

Sistem Kendali Nutrisi AB *Mix* Otomatis pada Sistem Hidroponik NFT Menggunakan *Multi-Sensor*

MUHAMMAD ALDI SAPUTRA¹, DEDE RAHMANSYAH², ANISA FIRASANTI³,
ANDI HASAD⁴

Universitas Islam 45 Bekasi
Email: syahr3954@gmail.com

ABSTRAK

Masalah yang sering dihadapi dalam budidaya tanaman hidroponik secara manual adalah ketidakakuratan dalam penentuan jumlah air dan perubahan nutrisi yang tidak stabil. Kondisi nutrisi yang kurang optimal (ppm lebih tinggi atau lebih rendah dari batas yang ditentukan) dapat mengurangi kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi serta mengganggu proses fotosintesis. Solusi yang efektif untuk mengatasi situasi ini adalah dengan menciptakan sistem kontrol otomatis yang dapat mengatur jumlah air dan perubahan nutrisi dengan konsisten pada budidaya hidroponik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang metode pengendalian nutrisi AB MIX dan level air dalam sistem hidroponik NFT dengan menggunakan berbagai sensor. Alat kendali utama yang digunakan adalah Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor TDS untuk mengukur konsentrasi nutrisi, sensor pH untuk memantau tingkat keasaman, dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air.

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sensor, ditemukan bahwa nilai rata-rata kesalahan pada sensor TDS adalah 5% selama pengujian dengan solusi yang menunjukkan nilai 473 ppm dan 674 ppm. Sementara itu, akurasi sensor pH memiliki nilai rata-rata kesalahan 4% saat diuji pada solusi dengan pH 4,00 dan 6,86. Sistem kendali yang dirancang berhasil dalam mengatur tinggi air dan kandungan nutrisi, mencapai titik yang telah ditetapkan.

Kata Kunci: Hidroponik, Multi-Sensor, Nutrisi, Ketinggian Air, pH

ABSTRACT

The common problem in manual hydroponic cultivation is the inaccuracy in determining the amount of water and the instability of nutrient concentration. Suboptimal nutrient conditions (ppm values that are higher or lower than the specified limits) can reduce the plants' ability to absorb nutrients and disrupt the photosynthesis process. An effective solution to overcome this issue is to develop an automatic control system that can consistently regulate water levels and nutrient concentrations in hydroponic cultivation.

This research aims to design a control method for AB Mix nutrient concentration and water level in an NFT hydroponic system using multiple sensors. The main control device used is an Arduino Uno, integrated with a TDS sensor to measure

nutrient concentration, a pH sensor to monitor acidity levels, and an ultrasonic HC-SR04 sensor to measure water height.

Based on sensor accuracy tests, the average error rate of the TDS sensor was found to be 5% when tested with solutions showing values of 473 ppm and 674 ppm. Meanwhile, the pH sensor had an average error rate of 4% when tested with solutions of pH 4.00 and 6.86. The designed control system successfully maintained the desired water level and nutrient concentration, achieving the target setpoints.

Keywords: *Hydroponics, Multi-Sensor, Nutrients, Water Level, pH*

1. PENDAHULUAN

Dalam sistem budidaya hidroponik, penyediaan unsur hara, air, dan oksigen yang cukup pada akar tanaman sangat penting agar pertumbuhan tanaman berlangsung optimal. Faktor-faktor yang memengaruhi larutan nutrisi menjadi penentu utama hasil dan kualitas tanaman (Tripama & Yahya, 2018). Salah satu nutrisi yang umum digunakan dalam budidaya hidroponik adalah AB Mix, yang terdiri dari dua larutan: larutan A sebagai sumber unsur hara makro dan larutan B sebagai sumber unsur hara mikro (Nurhadi, 2023.). Tanaman selada hidroponik membutuhkan kadar unsur hara air (ppm) antara 560 hingga 840. Jika nilai ppm terlalu tinggi atau rendah, penyerapan nutrisi menurun dan proses fotosintesis tanaman terganggu (*430-File Utama Naskah-1740-1-10-20211230*, n.d.).

