

# PERANCANGAN SISTEM INSTRUMENTASI PADA *VERTICAL AEROPONIC (VERO)* BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 2560

## INSTRUMENTATION SYSTEM DESIGN IN VERTICAL AEROPONIC (VERO) BASED ON ATMEGA 2560 MICROCONTROLLER

Muhammad Shodikin<sup>1</sup>, Arnisa Stefanie<sup>2</sup>, Insani Abdi Bangsa<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, 41361, Karawang, Indonesia

<sup>1</sup>[shodikinmuhammad10@gmail.com](mailto:shodikinmuhammad10@gmail.com), <sup>2</sup>[arnisa.stefanie@staff.unsika.ac.id](mailto:arnisa.stefanie@staff.unsika.ac.id), <sup>3</sup>[iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id](mailto:iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id)

### Abstrak

Aeroponik merupakan metode bercocok tanam dengan menggunakan media udara. Dalam pemberian nutrisi tanaman aeroponik ini harus selalu terpantau kadar air nutrisi sebelum disemprotkan ke akar tanaman agar kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan tanaman tercukupi. Biasanya untuk mengetahui kadar air nutrisi selalu dilakukan pengukuran manual dengan alat ukur untuk mengetahui kadar pH, ppm, dan juga suhu pada air nutrisi. Hal ini sangat kurang efektif dan efisien apabila dilakukan berulang ketika akan selalu menyemprotkan air nutrisi ke akar tanaman. Untuk itu pada penelitian ini akan dirancang suatu sistem yang dapat mengukur kadar pH, ppm dan juga suhu air nutrisi sebelum disemprotkan pada akar tanaman. Hasil pengujian dari pembacaan sensor yang digunakan memiliki kriteria yang bagus ketika dibandingkan dengan alat ukur, dimana nilai akurasi sensor TDS sebesar 90,9% , sensor pH sebesar 76,3%, sensor suhu akurasi datanya 85,5% dan sensor ultrasonik sebesar 97,4%. Sistem ini akan berguna dan juga membantu dalam bercocok tanam dengan metode aeroponik.

**Kata kunci** : aeroponik, sistem, sensor

### Abstract

Aeroponics is a method of growing crops using air media. In providing aeroponic plant nutrition, nutrient moisture content must always be monitored before being sprayed onto plant roots so that the nutritional needs needed by plants are fulfilled. Usually, to find out the water content of nutrients, a manual measurement is always carried out with a measuring instrument to determine the pH, ppm, and temperature of the nutrient water. This is very ineffective and inefficient if done repeatedly when you will always spray nutrient water to the plant roots. For this reason, this research will design a system that can measure the pH, ppm and also the temperature of the nutrient water before being sprayed on plant roots. The test results of the sensor readings used have good criteria when compared to measuring instruments, where the TDS sensor accuracy value is 90.9%, the pH sensor is 76.3%, the temperature sensor data accuracy is 85.5% and the ultrasonic sensor is 97.4%. This system will be useful and also help in growing crops with aeroponic methods.

**Keywords** : aeroponics, systems, sensors

## 1. PENDAHULUAN

Inovasi teknologi pada pertanian berperan sangat penting dalam meningkatkan produktivitas pertanian, mengingat bahwa peningkatan produksi melalui perluasan lahan sulit diterapkan di Indonesia, dengan meluasnya konversi lahan pertanian produktif ke non pertanian [1]. Menurut Nazaruddin (1998), dengan adanya kemajuan teknologi pertanian memungkinkan penanaman

sayuran di luar musimnya [2]. Salah satu perkembangan teknologi pada bidang pertanian adalah sistem pertanian dengan metode aeroponik. Dengan menggunakan metode aeroponik ini tanaman ditempatkan dalam posisi menggantung, sehingga nutrisi diberikan dengan teknik pengkabutan kebagian akar tanaman [3].

Beberapa kelebihan menggunakan metode aeroponik ini antara lain : nutrisi dapat dikontrol, efisien dalam penggunaan lahan serta kadar oksigen yang cukup dalam larutan nutrisi sehingga menguntungkan tanaman [4]. Menurut Balia P dkk (2012) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa perlakuan komposisi media dan nutrisi memberikan hasil yang berbeda nyata pada berbagai umur pengamatan pada variabel pengamatan panjang tanaman, jumlah daun, luas daun, kandungan klorofil daun, diameter bonggol, berat basah total tanaman dan berat kering total tanaman [5].

