

## **Sistem Otomatis dan Monitoring Pada Tanaman Melon Hidroponik Berbasis Iot Menggunakan Mikrokontroler Dengan Logika Fuzzy Sugeno**

**Rakhmat Kurniawan R<sup>1</sup>, Muhammad Siddik Hasibuan<sup>1</sup>, Rezeki Syahputra Pohan<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>Department Of Computer Science, Faculty of Science and Technology,  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

\*Penulis Korepondensi: [rezeki.syahputra@uinsu.ac.id](mailto:rezeki.syahputra@uinsu.ac.id)

### **Abstract**

*Hydroponics is a planting technique using water media. There are several hydroponic techniques, one of which is the NFT (Nutrient Film Technique) which circulates water in a circular manner to plant roots from nutrient containers. To get the best growth in plants, it is necessary to control nutrients in nutrient containers. So far, the process of caring for hydroponic plants in controlling pH and nutrition is still using conventional methods, namely still using human labor, and when the application takes a long time. So we need a tool that can solve this problem by controlling pH and nutrients and can monitor the nutritional conditions in the hydroponic container. By using a pH sensor and a TDS sensor which is used to detect pH values and nutrient solutions. This pH and nutrition control is based on the pH value and TDS value which can be obtained using a pH sensor and a TDS sensor. To implement pH and nutrition controllers, a method is needed. The method used is Fuzzy Sugeno reasoning which functions to maintain the desired pH value and TDS value so that plant growth is not hampered and produces good quality fruit. For the monitoring process wirelessly using a smartphone through the application. Research has shown that the fuzzy Sugeno method can be used as a control and monitoring system for hydroponic plants. Based on the test results, the average percentage of testing the pH sensor with the pH meter is 2.59% and the level of accuracy (accuracy) in the pH sensor circuit with the pH meter is 97.41%. While testing the TDS sensor and TDS meter is 1.97% and the level of accuracy (accuracy) in the TDS sensor circuit with a TDS meter is 98.03% so this method can be applied to hydroponic plant control systems. The hardware uses a microcontroller as the main controlling processor, then the Android software becomes a remote media monitor in real-time.*

**Keyword s:** Hydroponic, Microcontroller, pH sensors, TDS sensors, Fuzzy logic

### **Abstrak**

Hidroponik merupakan teknik penanaman memakai media air. Ada beberapa teknik hidroponik salah satunya NFT (Nutrient Film Technique) yg dimana mengalirkan air secara peredaran pada akar tanaman yang berasal dari wadah nutrisi. Buat mendapatkan pertumbuhan terbaik pada tanaman maka diperlukan kontrol nutrisi pada wadah nutrisi.

<http://journal.walisongo.ac.id/index.php/jit/index>  
WJIT : *Walisongo Journal of Information Technology*

Selama ini untuk proses perawatan tanaman hidroponik dalam mengontrol pH dan nutrisi masih menggunakan cara konvensional yaitu masih menggunakan tenaga manusia dan saat pengaplikasiannya membutuhkan waktu yang lama. Maka dibutuhkan suatu alat yang dapat memecahkan masalah tersebut dengan mengontrol pH dan nutrisi serta dapat melakukan pemantauan pada kondisi nutrisi pada wadah hidroponik tersebut. Dengan menggunakan sensor pH dan sensor TDS yang pengaplikasiannya untuk mendeteksi nilai pH dan larutan nutrisi. Pengontrolan pH dan nutrisi ini berdasarkan nilai pH serta nilai TDS yg di dapat menggunakan sensor pH dan sensor TDS. Untuk mengimplementasikan pada pengontrol pH dan nutrisi maka dibutuhkan sebuah metode. Metode yang digunakan ialah nalar fuzzy sugeno yang berfungsi untuk mempertahankan nilai pH dan nilai TDS yg diinginkan supaya pertumbuhan tanaman tidak terhambat dan menghasilkan buah yang berkualitas baik. Untuk proses monitoring secara wireless menggunakan smartphone melalui aplikasi. Penelitian menghasilkan bahwa metode fuzzy sugeno mampu digunakan sebagai sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik. Berdasarkan data hasil uji coba, maka didapatkan nilai rata-rata persentase pengujian sensor pH dengan pH meter tersebut sebesar 2,59% dan tingkat ketepatan (akurasi) pada rangkaian sensor pH dengan pH meter sebesar 97,41 %. Sedangkan pengujian sensor TDS dan TDS meter sebesar 1,97% dan tingkat ketepatan (akurasi) pada rangkaian sensor TDS dengan TDS meter 98,03% sehingga metode ini dapat diterapkan untuk sistem kontrol tanaman hidroponik. Pada hardware digunakan mikrokontroler menjadi pemroses utama controlling, lalu software android menjadi media monitoring jarak jauh secara real time.

