2.2 Kajian Literatur .....	12
2.3 Pengembangan Hipotesis .....	13
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	14
3.2 Desain Penelitian .....	14
3.2.1 Rancangan Operasional .....	14
3.2.2 Rancangan Fungsional .....	15
3.2.3 Rancangan Struktural .....	16
3.3 Prosedur Penelitian .....	18
3.4 Pengumpulan Data Penelitian .....	19
3.5 Alat dan Instrumentasi Penelitian .....	20
3.5.1 Alat .....	20
3.5.2 Bahan .....	20
3.6 Metode Analisis .....	20
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Hasil Perancangan Sistem .....	22
4.1.1 Perancangan <i>Hardware</i> .....	22
4.1.2 Perancangan <i>Software</i> .....	24
4.2 Hasil Kalibrasi Sensor .....	27
4.2.1 Proses Kalibrasi Sensor .....	27
4.2.2 Analisis Error Pembacaan Sensor .....	28
4.3 Implementasi Sistem Pada Hidroponik .....	30
4.3.1 Hasil Monitoring Sistem .....	30
4.3.2 Analisis Kinerja Sistem .....	32
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>33</b>
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kondisi ideal selada .....	5
Tabel 2.2 Tingkat kebutuhan nutrisi selada .....	5
Tabel 2.3 Hasil studi literatur dari penelitian terdahulu.....	12
Tabel 4.1 Konfigurasi sambungan komponen .....	23
Tabel 4.2 Data hasil percobaan tingkat kesalahan sensor .....	29
Tabel 4.3 Data kondisi relay .....	30

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NodeMCU .....	7
Gambar 2.2 Arduino UNO R3 .....	7
Gambar 2.3 Sensor TDS .....	8
Gambar 2.4 Sensor DS18B20 .....	9
Gambar 2.5 ESPBasic interface .....	10
Gambar 2.6 Koneksi komunikasi serial .....	11
Gambar 3.1 Diagram alir rancangan operasional.....	15
Gambar 3.2 Diagram blok rancangan fungsional .....	16
Gambar 3.3 Skema rangkaian elektronik .....	17
Gambar 3.4 Desain sistem keseluruhan .....	18
Gambar 4.1 Hasil rancangan hardware .....	22
Gambar 4.2 Tampilan website lokal monitoring sistem .....	26
Gambar 4.3 Tampilan monitoring data ThingSpeak.....	27
Gambar 4.4 Tampilan proses kalibrasi sensor .....	28
Gambar 4.6 Grafik monitoring nutrisi selama 35 hari .....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi penelitian .....	37
Lampiran 2. Kode pemrograman arduino uno .....	38
Lampiran 3. Kode pemrograman nodeMCU .....	39

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang pesat terutama di daerah perkotaan, telah mendorong perluasan wilayah kota yang berujung pada perubahan fungsi lahan pertanian menjadi kawasan pemukiman dan industri. Fenomena ini mengakibatkan penyusutan lahan pertanian di wilayah perkotaan sehingga memengaruhi ketersediaan ruang untuk kegiatan budidaya tanaman (Andrianto dkk., 2020). Kondisi tersebut menjadi tantangan bagi keberlanjutan pertanian di daerah perkotaan sehingga diperlukan solusi alternatif dengan keterbatasan lahan di wilayah perkotaan. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah sistem pertanian hidroponik. Sistem ini dapat diterapkan di lahan sempit dan menghasilkan produktivitas yang tinggi (Gumisiriza dkk., 2022).

Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman yang tidak memanfaatkan media tanah, sehingga memungkinkan untuk diterapkan di lahan yang terbatas sekalipun. Pada konteks hidroponik, terdapat salah satu sistem yang dinamakan dengan sistem *Deep Flow Technique* (DFT), di mana akar tanaman ditempatkan pada lapisan air dengan kedalaman 2–5 cm. Sistem ini memungkinkan tanaman mendapatkan pasokan air dan nutrisi secara terus-menerus, sehingga pertumbuhan tanaman dapat tetap terjaga dengan baik (Purwanto dkk., 2019). Meskipun memiliki keunggulan tersebut, sistem hidroponik DFT juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain memerlukan biaya instalasi yang besar dan membutuhkan pengetahuan teknis dalam pengelolaannya (Pomoni dkk., 2023). Selain itu Proses pengaturan dan pemantauan nutrisi secara manual berisiko menyebabkan ketidaksesuaian antara kebutuhan tanaman dan jumlah nutrisi yang diberikan, sehingga dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pengontrolan nutrisi pada tanaman hidroponik yang mampu mendeteksi dan mengatur kadar nutrisi secara *real-time*.

Sistem kontrol diperlukan untuk memastikan pemberian nutrisi pada hidroponik berlangsung dengan tepat, sesuai dengan kebutuhan tanaman pada setiap tahap pertumbuhannya. Penerapan konsep *Internet of Things* (IoT) pada

sistem hidroponik memungkinkan pemantauan dan pengendalian secara *real-time* dari jarak jauh melalui media internet sehingga mempermudah dalam pemantauan dan pengelolaan sistem secara otomatis. Salah satu teknologi IoT yang dapat digunakan yaitu mikrokontroler NodeMCU dengan menggunakan pemrograman EspBasic dan Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor TDS untuk mengukur nilai kandungan nutrisi dalam sistem hidroponik (Heryanto dkk., 2020). Sistem ini dilengkapi dengan *interface* berbasis web yang mempermudah pemantauan nilai kandungan nutrisi dan pengaturan pemberian nutrisi secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas sehingga terdapat masalah yang dapat ditarik sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang sistem monitor dan kontrol nutrisi hidroponik berbasis IoT ?
2. Bagaimana kinerja sistem kontrol nutrisi otomatis yang diimplementasikan pada hidroponik?

## **1.3 Batasan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian ini maka objek dan fokus pembahasan membatasi kajian pada:

1. Pengamatan sistem kontrol dilakukan pada tanaman selada dan menggunakan sensor TDS tanpa memperhatikan perubahan pH.
2. Sistem kontrol terdiri dari Arduino Uno untuk membaca sensor TDS dan NodeMCU untuk otomatisasi dan pengiriman data dengan platform *ThingSpeak*.
3. Sistem hidroponik yang diamati yaitu sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*).
4. Pemrograman menggunakan Arduino IDE dan ESPBasic.

#### **1.4 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Mendapatkan rancangan sistem monitor dan kontrol nutrisi hidroponik berbasis IoT.
2. Menganalisis kinerja sistem kontrol nutrisi otomatis yang diimplementasikan pada hidroponik.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat perancangan sistem kontrol otomatis ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi IPTEK, memberikan kontribusi pada perkembangan teknologi pertanian, khususnya dalam penggunaan teknologi otomasi pada sistem hidroponik.
2. Bagi pemerintah, sebagai rujukan dalam pengembangan dan penelitian lebih lanjut mengenai cara kerja sistem pemberian nutrisi otomatis berbasis NodeMCU dengan pemrograman ESPBasic.
3. Bagi masyarakat, membantu peningkatan pemantauan dan pengelolaan tanaman hidroponik dengan mudah dari jarak jauh sehingga dapat meningkatkan kontrol terhadap kondisi tanaman.

## BAB 2. TINJAUAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

#### 2.1.1 Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*)

Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah, melainkan menggunakan air yang telah diperkaya dengan larutan nutrisi sebagai media tanam. Dalam budidaya hidroponik, pemenuhan kebutuhan unsur hara tanaman dilakukan secara terkontrol melalui air yang bersirkulasi. Salah satu metode hidroponik yang cukup populer adalah metode DFT (*Deep Flow Technique*). Sistem hidroponik DFT memiliki prinsip dasar berupa perendaman sebagian akar tanaman dalam larutan nutrisi yang memiliki kedalaman tertentu dan bersirkulasi secara terus-menerus. Teknologi ini bekerja dalam sistem tertutup, di mana larutan nutrisi dialirkan dari tandon melalui pompa menuju saluran tanam dan kembali lagi ke tandon setelah melewati akar tanaman (Fitmawati dkk., 2018).

Sistem *Deep Flow Technique* (DFT) pertama kali dikembangkan dari pendekatan budidaya yang memanfaatkan sirkulasi air secara berkelanjutan, sehingga tanaman dapat terus memperoleh pasokan nutrisi, air, dan oksigen yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhannya. Berbeda dengan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) yang menggunakan aliran larutan tipis, sistem DFT menggunakan larutan nutrisi dengan kedalaman sekitar 2–5 cm, yang memungkinkan akar tanaman terendam sebagian (Purwanto dkk., 2019). Menurut Pramono dkk. (2020), keunggulan metode DFT terletak pada stabilitas suplai nutrisi dan kemampuan menjaga aerasi akar tanaman melalui kombinasi sirkulasi air dan penggunaan aerator. Sistem ini sangat ideal untuk budidaya tanaman daun seperti selada karena mendukung pertumbuhan akar yang kuat dan merata.

#### 2.1.2 Selada

Selada merupakan tanaman merupakan tanaman yang berasal dari daerah yang memiliki iklim sedang. Selada (*Lactuca sativa L*) merupakan sayuran daun tahunan yang termasuk dalam keluarga *Asteraceae* yang biasanya dikonsumsi sebagai lalapan atau salad. Selada mengandung gizi dan vitamin antara lain: kalsium, fosfor, besi, vitamin A, vitamin B dan vitamin C. Tanaman tumbuh baik

di dataran tinggi, tumbuh optimal di lahan subur yang banyak mengandung humus, pasir, atau lumpur. Waktu tanam yang paling baik adalah pada akhir musim hujan, meskipun dapat ditanam pada musim kemarau dengan penyiraman yang cukup (Ramsari & Hidayat, 2022).

Pemantauan parameter seperti pH, TDS, dan suhu air merupakan aspek penting dalam budidaya tanaman selada secara hidroponik. Demikian pula, nilai ambang batas dapat ditetapkan sesuai dengan parameter yang dibutuhkan tanaman selada (Adidrana dkk., 2022). Hal ini membantu dalam memantau dan mengatur lingkungan hidroponik untuk memastikan kondisi yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman selada memiliki kondisi ideal dan tingkat kebutuhan nutrisi tertentu, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kondisi ideal selada

Besaran Alam	Batas Bawah	Batas Atas
TDS	560 PPM	840 PPM
pH	5.5	6.5
Suhu	24 °C	26 °C

Sumber: (Adidrana dkk., 2022)

Tabel 2.2 Tingkat kebutuhan nutrisi selada

Umur Tanaman	Kebutuhan Nutrisi (PPM)
0-2 Hari	0 PPM
3-10 Hari	200-400 PPM
11-20 Hari	400-500 PPM
21-35 Hari	500-700 PPM

Sumber: (Ramsari & Hidayat, 2022)

### 2.1.3 Sistem Kontrol Otomatis pada Hidroponik

Sistem kontrol otomatis pada hidroponik merupakan mekanisme yang dirancang untuk memantau dan mengatur variabel lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan tanaman secara *real-time*. Sistem ini terdiri atas sensor yang berfungsi untuk membaca kondisi lingkungan, mikrokontroler sebagai unit pemroses data, serta aktuator seperti pompa atau katup yang bertugas menyesuaikan kondisi secara otomatis. Dengan adanya sistem ini, tanaman dapat tumbuh dalam kondisi lingkungan yang sesuai dengan kebutuhannya secara berkelanjutan, serta meminimalkan keterlibatan manual yang berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pengaturan parameter lingkungan (Mabitazan & Mabitazan, 2021).

Dalam penerapannya pada sistem hidroponik, kontrol otomatis sangat berperan dalam menjaga konsistensi konsentrasi larutan nutrisi yang sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman. Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) digunakan untuk mengukur konsentrasi nutrisi dalam air, kemudian data yang diperoleh dikirim ke mikrokontroler seperti Arduino atau NodeMCU untuk dianalisis. Apabila nilai TDS berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis akan mengaktifkan pompa untuk menambahkan larutan nutrisi ke dalam saluran. Setelah konsentrasi nutrisi mencapai nilai yang diinginkan, pompa akan dinonaktifkan kembali secara otomatis (Sulaiman dkk., 2025).