Bercocok tanam dengan sistem pertanian aeroponik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar dapat menghasilkan hasil tanam yang berkualitas antara lain pemilihan media tanam, komposisi nutrisi dan kuantitas nutrisi yang diberikan, pengendalian pH air yang digunakan, dan intensitas cahaya yang diberikan [6]. Dalam penentuan komposisi dan pengendalian pH yang digunakan, terdapat beberapa permasalahan yang dialami saat proses pengukuran dengan alat ukur, diantaranya proses kalibrasi, lamanya pengukuran dan tingkat akurasi dari pengukuran [7]. Untuk itu dibutuhkan sistem yang dapat melakukan proses pengukuran kadar nutrisi sebelum dilakukan penyemprotan ke akar tanaman.

Berdasarkan uraian di atas, akan dirancang sistem instrumentasi yang yang dapat mengukur kadar air nutrisi pada tabung. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen seperti mikrokontroler ATmega 2560 sebagai pengontrol pusat yang mengendalikan beberapa sensor, sensor TDS untuk mengukur kadar *part per million* (ppm) pada air nutrisi, sensor pH untuk mengukur pH air nutrisi, sensor suhu untuk mengukur suhu air nutrisi, dan sensor ultrasonik untuk mengukur level ketinggian air pada tabung penampung air nutrisi. Sistem instrumentasi yang digunakan ini diharapkan dapat membantu dalam pengukuran kadar nutrisi sebelum dilakukan penyemprotan pada akar tanaman.




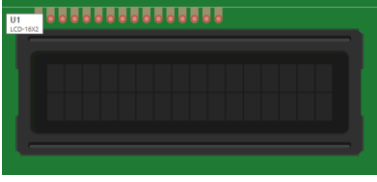
## 2. DASAR TEORI DAN METODOLOGI

### 2.1 Komponen *Hardware* dan *software*

Dalam perancangan sistem yang akan dibuat ini, ada beberapa perangkat dan komponen hardware maupun software yang digunakan seperti pada tabel 1 dibawah ini.

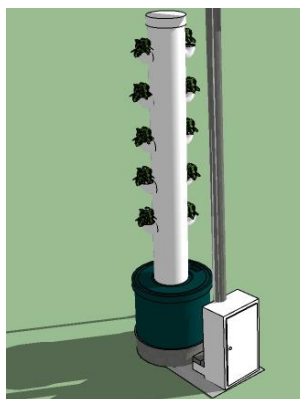
Tabel 1. Komponen Hardware dan Software

No	Nama Hardware dan Software	Kegunaan
1.	ATmega 2560 	Arduino Mega 2560 memiliki 54 digital input/output dimana 14 digunakan untuk PWM output dan 16 digunakan sebagai analog input [8].
2.	Sensor suhu 	Sensor yang berfungsi untuk merubah besaran suhu yang ditangkap menjadi besaran tegangan [9]. sensor ini memiliki kemampuan tahan air ( <i>waterproof</i> ) sehingga cocok diaplikasikan untuk mengukur suhu pada tempat yang basah [10].
3.	Sensor ultrasonik	Perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek [11]. Prinsip kerja sensor ultrasonik bekerja sebagai sinyal yang

		ditransmisikan untuk dipancarkan oleh emitor kemudian terjadi response time, sinyal akan terpental jika menghantam penghalang [12].
4.	Sensor TDS 	Sensor yang digunakan untuk mengukur bahan padat yang terlarut dalam air dengan satuan ppm [13].
5.	Sensor pH 	Sensor yang digunakan untuk mengukur pH atau derajat keasaman dari suatu cairan [14].
6.	LCD 16x2 	Untuk menampilkan hasil pembacaan sensor.
7.	Arduino IDE	Software yang digunakan untuk memprogram sensor ke mikrokontroler.