Masalah umum pada sistem hidroponik manual adalah ketidaktepatan dalam penentuan takaran air dan perubahan kadar nutrisi yang tidak stabil. Kondisi ini dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal (Ambarwati & Abidin, 2021). Oleh karena itu, dibutuhkan sistem kontrol otomatis yang mampu mengatur takaran air serta menjaga kestabilan nutrisi secara konsisten agar kebutuhan tanaman selalu terpenuhi.

Penelitian ini bertujuan agar air dan nutrisi AB Mix dialirkan melalui selang menuju bak penampung utama dengan bantuan motor pompa. Proses pencampuran air dan nutrisi yang biasanya dilakukan secara manual kini dirancang agar dapat bekerja secara otomatis, sehingga meminimalkan kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi sistem.

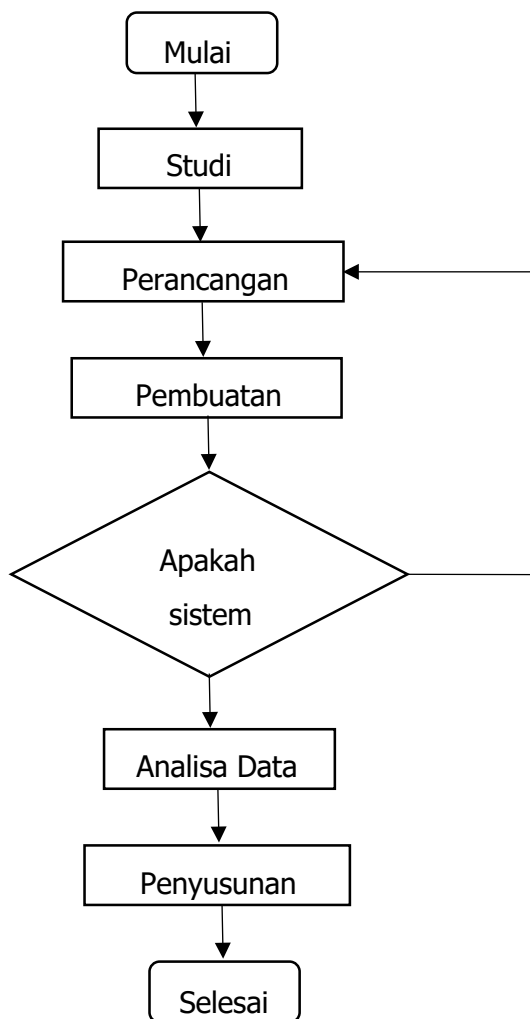
Penyediaan unsur hara dan air yang optimal menjadi faktor utama keberhasilan pertumbuhan tanaman. Penggunaan multi-sensor pada sistem hidroponik dipilih karena mudah diterapkan dan tidak memerlukan komponen dengan spesifikasi tinggi. Dengan pendekatan ini, sistem hidroponik NFT dapat melakukan pemantauan dan pengendalian otomatis terhadap kadar nutrisi dan ketinggian air secara lebih luas dan akurat.

2. METODOLOGI

2.1 Perancangan Sistem

Pada penelitian ini menggambarkan alur kerja sistem monitoring kualitas dan ketinggian air berbasis multi-sensor yang dirancang. Diagram alir tersebut menjelaskan urutan proses mulai dari inisialisasi perangkat keras hingga pengambilan dan pengolahan data sensor. Sensor ketinggian air digunakan untuk mendeteksi perubahan permukaan air, sementara sensor pH berfungsi mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air secara real-time. Data dari kedua sensor kemudian dibaca oleh mikrokontroler, diolah, dan dikirim ke sistem