**Kata Kunci:** Hidroponik, Mikrokontroler, Sensor pH, Sensor TDS, Logika Fuzzy

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dimana sebagian besar penduduknya hidup dari hasil bercocok tanam atau bertani, sehingga pertanian merupakan sektor yang memegang peranan penting dalam kesejahteraan kehidupan penduduk di Indonesia. (Ketut Trisna Adi Putra et al., 2021). Salah satu buah-buahan yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah tanaman melon. Dalam penanaman melon tidak hanya menggunakan media tanah tetapi juga dapat ditanam dengan media air yang disebut dengan hidroponik.

Tanaman melon (*Cucumis melo* L.) adalah tanaman semusim yang banyak dibudidayakan di Indonesia, Namun, buah ini memiliki resiko

tinggi dalam kegagalan panen oleh karena itu dibutuhkan penanganan intensif dalam budidayanya yang disebabkan adanya kondisi iklim yang sangat fluktuatif menjadi faktor pembatas untuk menghasilkan tanaman yang berkualitas. Sistem pertanaman hidroponik dapat menjadi alternatif metode penanaman dan juga dapat menjadi jawaban atas ketersediaan lahan yang terbatas, akan tetapi untuk melakukan budidaya melon hidroponik banyak hal yang harus diperhatikan oleh para petani seperti pengontrolan kadar pH air dan nutrisi yang tepat sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan berkembang dan juga menghasilkan buah dengan kuantitas dan kualitas yang baik.

Tanaman melon hidroponik membutuhkan rentang pH 5.5-6.0 dan rentang nutrisi 500-1100 ppm supaya menghasilkan tanaman yang pertumbuhannya optimal.

Pada budidaya hidroponik memiliki banyak macam teknik, salah satunya adalah sistem NFT (Nutrient Film Technique). Sistem NFT merupakan cara menanam hidroponik dengan akar tanaman yang tumbuh pada lapisan nutrisi dangkal dan tersirkulasi sehingga tanaman dapat memperoleh air, nutrisi dan oksigen yang cukup.

Permasalahan yang didapat dalam budidaya hidroponik adalah petani harus mengontrol pH dan TDS pada larutan nutrisi masih menggunakan cara manual yaitu menggunakan pH meter dan TDS Meter. Apabila larutan nutrisi memiliki pH dan TDS yang tidak sesuai yang diinginkan petani tersebut maka harus menambah larutan asam ataupun basa dan juga larutan AB mix pada larutan nutrisi sehingga nilai pH dan TDS menjadi stabil kembali. Sehingga diperlukan pengawasan ekstra dalam hal pemberian asupan nutrisi dan tingkat pH air yang dibutuhkan oleh tanaman. (Pamungkas et al., 2021). Menyebabkan para praktisi hidroponik selalu melakukan pengecekan nutrisi pada tanaman hidroponiknya dua kali setiap hari guna memastikan kebutuhan nutrisi tanaman terpenuhi, selain itu pH air juga tetap harus dijaga sesuai kebutuhan tanaman agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik seperti yang diharapkan.