#### 2.1.4 *Internet Of Things* pada Hidroponik

*Internet of Things* (IoT) adalah konsep teknologi yang menghubungkan perangkat cerdas melalui jaringan internet untuk memungkinkan pertukaran data secara otomatis dan terintegrasi. Sistem ini menggabungkan sensor untuk membaca parameter lingkungan, mikrokontroler sebagai pemroses data, serta konektivitas jaringan internet untuk mengirimkan data ke *platform cloud* atau antarmuka web. Dengan dukungan IoT, pemantauan dan pengendalian sistem dapat dilakukan secara *real-time* dan jarak jauh (Awal dkk., 2025).

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem hidroponik memberikan kemudahan dalam mengelola kebutuhan nutrisi tanaman secara otomatis, berdasarkan data lingkungan yang diperoleh secara aktual. Contohnya pada budidaya tanaman selada, sensor TDS yang terintegrasi dengan mikrokontroler NodeMCU dapat mendeteksi konsentrasi larutan nutrisi, kemudian mengirimkan data tersebut ke *platform cloud* secara berkala. Jika nilai TDS di bawah standar, pompa nutrisi akan diaktifkan otomatis berdasarkan logika kontrol yang telah diprogram. Keunggulan IoT dalam sistem hidroponik tidak hanya terletak pada otomatisasi, tetapi juga pada kemampuan pemantauan dan pengendalian dari jarak jauh (Songneam dkk., 2024).

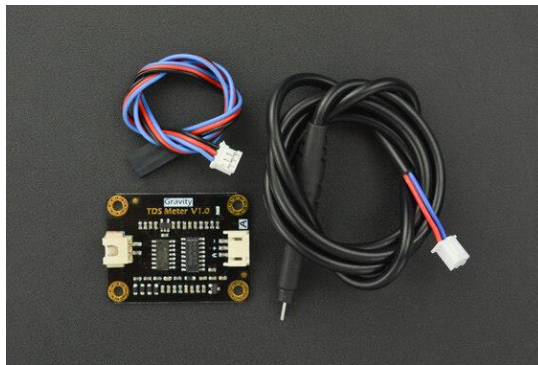
#### 2.1.5 NodeMCU

NodeMCU merupakan salah satu *platform open source* dimana perangkat kerasnya terbuka untuk diedit atau dimodifikasi sesuai dengan keperluan pengguna. NodeMCU menggunakan *chip* ESP8266, sebuah *chip* Wi-Fi dengan *protokol*



### 2.1.7 Sensor TDS

Sensor TDS merupakan sensor kompatibel Arduino yang digunakan untuk mengukur TDS (*Total Dissolve Solid*) pada air. TDS sendiri merupakan kadar konsentrasi objek solid yang terlarut dalam air. Semakin tinggi nilai TDS nya maka semakin keruh airnya, begitupun sebaliknya. Sensor ini mendukung *input* tegangan antara 3.3 - 5V, serta *output* tegangan analog yang dihasilkan berkisar pada 0 - 2.3V. Sensor ini sangat cocok digunakan dalam pemantauan konsentrasi nutrisi pada sistem hidroponik, karena kemampuannya mengukur kadar zat terlarut dalam larutan nutrisi secara *real-time* (Purwanto dkk., 2019).



Gambar 2.3 Sensor TDS

### 2.1.8 DS18B20

DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang menggunakan protokol komunikasi 1-Wire untuk mentransmisikan data suhu melalui satu jalur data. Sensor ini memiliki akurasi  $\pm 0,5$  °C pada rentang  $-10$  °C s.d.  $+85$  °C, dan mampu mengukur suhu dari  $-55$  °C hingga  $+125$  °C. Selain itu, sensor ini mampu membaca dengan ketelitian 9-12 bit. Sensor ini sangat kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler karena hanya memerlukan satu pin digital untuk komunikasi. Sensor ini juga dapat dioperasikan menggunakan catu daya antara 3,0 V hingga 5,0 V, sehingga fleksibel digunakan dalam berbagai sistem tertanam dan aplikasi pemantauan suhu berbasis IoT (Koritsoglou dkk., 2020).

Parameter suhu sangat penting dalam pengukuran nutrisi karena konduktivitas listrik (EC) air berubah secara signifikan seiring perubahan suhu. Menurut Dewangan dkk. (2023), Suhu merupakan salah satu faktor terpenting yang memengaruhi konduktivitas dan TDS (*Total Dissolved Solids*) air. Seiring

meningkatnya suhu air, konduktivitas dan TDS juga meningkat. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya pergerakan ion dan molekul dalam air seiring dengan meningkatnya suhu, yang menyebabkan peningkatan konduktivitas dan TDS.

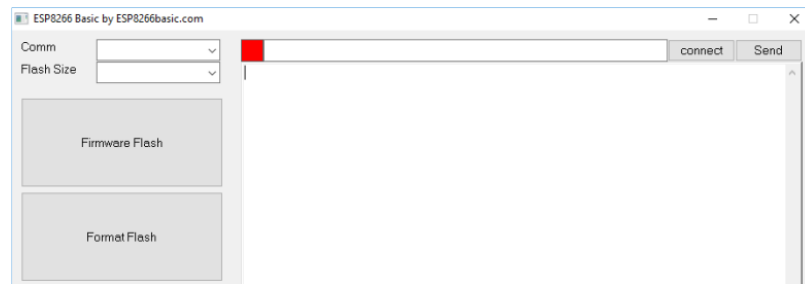


Gambar 2.4 Sensor DS18B20

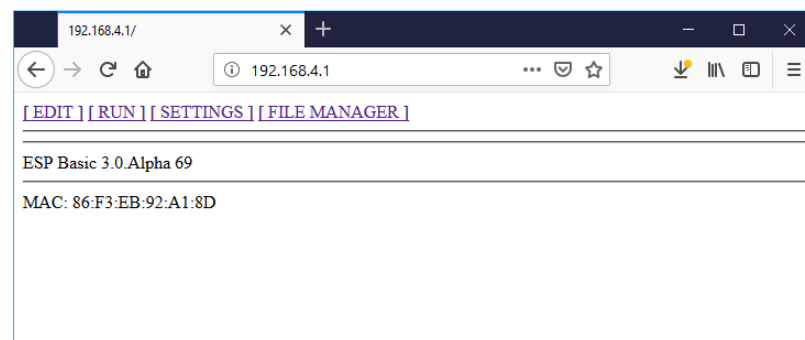
#### 2.1.9 ESP8266Basic

ESP8266basic adalah *interpreter Basic open-source* yang dibuat khusus untuk mikrokontroler NodeMCU ESP8266. ESPBasic memiliki beberapa fitur yang membedakannya dari *interpreter Basic* lainnya. ESPBasic mendukung koneksi WiFi, yang memungkinkan pengguna untuk mengatur dan mengontrol perangkat lunak secara jarak jauh, yang berguna untuk proyek IoT dan aplikasi lain yang memerlukan komunikasi *wireless*. Selain itu, ESPBasic memungkinkan pengguna untuk membuat GUI *interface* yang didukung web yang lebih mudah dan ramah pengguna dibandingkan dengan bahasa pemrograman lain (Molinari, 2015).

Pemrograman menggunakan ESPBasic dimulai dengan mengunggah (*flash*) *firmware* BASIC ke mikrokontroler NodeMCU. Ini dilakukan sebagai berikut: 1) Menginstal aplikasi ESP\_Basic\_Flasher pada komputer; 2) Menghubungkan modul mikrokontroler menggunakan kabel USB; 3) Memulai program aplikasi ESP\_Basic\_Flasher; 4) Memasukkan nomor port COM dan ukuran memori (*Flash Size*); 5) Mengklik *Firmware Flash*; 6) Menunggu beberapa saat hingga proses flashing selesai (Marhaenanto dkk., 2021).



(a) Flasher ESPBasic interface



(b) Web program interface

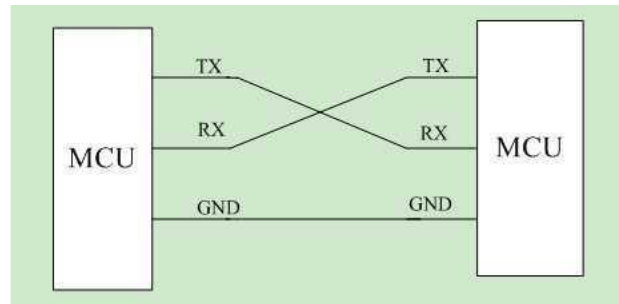
Gambar 2.5 ESPBasic interface  
 Sumber : (Marhaenanto dkk., 2021)

### 2.1.10 Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan metode transmisi data secara berurutan satu bit pada satu waktu melalui satu jalur transmisi. Salah satu bentuk komunikasi serial yang paling umum digunakan antar mikrokontroler adalah UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*). Dalam implementasinya, komunikasi UART hanya memerlukan tiga kabel utama, yaitu TX (*transmit*) untuk mengirim data, RX (*receive*) untuk menerima data, dan GND (*ground*) sebagai referensi tegangan. Jalur TX dari satu perangkat akan terhubung ke RX perangkat lain, membentuk jalur komunikasi satu-ke-satu yang sederhana namun efektif (Gong dkk., 2023).

Protokol UART ini bekerja secara *asynchronous*, yaitu tanpa memerlukan sinyal clock eksternal. Sinkronisasi antara perangkat pengirim dan penerima dilakukan melalui *baud rate* yang telah ditentukan sebelumnya. Agar transmisi data berjalan dengan baik, kedua perangkat harus menggunakan *baud rate* yang sama. Nilai *baud rate* yang umum digunakan adalah 9600, 19200, 38400, 57600, dan

115200 bps, tergantung pada kecepatan yang dibutuhkan dan kemampuan masing-masing perangkat keras (Zhang, 2023).



Gambar 2.6 Koneksi komunikasi serial

Sumber : (Zhang, 2023)

#### 2.1.11 ThingSpeak

*ThingSpeak* adalah *platform* IoT yang memungkinkan dalam mengumpulkan, memvisualisasikan, dan menganalisis secara *real-time*. *ThingSpeak* adalah aplikasi *opensource* yang awalnya diluncurkan pada tahun 2010 oleh *ioBridge*. Melalui protokol HTTP atau MQTT, pengguna dapat mengirimkan data dari perangkat IoT ke saluran *ThingSpeak*. Selain itu, *ThingSpeak* juga menyediakan kemampuan untuk melakukan pemrosesan data dengan menggunakan kode MATLAB yang disebut analisis tingkat lanjut (*advanced analysis*) (Nettikadan & Raj, 2018).

#### 2.1.12 Nutrisi Hidroponik

Nutrisi hidroponik merupakan kandungan hara yang dibutuhkan tanaman untuk proses pertumbuhan dan perkembangan. Nutrisi AB mix hidroponik terdiri atas 2 unsur hara yaitu unsur makro dan mikro. Unsur hara makro adalah unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar (0,1%-5%) yang meliputi karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), kalsium (Ca), dan belerang (S). Sementara itu, unsur hara mikro dibutuhkan dalam jumlah kecil, biasanya kurang dari 0,025%, dan meliputi besi (Fe), mangan (Mn), boron (B), molibdenum (Mo), seng (Zn), dan tembaga (Cu) (Syah dkk., 2021).

Dalam praktik hidroponik, keberadaan unsur-unsur tersebut larut dalam air dan membentuk larutan nutrisi yang harus dijaga kestabilannya agar tanaman dapat tumbuh optimal. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi larutan nutrisi tersebut, digunakan pengukuran *Total Dissolved Solids* (TDS). DS merupakan indikator yang menunjukkan jumlah total zat padat terlarut dalam larutan, termasuk unsur

hara yang berasal dari pupuk AB Mix. Pengukuran TDS biasanya dilakukan melalui alat TDS meter yang bekerja dengan cara membaca nilai *Electrical Conductivity* (EC), yakni kemampuan larutan dalam menghantarkan arus listrik akibat keberadaan ion-ion bermuatan. Nilai EC ini kemudian dikonversikan menjadi TDS. Semakin banyak ion terlarut, maka semakin tinggi pula nilai EC dan TDS, yang berarti semakin tinggi konsentrasi nutrisi dalam larutan (Sadiyoko dkk., 2023).