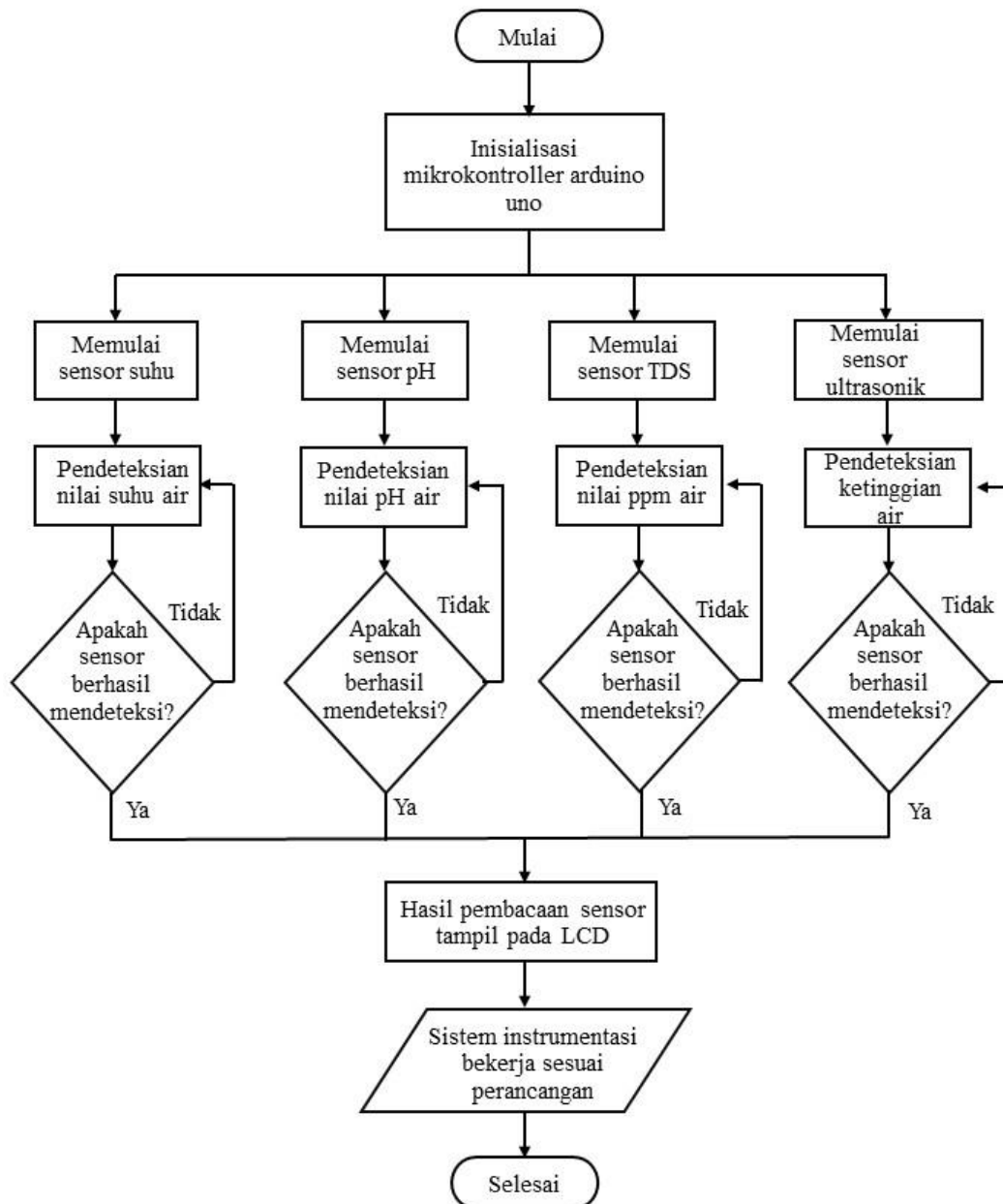
## 2.2 Perancangan sistem instrumentasi

Pada bagian ini menjelaskan beberapa langkah yang dilakukan untuk penelitian ini diantaranya yaitu pembuatan ilustrasi sistem, flowchart cara kerja sistem, perancangan sistem mulai dari pembuatan skema rangkaian dan juga implementasi sistem. Pada Gambar 1 ini menunjukkan ilustrasi dari sistem yang akan diimplementasikan.