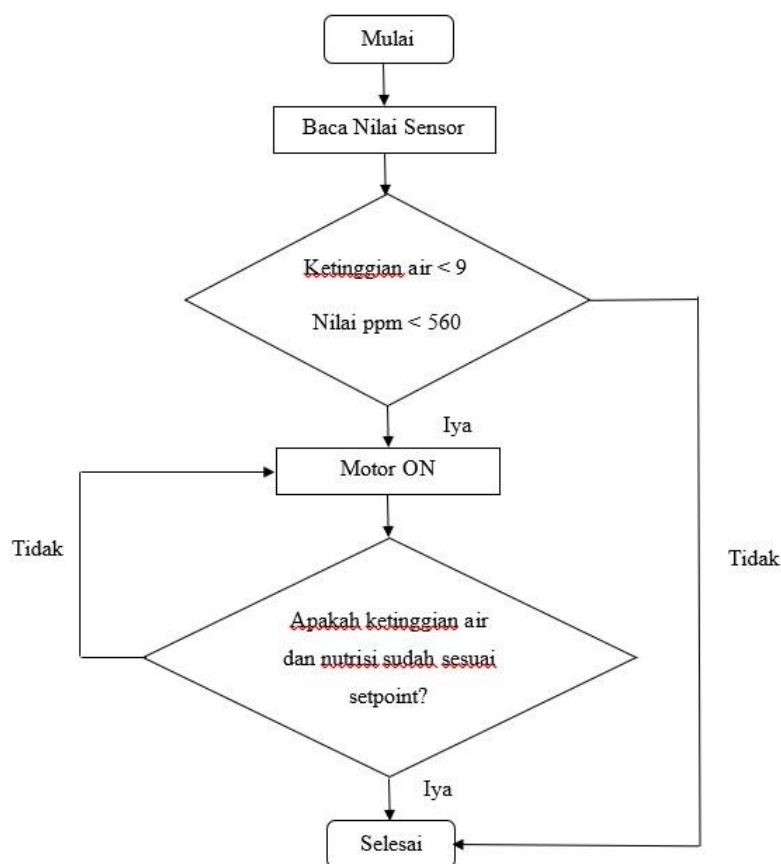
penyimpanan atau antarmuka pengguna untuk pemantauan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian

Mikrokontroler berperan sebagai pusat pengendali yang membaca data analog melalui pin ADC (Analog to Digital Converter), lalu mengonversinya menjadi nilai digital agar dapat diolah secara matematis. Data mentah dari sensor biasanya mengandung gangguan atau fluktuasi kecil (*noise*), sehingga mikrokontroler melakukan proses *filtering* atau rata-rata (*averaging*) untuk mendapatkan hasil yang lebih stabil dan akurat. Setelah proses pengolahan selesai, mikrokontroler menghitung ketinggian air berdasarkan rumus kalibrasi sensor serta mengonversi nilai tegangan dari sensor pH menjadi skala pH standar (biasanya antara 0–14).

Nilai hasil akhir dari kedua sensor kemudian dikirim ke modul tampilan, seperti LCD 16x2 atau OLED, untuk ditampilkan secara real-time kepada pengguna. Pada tampilan LCD, pengguna dapat melihat dua parameter utama yaitu ketinggian air (dalam satuan cm atau meter) dan nilai pH air. Dengan demikian, sistem dapat memantau kondisi air secara langsung tanpa perlu terhubung ke komputer atau jaringan internet.



Gambar 2. Flowchart Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang mampu mengontrol ketinggian air dan kadar nutrisi secara bersamaan. Pada pengendalian ketinggian air akan mempengaruhi kadar nutrisi, semakin banyak air maka tingkat kepekatan akan menurun dan sebaliknya.

