

# Smart Farming System untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things

## *Smart Farming System for Hydroponic Plants Based on Internet of Things*

Suryo Adi Wibowo<sup>1</sup>, Kartiko Ardi Widodo<sup>2</sup>, Dedy Rudhistiar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Nasioal Malang

Suryo.adi@lecturer.itn.ac.id<sup>1\*</sup>, tiko.ta@lecturer.itn.ac.id<sup>2</sup>, Rudhistiar@lecturer.itn.ac.id<sup>3</sup>

### Informasi Artikel:

Diterima: 17 Januari 2023, Direvisi: 30 Mei 2023, Disetujui: 22 Juni 2023

---

#### Abstrak-

**Latar Belakang:** Iklim tropis yang dimiliki Indonesia dengan sinar matahari yang bersinar sepanjang tahun merupakan keuntungan Indonesia berada di garis khatulistiwa. Iklim tropis inilah yang menyebabkan beribu jenis flora dan fauna tumbuh dengan indah dan subur di Indonesia. Seperti halnya tanaman yang bisa menjadi budidaya, seperti sayur. Tidak salah apabila saat ini tanaman sayuran dijadikan sebagai incaran para pecinta hobi flora. Saat ini tanaman sayuran dengan beberapa jenis dapat dikembangkan dengan metode hidroponik atau vertical garden, sehingga dapat mendatangkan income meskipun pada lahan terbatas. Alasan inilah yang membuat banyak pecinta flora mengembangkan vertical garden secara massal maupun untuk kepentingan hobi. Permasalahan yang sering dihadapi oleh para hobbies tersebut seperti pada proses perawatan bahkan keterlambatan dalam memberikan nutrisi pada media tanam.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk merancang smart farming system untuk tanaman hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) untuk mempermudah pemeliharaan pada tanaman vertical garden.

**Metode:** Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu fuzzy logic dan internet of things.

**Hasil:** Berdasarkan hasil pengujian sistem, didapatkan bahwa rata-rata simpangan pada sensor TDS sebesar 3,229% dan sensor Ph meter sebesar 4,081%. Dengan menggunakan sistem hidroponik pintar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi sebesar 1,775%.

**Kesimpulan:** Smart farming system berbasis IoT untuk tanaman hidroponik telah berhasil dikembangkan.

**Kata Kunci:** Fuzzy logic, Hidroponik, Internet of Things, Mamdani, Smart farming, Vertical garden

---

#### Abstract-

**Background:** The tropical climate that Indonesia has, with the sun shining all year round, is the advantage of Indonesia being on the equator. This tropical climate causes thousands of types of flora and fauna to grow beautifully and thrive in Indonesia as well as plants that can be cultivated, such as vegetables. It is not wrong if, at this time, vegetable plants are the target of flora hobbyists. Currently, several types of vegetable crops can be developed using the hydroponic or vertical garden method so that they can generate income even on limited land. This reason has made many flora lovers develop vertical gardens en masse or for hobby purposes. The problems that are often faced by these hobbies include the maintenance process and even delays in providing nutrients to the planting medium.

**Objective:** The researchers designed a smart farming system for hydroponic plants based on the Internet of Things (IoT) to facilitate the maintenance of vertical garden plants.

**Methods:** The method used in this research was fuzzy logic and the Internet of things.

**Result:** The results of system testing found that the average deviation of the TDS sensor was 3.229% and that of the Ph meter sensor was 4.081%. Using a smart hydroponic system can increase the growth of mustard plants by 1.775%.

**Conclusion:** IoT-based smart farming systems for hydroponic plants have been successfully developed.

**Keywords:** Fuzzy logic, Hydroponic, Internet of Things, Mamdani, Smart farming, Vertical garden

---

#### Penulis Korespondensi:

Suryo Adi Wibowo,  
Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia,  
Email: [Suryo.adi@lecturer.itn.ac.id](mailto:Suryo.adi@lecturer.itn.ac.id)

---

## 1. PENDAHULUAN

Pencapaian dasar smart farming dalam hal pertanian berkelanjutan adalah perputaran panen, pengendalian kekurangan nutrisi pada tanaman, pengendalian hama dan penyakit, daur ulang, dan pengairan [1]. Berbagai teknologi pertanian dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut, seperti teknologi pengolahan lahan [1–5]. Salah satu teknologi pengolahan lahan yang populer saat ini adalah penggunaan hidroponik yang memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) [6]. Melakukan pertanian di daerah perkotaan sangat sulit dilakukan karena keterbatasan lahan dan keterbatasan waktu untuk mengelola pertanian. Di daerah perkotaan masih terdapat ruang yang belum dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Oleh karena itu, pertanian yang cocok dikembangkan dengan memanfaatkan ruang yang terbatas yaitu pertanian hidroponik.