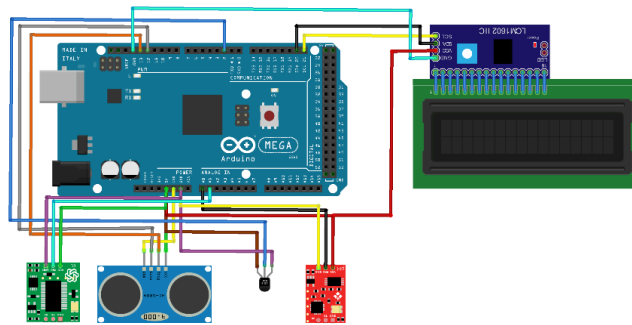
Gambar 1 Ilustrasi sistem

Ketika ilustrasi sistem telah dibuat maka selanjutnya akan mengamati bagaimana cara kerja sistem tersebut bekerja. Gambar 2 dibawah ini merupakan flowchart cara kerja sistem dimana 4 kinerja sensor akan dikendalikan oleh Mikrokontroler ATmega2 560 dan akan mengaktifkan sensor untuk mulai mendeteksi parameter-parameter seperti nilai pH, ppm, suhu air dan juga ketinggian air nutrisi pada tabung. Hasil pendeteksian sensor akan dikirim ke mikrokontroler berupa data sinyal listrik yang kemudian dikonversi menjadi sinyal digital, dan akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 2 Flowchart cara kerja sistem

Selanjutnya pada perancangan sistem ini dilakukan perancangan skema rangkaian untuk menghubungkan mikrokontroler dengan komponen yang berkaitan dengan rangkaian pada setiap perangkat instrumentasi. Skema rangkaian yang dirancang seperti pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 Skema rangkaian sistem

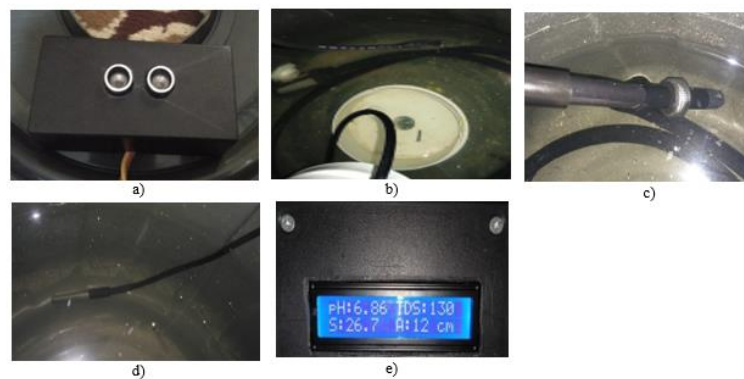
Ketika skema rangkaian telah dibuat seperti pada gambar 3 di atas, konfigurasi dari setiap pin yang digunakan pada skema rangkaian tersebut ditampilkan seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Konfigurasi pin sistem instrumentasi

Pin Sensor	Sensor	Pin arduino
VCC	Sensor ultrasonik	5V
Echo		12
Trig		13
GND		GND
VCC	Sensor pH	5V
PRB		A0
GND		GND
VCC	Sensor TDS	5V
PRB		A1
GND		GND
VCC	Sensor suhu	5V
DATA		2
GND		GND
SCL	LCD	SCL 21
SDA		SDA 20
VCC		5V
GND		GND

### 1) Implementasi sistem instrumentasi

Dari desain ilustrasi sistem pada gambar 1 dan skema rangkaian pada gambar 3 yang telah dibuat, selanjutnya komponen sistem instrumentasi yang digunakan diletakan pada box dan juga tabung. Di dalam tabung air nutrisi diletakan komponen sensor seperti sensor pH, sensor TDS, sensor suhu dan juga sensor ultrasonik. Untuk LCD diletakan didalam box yang dimana berfungsi menampilkan hasil pembacaan sensor pada air nutrisi. Berikut merupakan gambar peletakan komponen sensor dan juga lcd yang digunakan pada sistem instrumentasi yang telah dibuat.



Gambar 4 Implementasi sensor ultrasonik (a), TDS (b), pH (c), suhu (d) dan tampilan LCD

Komponen hardware dan software yang digunakan selanjutnya diimplementasikan ke dalam bentuk alat yang sebenarnya yaitu berupa produk yang diberi nama *Vertical Aeroponic (VERO)* seperti pada gambar 5. Dimana pada sistem VERO ini dilakukan uji coba tanaman pakcoy.



Gambar 5 Sistem VERO

### 3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Sistem instrumentasi pada VERO ini akan dilakukan pengukuran parameter seperti nilai pH, kadar ppm, nilai suhu air dan level ketinggian air. Setelah itu akan dilakukan pengukuran karakteristik dari sensor yang digunakan apakah sensor yang digunakan tergolong baik atau tidak.