### 2.1.13 Tingkat Kesalahan (*Error*)

Tingkat kesalahan pembacaan sensor merupakan parameter yang mengindikasikan tingkat akurasi sebuah sensor dalam memberikan pembacaan. Hal ini mencerminkan sejauh mana nilai yang diukur oleh sensor mendekati nilai yang sebenarnya atau nilai yang diharapkan. Dengan kata lain, tingkat kesalahan sensor menggambarkan seberapa tepat dan konsisten sensor dalam merekam data (Syahfiqri dkk., 2023). Penentuan kesalahan (*error*) tersebut menggunakan persamaan pada rumus 2.1.

$$error = \left| \frac{\text{Nilai pembacaan sensor} - \text{Nilai pembacaan alat ukur}}{\text{Nilai pembacaan sensor}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

## 2.2 Kajian Literatur

Berikut merupakan kajian literatur yang bersumber dari penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya.

Tabel 2.3 Hasil studi literatur dari penelitian terdahulu

No (1)	Peneliti (2)	Judul (3)	Metode (4)	Hasil (5)
1	Adidrana, D., et al. (2022)	<i>Simultaneous Hydroponic Nutrient Control Automation System Based on Internet of Things</i>	Menggunakan mikrokontroler dan sensor TDS untuk mengatur pemberian nutrisi secara otomatis berdasarkan nilai TDS dan usia tanaman. Menggunakan NodeMCU dan sensor untuk monitoring dan kontrol sistem hidroponik melalui koneksi internet.	Sistem berhasil memberikan nutrisi secara otomatis dan akurat, mendukung pertumbuhan tanaman hidroponik sesuai fase. Sistem berhasil mengontrol pompa dan mengirim data ke server secara <i>real-time</i> .
2	Heryanto, A., et al. (2020)	<i>Berbasis Internet of Things</i> Menggunakan NodeMCU ESP8266	Menggunakan mikrokontroler dan sensor TDS untuk mengatur pemberian nutrisi secara otomatis berdasarkan nilai TDS dan usia tanaman. Menggunakan NodeMCU dan sensor untuk monitoring dan kontrol sistem hidroponik melalui koneksi internet.	Sistem berhasil mengontrol pompa dan mengirim data ke server secara <i>real-time</i> .

Tabel 2.3 Lanjutan

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3	Marhaenanto, B., et al. (2021)	<i>Greenhouse Conditioning using Internet of Things and Solar Panel</i>	Menggunakan ESPBasic untuk pemrograman NodeMCU dan pembuatan antarmuka kontrol berbasis web.	ESPBasic efektif digunakan dalam pengendalian perangkat otomatis dan pembuatan tampilan antarmuka monitoring sederhana.
4	Khoerun, B., et al. (2025)	Alat Ukur Kualitas Air (Suhu, pH, TDS, Kadar Garam, dan Kekeruhan)	Kalibrasi sensor TDS menggunakan library GravityTDS dan sensor suhu DS18B20 untuk kompensasi suhu.	Hasil kalibrasi menunjukkan error <5%, cukup akurat untuk pemantauan kualitas air sistem hidroponik.
5	Nettikadan, D., & Raj, S. (2018)	<i>Smart Community Monitoring System Using Thingspeak IoT Platform</i>	Menjelaskan penggunaan ThingSpeak untuk pengumpulan dan analisis data sensor secara <i>real-time</i> dengan HTTP/MQTT.	Mendukung penggunaan platform ThingSpeak sebagai media pemantauan data TDS dan status pompa dari jarak jauh.

### 2.3 Pengembangan Hipotesis

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah Sistem kontrol nutrisi otomatis mampu memberikan akurasi dan respons yang sesuai terhadap kebutuhan nutrisi tanaman hidroponik DFT.

## **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Instrumentasi dan Pengendalian Lingkungan Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Desember 2024 – Februari 2025.

### **3.2 Desain Penelitian**

Desain penelitian terdapat beberapa tahapan rancangan yang dibuat pada penelitian ini yaitu:

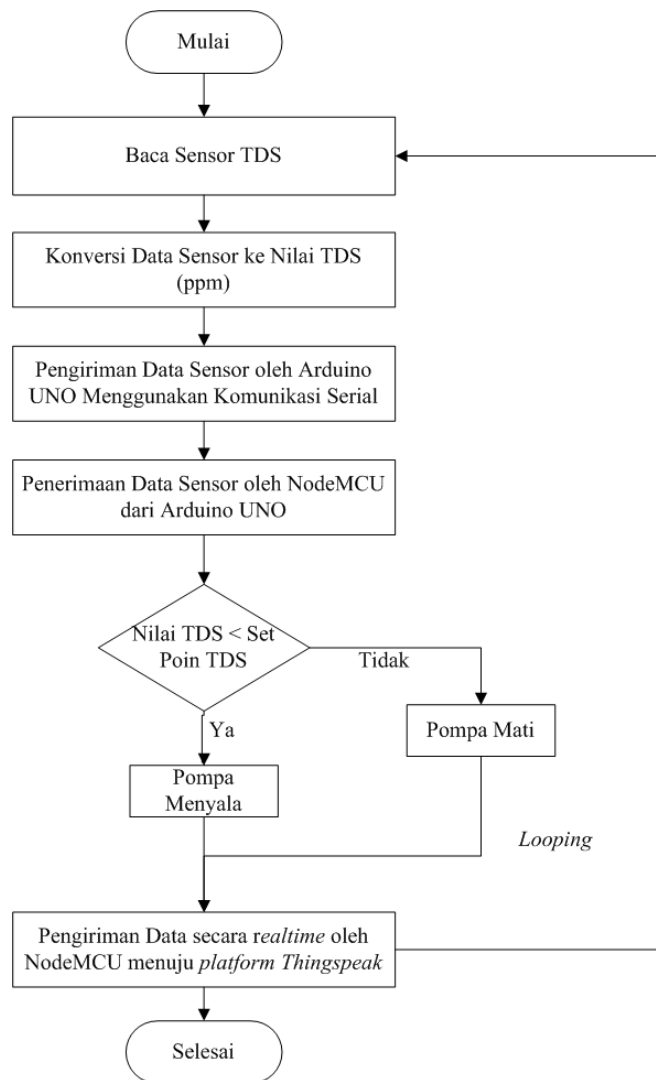
#### **3.2.1 Rancangan Operasional**

Sistem pemberian nutrisi otomatis pada hidroponik bertujuan untuk menyederhanakan dan meningkatkan efisiensi proses pemberian nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Prinsip kerja dirancang sebagai berikut :

- a) Arduino membaca data dari sensor TDS berupa sinyal ADC ( *analog-to-digital converter* ) dengan resolusi 10-bit (0-1023).
- b) Arduino mengonversi nilai ADC sensor TDS menjadi nilai PPM dengan menggunakan library GravityTDS dari DFRobot yang terdapat pada Arduino IDE.
- c) Nilai PPM yang telah dikalibrasi kemudian dikirim ke NodeMCU melalui komunikasi serial UART.
- d) NodeMCU menerima data dari Arduino, lalu mengevaluasi nilai PPM berdasarkan usia tanaman yang telah diprogram sebelumnya dengan rentang fase umu tanaman.
- e) NodeMCU membandingkan nilai PPM saat ini dengan batas bawah dan batas atas sesuai tahap pertumbuhan. Jika nilai PPM di bawah batas yang ditentukan, NodeMCU mengaktifkan modul relay untuk menyalakan pompa nutrisi dan pengaduk selama 5 detik, sehingga larutan AB mix ditambahkan ke bak penampung hingga konsentrasi tercapai.
- f) Setelah kadar nutrisi berada dalam rentang yang sesuai, NodeMCU akan mematikan relay untuk menghentikan pompa dan pengaduk.

- g) Secara berkala, NodeMCU juga mengirimkan data kadar nutrisi dan status sistem ke *platform ThingSpeak* guna mendukung pemantauan dan analisis data jarak jauh. Data yang diterima oleh *ThingSpeak* setiap 15 detik.

Diagram rancangan operasional dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.

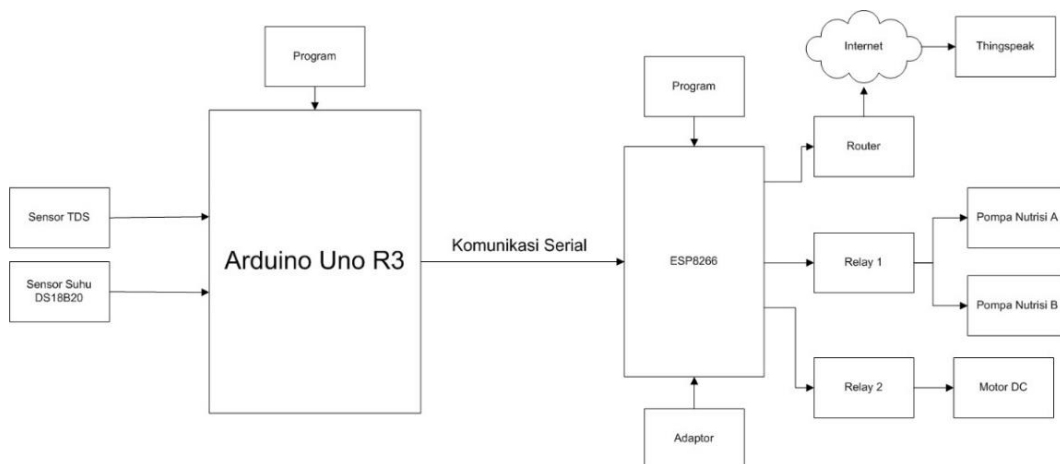


Gambar 3.1 Diagram alir rancangan operasional

### 3.2.2 Rancangan Fungsional

Berdasarkan rancangan operasional di atas secara fungsional sistem pemberian nutrisi otomatis yang akan dirancang seperti pada Gambar 3.2 yang memiliki beberapa komponen dengan fungsi masing-masing. Komponen tersebut terdiri dari: (1) Arduino Uno yang berfungsi sebagai pembaca sensor TDS. (2) Sensor TDS berfungsi mengukur kepekatan pada larutan nutrisi hidroponik dalam

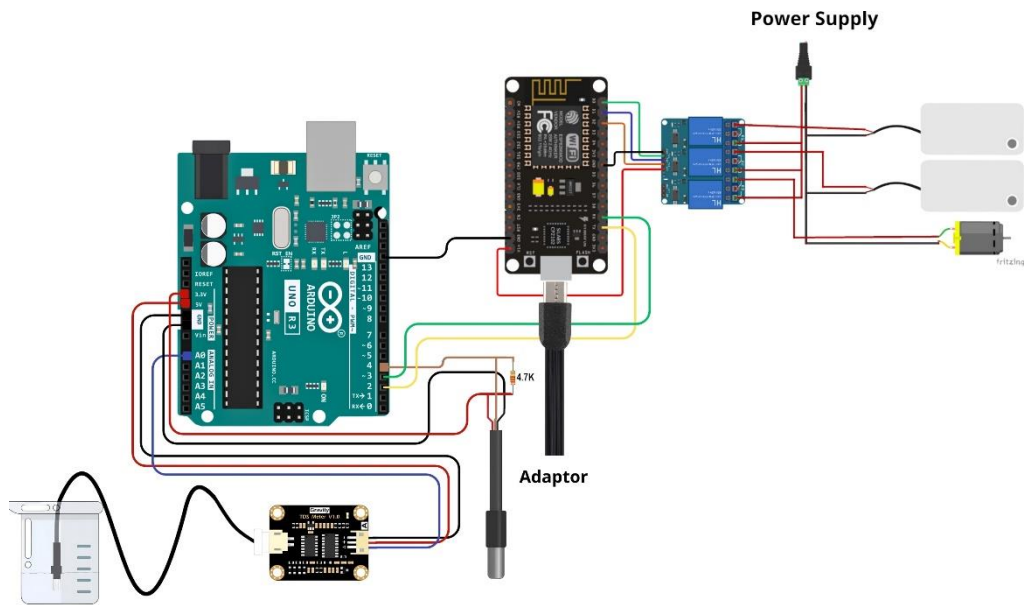
satuan PPM. (3) Adaptor berfungsi sebagai sumber daya pada NodeMCU. (4) Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh NodeMCU melalui sinyal digital. (5) Pompa A dan Pompa B sebagai penambah nutrisi AB mix ke dalam bak larutan hidroponik jika nilai kandungan nutrisi berkurang. (6) Motor DC berfungsi sebagai pengaduk larutan hidroponik setelah dilakukan penambahan nutrisi AB mix.