<http://journal.walisongo.ac.id/index.php/wjit/index>  
WJIT : *Walisongo Journal of Information Technology*

Dikarenakan hal tersebut penelitian ini merujuk pada perawatan tanaman yang dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja yang tidak menyita banyak waktu. Maka penulis membuat sebuah alat "Sistem Otomatis dan Monitoring Pada Tanaman Melon Hidroponik Berbasis Iot Menggunakan Mikrokontroler Dengan Logika Fuzzy Sugeno". Mikrokontroler sangat berperan penting sebagai pusat pengolahan data. Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip, didalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori dan perlengkapan input-output. Selain itu sistem otomatis hidroponik juga menggunakan beberapa akuator seperti Sensor pH dan TDS. Sensor pH adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur pH (derajat keasaman atau basa) suatu larutan. Sensor TDS salah satu cara pengukuran untuk mengukur total larutan nutrisi yang terlarut dalam air dan part per million (ppm) merupakan satuan yang digunakan pada TDS. Tingginya nilai TDS sensor menunjukkan banyaknya padatan yang teralut dalam air. Selain itu sistem ini juga menggunakan ESP 8266 dimana seluruh hasil pengukuran tersebut akan dikirim ke Module ESP 8266. Yang kemudian hasil outputnya akan ditampilkan melalui aplikasi monitoring yang akan dibuat pada device android.

## **2. Kajian Pustaka**

### **2.1 Hidroponik**

Hidroponik merupakan cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya, tetapi menggunakan air yang diperkaya dengan unsur hara (nutrisi) untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

### **2.2 Mikrokontroler**

Mikrokontroler merupakan chip mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah IC (Integrated Circuit). ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer).

### **2.3 ESP 8266**

Mikrokontroler merupakan chip mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah IC (Integrated Circuit), modul kecil ini memungkinkan mikrokontroler untuk terhubung ke jaringan WiFi dan membuat koneksi TCP/IP sederhana menggunakan perintah gaya Hayes.

### **2.4 Sensor pH**

Sensor pH adalah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH keasaman atau alkalinitas dari larutan meskipun probe khusus terkadang digunakan untuk mengukur pH zat semi-padat. Sebuah sensor pH meter khasnya terdiri dari probe pengukuran khusus atau elektroda yang terhubung ke meteranelektronik

yang mengukur dan menampilkan pembacaan pH.

### **2.5 Sensor TDS**

Sensor TDS adalah alat elektronika yang digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam air. TDS (Total Dissolved Solids) atau jumlah total larutan padat yang terkandung di dalam air. Setiap air selalu mengandung partikel yang terlarut yang tidak tampak oleh mata, bisa berupa partikel padatan.

## **3. Metode**

Penelitian ini terdapat beberapa langkah yang digunakan untuk merancang sistem otomatis dan monitoring pada tanaman melon hidroponik. Langkah pertama melibatkan analisa kebutuhan yang bertujuan untuk mengumpulkan data dan referensi yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Setelah itu, langkah berikutnya adalah perancangan perangkat keras dan perangkat lunak untuk setiap komponen dalam sistem. Setelah seluruh bagian sistem telah dirancang, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian pada setiap komponen sistem secara terpisah. Pengujian ini diulang beberapa kali untuk memastikan bahwa setiap bagian sistem dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rencana awal. Pada tahap terakhir, dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengevaluasi performa dari seluruh sistem yang telah dirancang.

### 3.1 Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini akan di lakukan analisa terhadap kebutuhan-kebutuhan sistem perangkat keras dan perangkat lunak dalam pembuatan sistem otomatis dan monitoring tanaman melon hidroponik. Sistem yang dianalisa adalah sistem yang berisi informasi tentang segala sesuatu yang berkaitan dengan alat otomatis dan monitoring tanaman hidroponik.

#### a. Analisa kebutuhan input

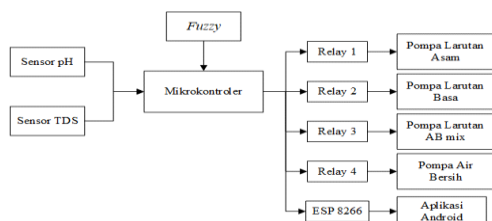
Pada analisa kebutuhan masukan ini terdapat pengukuran berupa sensor pH dan sensor TDS sebagai alat ukur kadar pH dan nutrisi (ppm) di dalam wadah hidroponik.