#### a) Hasil pengujian sensor suhu

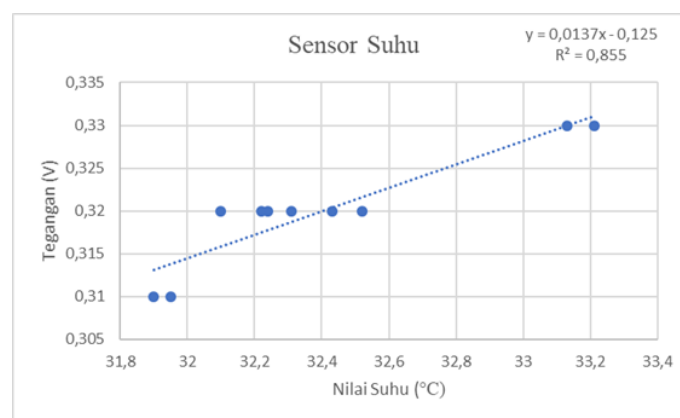
Pengujian yang pertama adalah pengujian sensor suhu yang bertujuan mencari dan mendapatkan data untuk mengetahui suhu dari air yang berada pada tabung.

Tabel 3 Pengujian sensor suhu

No	Pengujian sensor suhu (1)				Pengujian sensor suhu (2)			
	Alat ukur	sensor	Tegangan	Error	Alat ukur	Sensor	Tegangan	Error
1	27,3	29,05	0,29	6,41 %	31,3	30,05	0,3	3,99 %
2	27,3	29,02	0,29	6,30 %	30,3	29,02	0,29	4,22 %

3	29,5	30,12	0,30	2,10 %	31,5	31,12	0,31	1,21 %
4	29,6	30,21	0,30	2,06 %	31,6	30,21	0,3	4,40 %
5	29,8	29,30	0,29	1,68 %	31,8	30,30	0,3	4,72 %
6	29,8	29,35	0,29	1,51 %	30,8	29,35	0,29	4,71 %
7	29,7	29,32	0,30	1,28 %	31,7	29,32	0,29	7,51 %
8	29,6	29,28	0,29	1,08 %	31,6	30,28	0,3	4,18 %
9	29,6	30,30	0,30	2,36 %	30,6	29,30	0,29	4,25 %
10	29,4	29,20	0,29	0,68 %	31,4	30,20	0,3	3,82 %
Rata-rata	29,16	29,51	0,294	1,30 %	31,26	29,91	0,29	4,30 %

Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu di atas, untuk mengetahui karakteristik sensor suhu, untuk hasil yang digunakan maka di ambil sampel data pengujian 1.



Gambar 6 Grafik linearitas sensor suhu

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa sensitivitas hasil dari nilai sgrafik yang diperoleh menunjukkan bahwa sensitivitas sensor suhu yaitu sebesar 0,0137. Pada gambar diatas terdapat nilai  $R^2 = 0,855$  yang merupakan nilai koefisien kolerasi, maka dapat diketahui bahwa nilai akurasi pada sensor ini sebesar 85,5 %.

b) Hasil pengujian sensor ultrasonik

Pengujian yang kedua adalah pengujian sensor ultrasonik yang bertujuan mencari dan mendapatkan data untuk mengetahui ketinggian air yang berada pada tabung.