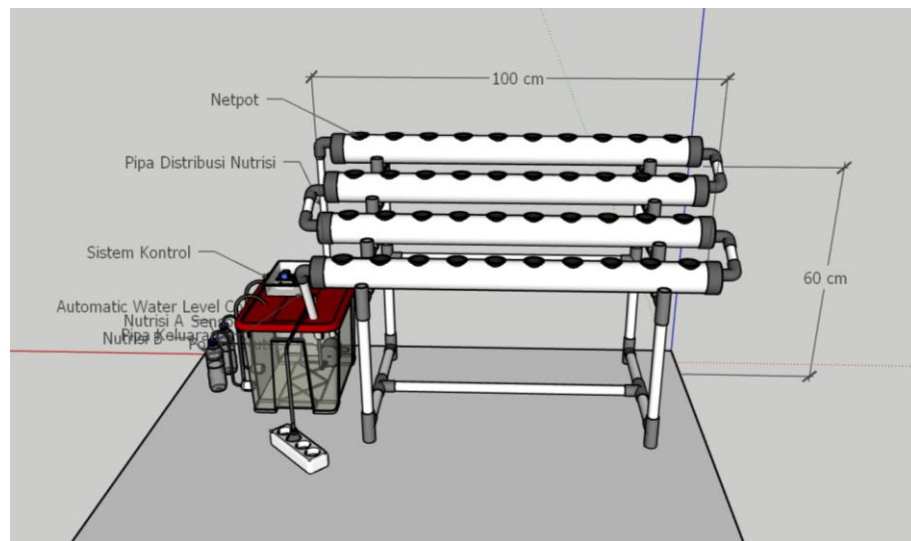
Gambar 3.2 Diagram blok rancangan fungsional

### 3.2.3 Rancangan Struktural

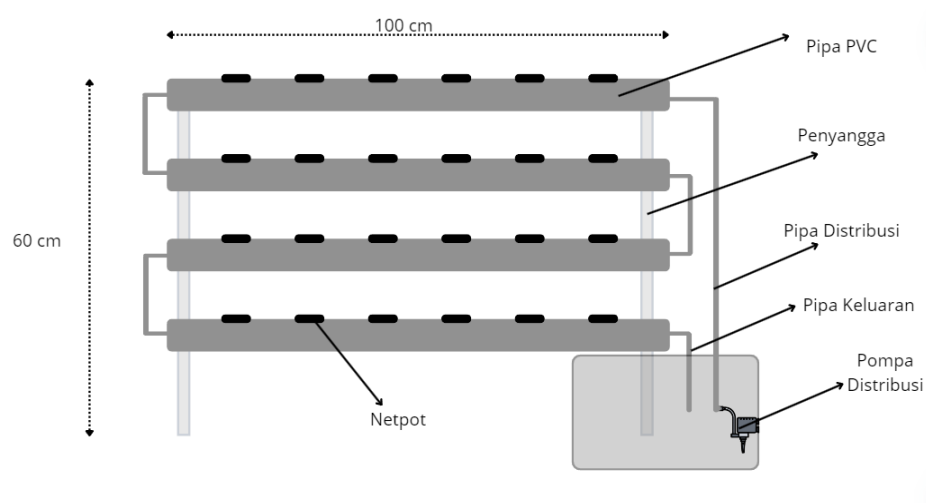
Rancangan struktural dari sistem nutrisi otomatis pada hidroponik terdiri atas skema rangkaian elektronik dan desain sistem secara keseluruhan. Rancangan ini menyajikan hubungan antar komponen perangkat keras (*hardware*) dalam sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler. Sistem ini dilengkapi dengan komponen utama hidroponik DFT, sensor dan sistem kontrol berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman secara otomatis. Rancangan ini disusun dengan mempertimbangkan keteraturan fisik, keamanan kelistrikan, dan kemudahan perawatan sistem, sehingga sistem tidak hanya bekerja optimal secara fungsional, tetapi juga stabil dan rapi secara struktur. Skema rangkaian elektronik dan desain sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.3 Skema rangkaian elektronik



(a) Tampilan dalam 3 dimensi



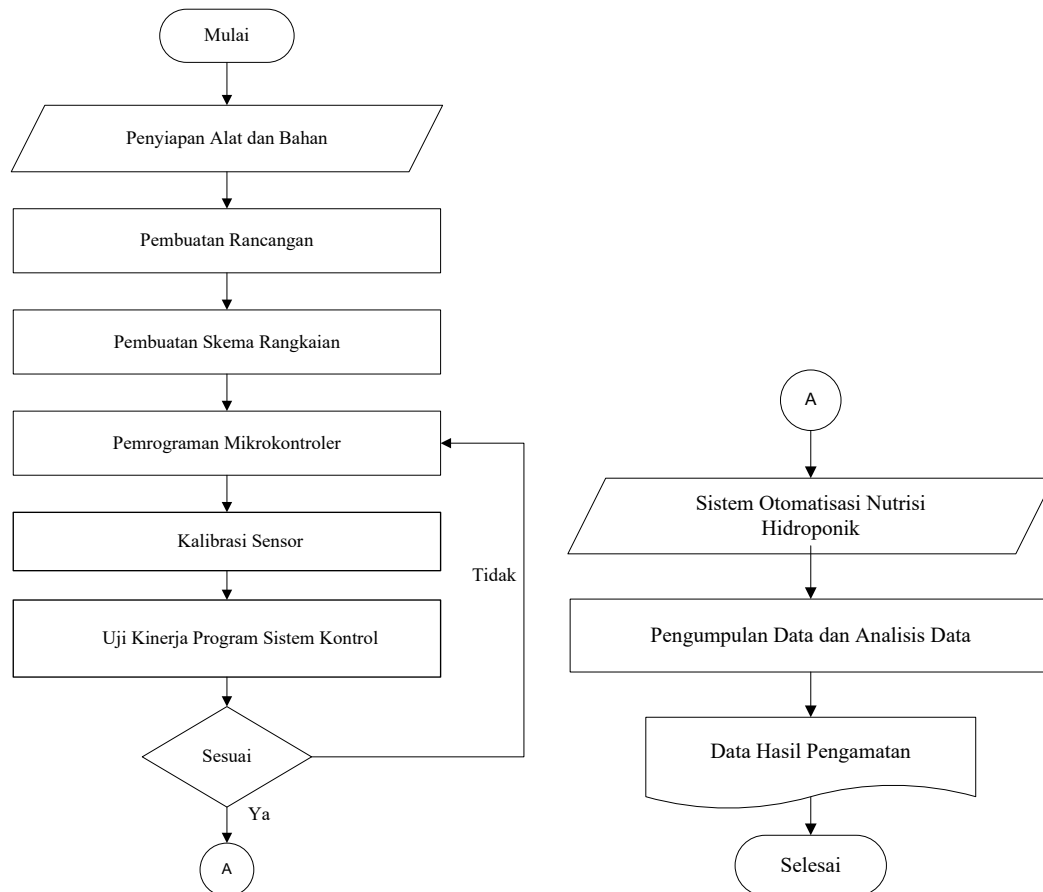
(b) Tampilan dalam 2 dimensi

Gambar 3.4 Desain sistem keseluruhan

### 3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan penyiapan alat dan bahan yang digunakan untuk membangun sistem hidroponik DFT dan sistem nutrisi otomatis. Setelah semua perangkat tersedia, dilakukan proses perancangan sistem yang mencakup rancangan operasional, rancangan fungsional dan rancangan struktural. Rancangan ini digunakan sebagai gambaran alur kerja sistem, fungsi dari masing-masing komponen dan bagaimana sistem disusun secara keseluruhan. Tahapan selanjutnya dilakukan pembuatan rancangan skema elektronik untuk menggambarkan koneksi antar komponen seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator. Skema ini berfungsi sebagai acuan utama dalam proses perakitan sistem secara fisik. Setelah rangkaian dirakit, dilakukan pemrograman mikrokontroler. Arduino Uno diprogram menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C++, sedangkan NodeMCU diprogram menggunakan ESPBasic melalui proses *flashing firmware*. Selanjutnya dilakukan kalibrasi sensor dengan mengubah nilai ADC sensor menjadi nilai TDS menggunakan Arduino IDE dan disimpan pada memori EEPROM agar tetap tersimpan meskipun sistem dimatikan. Tahap selanjutnya adalah uji kinerja sistem kontrol, yaitu menguji apakah sistem mampu memberikan nutrisi secara otomatis sesuai nilai ambang batas PPM berdasarkan fase pertumbuhan tanaman. Langkah terakhir adalah implementasi sistem otomatisasi pada instalasi hidroponik DFT.

Sistem diuji secara langsung selama masa tanam dengan pemantauan data melalui antarmuka lokal (*website*) dan *platform ThingSpeak* untuk memastikan bahwa sistem berjalan secara otomatis, *real-time*, dan konsisten sepanjang periode pengamatan, di mana pengiriman data ke *ThingSpeak* dilakukan secara otomatis setiap 15 detik. Diagram alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram alir prosedur penelitian

### 3.4 Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data penelitian berupa pengumpulan data primer. Data yang diambil dari pengamatan ini antara lain nilai TDS, status pompa nutrisi dan waktu (tanggal dan jam). Data dikirim dan disimpan secara otomatis ke *platform ThingSpeak* dengan *interval* pengiriman setiap 15 detik, memungkinkan pemantauan dan pencatatan secara *real-time*. Proses pengumpulan data primer ini melibatkan pemantauan secara berkala terhadap nilai TDS yang dihasilkan oleh sensor selama periode pertumbuhan tanaman.

### 3.5 Alat dan Instrumentasi Penelitian

#### 3.5.1 Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu

- |                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| 1. <i>Espbasic flasher</i>    | 6. <i>Frtizing</i> |
| 2. Microsoft office excel     | 7. <i>Sketchup</i> |
| 3. <i>Platform ThingSpeak</i> | 8. Laptop          |
| 4. Solder                     | 9. TDS meter       |
| 5. <i>Wi-Fi portable.</i>     | 10. Arduino IDE    |

#### 3.5.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu

- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Hidroponik set DFT     | 10. Nutrisi <i>AB Mix</i>      |
| 2. Mikrokontroler NodeMCU | 11. Modul relay                |
| 3. Pompa air aquarium     | 12. Pompa DC 5V                |
| 4. Kabel jumper           | 13. Botol 600 ml               |
| 5. Adaptor                | 14. <i>Power supply</i>        |
| 6. <i>Breadboard</i>      | 15. Motor DC                   |
| 7. Selang                 | 16. Mikrokontroler Arduino UNO |
| 8. Bak penampung nutrisi. | 17. Sensor DS18B20             |
| 9. Sensor TDS             |                                |

### 3.6 Metode Analisis

Dalam pelaksanaan penelitian terdapat beberapa analisis yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

#### 1. Analisis akurasi sensor TDS

Akurasi sensor dilakukan dengan cara pengambilan data hasil pengukuran sensor yang telah terkalibrasi pada larutan dengan nilai TDS yang telah diketahui diukur dengan TDS meter sebanyak 30 variasi nilai. Kemudian dihitung selisih hasil pengukuran untuk mendapatkan tingkat kesalahan (*error*) pada setiap pengukuran dan dirata-rata sehingga diketahui tingkat akurasi sensor TDS menggunakan **Persamaan 2.1**.

## 2. Analisis kinerja sistem otomatisasi nutrisi hidroponik

Analisis kinerja sistem otomatisasi nutrisi hidroponik dilakukan dengan pengamatan pada kemampuan sistem untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman hidroponik. Pengamatan ini mencakup kesesuaian sistem dalam memberikan nutrisi berdasarkan usia tanaman dan kesesuaian sensor dalam membaca nilai TDS dengan nilai target pada setiap tahap. Pengamatan ini dilakukan secara teratur selama 35 hari untuk memastikan bahwa sistem beroperasi dengan baik dan konsisten.