1. Data informasi untuk mengetahui nilai kadar pH pada wadah hidroponik menggunakan sensor pH
2. Data informasi untuk mengetahui nilai nutrisi (ppm) pada wadah hidroponik menggunakan sensor TDS

#### b. Analisa kebutuhan output

Keluaran dari alat otomatis dan monitoring tanaman hidroponik menggunakan pompa air celup sebagai pemberi larutan asam, basa, ab mix dan air secara otomatis dengan nilai yang sudah di atur sesuai kebutuhan tanaman.

### 3.2 Perencanaan



Gambar 1. Blok Diagram Fuzzy

Pada tahap terdapat blok diagram yang menjelaskan cara kerja sistem otomatis dan monitoring tanaman hidroponik menggunakan logika Fuzzy. Dimana terdapat beberapa tahap yang terdiri dari Input – Proses – Output.

#### 1. Input

Untuk dapat membuat sistem otomatis dan monitoring tanaman melon hidroponik dibutuhkan input yaitu sensor pH yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur kadar pH air pada wadah nutrisi hidroponik dan input lainnya yaitu sensor TDS yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur kadar nutrisi (ppm) pada wadah nutrisi hidroponik.

#### 2. Proses

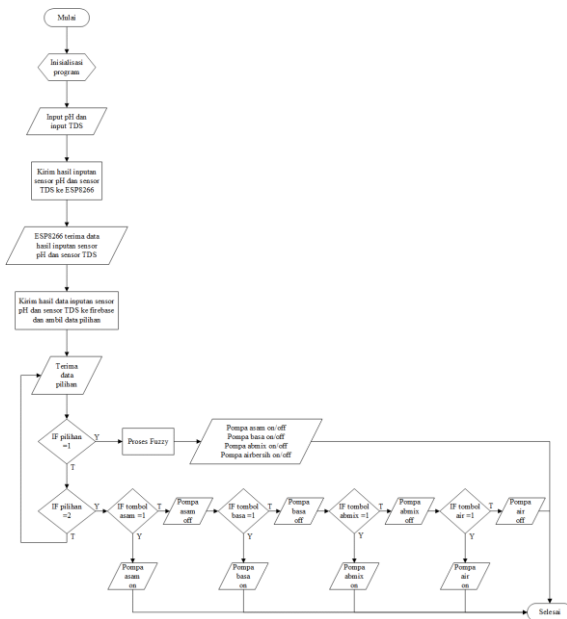
Pada bagian proses, nilai kadar pH atau kadar nutrisi (ppm) yang didapatkan dari sensor pH dan sensor TDS akan melakukan proses Fuzzyfikasi kemudian akan diproses oleh Aduino untuk menjalankan pompa air celup yang berfungsi sebagai memompa aliran larutan.

#### 3. Output

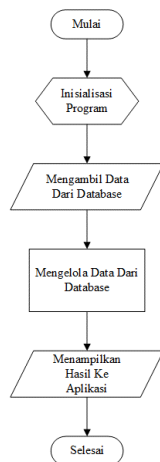
Setelah diproses, pompa air celup akan memberikan larutan asam, basa, ab mix dan air bersih pada wadah hidroponik apabila nilai kadar pH dan kadar nutrisi belum memenuhi batas nilai yang sudah ditentukan. Setelah itu data tersebut akan dikirim ke ESP 8266 ke dalam data base sehingga dapat ditampilkan di aplikasi android.

### 3.3 Flowchart Sistem

Agar program yang dibuat sesuai dengan perangkat kerasnya, maka pada tahap ini akan dibuat tiga diagram alir sistem yaitu diagram alir sistem pada mikrokontroler, diagram alir sistem pada logika fuzzy dan diagram alir sistem pada aplikasi.