Sensor yang digunakan pada sistem ini terdapat tiga jenis sensor yaitu sensor TDS untuk membaca kepekatan air nutrisi, sensor pH untuk mendeteksi kadar pH dalam air dan sensor ultrasonic yang digunakan untuk membaca ketinggian air. Semua nilai sensor akan diproses oleh mikrokontroler arduino uno, , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

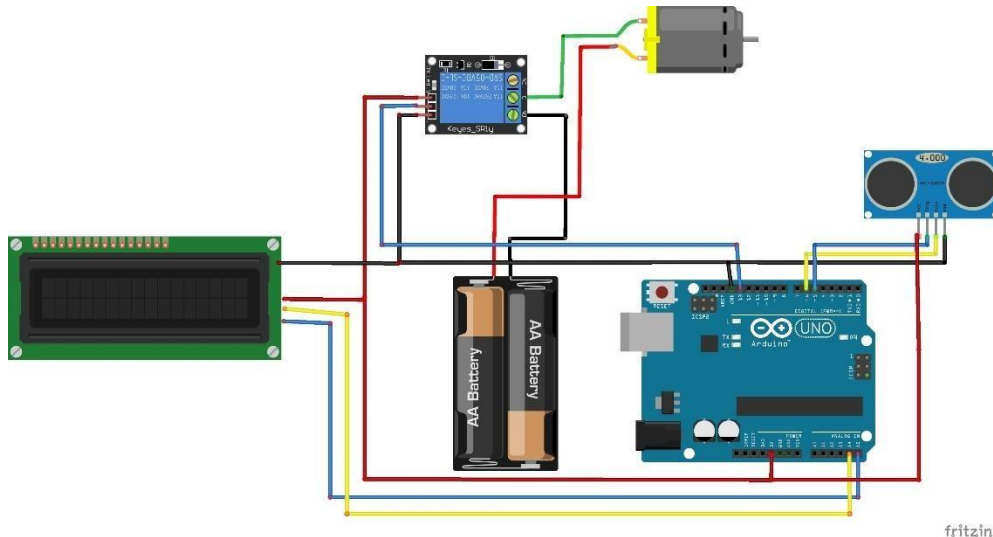
2.2 Perancangan Alat

Perancangan elektronika adalah merancang alat untuk mengaplikasikan dan menguji sistem kendali yang dibuat. Pada perancangan sistem kendali terdapat 2 buah sistem kontrol yaitu kontrol ketinggian air dan kontrol kadar nutrisi. Maka diperlukan sistem elektronika untuk uji sistem kontrol ketinggian air serta tingkat kadar nutrisi.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, pada sistem ini digunakan beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk melakukan proses monitoring dan pengendalian ketinggian air serta pH air. Sensor H2C berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air dengan cara mengukur jarak antara permukaan air dan posisi sensor. Data hasil pengukuran dari sensor H2C kemudian dikirim ke mikrokontroler Arduino sebagai pusat pengolah data.

Arduino memproses sinyal dari sensor dan menentukan apakah ketinggian air berada di bawah atau di atas batas yang telah ditentukan. Sistem ini menggunakan baterai sebagai sumber daya utama untuk menyalakan seluruh rangkaian, termasuk sensor, modul relay,