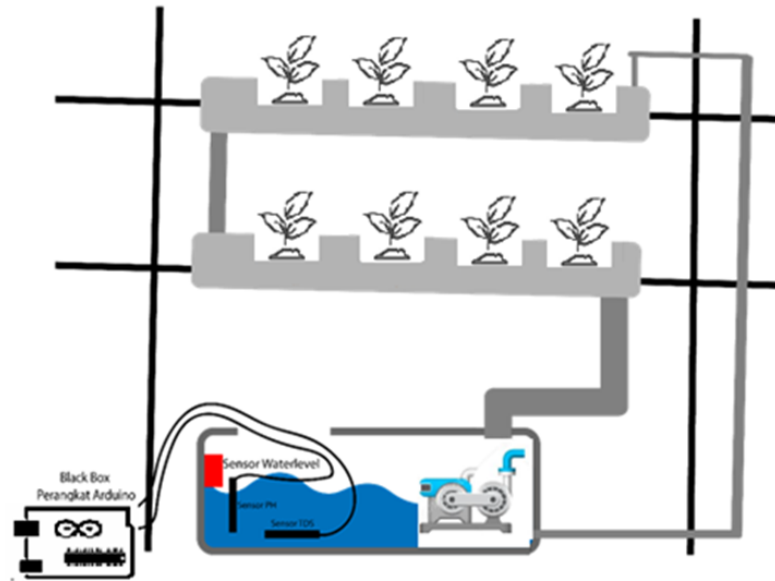
Tanaman hidroponik dapat dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi seperti teknologi IoT. IoT dapat dikembangkan dengan menggunakan perangkat Arduino. Arduino merupakan perangkat yang handal dan mudah dalam melakukan pengembangan karena bersifat open source [7]. Selain itu, sistem tersebut harus diintegrasikan dengan sensor dan aktuator. Untuk membangun sistem otomasi yang pintar diperlukan sistem cerdas, salah satunya yaitu *Fuzzy Decision Support System* [8]. Oleh karena itu, Pada penelitian ini penulis mengembangkan sistem smart farming berbasis IoT dengan menggunakan sistem cerdas yaitu Fuzzy Mamdani [1, 3, 5, 9] untuk menyelesaikan permasalahan model pertanian hidroponik pada lahan sempit.

Penelitian serupa yang dilakukan oleh Ahmad Iswanda dan tim [10] pada tahun 2022 mengenai otomasi sistem hidroponik berbasis logika fuzzy menggunakan air limbah. Hasil dari penelitian tersebut yaitu logika fuzzy yang diimplementasikan pada sistem tersebut telah berkeja dengan baik, dibuktikan dengan nilai overshoot sebesar 2,296%-3,418% dan kesalahan sistem sebesar 0,227%-0,606%. Pada penelitian tersebut belum menggunakan teknologi IoT untuk memonitoring data. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Andi Heryanto dan tim [11] pada tahun 2020 mengenai sistem nutrisi tanaman hidroponik berbasis IoT. Hasil dari penelitian tersebut yaitu sistem monitoring tanaman hidroponik menggunakan antarmuka web telah berhasil dibangun. Pada penelitian tersebut belum terdapat akurasi sensor dan akurasi sistem yang dibangun. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Putri Ayu Wulandari dan tim [12] pada tahun 2020 mengenai sistem penyiraman otomatis menggunakan IoT untuk tanaman hias sirih gading. Hasil dari penelitian tersebut yaitu kesalahan penelitian sensor DHT11 sebesar 2,07% dan pengukuran kelembaban tanah sebesar 47%-65%. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu pada pengembangan sistem untuk mengontrol pertumbuhan tanaman menggunakan sensor TDS dan sensor Ph meter dan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu logika fuzzy.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan teknologi smart farming menggunakan *Internet of Things* (IoT) dengan memperhatikan kebutuhan nutrisi tanaman sawi dengan menerapkan Fuzzy Mamdani yang digunakan untuk kecerdasan buatan [13] pengatur pompa air dengan memanfaatkan arduino [14]. Dalam penelitian ini menggunakan sensor Kepekatan Air untuk mengambil nilai ppm air, serta sensor Ph untuk mengatur kadar ph yang digunakan untuk mengairi tanaman dengan tepat dan dalam mengairinya sistem menggunakan waterpump atau electric valve. Berdasarkan penelitian yang dilakukan melalui analisis pencarian Youtube, arduino masih merupakan perangkat yang masih banyak digunakan untuk pengembangan sistem berbasis IoT bila dibandingkan dengan Raspberry [15].

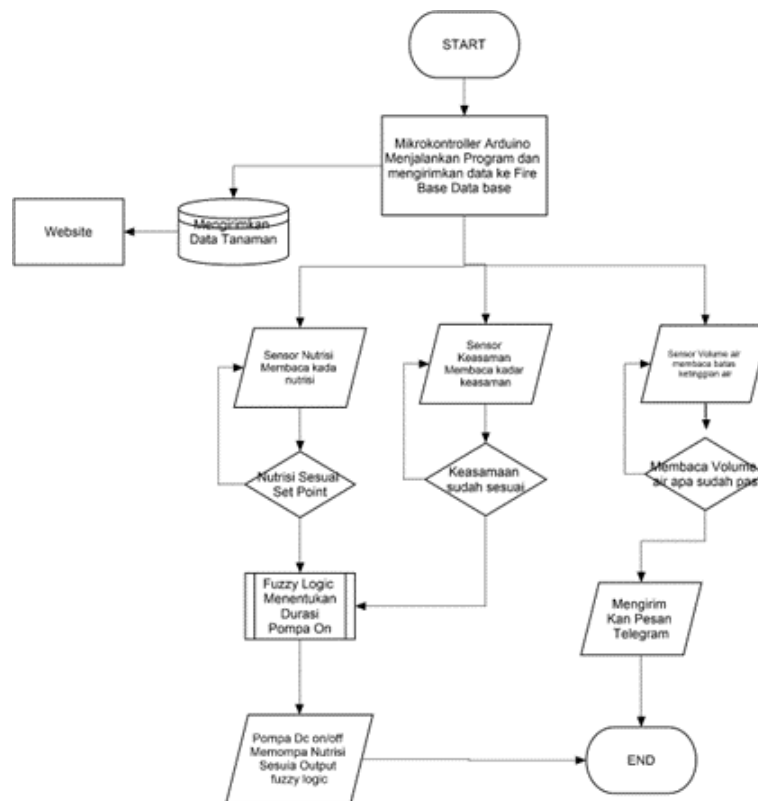
## 2. METODE PENELITIAN

Prototipe desain perangkat keras sistem yang dibangun ditunjukkan pada Gambar 1. Pada perancangan ini sistem menggunakan 3 Buah sensor, sensor Kepadatan Tanah TDS dan sensor *water level*, sensor Ph air, Sensor TDS berfungsi untuk mengatur kebutuhan PPM dari tanaman sawi sedangkan sensor Ph untuk mengukur kadar Ph [16] yang digunakan untuk mengairi Tanaman sawi jika air yang digunakan sudah memiliki Nutrisi yang sesuai baru Valve akan On lalu terjadilah pengairan, Sensor Water Level digunakan untuk mengatur kapasitas air agar tidak berlebihan di penampungan. Pembuatan Hidroponik menggunakan Sistem DFT, di mana implementasi sistem Deep Flow Technique adalah salah satu sistem penanaman dalam hidroponik yang menggunakan *media flow air* pada instalasi dan menggunakan sirkulasi dengan aliran pelan [17].