Gambar 2. Flowchart Sistem Mikrokontroler

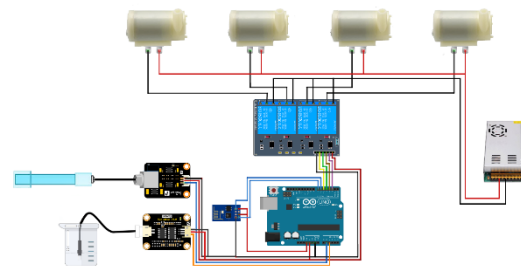


Gambar 3. Flowchart Sistem Aplikasi



Gambar 4. Flowchart Sistem Fuzzy

### 3.4 Desain Hardware dan Software



Gambar 5. Desain Rangkaian Perangkat Keras

Pada sistem ini, terdapat dua jenis sensor yang digunakan, yaitu sensor pH dan sensor TDS. Kedua sensor ini dihubungkan dengan Arduino Atmega 328 dan ditempatkan di dalam reservoir hidroponik. Data yang diperoleh dari sensor-sensor akan diolah dan ditampilkan menggunakan aplikasi android. Selain itu, data-data pengukuran sensor ini akan disimpan dalam sebuah database Firebase. Proses pengiriman data ke Firebase

dilakukan melalui NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan internet. Hasilnya, pengguna dapat memantau data-data tersebut melalui sebuah aplikasi Android yang disediakan. Dengan sistem ini, informasi yang dihasilkan oleh sensor pH dan TDS dapat dengan mudah diakses dan dimonitor oleh pengguna melalui aplikasi Android, sehingga memudahkan dalam mengawasi kondisi lingkungan hidroponik secara efektif.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Pembahasan

fuzzifikasi pada pembuatan alat otomatis tanaman melon hidroponik menggunakan dua inputan dari sensor pH dan sensor TDS. Setelah mendapat nilai masukan dari sensor, kemudian dilakukan proses fuzzifikasi untuk mendapatkan nilai derajat keanggotaan. Terdapat variabel masukan input, untuk itu diperlukan fungsi keanggotaan masukan. Inputan pH dan ppm dibagi menjadi masing-masing 5 fungsi keanggotaan dimana fungsi keanggotaan ph memiliki himpunan fuzzy yaitu sangat asam, asam, normal, basa, sangat basa dan fungsi keanggotaan TDS/ppm memiliki himpunan fuzzy yaitu sangat rendah, rendah, normal, tinggi, terlalu tinggi.

Pada fungsi keanggotaan output terdiri dari durasi waktu nyala larutan asam, basa, ab mix dan air dengan parameter diam, cepat dan lama. Himpunan fuzzy masing-masing variabel dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 1.Himpunan dan Variabel Fuzzy

No	Function	Variabel	Fuzzy Set	Domain pH
1	Input	pH	Sangat Asam	[0 4]
			Asam	[4,1 5,5]
			Normal	[5,6 6,5]
			Basa	[6,6 8]
			Sangat Basa	[8,1 14]
No	Fungsi	Variabel	Fuzzy Set	Domain TDS
2	Input	TDS	Terlalu Rendah	[0 400]
			Rendah	[401 500]
			Normal	[501 1000]
			Tinggi	[1001 1150]
			Terlalu Tinggi	[1151 2000]

##### 4.2 Hasil

Pada tahap pengujian alat dilakukan setelah semua komponen dirangkai dan alat siap dioperasikan. Pengujian alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat bekerja sesuai dengan yang diinginkan atau tidak.



Gambar 6. Tampak depan hidropnik



Gambar 7. Tampak atas hidropnik



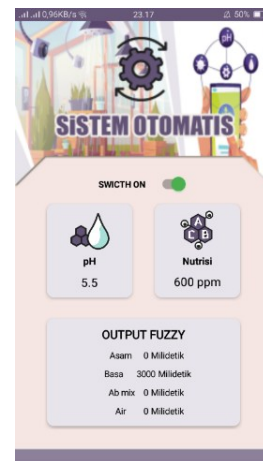
Gambar 8. Tampak bawah hidropnik

Sistem ini dibuat secara independen dengan kapasitas untuk menampung hingga 10 tanaman. Sistem ini terdiri dari dua tingkat, dengan masing-masing tingkat dapat menampung maksimal 5 tanaman. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman kangkung.

Sistem dirancang dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Atmega 328 sebagai pusat kendali utama. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai perangkat yang bertugas mengirimkan data dari sensor ke database Firebase. Terdapat dua jenis sensor yang digunakan dalam sistem ini, yaitu sensor TDS (Total Dissolved Solids) dan sensor pH.