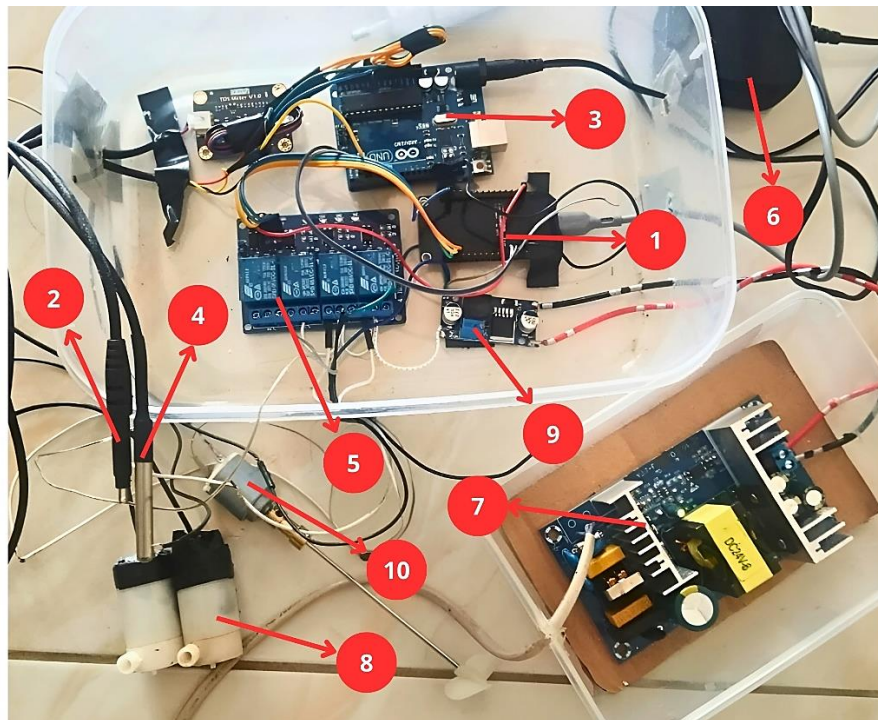
## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang untuk mengontrol pemberian nutrisi pada hidroponik secara otomatis didasarkan pada nilai dibaca oleh sensor. Sistem ini terdiri atas perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang bekerja dalam pemantauan dan pengendalian kadar nutrisi sesuai kebutuhan tanaman.

#### 4.1.1 Perancangan *Hardware*

Hasil perancangan *hardware* yang telah dirangkai dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil rancangan *hardware*

Komponen rangkaian perancangan *hardware* terdiri antara lain sebagai berikut.

- |                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| 1. NodeMCU                          | 2. Sensor TDS     |
| 3. Arduino Uno R3                   | 4. Sensor DS18B20 |
| 5. Relay 4 Channel                  | 6. Adaptor        |
| 7. <i>Power Supply</i>              | 8. Pompa DC       |
| 9. Modul <i>step-down regulator</i> | 10. Motor DC      |

Perancangan perangkat keras dilakukan melalui proses perakitan yang memastikan setiap komponen terhubung dengan baik dan berfungsi secara terintegrasi. NodeMCU dan Arduino Uno R3 dikoneksikan melalui komunikasi serial, dengan pin D2 pada Arduino sebagai RX dan pin D3 sebagai TX. Kedua pin ini dihubungkan secara silang ke pin TX dan RX pada NodeMCU, memungkinkan pertukaran data antar perangkat. Komunikasi serial ini menggunakan pustaka *SoftwareSerial* pada aplikasi Arduino IDE. Selain pin data yang terhubung, GND pada masing-masing mikrokontroler diintegrasikan menjadi satu agar komunikasi serial dalam pengiriman dan penerimaan data sensor lebih stabil.

Relay dihubungkan pada NodeMCU pada pin D0, D1, D2 dan mengontrol pompa nutrisi serta pengaduk. Seluruh sistem mendapatkan suplai tenaga dari *power supply* 12V DC yang dihubungkan ke modul *step-down regulator*. Modul ini berfungsi untuk mengubah tegangan 12V DC menjadi 5V DC yang kemudian disalurkan ke masing-masing komponen seperti mikrokontroler, relay, pompa A, pompa B dan pengaduk. Penggunaan modul *step-down* ini bertujuan dalam menjaga kestabilan tegangan pada saat pompa A, pompa B dan pengaduk diaktifkan. Konfigurasi sambungan antara setiap komponen dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konfigurasi sambungan komponen

No (1)	Komponen (2)	Pin (3)	Terhubung Ke Pin (4)	Sinyal (5)	Keterangan (6)
1	Sensor TDS	VCC	Arduino (5V)	Power	Catu Daya Sensor
		GND	Arduino (GND)	Power	Ground Sensor
		Signal	Arduino (A0)	Analog	Output Pembacaan TDS
2	DS18B20	VCC	Arduino (5V)	Power	Catu Daya Sensor
		GND	Arduino (GND)	Power	Ground Sensor
		Data	Arduino (A0)	Analog	Output Pembacaan Suhu
3	Arduino Uno	D2 (RX)	NodeMCU (TX)	Serial	Kirim Data Sensor
		D3 (TX)	NodeMCU (RX)	Serial	Terima Data Sensor
		GND	NodeMCU (GND)	Power	Ground dengan NodeMCU

Tabel 4.1 Lanjutan

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4	NodeMCU	D0	Relay (IN1)	Digital	Kontrol Pompa A
		D1	Relay (IN2)	Digital	Kontrol Pompa B
		D2	Relay (IN3)	Digital	Kontrol Pengaduk
5	<i>Power Supply</i>	Vout	Arduino, NodeMCU, Aktuator	Power	Suplai Daya ke Seluruh Sistem

#### 4.1.2 Perancangan *Software*

Perancangan *software* dibagi menjadi 2 bagian yaitu pemrograman pada mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU sebagai berikut.

##### 1. Pemrograman Arduino Uno

Pemrograman pada mikrokontroler arduino uno menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program utama dari Arduino yaitu untuk membaca sensor TDS dan sensor suhu DS18B20. Data yang diterima dari sensor TDS berupa sinyal analog. Kemudian sinyal tersebut dikonversikan menjadi nilai PPM dan variabel suhu membantu dalam kompensasi nilai PPM pada pengukuran kandungan nutrisi larutan agar pembacaan nilai TDS lebih akurat jika terdapat perubahan suhu pada larutan. Data pembacaan suhu dan pengiriman data sensor ke NodeMCU menggunakan komunikasi serial UART.

##### 2. Pemrograman NodeMCU

Pemrograman mikrokontroler NodeMCU ini menggunakan *firmware* EspBasic dimana pemrograman ini menggunakan bahasa Basic yang dibuat khusus untuk mikrokontroler NodeMCU. Pemrograman pada NodeMCU berfungsi : (1) membuat tampilan website lokal untuk monitoring sistem, (2) pengiriman data pada database *ThingSpeak*, (3) mengendalikan relay.

Logika kontrol relay pada sistem otomatisasi nutrisi hidroponik DFT dirancang untuk menyesuaikan pemberian larutan nutrisi berdasarkan usia tanaman (variabel count) dan nilai TDS yang terbaca (sensorADC). Setiap fase pertumbuhan memiliki rentang target TDS berbeda dan relay diprogram menyala selama 5 detik. Berikut merupakan kode pemrograman logika kontrol relay.

```
' Kontrol relay berdasarkan hari dan kondisi nutrisi
  if count >= 1 and count <= 2 then
    gosub [RelayOff]
  end if
```

```

if count >= 3 and count <= 10 then
  if val(sensorADC) < 200 and relayIsOn = 0 then
    gosub [RelayOn]
  end if
  if val(sensorADC) >= 400 then
    gosub [RelayOff]
  end if
end if

if count >= 11 and count <= 20 then
  if val(sensorADC) < 400 and relayIsOn = 0 then
    gosub [RelayOn]
  end if
  if val(sensorADC) >= 500 then
    gosub [RelayOff]
  end if
end if

if count >= 21 then
  if val(sensorADC) < 500 and relayIsOn = 0 then
    gosub [RelayOn]
  end if
  if val(sensorADC) >= 700 then
    gosub [RelayOff]
  end if
end if

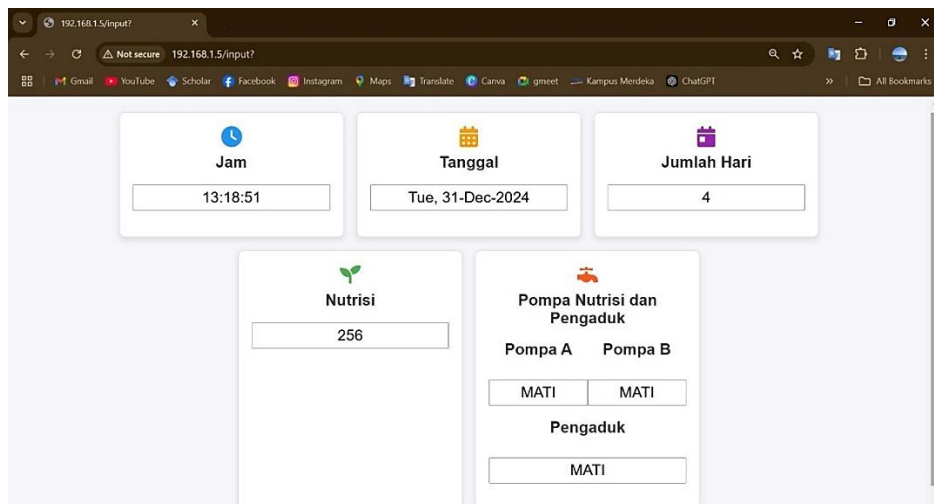
' Matikan relay setelah 5 detik menyala
if relayIsOn = 1 and (millis() - relayOnTime) >= 5000 then
  gosub [RelayOff]
end if

[RelayOn]
relayIsOn = 1
relayOnTime = millis()
io(po, d0, 0) ' Relay ON
io(po, d1, 0)
io(po, d2, 0)
StatusA = "NYALA"
StatusB = "NYALA"
StatusStirrer = "NYALA"
StatusR = "1"
return

[RelayOff]
relayIsOn = 0
io(po, d0, 1) ' Relay mati
io(po, d1, 1)
io(po, d2, 1)
StatusA = "MATI"
StatusB = "MATI"
StatusStirrer = "MATI"
StatusR = "0"
return

```

Tampilan website lokal dirancang menggunakan fitur CSS sederhana yang tersedia pada *firmware* EspBasic, dimana website ini menampilkan waktu (tanggal dan jam), umur tanaman, kondisi nutrisi, dan kondisi relay. Desain antarmuka dibuat minimalis dan responsif agar mudah diakses melalui perangkat seperti laptop atau smartphone tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan. Akses ke website dilakukan menggunakan alamat IP dari NodeMCU yang telah terhubung ke jaringan internet melalui WiFi. Alamat IP ini merupakan IP lokal yang diberikan oleh router kepada NodeMCU dan dapat diperoleh dengan melihat daftar perangkat yang terhubung pada jaringan WiFi melalui antarmuka pengaturan router. Hasil tampilan website lokal dapat dilihat pada Gambar 4.2.