Gambar 1. Rancangan Mekanik *Prototype Design*

Media tanam hidroponik dengan sistem DFT [4] diimplementasikan dengan alasan penggunaan davasi *low voltage waterpump* yang berfungsi untuk mengari air ke seluruh tanaman yang di mana *low voltage waterpump* memiliki keluaran air yang rendah namun terbantu oleh genangan yang terkumpul oleh waterpump tersebut sebelum kembali ke tendon penyimpanan air. Spesifikasi Pada media tanam hidroponik menggunakan Pipa sebagai tempat pengairan dan besi sebagai penopang pipa, Ukuran Media tanam ini sendiri 90 x 80 Cm dan memiliki 8 Pot untuk di tanami benih sayur pada setiap potnya. Cara kerja sistem dalam penelitian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2.

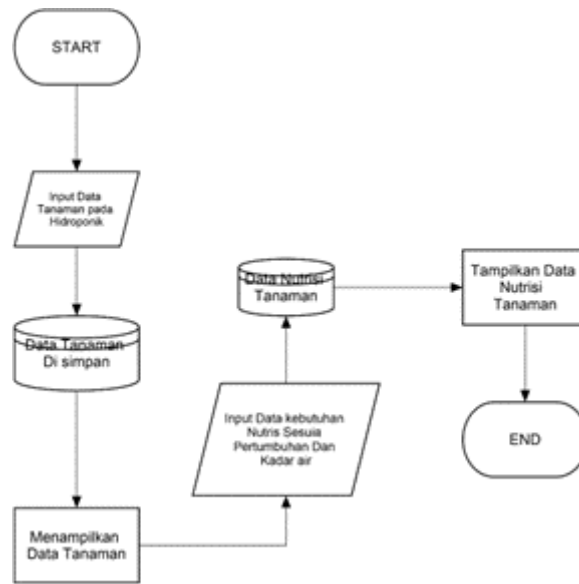


Gambar 2. *Flowchart* Sistem

Pada Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa proses sistem pertanian pintar yang terjadi diawali dari memasukkan data pada Arduino lalu data yang dimasukkan akan dikirimkan ke database dengan menggunakan *NodeMCU* yang dikomunikasikan melalui media jaringan dengan media perantara jaringan wifi. Arduino menjalankan siklus program yang digunakan untuk memulai proses yaitu dengan memrintahkan sensor *TDS* untuk melakukan proses scanning pembacaan kadar nilai nutrisi pada air nutrisi hidroponik. Selanjutnya jika dari proses pembacaan sensor menunjukkan nilai kadar nutrisi sesuai dengan *set point* maka program dilanjutkan ke proses berikutnya. Nutrisi yang dibutuhkan untuk tanaman sawi adalah tingkat kepekatan air PPM Maksimal = 1050 1400 untuk 1 minggu pertama tanaman hanya di alirin aliran air biasa dengan Nilai PPM = 500 ppm, lalu pada Minggu 2 = 800 PPM dan Pada Minggu 3 Panen = 1200 PPM [10]. Apabila jika nilai pembacaan sensor untuk kadar nutrisi yang terdapat dalam air tidak sesuai dengan set point maka control adaptif *fuzzy logic* akan melakukan proses penambahan nutrisi sehingga *waterpump* ntuk pompa nutrisi menyala sesuai dengan durasi dari hasil perhitungan *fuzzy logic*. Loop program selanjutnya yaitu sensor Keasaman air jika tingkat keasam air sudah sesuai, maka loop akan berjalan namun jika tidak maka tingkat keasamaan akan ditambahkan atau dikurangi sesuai yang dibutuhkan, lalu pada loop selajutnya adalah mengukur volume air yang terdapat di penampungan apakah sudah cukup atau kurang jika kurang maka pompa dc akan berjalan mengisi tempat penampungan sampai batas yang diperlukan.

Sistem yang dibangun harus mampu memenuhi kebutuhan fungsional sistem sebagai berikut:

- a. Sistem menunjukkan status air yang digunakan untuk mengairi tanaman pada *prototype smart farming* untuk hidroponik.
- b. Sistem dapat membuka dan menutup katup secara otomatis tergantung dari ketepatan nutrisi air yang cocok untuk digunakan dalam perawatan sistem.
- c. Sistem yang dapat mengirimkan notifikasi ke *smartphone* jika sudah dilakukan penyiraman.
- d. Sistem dapat mengirimkan notifikasi saat penampung air untuk menyiram tanaman pada kapasitas yang tepat.
- e. Variabel yang diukur adalah tingkat kepekatan air atau PPM di mana setiap minggu pada perawatan sawi membutuhkan tingkat kepekatan atau nutrisi yang berbeda.
- f. Sistem dapat melakukan penyiraman otomatis secara berkala dalam waktu yang di tentukan untuk perawatan tanaman.
- g. Sistem menggunakan *catudaya* baterai sebagai sumber energi.
- h. Sistem mampu mengontrol tingkat nutrisi dalam air dengan mendeteksi tingkat kepekatan air dengan menggunakan TDS sensor sehingga tidak perlu melakukan pengecekan nutrisi untuk tanaman secara berkala.
- i. Sistem mampu mengontrol tingkat ke asaman air untuk jenis tanaman yang digunakan dengan menggunakan Ph Sensor.
- j. Sistem dapat mengendalikan ketinggian air di dalam penampungan air dengan sensor water level sehingga kecerdasan buatan yang digunakan pada sistem tanaman lebih baik.
- k. Sistem memiliki sistem monitoring yang dibangun berbasis website, seperti yang ditunjukkan pada *flowchart* Gambar 3.