Dengan demikian, sistem ini memiliki kapasitas untuk menanam hingga 10 tanaman kangkung secara simultan, yang terbagi dalam 2

tingkat, masing-masing tingkat dapat menampung hingga 5 tanaman. Mikrokontroler Arduino Atmega 328 berperan sebagai pengendali utama, sementara NodeMCU ESP8266 bertugas mengirimkan data dari sensor TDS dan sensor pH ke database Firebase.



Gambar 9. Tampilan data monitoring pada mobile aplikasi android

Tampilan aplikasi Android yang telah dirancang terlihat pada Gambar 9. Dengan menggunakan kodular, penelitian ini dapat menyusun tampilan antarmuka yang sesuai dengan kebutuhan untuk memvisualisasikan data dari sensor-sensor yang terpasang pada sistem hidropnik. Tampilan aplikasi Android yang telah dirancang diharapkan mampu menampilkan data pengukuran dari sensor TDS dan sensor pH secara mudah dimengerti oleh pengguna.

Dengan adanya tampilan ini, pengguna dapat melihat dan memantau hasil pengukuran sensor secara real-time melalui aplikasi Android yang telah dirancang menggunakan kodular.

### 4.3 Pengujian dan kalibrasi

#### Sensor

##### 4.3.1 Sensor pH

Pengujian sensor pH menggunakan sensor pH ini akan dibandingkan dengan alat manual yaitu pH meter. Berikut data dari hasil pengujian dengan menggunakan larutan basa yang ditambah dengan larutan basa dengan 5 kali percobaan. Dengan membandingkan hasil pengukuran sensor pH dengan pH meter yang sudah terkalibrasi, maka dapat mengidentifikasi apakah sensor pH perlu dikalibrasi ulang atau tidak. Tujuan dari pengujian dan kalibrasi ini adalah untuk memastikan bahwa sensor pH memberikan hasil pengukuran yang akurat dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Pengujian Sensor pH

No	Sensor pH	Ph Meter	Error
1	4,52	4,63	2,37
2	4,84	4,96	2,41
3	5,25	5,41	2,95
4	6,68	6,89	3,04
5	7,12	7,28	2,19
Rata rata Error (%)			2,59

Berdasarkan hasil dari pengujian sensor pH dan pH meter dengan larutan asam yang ditambah dengan larutan basa sebanyak 5 kali

<http://journal.walisongo.ac.id/index.php/wjit/index>  
 WJIT : *Walisongo Journal of Information Technology*

percobaan mendapatkan nilai rata rata error 2,59%.

##### 4.3.2 Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS menggunakan sensor TDS ini akan dibandingkan dengan alat manual yaitu TDS meter. Berikut data dari hasil pengujian dengan menggunakan larutan air bersih yang ditambah dengan larutan abmix dengan 5 kali percobaan. Hasil dari pengujian dan kalibrasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor TDS memberikan hasil pengukuran yang akurat dan sesuai dengan nilai TDS yang sebenarnya dalam air. Dengan membandingkan hasil sensor TDS dengan TDS meter yang terkalibrasi, Anda dapat mengidentifikasi apakah sensor TDS perlu dikalibrasi ulang atau tidak.

Tabel 3. Pengujian Sensor TDS

No	Sensor TDS	TDS Meter	Error
1	106	108	1,85
2	245	244	0,40
3	252	258	2,32
4	382	374	2,14
5	427	441	3,17
Rata rata Error (%)			1,97

Berdasarkan hasil dari pengujian sensor TDS dan TDS meter dengan larutan air bersih yang ditambah dengan larutan ab mix sebanyak 5 kali percobaan mendapatkan nilai rata rata error 1,97%

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari hasil pengujian maka dapat diambil kesimpulan pembuatan sistem otomatis dan monitoring pada tanaman melon hidroponik berbasis iot menggunakan mikrokontroler dengan logika fuzzy sugeno berhasil di rancang dan di implementasikan. Nilai

rata rata persentase pengujian sensor pH dengan pH meter tersebut sebesar 2,59% dan tingkat ketepatan (akurasi) pada rangkaian sensor pH dengan pH meter sebesar 97,41 %. Sedangkan pengujian sensor TDS dan TDS meter sebesar 1,97% dan tingkat ketepatan (akurasi) pada rangkaian sensor TDS dengan TDS meter 98,03%.