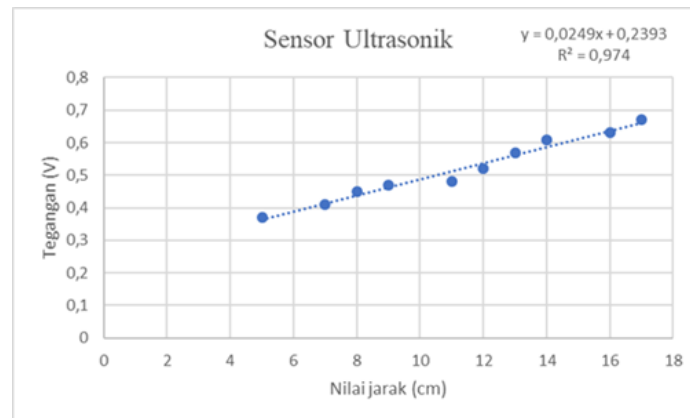
Tabel 4 Pengujian sensor ultrasonik

No	Pengujian sensor ultrasonik (1)				Pengujian sensor ultrasonik (2)			
	Alat ukur	sensor	Tegangan	Error	Alat ukur	Sensor	Tegangan	Error
1	5,2	5	0,37	3,85 %	5,2	5	0,38	3,85 %
2	7,3	7	0,41	4,11 %	6,4	6	0,40	6,25 %
3	8,3	8	0,45	3,61 %	7,2	7	0,46	2,78 %
4	9,2	9	0,47	2,17 %	9,5	9	0,48	5,26 %
5	11,4	11	0,48	3,51 %	11,5	11	0,51	4,35 %
6	12,1	12	0,52	0,83 %	12,6	12	0,54	4,76 %
7	13,4	13	0,57	2,99 %	13,5	13	0,58	3,70 %



8	14,6	14	0,61	4,11 %	16,3	16	0,63	1,84 %
9	16,3	16	0,63	1,84 %	17,2	17	0,73	1,16 %
10	17,4	17	0,67	2,30 %	18,4	18	0,72	2,17 %

Berdasarkan hasil pengujian sensor ultrasonik di atas, untuk mengetahui karakteristik sensor ultrasonik, untuk hasil yang digunakan maka diambil sampel data pengujian 1.



Gambar 7 Grafik linearitas sensor ultrasonik

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa sensitivitas hasil dari nilai grafik yang diperoleh menunjukkan bahwa sensitivitas sensor ultrasonik yaitu sebesar 0,0249. Pada gambar diatas terdapat nilai  $R^2 = 0,974$  yang merupakan nilai koefisien kolerasi, maka dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa nilai akurasi pada sensor ultrasonik ini sebesar 97,4 %.

c) Hasil pengujian sensor TDS

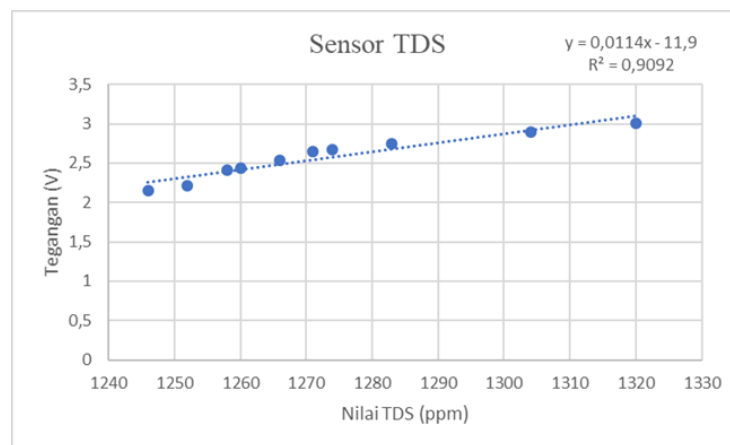
Pengujian yang ketiga adalah pengujian sensor TDS yang bertujuan mencari dan mendapatkan data untuk mengetahui kadar ppm air nutrisi pada tabung.

Tabel 5 Pengujian sensor TDS

No	Pengujian sensor TDS (1)				Pengujian sensor TDS (2)			
	Alat ukur	sensor	Tegangan	Error	Alat ukur	Sensor	Tegangan	Error
1	1320	1260	2,44	4,55 %	1335	1272	2,71	4,72 %
2	1338	1252	2,21	6,43 %	1324	1284	2,74	3,02 %
3	1358	1266	2,54	6,77 %	1338	1295	2,54	3,21 %
4	1364	1271	2,65	6,82 %	1365	1274	2,65	6,67 %
5	1352	1258	2,41	6,95 %	1372	1262	2,38	8,02 %
6	1362	1283	2,75	5,80 %	1345	1276	2,62	5,13 %
7	1375	1246	2,15	9,38 %	1377	1296	2,76	5,88 %
8	1335	1274	2,67	4,57 %	1345	1330	3,02	1,12 %
9	1340	1304	2,89	2,69 %	1332	1310	2,97	1,65 %
10	1322	1320	3,01	0,15 %	1327	1289	2,82	2,86 %
Rata-rata	1346	1273	2,57	5,41 %	1346	1289	2,72	4,23 %



Berdasarkan hasil pengujian sensor TDS di atas, untuk mengetahui karakteristik sensor TDS, untuk hasil yang digunakan maka di ambil sampel data pengujian 1.