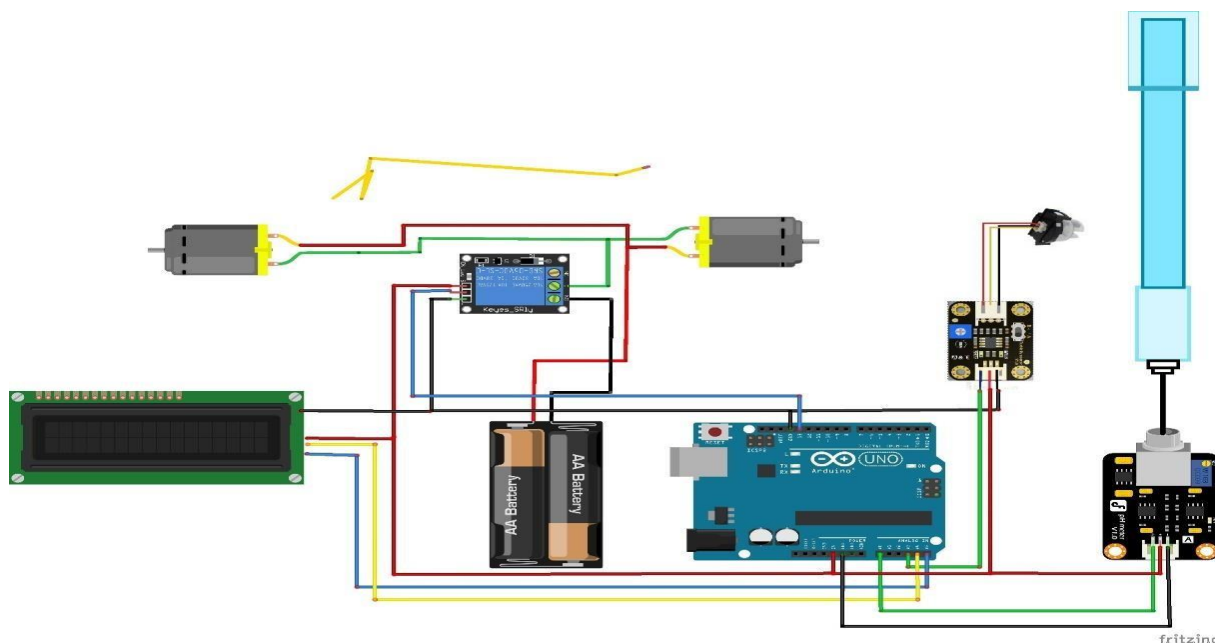
dan Arduino itu sendiri. Modul relay berperan sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh Arduino untuk mengaktifkan atau mematikan *water pump* secara otomatis. Ketika tinggi air terdeteksi berada di bawah ambang batas minimum, Arduino akan memberikan sinyal ke relay untuk menyalakan *water pump* agar mengisi air hingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Sebaliknya, jika air sudah mencapai batas maksimum, relay akan memutus arus sehingga *water pump* berhenti bekerja. Dengan kombinasi komponen ini, sistem mampu melakukan pemantauan dan pengendalian air secara otomatis, efisien, dan berkelanjutan.



Gambar 3. Skema Perancangan Alat Kontrol Ketinggian Air

Sistem monitoring kualitas air yang dirancang pada penelitian ini menggunakan beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk mendeteksi tingkat kejernihan air dan mengendalikan aliran air secara otomatis. Sensor TDS (Total Dissolved Solids) berfungsi untuk mengukur kadar zat padat terlarut dalam air, yang menjadi indikator tingkat kemurnian atau kualitas air. Sensor ini menghasilkan sinyal analog yang kemudian dibaca dan diolah oleh mikrokontroler Arduino sebagai pusat kendali sistem. Arduino bertugas memproses data dari sensor TDS dan menampilkan hasil pengukuran pada modul LCD 16x2 agar pengguna dapat memantau kondisi air secara langsung.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, sistem ini memperoleh daya dari baterai yang berfungsi sebagai sumber energi portabel untuk mendukung pengoperasian seluruh komponen. Selain itu, digunakan modul relay sebagai saklar elektronik yang dikontrol oleh Arduino untuk mengatur kerja *water pump*. Ketika nilai TDS menunjukkan bahwa air berada di luar batas kualitas yang telah ditentukan, Arduino akan mengaktifkan relay untuk menyalakan *water pump* guna mengganti air dengan yang lebih bersih. Setelah kondisi air kembali normal, relay akan memutus arus sehingga *water pump* berhenti beroperasi. Dengan integrasi antara sensor TDS, Arduino, relay, LCD, dan *water pump*, sistem ini mampu melakukan pemantauan dan pengendalian kualitas air secara otomatis, efisien, dan real-time.



Gambar 4. Skema Perancangan Alat Kontrol Kadar Nutrisi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor pH dan TDS pada bak penampung air kemudian dibandingkan dengan pH meter dan TDS meter untuk mendapatkan nilai eror rata-rata.

3.1 Sensor TDS

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sensor TDS yang dilakukan dengan meletakkan sensor TDS pada bak penampung air. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan dari sensor TDS, kemudian membandingkan dengan pembacaan dari alat TDS meter.