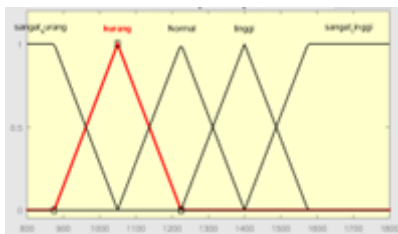


Gambar 3. Flowchart Sistem Monitoring Berbasis Website

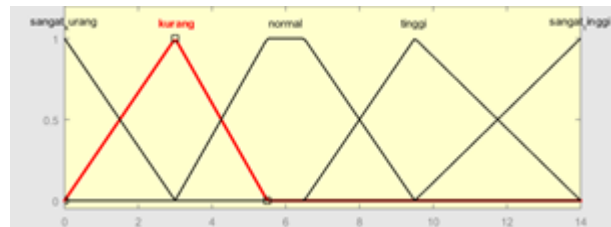
Perancangan *Fuzzy Logic Mamdani* yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut:

**2.1. Fuzifikasi**

Fuzifikasi adalah tahapan awal dalam metode fuzzy. Fuzzifikasi berfungsi untuk mengkonversi nilai sebenarnya menjadi nilai masukan fuzzy. Grafik member of function dari sensor TDS21 dan sensor PH dapat ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Sedangkan Gambar 6 merupakan *member of function* untuk output fuzzy yaitu motor pompa. Pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 menunjukkan parameter dari sensor TDS, sensor PH, dan motor pompa.



Gambar 4. Keanggotaan TDS21



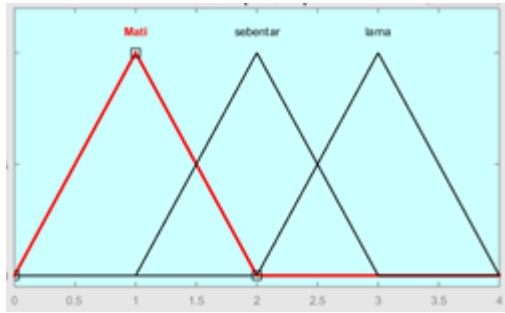
Gambar 5. Keanggotaan PH Sensor

Tabel 1. Rule Fuzzy TDS Meter

No.	Keterangan	Range
1	Sangat Kurang	0 1050
2	Kurang	875 1225
3	Normal	1050 - 1400
4	Tinggi	1225 - 1600
5	Sangat Tinggi	1600 - 2000

Tabel 2. Rule Fuzzy PH Sensor

No.	Keterangan	Range
1	Sangat Kurang	0 3
2	Kurang	3 5,5
3	Normal	5,5 6,5
4	Tinggi	6,5 9,5
5	Sangat Tinggi	9,5 - 14



Gambar 6. Grafik Keanggotaan *Water Pump*

Tabel 3. Kinerja sistem

No.	Keterangan	Range
1	Mati	0-2
2	Sebentar	1-3
3	Lama	2.4

**2.2. Fuzzy Rule**

- a. Jika TDS sangat kurang & PH sangat kurang maka TDS up lama dan TDS down mati & PH up lama dan PH down mati.
- b. Jika TDS Kurang & Ph Sangat Kurang Maka TDS up sebentar dan TDS Down mati & Ph Up Mati dan Ph Down Mati

**2.3. Fuzzy Logic Mamdani**

$$G_{Up} = (\text{Input Nilai Bawah}) / (\text{Nilai Atas Nilai Bawah})$$

$$G_{Down} = (\text{Nilai Atas} - \text{Input}) / (\text{Nilai Atas} - \text{Nilai Bawah})$$

N Bawah = 1050  
 N Atas = 1200  
 Input = 110023  
 G.Down = Kurang  
 G.Up = Normal  
 Kurang =  $(1100 - 1050) / (1200 - 1050) = 0,33$   
 Normal =  $(1200 - 1100) / (1200 - 1050) = 0,67$   
 P.Up =  $(\text{Input Nilai Bawah}) / (\text{Nilai Atas Nilai Bawah})$   
 P.Down =  $(\text{Nilai Atas} - \text{Input}) / (\text{Nilai Atas} - \text{Nilai Bawah})$   
 N Bawah = 3.5  
 N Atas = 9.5  
 Input = 5  
 G.Down = Kurang  
 G.Up = Normal  
 Kurang =  $(5 - 3.5) / (9.5 - 3.5) = 0,25$   
 Normal =  $(9.5 - 5) / (9.5 - 3.5) = 0,75$

Mencari Nilai Fungsi implikasi Dan Metode MIN

- (1) If (TDS is sangat\_kurang) and (PH is sangat\_kurang) then (tds\_up is lama)(tds\_down is mati)(ph\_up is lama)(ph\_down is mati) (1)
- (2) If (TDS is kurang) and (PH is sangat\_kurang) then (tds\_up is sebentar)(tds\_down is mati)(ph\_up is lama)(p\_down is mati) (1) (0,33 : 0) = 0
- (3) If (TDS is Normal) and (PH is sangat\_kurang) then (tds\_up is mati)(tds\_down is mati)(ph\_up is lama)(ph\_down is mati) (1) (0,67 : 0) = 0
- (4) If (TDS is tinggi) and (PH is sangat\_kurang) then (tds\_up is mati)(tds\_down is sebentar)(ph\_up is lama)(ph\_down is mati) (1)
- (5) If (TDS is sangat\_tinggi) and (PH is sangat\_kurang) then (tds\_up is mati)(tds\_down is lama)(ph\_up is lama)(ph\_down is mati) (1)