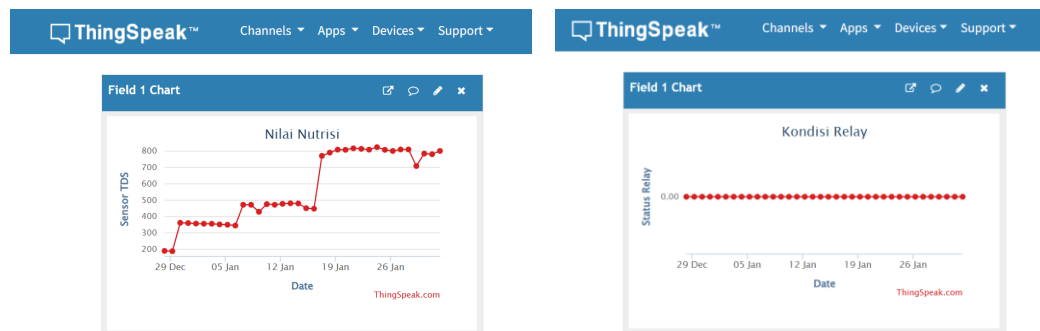


Gambar 4.2 Tampilan website lokal monitoring sistem

Selain menggunakan website lokal, NodeMCU mengirimkan data sensor dan kondisi relay pada *platform ThingSpeak* menggunakan perintah SENDTS yang tersedia pada *firmware* EspBasic. Perintah ini memanfaatkan *Write API Key* dari masing-masing channel *ThingSpeak* yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Berikut merupakan kode pemrograman yang digunakan.

```
SENDTS("D3XFM5D3X4J5QVKB", "1", StatusR) 'Mengirim status relay
SENDTS("4027PUNSUJR4EBBR", "1", sensorADC) 'Mengirim data Sensor
```

Tampilan monitoring data pada *platform ThingSpeak* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.3 sebagai berikut.



(a) Tampilan grafik nutrisi

(b) Tampilan kondisi relay

Gambar 4.3 Tampilan monitoring data *ThingSpeak*

## 4.2 Hasil Kalibrasi Sensor

### 4.2.1 Proses Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor TDS menggunakan *library* GravityTDS dari DFRobot, yang memungkinkan proses kalibrasi dilakukan secara otomatis dengan penyesuaian kompensasi suhu. Proses kalibrasi ini penting untuk meningkatkan akurasi pembacaan sensor, terutama dengan adanya kompensasi suhu. Penambahan kompensasi suhu ini diperlukan karena ketika suhu meningkat, konduktivitas dan nilai TDS juga akan meningkat (Kumar dkk., 2023). Selain itu, penelitian lain oleh Khoerun dkk. (2025) menunjukkan bahwa proses kalibrasi menggunakan *library* Gravity TDS dapat memperoleh nilai *error* pada sensor TDS  $< 5$ .

Proses kalibrasi dimulai menginisialisasi *library* GravityTDS dan DallasTemperature pada kode Arduino. Sensor TDS dan sensor DS18B20 kemudian dimasukkan kedalam larutan kalibrasi dengan nilai TDS yang telah diketahui dengan menggunakan alat ukur standar TDS meter. Selanjutnya, melalui serial monitor, pengguna masuk ke dalam mode kalibrasi. Pada tahap ini, kalibrasi menggunakan fungsi `gravitytds.update()` memungkinkan mikrokontroler membaca nilai ADC dari sensor kemudian menghitung nilai TDS dengan kompensasi perubahan suhu yang ada. Hasil dari kalibrasi kemudian disimpan pada EEPROM Arduino Uno sehingga nilai kalibrasi akan tetap tersimpan meskipun mikrokontroler dalam keadaan mati atau reset. Proses kalibrasi pada serial monitor yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut.

```

Output  Serial Monitor x
enter|
>>>Enter Calibration Mode<<<
>>>Please put the probe into the standard buffer solution<<<

Temperature: 28.37 °C, TDS Value: 127
Temperature: 28.44 °C, TDS Value: 127
Temperature: 28.44 °C, TDS Value: 127
Temperature: 28.37 °C, TDS Value: 128
Temperature: 28.44 °C, TDS Value: 128
Temperature: 28.44 °C, TDS Value: 127

```

(a) Mode kalibrasi

```

Output  Serial Monitor x
cal: 400|
>>>Confrim Successful,K:0.67, Send EXIT to Save and Exit<<<
Temperature: 28.69 °C, TDS Value: 391
Temperature: 28.69 °C, TDS Value: 400
Temperature: 28.69 °C, TDS Value: 398
Temperature: 28.69 °C, TDS Value: 398
Temperature: 28.69 °C, TDS Value: 398
Temperature: 28.69 °C, TDS Value: 398
Temperature: 28.69 °C, TDS Value: 398
Temperature: 28.69 °C, TDS Value: 398

```

(b) Tampilan penentuan nilai PPM

```

Output  Serial Monitor x
exit|
>>>Calibration Successful,K Value Saved,Exit Calibration Mode<<<

Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 402
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 402
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 400
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 400
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 400
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 403

```

(c) Tampilan hasil kalibrasi

Gambar 4.4 Tampilan proses kalibrasi sensor

#### 4.2.2 Analisis Error Pembacaan Sensor

Berdasarkan proses kalibrasi yang telah, data sensor tersebut dibandingkan dengan alat ukur standar yaitu TDS meter untuk mengetahui tingkat kesalahan dan akurasi sensor. Hasil percobaan pengukuran tingkat kesalahan sensor dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Data hasil percobaan tingkat kesalahan sensor

Percobaan Ke-	Sensor TDS (PPM)	Alat ukur standar (PPM)	Error (%)
1	190	205	7,32
2	210	226	7,08
3	245	261	6,13
4	276	288	4,17
5	310	317	2,21
6	321	326	1,53
7	326	334	2,40
8	341	345	1,16
9	355	351	1,14
10	360	364	1,10
11	374	378	1,06
12	380	382	0,52
13	400	411	2,68
14	466	449	3,79
15	473	464	1,94
16	487	484	0,62
17	495	501	1,20
18	499	505	1,19
19	515	525	1,90
20	558	571	2,28
21	579	599	3,34
22	608	627	3,03
23	625	649	3,70
24	640	675	5,19
25	671	698	3,87
26	683	702	2,71
27	707	732	3,42
28	733	764	4,06
29	739	771	4,15
30	748	796	6,03
Rata-rata Error (%)			3,03

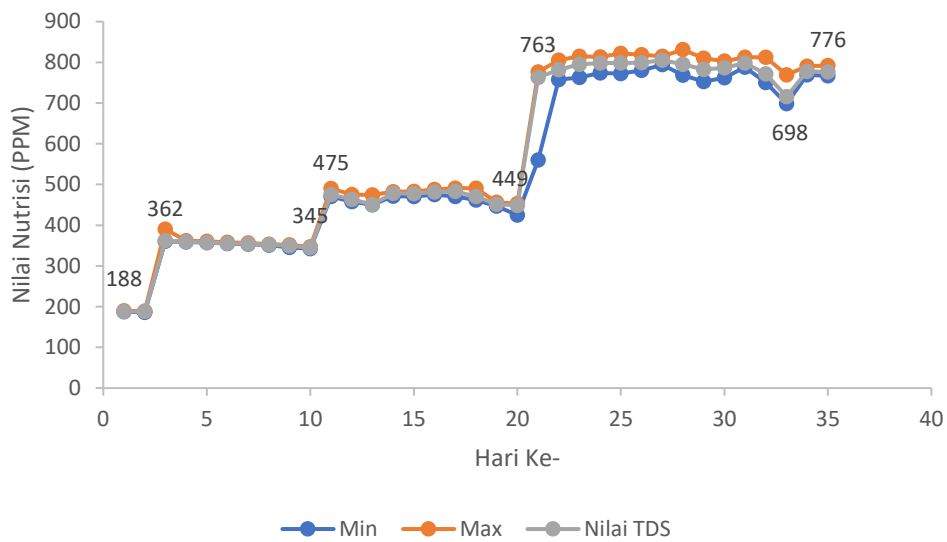
Data pengukuran nilai PPM menggunakan sensor yang telah dikalibrasi dibandingkan dengan data pengukuran menggunakan TDS meter sebanyak 30 data. Berdasarkan hasil perbandingan, nilai error dihitung menggunakan Persamaan 2.1. Hasil perhitungan di dapatkan bahwa nilai *error* terbesar tercatat 7,32% dan nilai *error* terkecil tercatat 0,52% dengan rata-rata *error* pada sensor sebesar 3,03%. Data sensor TDS menunjukkan bahwa hasil kalibrasi menggunakan library gravityTDS mendekati nilai acuan pada TDS meter dan memiliki rata-rata *error* < 5% sehingga sensor TDS dapat diimplementasikan pada hidroponik. Hal ini sesuai dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa hasil kalibrasi sensor memiliki

rata-rata tingkat kesalahan (*error*) < 5% yaitu sebesar 3,4% yang digunakan dalam otomatisasi hidroponik (Calibra dkk., 2021).

### 4.3 Implementasi Sistem Pada Hidroponik

#### 4.3.1 Hasil Monitoring Sistem

Data hasil monitoring sensor selama 35 hari dengan menggunakan *platform ThingSpeak* yang disimpan kedalam format .CSV yang dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.5 Grafik monitoring nutrisi selama 35 hari

Tabel 4.3 Data kondisi relay

No	Hari Ke-	Tanggal	Jam	Kondisi Relay
1	3	30/12/2024	00:00	Nyala
2	11	07/01/2025	00:00	Nyala
3	21	17/01/2025	00:00	Nyala
4	21	17/01/2025	00:00	Nyala
5	33	29/01/2025	21:09	Nyala

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan hasil monitoring keadaan nutrisi selama 35 hari pada masa pertumbuhan tanaman selada hidroponik DFT. Pada fase awal tanggal 28 Desember 2024, sebelum penambahan nutrisi nilai TDS tercatat sebesar 188 PPM, mengindikasikan bahwa media tanam masih berupa air murni tanpa larutan AB mix. Selanjutnya pada tanggal 30 Desember 2024 terjadi lonjakan

TDS menjadi 362 PPM yang sesuai dengan rentang target 200–400 PPM untuk fase umur 3–10. Pada tanggal 7 Januari 2025, di mana nilai TDS rata-rata mencapai 475 PPM, sesuai dengan batas kebutuhan nutrisi 400–500 PPM. Lonjakan tertinggi tercatat pada tanggal 17 Januari 2025 (hari ke-21), di mana nilai TDS mencapai 763 PPM, melebihi batas atas dari rentang target 500–700 PPM yang telah ditetapkan untuk fase umur 21–35 hari. Kenaikan ini diduga kuat disebabkan oleh penerapan logika sistem kontrol yang hanya mempertimbangkan ambang batas bawah (500 PPM) tanpa memperhatikan ambang batas atas. Dalam sistem yang digunakan, logika relay dirancang untuk mengaktifkan pompa distribusi nutrisi selama 5 detik setiap kali nilai TDS berada di bawah 500 PPM, dan baru mematikan pompa ketika nilai yang terbaca melebihi 700 PPM.

Ketika larutan AB mix ditambahkan, sensor mendeteksi nilai awal TDS yang masih rendah karena larutan belum tercampur sepenuhnya. Kondisi ini menyebabkan sistem kembali mengaktifkan pompa sebelum larutan sebelumnya selesai menyebar merata, sehingga terjadi penambahan nutrisi secara berulang. Berdasarkan Tabel 4.3, tercatat bahwa relay menyala sebanyak dua kali secara berturut-turut pada hari yang sama. Aktivasi ini memperkuat dugaan bahwa sistem membaca nilai TDS belum memenuhi ambang batas, lalu segera mengaktifkan pompa kembali tanpa jeda waktu yang cukup untuk evaluasi ulang. Menurut Sun dkk. (2015), proses pencampuran larutan nutrisi membutuhkan waktu tertentu agar homogen dan terdistribusi secara merata dalam seluruh sistem. Jika pembacaan sensor dilakukan terlalu cepat sebelum homogenisasi sempurna tercapai, maka nilai yang terbaca tidak mencerminkan kondisi aktual larutan, yang berpotensi memicu aktivasi pompa. Penelitian serupa juga dijelaskan oleh Rohman & Suryawan (2025), yang menyatakan bahwa keterlambatan respon sensor terhadap perubahan konsentrasi larutan akibat pencampuran yang kurang optimal dapat menyebabkan kesalahan dalam proses kontrol otomatisasi pemberian nutrisi.