Pengujian sensor TDS dilakukan pada dua keadaan yaitu pada nilai 473 ppm.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sensor TDS

No	Hasil Pengukuran		Error (%)
	Sensor TDS (ppm)	TDS Meter (ppm)	
1	460	473	3%
2	458	473	3%
3	449	473	5%
4	451	473	5%
5	450	473	5%
6	449	473	5%
7	448	473	6%
8	449	473	5%
9	447	473	6%
10	449	473	5%

11	450	473	5%
12	453	473	4%
13	452	473	5%
14	451	473	5%
15	457	473	4%
Rata-Rata			5%

3.2 Pengujian pH

Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian sensor pH yang dilakukan dengan meletakkan sensor pH pada bak penampung air. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan dari sensor pH, kemudian membandingkan dengan pembacaan dari alat pH meter. Pengujian sensor pH dilakukan pada dua keadaan yaitu pada nilai pH 4.00.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sensor pH

No	Hasil Pengukuran		Error (%)
	Sensor pH (pH)	pH Meter (pH)	
1	4,45	4,7	6%
2	4,38	4,6	5%
3	4,35	4,6	6%
4	4,45	4,6	3%
5	4,45	4,6	3%
6	4,5	4,7	4%
7	4,45	4,6	3%
8	4,4	4,6	5%
9	4,45	4,7	6%
10	4,45	4,6	3%
11	4,45	4,6	3%
12	4,45	4,6	3%
13	4,35	4,6	6%
14	4,35	4,6	6%
Rata - Rata			4%

3.3 Ultrasonic

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian sensor ultrasonic yang dilakukan dengan meletakkan sensor ultrasonic di atas bak penampung air. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan dari sensor ultrasonic, kemudian membandingkan dengan pembacaan dari alat ukur manual. Pengujian sensor ultrasonic dilakukan sebanyak 15 kali dari ketinggian 1 cm – 15 cm.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sensor Ultrasonic

No	Hasil Pengukuran		Error (%)
	Sensor Ultrasonic (cm)	Alat Ukur Manual (cm)	
1	1	0,5	50%
2	2	1,5	25%
3	3	2,5	17%
4	4	3,5	13%
5	5	4,5	10%
6	6	5,5	8%
7	7	6,5	7%
8	8	7,5	6%
9	9	8,5	6%
10	10	9,5	5%
11	11	10,5	5%
12	12	11,5	4%
13	13	12,5	4%
14	14	13,5	4%
15	15	14,5	3%
Rata - Rata			11%

3.4 Pengujian Multi-Sensor Pada Kontrol Ketinggian Air

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian *multi-sensor* yang dilakukan untuk mengendalikan motor sebagai keluaran berdasarkan masukan dari sensor ultrasonic yang bernilai ketinggian air (cm). Pengujian ketinggian air menggunakan ember untuk menampung air dengan setinggi 17 cm.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kontrol Ketinggian Air

No	Ultrasonic	Sistem Kendali		Status
		Aktual	Pengujian	
1	1	ON	ON	Berhasil
2	2	ON	ON	Berhasil
3	3	ON	ON	Berhasil
4	4	ON	ON	Berhasil
5	5	ON	ON	Berhasil
6	6	ON	ON	Berhasil
7	7	ON	ON	Berhasil
8	8	OFF	OFF	Berhasil
9	9	OFF	OFF	Berhasil
10	10	OFF	OFF	Berhasil
11	11	OFF	OFF	Berhasil

12	12	OFF	OFF	Berhasil
13	13	OFF	OFF	Berhasil
14	14	OFF	OFF	Berhasil
15	15	OFF	OFF	Berhasil

3.5 Pengujian Multi-Sensor Pada Kontrol Kadar Nutrisi

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian *multi-sensor* yang dilakukan untuk mengendalikan motor sebagai keluaran berdasarkan masukan dari sensor TDS yang bernilai kadar nutrisi (ppm). Pengujian kadar nutrisi menggunakan ember untuk menampung air dengan kadar nutrisi.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kontrol Kadar Nutrisi