- (6) If (TDS is sangat\_kurang) and (PH is kurang) then (tds\_up is lama)(tds\_down is mati)(ph\_up is seben-  
tar)(ph\_down is mati) (1) (0 : 0,25)= 0,25
- (7) If (TDS is kurang) and (PH is kurang) then (tds\_up is seben-  
tar)(tds\_down is mati)(ph\_up is seben-  
tar)(ph\_down is mati) (1) (0,33 : 0,25) = 0,2524
- (8) If (TDS is Normal) and (PH is kurang) then (tds\_up is mati)(tds\_down is mati)(ph\_up is seben-  
tar)(ph\_down is mati) (1) (0,67 : 0, 25) = 0,25
- (9) If (TDS is tinggi) and (PH is kurang) then (tds\_up is mati)(tds\_down is seben-  
tar)(ph\_up is seben-  
tar)(ph\_down is mati) (1) (0 : 0,25) = 0
- (10) If (TDS is sangat\_tinggi) and (PH is kurang) then (tds\_up is mati)(tds\_down is lama)(ph\_up is seben-  
tar)(ph\_down is mati) (1) (0 : 0,25)= 0
- (11) If (TDS is sangat\_kurang) and (PH is normal) then (tds\_up is lama)(tds\_down is mati)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is mati) (1) (0 : 0,75) = 0
- (12) If (TDS is kurang) and (PH is normal) then (tds\_up is seben-  
tar)(tds\_down is mati)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is mati) (1) (0,33 :0,75) = 0,33
- (13) If (TDS is Normal) and (PH is normal) then (tds\_up is mati)(tds\_down is mati)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is mati) (1) (0,67 : 0,75) = 0,67
- (14) If (TDS is tinggi) and (PH is normal) then (tds\_up is mati)(tds\_down is seben-  
tar)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is mati) (1) (0 : 0,75) = 0
- (15) If (TDS is sangat\_tinggi) and (PH is normal) then (tds\_up is mati)(tds\_down is lama)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is mati) (1) (0 : 0,75) =0
- (16) If (TDS is sangat\_kurang) and (PH is tinggi) then (tds\_up is lama)(tds\_down is mati)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is seben-  
tar) (1)
- (17) If (TDS is kurang) and (PH is tinggi) then (tds\_up is seben-  
tar)(tds\_down is mati)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is seben-  
tar) (1) (0,33 : 0) = 0
- (18) If (TDS is Normal) and (PH is tinggi) then (tds\_up is mati)(tds\_down is mati)(ph\_up is mati)(ph\_down is  
seben-  
tar) (1) (0,67 : 0) = 0
- (19) If (TDS is tinggi) and (PH is tinggi) then (tds\_up is mati)(tds\_down is seben-  
tar)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is seben-  
tar) (1)
- (20) If (TDS is sangat\_tinggi) and (PH is tinggi) then (tds\_up is mati)(tds\_down is lama)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is seben-  
tar) (1)
- (21) If (TDS is sangat\_kurang) and (PH is sangat\_tinggi) then (tds\_up is lama)(tds\_down is mati)(ph\_up is  
mati)(ph\_down is lama) (1)
- (22) If (TDS is kurang) and (PH is sangat\_tinggi) then (tds\_up is mati)(tds\_down is mati)(ph\_up is mati)(ph\_down is lama)  
(1) (0,33 : 0) = 0
- (23) If (TDS is Normal) and (PH is sangat\_tinggi) then (tds\_up is mati)(tds\_down is mati)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is lama) (1) (0,67 : 0) = 0
- (24) If (TDS is tinggi) and (PH is sangat\_tinggi) then (tds\_up is mati)(tds\_down is seben-  
tar)(ph\_up is mati)(ph\_down  
is lama) (1)
- (25) If (TDS is sangat\_tinggi) and (PH is sangat\_tinggi) then (tds\_up is mati)(tds\_down is lama)(ph\_up is  
mati)(ph\_down is lama) (1)

Setelah Di ketahui nilai implikasi, maka selanjutnya akan dilakukan komposisi aturan dengan metode MAX:

Output TDS Up

- Max TDS up Mati  
= Max (Aturan 3;4;5;8;9;10;13;14;15;18;19;20;23;24;25)  
= Max ( 0,67 )
- Max TDS up seben-  
tar  
= Max (2;7;12;17;22)

- = Max (0,33)
- Max TDS up Lama  
= max (1;6;11;16;21)  
= max (0)  
= 0  
Output TDS Down
- Max TDS down Mati  
= max (Aturan 1;2;3;6;7;8;11;12;13;16;17;21;22;23)  
= max (0,67)
- Max TDS down sebentar  
= max (aturan 4;9;14;19;24)26  
= max (0)
- Max TDS down Lama  
= max (5;10;15;20;25)  
= max (0)  
Output PH Up
- Max PH up Mati  
= max (Aturan 11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25)  
= max (0,67)
- Max PH up sebentar  
= max (6;7;8;9;10)  
= max (0,25)
- Max PH up Lama  
= max (1;2;3;4;5)  
= max (0)  
Output PH Down
- Max PH down Mati  
= max (Aturan 1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15)  
= max (0,67)
- Max PH down sebentar  
= max (16;17;18;19;20)  
= max (0)
- Max PH down Lama  
= max (21;22;23;24;25)  
= max (0)  
Batas Area TDS Up
- Mati 0,67 =  $z \frac{1}{2} - 1 = 1,67$
- Sebentar 0,33 =  $z \frac{1}{2} - 1 = 1,33$   
Batas Area TDS Down27
- Mati 0,67 =  $z \frac{1}{2} - 1 = 1,67$   
Batas Area PH Up
- Mati 0,67 =  $z \frac{1}{2} - 1 = 1,67$
- Sebentar 0,25 =  $z \frac{1}{2} - 1 = 1,25$   
Batas Area PH Down
- Mati 0,67 =  $z \frac{1}{2} - 1 = 1,67$   
Luas Daerah Tds Up
- L1 =  $(1,67 - 1) * 0,67 = 0,4489$
- L2 =  $(0,67 + 0,33) (1,67 - 1,33) / 2 = 0,17$