Sementara itu, pada hari ke-33 (29 Januari 2025), tercatat bahwa relay kembali menyala meskipun nilai TDS berada di angka 698 PPM, yang masih termasuk dalam rentang fase pertumbuhan hari ke-21–35. Berdasarkan grafik pemantauan, nilai TDS keesokan harinya tercatat sebesar 776 PPM, yang

menunjukkan bahwa tidak terjadi lonjakan yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun pompa sempat aktif, penambahan larutan tidak terlalu memengaruhi nilai TDS secara drastis. Oleh karena itu, besar kemungkinan pemicu aktivasi pompa pada saat itu disebabkan oleh pembacaan sensor yang keliru sesaat, atau adanya gangguan (*noise*) pada sistem yang menyebabkan nilai TDS terbaca lebih rendah dari nilai sebenarnya (Jonata dkk., 2025).

#### 4.3.2 Analisis Kinerja Sistem

Analisis kinerja sistem kontrol nutrisi otomatis pada instalasi hidroponik DFT dilakukan dengan meninjau akurasi akuisisi data sensor, ketepatan respon aktuator, dan kestabilan sistem terhadap gangguan selama periode pengamatan. Sensor TDS yang digunakan dalam sistem telah dikalibrasi menggunakan larutan standar dengan berbagai konsentrasi. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa rata-rata galat relatif pembacaan sensor adalah sebesar 3,03%, yang masih berada di bawah ambang toleransi sebesar 5%. Dengan demikian, data yang dihasilkan dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan untuk penambahan larutan nutrisi.

Sistem kontrol bekerja dengan mengaktifkan pompa ketika nilai TDS berada di bawah batas bawah, kemudian menghentikannya setelah batas atas tercapai. Secara umum, sistem mampu mempertahankan konsentrasi TDS dalam rentang target berdasarkan fase umur tanaman, walaupun pada hari ke-21 terjadi lonjakan akibat keterlambatan proses homogenisasi dan tidak adanya evaluasi pasca aktivasi pompa. Meskipun demikian, sebagian besar waktu sistem menunjukkan stabilitas kerja dan ketepatan dalam mengatur kadar nutrisi.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem monitoring dan kontrol nutrisi hidroponik berbasis IoT berhasil dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino uno R3 dan NodeMCU, sensor TDS, sensor DS18B20, relay, pompa nutrisi, motor pengaduk yang saling terintegrasi serta monitoring menggunakan web-lokal dan *platform ThingSpeak*.
2. Sistem kontrol nutrisi otomatis mampu mempertahankan nilai TDS dalam rentang yang sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman selama sebagian besar masa tanam. Meskipun demikian, ditemukan penyimpangan akibat keterbatasan logika kendali dan ketidakstabilan pembacaan sensor, yang menunjukkan perlunya perbaikan pada mekanisme logika kontrol.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah perlu dilakukan *tuning variable* terhadap waktu kerja pada pompa dengan memperpendek durasi penyalaan. Selain itu, penambahan larutan nutrisi sebaiknya dilakukan secara bertahap dalam jumlah kecil agar dapat meminimalkan risiko kelebihan konsentrasi nutrisi dalam larutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adidrana, D., Ade, R. I., Ade, N., Suyatno, Ramdhani, M., Adam, K. B., Ardianto, R., & Ekaputri, C. (2022). Simultaneous Hydroponic Nutrient Control Automation System Based on Internet of Things. *International Journal on Informatics Visualization*, 6(1), 124–129. [www.joiv.org/index.php/joiv](http://www.joiv.org/index.php/joiv)
- Andrianto, H., Suhardi, & Faizal, A. (2020). Development of smart greenhouse system for hydroponic agriculture. *International Conference on Information Technology Systems and Innovation, ICITSI 2020 - Proceedings*, 335–340. <https://doi.org/10.1109/ICITSI50517.2020.9264917>
- Awal, M. A., Pio, A. S., Mim, M. J., Partha, P. K. P., Kafi, M. A. Al, & Farha, S. (2025). A smart IoT-based hydroponics system for small-scale household in Bangladesh. *Smart Agricultural Technology*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101163>
- Calibra, R. G., Ardiansah, I., & Bafdal, N. (2021). Pengendalian Kualitas Air untuk Tanaman Hidroponik Menggunakan Raspberry Pi dan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 7(1). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v7i1.3421>
- David, M., Sulistiyanti, S. R., Herlinawati, H., & Fitriawan, H. (2022). Rancang Bangun Prototipe Kandang Kambing Sistem Terkoleksi Dan Pemberian Pakan Otomatis Berbasis Arduino Uno R3. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v10i2.2442>
- Dewangan, S. K., Shrivastava, S. K., Kadri, M. A., Saruta, S., Yadav, S., & Minj, N. (2023). Temperature Effect on Electrical Conductivity(EC) & Total Dissolved Solids (TDS) of Water: A Review. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 10(2), 514–520. <https://www.researchgate.net/publication/371539432>
- Fitmawati, Isnaini, Fatonah, S., Sofiyanti, N., & Roza, R. M. (2018). Penerapan teknologi hidroponik sistem deep flow technique sebagai usaha peningkatan pendapatan petani di Desa Sungai Bawang. *Journal of Empowerment*, 1(1), 23–29. <https://doi.org/10.31258/raje.1.1.3>
- Gong, J., Guo, W., & Sun, W. (2023). UART communication protocol frame format explanation and application. *Proceedings of the 5th International Conference on Computing and Data Science*, 14(1), 47–56. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/14/20230757>
- Gumisiriza, M. S., Ndakidemi, P., & Mbega, E. R. (2022). A simplified non-greenhouse hydroponic system for small-scale soilless urban vegetable farming. *MethodsX*, 9, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103923>

- Heryanto, A., Budiarto, J., & Hadi, S. (2020). Sistem nutrisi tanaman hidroponik berbasis internet of things menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 2(1), 31–39.
- Jonata, D., Panjaitan, S. D., & Marindani, E. D. (2025). Sistem Kendali Kualitas dan Level Air pada Water Treatment Plant Berbasis PLC menggunakan LORA. *Jurnal Studi Multidisipliner*, 9(1), 2118–7453.
- Khoerun, B., Fitriyanto, I., & Fatwasauri, I. (2025). Alat Ukur Kualitas Air (Suhu, pH, TDS, Kadar Garam, dan Kekeruhan). *Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 261–267.
- Koritsoglou, K., Christou, V., Ntritsos, G., Tsoumanis, G., Tsipouras, M. G., Giannakeas, N., & Tzallas, A. T. (2020). Improving the accuracy of low-cost sensor measurements for freezer automation. *Sensors (Switzerland)*, 20(21), 1–16. <https://doi.org/10.3390/s20216389>
- Mabitazan, M.-C., & Mabitazan, R. (2021). Automated System that Monitors and Controls the pH and Electrical Conductivity of a Closed-Hydroponic Setup. *American Academic Scientific Research Journal for Engineering*, 83(1), 113–131. <http://asrjetsjournal.org/>
- Marhaenanto, B., Kuswardhani, N., & Sujanarko, B. (2021). Greenhouse Conditioning using Internet of Things and Solar Panel. *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR) ISSN*, 7(4), 12–20.
- Molinari, M. (2015). *ESP8266 Basic Language Reference for ESP Basic 3.0*. <http://esp8266basic.com>
- Nettikadan, D., & Raj, S. (2018). Smart community monitoring system using Thingspeak IoT platform. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(17), 13402–13408.
- Parihar, Y. S. (2019). Internet of Things and Nodemcu A review of use of Nodemcu ESP8266 in IoT products. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, 6(6), 1085–1088. [www.jetir.org](http://www.jetir.org)
- Pomoni, D. I., Koukou, M. K., Vrachopoulos, M. G., & Vasiliadis, L. (2023). A Review of Hydroponics and Conventional Agriculture Based on Energy and Water Consumption, Environmental Impact, and Land Use. *Energies*, 16, 1–26. <https://doi.org/10.3390/en16041690>
- Pramono, S., Nuruddin, A., & Ibrahim, M. H. (2020). Design of a hydroponic monitoring system with deep flow technique (DFT). *AIP Conference Proceedings*, 2217. <https://doi.org/10.1063/5.0000733>
- Purwanto, A. D., Supegina, F., & Kadarina, T. M. (2019). Sistem Kontrol Dan Monitor Suplai Nutrisi Hidroponik Sistem *Deep Flow Technique* (DFT)

- Berbasis Arduino NodeMCU Dan Aplikasi Android. *Jurnal Teknologi Elektro*, 10, 152–158.
- Ramsari, N., & Hidayat, T. (2022). *Monitoring System and Hydroponic Plant Automation Using Microcontroller Internet of Things Based (IoT)*. *Compiler*, 11(2). <https://doi.org/10.28989/compiler.v11i2.1365>
- Rohman, N., & Suryawan, F. (2025). *Monitoring and Control of Nutrient Feed and Environmental Condition of Hydroponic Vegetable Plants*. 81. <https://doi.org/10.3390/engproc2025084081>
- Sadiyoko, A., Perdana, K. A., & Naa, C. F. (2023). Peningkatan Akurasi Konsentrasi Pemberian Pupuk Pada Sistem Hidroponik Menggunakan *Programmable Logic Controller*. *TEKNIK*, 44(2), 149–157. <https://doi.org/10.14710/teknik.v44i2.53301>
- Songneam, N., Siringam, T., & Rattanasuwan, S. (2024). *Development of Hydroponics Lettuce Production Process to Increase Productivity and Quality using Automated Control System via Internet of Things (IoT) Technology*. *Kurdish Studies*, 12(2), 4846–4865. <https://doi.org/10.58262/ks.v12i2.359>
- Sulaiman, H., Yusof, A. A., & Mohamed Nor, M. K. (2025). *Automated Hydroponic Nutrient Dosing System: A Scoping Review of pH and Electrical Conductivity Dosing Frameworks*. *AgriEngineering*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/agriengineering7020043>
- Sun, G., Li, X., Wang, X., Li, Y., Chen, M., Zhang, Y., & Yan, T. (2015). Design and testing of a nutrient mixing machine for greenhouse fertigation. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 8(2), 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2014.12.001>
- Syah, M. F., Ardian, & Yulia, A. E. (2021). Pemberian Pupuk AB MIX pada Tanaman Pakcoy Putih (*Brassica rapa L.*) dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 1, 17–22.
- Syahfiqri, M. M., Kuswara, E., Nugraha, I. M., & Saputra, Z. (2023). Rangkaian Pengkondisi Sinyal dan Regresi Linier sebagai Metode Peningkatan Akurasi Pembacaan Sensor TDS pada Sistem Hidroponik. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 01(1), 130–138.
- Zhang, H. (2023). A Systematic Analysis of The UART Transceiver Theory and Application. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 6, 172–179.