No	TDS	Sistem Kendali		Status
		Aktual	Pengujian	
1	478	ON	ON	Berhasil
2	509	ON	ON	Berhasil
3	527	ON	ON	Berhasil
4	560	ON	ON	Berhasil
5	590	OFF	OFF	Berhasil
6	600	OFF	OFF	Berhasil
7	610	OFF	OFF	Berhasil
8	645	OFF	OFF	Berhasil
9	711	OFF	OFF	Berhasil
10	735	OFF	OFF	Berhasil
11	875	OFF	OFF	Berhasil
12	919	OFF	OFF	Berhasil
13	946	OFF	OFF	Berhasil
14	962	OFF	OFF	Berhasil
15	980	OFF	OFF	Berhasil

3.6 Batas Aktivasi Sistem Kendali

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 6, error sensor ultrasonik menurun secara signifikan pada jarak di atas **10 cm** dan mencapai error terendah pada jarak **14,5 cm**. Oleh karena itu, sistem kendali diaktifkan ketika sensor ultrasonik membaca jarak ≥ 10 cm, yang menandakan ketinggian air berada di bawah batas minimum yang ditentukan. Hasil pengujian sensor TDS menunjukkan rata-rata error sebesar **5%** dengan nilai pembacaan berkisar antara **447–460 ppm** terhadap nilai referensi **473 ppm**. Sistem kendali diaktifkan ketika nilai TDS terukur ≤ 450 ppm, yang menunjukkan kualitas air telah menurun dan memerlukan proses pengendalian.

Tabel 6. Batas aktivasi sistem kendali

No	Sensor	Parameter	Range Aktivasi Sistem (ON)	Kondisi Nonaktif (OFF)
1	Ultrasonik	Jarak permukaan air (cm)	$\geq 10 \text{ cm} - 14,5 \text{ cm}$	$< 10 \text{ cm}$
2	TDS	Nilai TDS (ppm)	$\leq 450 \text{ ppm}$	$> 450 \text{ ppm}$

4. KESIMPULAN

Pengendalian ketinggian air dan kadar nutrisi pada sistem dilakukan secara otomatis menggunakan metode *multi-sensor* yang terdiri dari sensor TDS dan sensor ultrasonik sebagai masukan utama. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur ketinggian permukaan air secara real-time, sedangkan sensor TDS digunakan untuk memantau kadar zat terlarut atau konsentrasi nutrisi dalam air. Kedua sensor ini bekerja secara terintegrasi dan dikendalikan oleh mikrokontroler untuk menjaga kondisi air agar tetap berada pada nilai *setpoint* yang telah ditentukan. Dengan mekanisme ini, sistem mampu menyesuaikan ketinggian air dan kadar nutrisi secara tepat dan efisien sesuai kebutuhan.

Akurasi sensor pH menunjukkan nilai rata-rata eror yaitu 4,00% pada larutan pH 4,00 dan 6,00 dengan dilakukan pengujian sebanyak 15 kali dan dilakukan pada saat sebelum perancangan dan setelah perancangan. Akurasi sensor TDS menunjukkan nilai rata-rata eror yaitu 5,00% pada larutan ppm 473 dan 674 ppm, pengujian dilakukan sebelum perancangan dan setelah perancangan. Berdasarkan hasil pengukuran sensor ultrasonic ke-15, didapatkan nilai eror terkecil yaitu 3,33% pada ketinggian 15 cm

DAFTAR RUJUKAN

- Tripama, B. & Yahya, M. R. (2018). Respon Konsentrasi Nutrisi Hidroponik terhadap Tiga Jenis Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Agritrop*, 16(2): 237-249.
- Nurhadi. (2023). *Sistem Kendali Bertingkat Adukan Nutrisi AB Mix*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam "45", Bekasi.
- Ambarwati, D. & Abidin, Z. (2021). Rancang Bangun Alat Pemberian Nutrisi Otomatis pada Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTISI)*, 2(1): 29-34.