- $L3 = (2 \cdot 1,67) \cdot (0,33) = 0,1089$   
Luas Daerah Tds Down
- $L1 = (1,67 - 1) \cdot 0,67 = 0,4489$   
Luas Daerah PH Up28
- $L1 = (1,67 - 1) \cdot 0,67 = 0,4489$
- $L2 = (0,67 + 0,25) \cdot (1,67 - 1,25) / 2 = 0,19$
- $L3 = (2 \cdot 1,67) \cdot (0,25) = 0,825$   
Luas Daerah PH Down
- $L1 = (1,67 - 1) \cdot 0,67 = 0,4489$   
Centroid Tds Up  

$$C = (0,5992 + 0,258 + 0,199) / (0,4489 + 0,17 + 0,1089)$$

$$= 1,0562 / 0,7278$$

$$= 1,451$$
- Centroid Tds Down  

$$C = 0,5992 / 0,4489$$

$$= 1,33$$
- Centroid PH Up  

$$C = (0,5992 + 0,288 + 0,151) / (0,4489 + 0,19 + 0,0825)$$

$$= 1,0382 / 0,7214$$

$$= 1,439$$
- Centroid PH Down  

$$C = 0,5992 / 0,4489$$

$$= 1,33$$

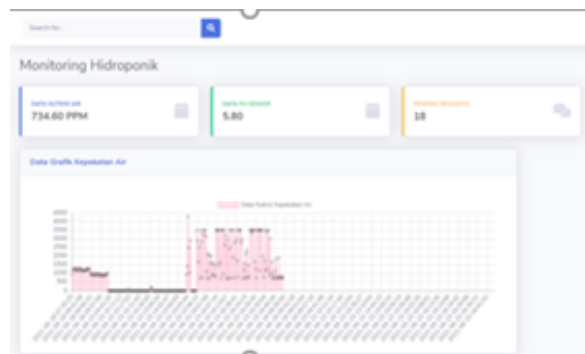
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Sistem *Smart Farming*

Prototipe sistem *smart farming* seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Spesifikasi Pada media tanam hidroponik menggunakan Pipa sebagai tempat pengairan dan besi sebagai penopang pipa, Ukuran Media tanam adalah 90 x 80 Cm dan memiliki 8 Pot untuk ditanami benih pada setiap potnya (Gambar 7a). Sistem dilengkapi dengan *website* yang berfungsi untuk memonitoring tanaman hidroponik dengan memperhatikan kinerja sensor yang digunakan yaitu sensor TDS dan Sensor Ph agar kondisi Nutrisi dan Ph pada tandon air terus seimbang (Gambar 7b). Data hasil sensing yang diterima oleh sensor TDS dan sensor PH dikirimkan ke *website* secara *real time*, yang ditampilkan dalam bentuk Grafik. Gambar dan Tabel diletakkan di tengah. Berikut ini adalah contoh Gambar dan Tabel:



(a)



(b)

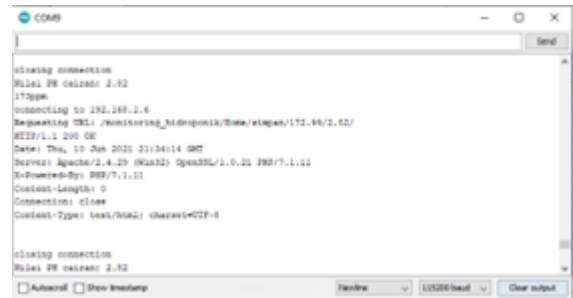
Gambar 7. Prototipe Sistem *Smart Farming*: (a) Perangkat Keras (b) Monitoring sistem

### 3.2. Pengujian ESP8266

Komunikasi antar perangkat keras (sistem hidroponik) dan perangkat lunak (*website*) adalah menggunakan komunikasi wifi yang memanfaatkan modul *wifi ESP8266*. Pengiriman data dari node MCU ESP8266 ke *website* (Gambar 8) ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kinerja sistem

Time		Response Time (second)
Transmitted Time	Received Time	
07:41:00	08:41:44	44
08:41:45	08:42:20	35
09:42:18	09:42:49	33
16:42:50	16:43:45	55
19:43:41	19:44:16	35



Gambar 8. Pengiriman Data dari Nodemcu

### 3.3. Pengujian Sensor Water Level

Pada sistem monitoring untuk kondisi level air yang sangat dibutuhkan pada tanaman hidroponik ditambahkan fitur notifikasi yang terhubung dengan peranti *mobile*. Dimana pengujian *response time* terkait dengan notifikasi kondisi level air disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Response Time Fitur Notifikasi pada Sistem

No	Time		Response Time (second)
	Notification Transmitted	Notification Received	
1	23:19:00	23:19:01	1
2	19:20:00	19:20:03	3
3	08:22:00	08:22:02	2
4	07:29:00	07:29:02	2

### 3.4. Pengujian Tingkat Kekерuhan Air

Pengujian Sensor kekeruhan air dilakukan dengan cara melakukan komparasi pembacaan sensor dengan alat ukur *TDS Meter*, *Sensor TDS* berfungsi untuk mengambil nilai nutrisi pada air yang berfungsi untuk membuat pertumbuhan tanaman. Pengujian tingkat akurasi sensor disajikan dalam Tabel 6. Akurasi sensor TDS yaitu sebesar 96.75%.