## LAMPIRAN

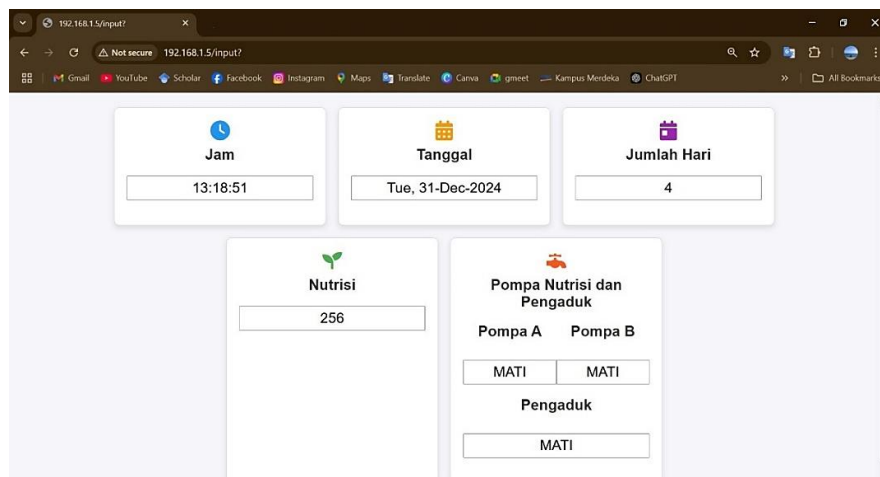
### Lampiran 1. Dokumentasi penelitian



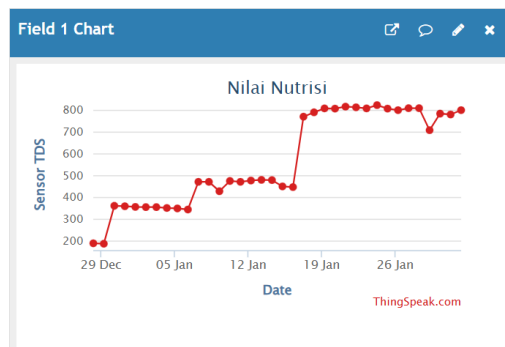
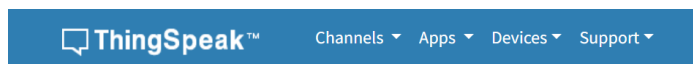
Hasil rancangan sistem



Proses kalibrasi sensor



Tampilan website lokal



Tampilan ThingSpeak

```

exit

>>>Calibration Successful,K Value Saved,Exit Calibration Mode<<<

Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 402
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 402
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 400
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 400
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 400
Temperature: 28.94 °C, TDS Value: 403

```

Hasil kalibrasi sensor

## Lampiran 2. Kode pemrograman arduino uno

```

#include <EEPROM.h>
#include "GravityTDS.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// Pin konfigurasi
#define TdsSensorPin A0 // Pin analog untuk sensor TDS
#define ONE_WIRE_BUS 4 // Pin digital untuk data DS18B20
SoftwareSerial mySerial(2, 3); // SoftwareSerial: RX (D2), TX (D3)

// Inisialisasi objek library
GravityTDS gravityTds;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// Variabel global
float temperature = 25.0; // Suhu default awal
float tdsValue = 0;

void setup() {
  EEPROM.begin(); // Inisialisasi EEPROM (jika diperlukan)
  Serial.begin(9600); // Serial utama (debugging)
  mySerial.begin(9600); // Serial komunikasi ke NodeMCU
  gravityTds.setPin(TdsSensorPin); // Tetapkan pin untuk sensor TDS
  gravityTds.setAref(5.0); // Tegangan referensi ADC
  gravityTds.setAdcRange(1024); // Rentang ADC untuk Arduino Uno
  gravityTds.begin(); // Mulai library TDS
  sensors.begin(); // Mulai sensor suhu DS18B20
}

void loop() {
  // Baca suhu aktual dari DS18B20
  sensors.requestTemperatures();
  temperature = sensors.getTempCByIndex(0); // Ambil suhu dari sensor
  pertama

  // Proses pembacaan dan kompensasi TDS
  gravityTds.setTemperature(temperature); // Gunakan suhu aktual untuk
  kompensasi
  gravityTds.update(); // Sampling dan hitung nilai TDS

```

```

tdsValue = gravityTds.getTdsValue(); // Ambil hasil TDS dalam PPM

// Tampilkan di Serial Monitor
Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(temperature);
Serial.print(" °C, TDS: ");
Serial.print(tdsValue, 0);
Serial.println(" ppm");

// Kirim nilai TDS ke NodeMCU melalui Software Serial
mySerial.println((int)tdsValue);

delay(1000); // Delay 1 detik
}

```

### Lampiran 3. Kode pemrograman nodeMCU

```

' Setup
timesetup(7, 1)
wifi.connect("BS", "LAGIGANGGUAN")

let timePlant = "28-12-2024"

let maanden = "-01-:Jan-02-:Feb-03-:Mar-04-:Apr-05-:May-06-:Jun-07-:Jul-08-:Aug-09-:Sep-10-:Oct-11-:Nov-12-:Dec"
let daysInMonth = "31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31"
' Variabel tambahan untuk mencatat waktu relay dinyalakan
let relayOnTime = 0 ' Variabel untuk mencatat waktu relay menyala
let relayIsOn = 0 ' Status relay

' CSS styling
wprint "<style>"
wprint "@importurl('https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/6.0.0-beta3/css/all.min.css');"
wprint "body { font-family: Arial, sans-serif; background-color: #f4f4f9; margin: 0; padding: 20px; display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: center; }"
wprint ".card { background-color: #ffffff; padding: 20px; margin: 10px; border: 1px solid #ddd; border-radius: 8px; width: 300px; box-shadow: 0 4px 8px rgba(0, 0, 0, 0.1); text-align: center; }"
wprint ".card h2, .card h4 { margin-top: 0; font-size: 1.5em; color: #333; }"
wprint ".card p { font-size: 1.2em; color: #777; }"
wprint ".icon { font-size: 2em; margin-bottom: 10px; }"
wprint ".time-icon { color: #2196F3; }"
wprint ".date-icon { color: #FF9800; }"
wprint ".days-icon { color: #9C27B0; }"
wprint ".nutrient-icon { color: #4CAF50; }"
wprint ".pump-icon { color: #FF5722; }"
wprint ".stirrer-icon { color: #673AB7; }"
wprint ".leaf-icon { color: #8BC34A; }"
wprint ".pumps-container { display: flex; justify-content: space-between; }"
wprint ".pump-item { width: 45%; }"
wprint "</style>"

' Card for current time
wprint "<div class='card'>"
wprint " <div class='icon time-icon'><i class='fas fa-clock'></i></div>"
wprint " <h2>Jam</h2>"

```

```

wprint " <p>"
textbox waktu
cssid htmlid(), "width:100%; text-align:center; font-size:1.2em; padding: 5px;"
wprint " </p>"
wprint "</div>"

' Card for current date
wprint "<div class='card'>"
wprint " <div class='icon date-icon'><i class='fas fa-calendar-alt'></i></div>"
wprint " <h2>Tanggal</h2>"
wprint " <p>"
textbox tanggal
cssid htmlid(), "width:100%; text-align:center; font-size:1.2em; padding: 5px;"
wprint " </p>"
wprint "</div>"

' Card for number of days since planting
wprint "<div class='card'>"
wprint " <div class='icon days-icon'><i class='fas fa-calendar-day'></i></div>"
wprint " <h2>Jumlah Hari</h2>"
wprint " <p>"
textbox count
cssid htmlid(), "width:100%; text-align:center; font-size:1.2em; padding: 5px;"
wprint " </p>"
wprint "</div>"

' Card for nutrient sensor reading
wprint "<div class='card'>"
wprint " <div class='icon nutrient-icon'><i class='fas fa-seedling'></i></div>"
wprint " <h2>Nutrisi</h2>"
wprint " <p>"
textbox sensorADC
cssid htmlid(), "width:100%; text-align:center; font-size:1.2em; padding: 5px;"
wprint " </p>"
wprint "</div>"

'card for Pump A, Pump B, and Stirrer
wprint "<div class='card'>"
wprint " <div class='icon pump-icon'><i class='fas fa-faucet'></i></div>"
wprint " <h2>Pompa Nutrisi dan Pengaduk</h2>"
wprint " <div class='pumps-container'>"
wprint " <div class='pump-item'>"
wprint " <h4>Pompa A</h4>"
wprint " <p>"
textbox StatusA
cssid htmlid(), "width:100%; text-align:center; font-size:1.2em; padding: 5px;"
wprint " </p>"
wprint " </div>"
wprint " <div class='pump-item'>"
wprint " <h4>Pompa B</h4>"
wprint " <p>"
textbox StatusB
cssid htmlid(), "width:100%; text-align:center; font-size:1.2em; padding: 5px;"
wprint " </p>"
wprint "</div>"

```

```

wprint " </div>"
wprint " <h4>Pengaduk</h4>"
wprint " <p>"
textbox StatusStirrer
cssid htmlid(), "width:100%; text-align:center; font-size:1.2em; padding: 5px;"
wprint " </p>"
wprint "</div>"

baudrate 9600

serialbranch [serialin]

timercb 5000, [Relay&Kirim]
timer 1000, [Monitoring]
wait

[Monitoring]
sensorADC = data$

waktu = time("hour:min:sec")
tanggal = time("dow, day-month-year")

'tanggal sekarang
tgl_tanam = time("day") & mid(maanden, instr(maanden, ":" & time("month"))) - 4, 4) &
time("year")
let monthNow = val(mid(tgl_tanam, 4, 2))
let dayNow = val(time("day"))
let yearNow = val(time("year"))

'tanggal tanam
let startMonth = val(mid(timePlant, 4, 2))
let startDay = val(left(timePlant, 2))
let startYear = val(right(timePlant, 4))

dim daysPerMonth(12)
for i = 1 to 12
  daysPerMonth(i) = val(word(daysInMonth, i, ","))
next

' Check if it's a leap year
if yearNow % 4 = 0 and yearNow % 100 <> 0 or yearNow % 400 = 0 then
  daysPerMonth(2) = 29
end if

if startYear = yearNow then
  gosub [sameYear]
else
  gosub [differentYear]
end if
wait

[sameYear]
if startMonth = monthNow then
  ' Same year, same month
  count = dayNow - startDay + 1

```

```

else
  if startMonth + 1 = monthNow then
    ' Adjacent months
    count = (daysPerMonth(startMonth) - startDay) + dayNow + 1
  else
    ' Months in between
    countDate = daysPerMonth(startMonth) - startDay + 1
    for i = startMonth + 1 to monthNow - 1
      countDate = countDate + daysPerMonth(i)
    next
    count = countDate + dayNow
  end if
end if
return

[differentYear]
' Hitung sisa hari di tahun tanam
remainingDaysStartYear = (daysPerMonth(startMonth) - startDay) + 1

' Tambahkan hari dari bulan berikutnya hingga Desember, kecuali jika startMonth adalah bulan ke-12
if startMonth < 12 then
  for i = startMonth + 1 to 12
    remainingDaysStartYear = remainingDaysStartYear + daysPerMonth(i)
  next
end if

' Hitung hari di tahun sekarang
daysCurrentYear = 0
if monthNow = 1 then
  daysCurrentYear = dayNow ' Jika bulan sekarang Januari, hanya jumlah hari di bulan Januari
else
  for i = 1 to monthNow - 1
    daysCurrentYear = daysCurrentYear + daysPerMonth(i)
  next
  daysCurrentYear = daysCurrentYear + dayNow
end if

' Total jumlah hari dari tanggal tanam hingga tanggal sekarang
count = remainingDaysStartYear + daysCurrentYear
return

[Relay&Kirim]
if sensorADC = "" or val(sensorADC) = 0 then
  gosub [RelayOff]
end if

' Kontrol relay berdasarkan hari dan kondisi nutrisi
if count >= 1 and count <= 2 then
  gosub [RelayOff]
end if

if count >= 3 and count <= 10 then
  if val(sensorADC) < 200 and relayIsOn = 0 then
    gosub [RelayOn]
  
```

```

    end if
    if val(sensorADC) >= 400 then
        gosub [RelayOff]
    end if
end if

if count >= 11 and count <= 20 then
    if val(sensorADC) < 400 and relayIsOn = 0 then
        gosub [RelayOn]
    end if
    if val(sensorADC) >= 500 then
        gosub [RelayOff]
    end if
end if

if count >= 21 then
    if val(sensorADC) < 500 and relayIsOn = 0 then
        gosub [RelayOn]
    end if
    if val(sensorADC) >= 700 then
        gosub [RelayOff]
    end if
end if

' Matikan relay setelah 5 detik menyala
if relayIsOn = 1 and (millis() - relayOnTime) >= 5000 then
    gosub [RelayOff]
end if

' Mengirimkan data
SENDTS("D3XFM5D3X4J5QVKB", "1", StatusR) 'Mengirim status relay
SENDTS("4027PUNSUJR4EBBR", "1", sensorADC) 'Mengirim data Sensor
return
[RelayOn]
relayIsOn = 1
relayOnTime = millis()
io(po, d0, 0) ' Relay ON
io(po, d1, 0)
io(po, d2, 0)
StatusA = "NYALA"
StatusB = "NYALA"
StatusStirrer = "NYALA"
StatusR = "1"
return

[RelayOff]
relayIsOn = 0
io(po, d0, 1) ' Relay mati
io(po, d1, 1)
io(po, d2, 1)
StatusA = "MATI"
StatusB = "MATI"
StatusStirrer = "MATI"
StatusR = "0"
return

```

```
[serialin]
if serial.available() > 0 then
  serialinput data$
  serialflush
endif
return
```