## Referensi

- Aini, N., & Azizah, N. (2018). *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidroponik*. Malang: UB Press.
- Asy Syamsbeta, I., & Asy Syamsbeta, I. (2021). Sistem Otomatisasi Perawatan Hidroponik Pada Tanaman Kangkung Berbasis IoT. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 8(3), 279.  
**URL:** <https://doi.org/10.33795/elk.v8i3.309>
- Buana, Z., Candra, O., & Elfizon. (2019). SISTEM PEMANTAUAN TANAMAN SAYUR DENGAN MEDIA TANAM HIDROPONIK MENGGUNAKAN ARDUINO. *Teknik Elektro dan Vokasional*, V(1), 74–80.  
**URL:** <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia/article/view/34726/30872>
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler Konsep Dasar Dan Praktis*. Malang: UB Press.
- Doni, R., & Rahman, M. (2020). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 4(2), 516–522.  
**URL:** <http://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jsakti/article/view/243>
- Gunadi, R. J., Tanone, R., & Beeh, Y. R. (2020). Penerapan Firebase Cloud Storage Pada Aplikasi Mobile Android Untuk Melakukan Penyimpanan Image Lahan Pertanian. *Jurnal Teknologi Informasi*, 4(2), 282–291.
- Hariono, T., & R.F, M. (2021). Sistem Otomatis Pengendali Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Menggunakan Sensor TDS. *Exact Papers in Compilation*, 2(1), 211–218.
- I Ketut Trisna Adi Putra, Wirawan, I. P. S., & Madrini, I. A. G. B. (2021). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pengendali Suhu dan Nutrisi Berbasis IoT Pada Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa Chinensis.). *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 10(April), 2013–2015.
- Irwansyah, E., & Faisal, M. (2015). *Advanced Clustering Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta:

## Judul Artikel

- Deepublish.
- Juansyah, A. (2016). Pembangunan Aplikasi Child Tracker Berbasis Assisted – Global Positioning System ( A-GPS ) Dengan Platform Android. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 1(1), 1–8.
- Kadir, A. (2017). *Pemrograman Arduino & Processing*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Karim, S., Khamidah, I. M., & Yulianto. (2021). Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU. *Buletin Poltanesa*, 22(1), 75–79.
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2010). *Neuro Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Laumal, F. (2017). *Implementasi Mikrokontroler Atmega328 Di Bidang Pertanian Dan Industri*. Yogyakarta: Samudra Biru.
- Leksono, J. W., K.W, H., Indahwati, E., Yanuansa, N., & Ummah, I. (2019). *Modul Belajar Arduino Uno*. Jombang: Universitas Hasyim Asy'Ari.
- Magfirotunnisak, N. (2018). *Budidaya Melon*. Yogyakarta: CV Graha Printama Selaras.
- Monikasari, I. N. S. (2020). *Hidroponik: Menanam Tanpa Tanah*. Sukoharjo: Media Karya Putra.
- Mufida, E., Anwar, R. S., Khodir, R. A., & Rosmawati, I. P. (2020). Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno. *INSANtek*, 1(1), 13–19.
- Nasution, H. (2015). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 4–8.  
**URL:** <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/512>.
- Palestin, M., Pramana, S.T, M.T, R., & Prayetno, S.T., M.Eng, E. (2018). Prototipe Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Air Pada Kolam Ikan Nila Berbasis Arduino Uno Dan Cayenne. *Teknik Elektro UMRAH*, 1–12.  
**URL :**<https://jurnal.umrah.ac.id/>.
- Pamungkas, L., Rahardjo, P., & Agung, I. G. A. P. R. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik Nft ( Nutrient Film Tehcnique ) Berbasis Iot, 8(2), 9–17.
- Prayitno, W. A., Muttaqin, A., & Syauqy, D. (2017). Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik Menggunakan Blynk Android. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(4), 292–297.