Tabel 6. Pengujian Akurasi TDS

No	TDS		Error	Akurasi
	Sensor	TDS meter		
1	900	850	5.88%	94.12%
2	860	834	3.03%	96.97%
3	998	970	2.82%	97.19%
4	1010	983	2.68%	97.32%
5	820	805	1.83%	98.17%
	Rata-rata		3.25%	96.75%

Pengujian sensor PH di lakukan dengan cara membandingkan nilai pembacaan sensor dengan ph meter, untuk mengetahui nilai dari sensor ph apakah sudah terbaca sesuai dengan sensor. Akurasi dari sensor PH yaitu sebesar 95.919%.

Tabel 7. Pengujian Nilai PH

No	PH		Error	Akurasi
	Sensor	PH meter		
1	6	6.7	10.448%	89.552%
2	5.8	6.2	6.452%	93.548%
3	6.2	6.9	10.145%	89.855%
4	7	7.2	2.778%	97.222%
5	6	5.8	3.448%	96.552%
6	6.4	6.7	4.478%	95.522%
	Rata-rata		4.081%	95.919%

### 3.5. Pengujian Website Sistem Monitoring

Hasil Pengujian *website* untuk sistem monitoring disajikan dalam Tabel 8. Pada hasil pengujian tersebut menunjukkan fungsi utama pada *website* monitoring sebagai fungsi penampil informasi yang diujikan pada tiga *web browser*.

Tabel 8. Pengujian Website Sistem Monitoring

No.	Halaman Monitoring	Web Browser		
		Mozilla Firefox	Google Chrome V.91.0.4472.106	Microsoft Edge V.91.0.864.48
1	Menampilkan halaman monitoring kondisi kejernihan air.	✓	✓	✓
2	Menampilkan halaman monitoring kondisi tingkat keasaman air.	✓	✓	✓
3	Menampilkan halaman monitoring pergerakan sensor melalui data grafik.	✓	✓	✓
4	Fungsi halaman home.	✓	✓	✓

Keterangan: ✓ = Berhasil × = Tidak Berhasil

### 3.6. Pengujian Fuzzy

Pada pengujian *fuzzy logic* mamdani dilakukan dengan membandingkan perangkat keras pada kondisi adaptif dengan kondisi perangkat keras secara real. Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa sistem apakah sesuai dengan desain, hasilnya dapat ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Performa Sistem Pertanian Hidroponik Pintar

No	Input		Kondisi Adaptif				Kondisi Real	
	TDS (Sensor)	PH (Sensor)	TDS Up (Waterpump)	TDS Down (Waterpump)	PH UP	PH Down	TDS (Waterpump)	PH (waterpump)
1	1000	5.0	Sedikit	Mati	Sedikit	Mati	Sesuai	Sesuai
2	1225	5.4	Mati	Mati	Sedikit	Mati	Sesuai	Sesuai
3	487	6.0	Banyak	Mati	Mati	Mati	Sesuai	Sesuai
4	1808	6.2	Mati	Sedikit	Mati	Mati	Sesuai	Sesuai
5	1400	6.2	Mati	Mati	Mati	Mati	Sesuai	Sesuai

Pengamatan tanaman sawi dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman sawi pada minggu ke 1, minggu ke 2, minggu ke 3 dan minggu ke 4. Pada kondisi adaptif adalah kondisi tanaman sawi setelah menggunakan sistem pertanian hidroponik pintar, sedang kondisi real adalah kondisi tanaman dengan menggunakan sistem pertanian hidroponik konvensional, dengan menerapkan proses penggantian nutrisi yang dilakukan pada tiap minggu.

Tabel 10. Pengujian Pengaruh Sistem Pertanian Pintar Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi

No.	Usia Tanaman (minggu)	Tinggi Tanaman	
		Kondisi Adaptif (cm)	Kondisi Real (cm)
1	1 minggu	8,9	7,2
2	2 minggu	13,2	11,3
3	3 minggu	21,5	19,9
4	4 minggu	25,6	23,7

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil bahwa selama empat minggu pada tanaman sawi den-

gan menerapkan sistem pertanian pintar hidroponik, terdapat peningkatan pertumbuhan tanaman sawi jika dibandingkan dengan sistem hidroponik sederhana sebesar 1,775%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Iswanda [10] yaitu logika fuzzy dapat di implementasikan pada smart farming system untuk tanaman hidroponik. Sistem tersebut dapat memaksimalkan pertumbuhan tanaman.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian monitoring Tanaman hidroponik dapat ditarik kesimpulan yaitu dari hasil pengujian sistem monitoring setelah dilakukan uji validitas dengan menggunakan metode pengujian fungsional, didapatkan hasil secara fungsional *website* telah dapat melakukan proses monitoring terkait dengan proses sensing TDS, PH meter, maupun *water leveling*. Dari pengujian masing-masing perangkat sensor untuk proses kalibrasi didapatkan hasil untuk simpangan pada sensor TDS untuk simpangan tertinggi sebesar 5,882% , untuk simpangan terendah sebesar 1,863%, dan untuk rata-rata simpangan sebesar 3,25%. Sedangkan untuk simpangan pada sensor Ph meter untuk simpangan tertinggi sebesar 10,448%, untuk simpangan terendah sebesar 2,778%, dan untuk rata-rata simpangan sebesar 4,081%. Untuk Proses Komunikasi data didapatkan sampling response time dimana waktu tertinggi didapat dalam waktu 55 detik, dan terendah sebesar 35 detik. Sedangkan untuk *response time* melalui notifikasi telegram untuk *response time* terlama didapatkan selama 5 detik dan terendah selama 1 detik. Pengamatan yang dilakukan selama empat minggu pada tanaman sawi dengan menerapkan sistem pertanian pintar hidroponik, terdapat peningkatan pertumbuhan tanaman sawi jika dibandingkan dengan sistem hidroponik sederhana sebesar 1,775%. Penelitian ini memberikan kontribusi sebagai pengembangan pengetahuan dalam membangun otomasi sistem untuk mendukung kegiatan pertanian hidroponik khususnya untuk tanaman sawi. Penelitian selanjutnya adalah membuat sistem kontrol secara *real time* dengan memperhatikan ketersediaan *power supply*. Sistem akan memberikan notifikasi kepada user apabila ketersediaan *power supply* mendekati nilai minimum ambang batas, sehingga diharapkan sistem pertanian hidroponik pintar akan dapat bekerja secara *lifetime*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM ITN Malang atas support dan dukungannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Dhanaraju, P. Chenniappan, K. Ramalingam, S. Pazhanivelan, and R. Kaliaperumal, "Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture," *mdpi : Special Issue Digital Innovations in Agriculture*, vol. 12, no. 10, p. 1745, oct 2022. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/10/1745/htmhttps://www.mdpi.com/2077-0472/12/10/1745>
- [2] A. I. Anshori and G. T. Jayanti, "Pollution Absorbing Plant Design in Public Space Using Vertical Garden Method," *Journal of Industrial Product Design Research and Studies*, vol. 1, no. 1, pp. 23–32, jun 2022.
- [3] H. Indriani, A. Nisa Rafida, M. Khasanah, R. Christy Handziko, and J. Pendidikan Biologi FMIPA UNY, "Vertical Garden Sebagai Solusi Degradasi Ruang Terbuka Hijau dan Edukasi Santri Wahid Hasyim Yogyakarta," *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA dan Pendidikan MIPA*, vol. 4, no. 2, pp. 94–101, jan 2020. [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpmp/article/view/37498>
- [4] Y. Irawan, A. Febriani, R. Wahyuni, and Y. Devis, "Water Quality Measurement and Filtering Tools Using Arduino Uno, PH Sensor and TDS Meter Sensor," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 5, pp. 357–362, sep 2021. [Online]. Available: <https://journal.umy.ac.id/index.php/jrc/article/view/10166>
- [5] I. Kurniaty, S. Sukmawati, A. N. Ramadhani, N. Fatimah, A. Renata, and R. E. Saputra, "Pembuatan Hidroponik untuk Budidaya Tanaman Sayur-sayuran sebagai Upaya Meningkatkan Kesehatan di Era Pandemi Covid-19," *Journal Lepa-Lepa Open*, vol. 1, no. 3, pp. 402–409, sep 2021. [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/JLLO/article/view/18329>

- [6] M. Kumar, P. K. Singh, M. K. Maurya, and A. Shivhare, “A Survey on Event Detection Approaches for Sensor Based IoT,” *Internet of Things*, vol. 22, p. 100720, jul 2023.
- [7] K. A. Latif, W. Wahyudi, and A. C. Nurcahyo, “Prototype Sistem Pengunci Pintu Melalui Internet Menggunakan Arduino Uno Berbasis Android,” *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 3, no. 1, pp. 69–81, jul 2021. [Online]. Available: <https://journal.universitasbumigora.ac.id/index.php/bite/article/view/1327>
- [8] A. A. E. b. A. Allah Kamel and F. A. E. S. Z. El-Mougi, “A Fuzzy Decision Support System for Diagnosis of Some Liver Diseases in Educational Medical Institutions,” *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, vol. 20, no. 4, pp. 358–368, dec 2020. [Online]. Available: <https://www.ijfis.org/journal/view.html?doi=10.5391/IJFIS.2020.20.4.358>
- [9] Sotyohadi, W. S. Dewa, and I. K. Somawirata, “Perancangan Pengatur Kandungan TDS dan PH pada Larutan Nutrisi Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, vol. 1, no. 1, pp. 33–43, mar 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/alinier/article/view/2520>
- [10] A. Iswanda and I. S. Nasution, “Otomasi Sistem Hidroponik Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Air Limbah,” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa . . .*, vol. 7, no. 1, pp. 572–581, 2022.
- [11] A. Heryanto, J. Budiarto, and S. Hadi, “Sistem Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266,” *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 2, no. 1, pp. 31–39, 2020.
- [12] P. A. Wulandari, P. Rahima, and S. Hadi, “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Internet of Things Pada Tanaman Hias Sirih Gading,” *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 2, no. 2, pp. 77–85, 2020.
- [13] F. R. Andrari, M. Maimunah, and N. D. Qadarsih, “Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dalam Menentukan Harga Jual Ponsel Pintar Bekas (Studi Kasus pada Kayyis Cellular Depok),” *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, vol. 14, no. 2, pp. 253–262, dec 2021. [Online]. Available: <https://journal.stekom.ac.id/index.php/pixel/article/view/585>
- [14] K. Apellido, M. Magbanua, C. Catolos, B. Bernan, and F. Friaes, “Effectiveness of Arduino Uno as A Teaching Model on Constructing Automatic Hand Washer,” *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, vol. 1, no. 2, pp. 351–356, sep 2021. [Online]. Available: <https://ejournal.upi.edu/index.php/IJOMR/article/view/37819>
- [15] K. S. Kaswan, S. P. Singh, and S. Sagar, “Role of Arduino in Real World Applications,” *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 9, no. 1, pp. 1113–1116, 2020.
- [16] L. D. dewi Pratami, H. G. Ariswati, and D. Titisari, “Effect of Temperature on pH Meter Based on Arduino Uno With Internal Calibration,” *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 23–27, jan 2020. [Online]. Available: <http://www.jeeemi.org/index.php/jeeemi/article/view/53>
- [17] S. Wibowo, “Pengaruh Aplikasi Tiga Model Hidroponik DFT Terhadap Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.),” *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 8, no. 3, pp. 245–252, dec 2020. [Online]. Available: <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/579>

[Halaman ini sengaja dikosongkan.]