Gambar 8 Grafik linearitas sensor TDS

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa sensitivitas hasil dari nilai grafik yang diperoleh menunjukkan bahwa sensitivitas sensor TDS yaitu sebesar 0,0114. Pada gambar diatas terdapat nilai  $R^2 = 0,9092$  yang merupakan nilai koefisien kolerasi, maka dapat diketahui bahwa nilai akurasi pada sensor ini sebesar 90,9%.

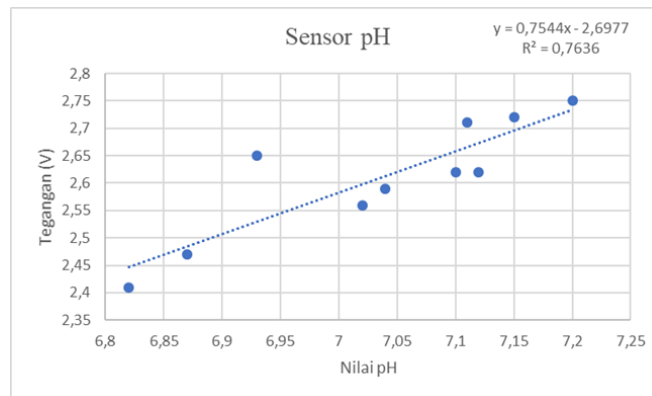
d) Hasil pengujian sensor pH

Pengujian yang keempat adalah pengujian sensor pH yang bertujuan mencari dan mendapatkan data untuk mengetahui kadar pH air nutrisi pada tabung.

Tabel 6 Pengujian sensor pH

No	Pengujian sensor pH (1)				Pengujian sensor pH (2)			
	Alat ukur	sensor	Tegangan	Error	Alat ukur	Sensor	Tegangan	Error
1	7	6,82	2,41	2,57 %	6,9	6,88	2,55	0,29 %
2	7	6,93	2,65	1,00 %	6,9	6,85	2,56	0,72 %
3	7	7,1	2,62	1,43 %	7	6,94	2,49	0,86 %
4	7,1	7,15	2,72	2,14 %	7	7,1	2,64	1,43 %
5	7,1	6,87	2,47	1,86 %	7,1	7,02	2,58	1,13 %
6	7,1	7,04	2,59	0,57 %	7,1	6,95	2,57	2,11 %
7	7,1	7,12	2,62	1,71 %	7,1	7,01	2,60	1,27 %
8	7	7,02	2,56	0,29 %	7,1	7	2,60	1,41 %
9	7	7,11	2,71	1,57 %	7	7	2,63	0,00 %
10	7,1	7,2	2,75	2,86 %	7,1	6,9	2,59	2,82 %
Rata-rata	7	7,03	2,41	0,51 %	7,03	6,96	2,58	0,92 %

Berdasarkan hasil pengujian sensor pH di atas, untuk mengetahui karakteristik sensor pH, untuk hasil yang digunakan maka diambil sampel data pengujian 1.



Gambar 9 Grafik linearitas sensor pH

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa sensitivitas hasil dari nilai grafik yang diperoleh menunjukkan bahwa sensitivitas sensor pH yaitu sebesar 0,7544. Pada gambar diatas terdapat nilai  $R^2 = 0,7636$  yang merupakan nilai koefisien kolerasi, maka dapat diketahui bahwa nilai akurasi pada sensor ini sebesar 76,3%.

#### e) Pengolahan data hasil pengujian

Setelah melakukan pengujian pada sistem instrumentasi pada alat ini, didapatkan data berupa nilai suhu, pp, pH, dan level ketinggian pada air. Data tersebut akan diolah dengan cara membandingkan data yang telah didapat dengan standar kualitas kadar nutrisi yang dibutuhkan pada tanaman pakcoy.

Berdasarkan data yang diperoleh, pada penelitian ini tanaman yang ditanam dengan metode aeroponik ini yaitu tanaman pakcoy. Data kadar nutrisi yang dibutuhkan pada tanaman pakcoy yaitu nilai pH sebesar 6,5-7 dan nilai ppm diantara 1050-1400 [15]. Setelah didapatkan sebuah data pembanding yang berfungsi sebagai standar baku yang dibutuhkan pada tanaman pakcoy, maka dibandingkan dengan data yang telah didapatkan dari pengujian.

Tabel 7 Hasil analisis pengujian sensor

Data	pH	TDS	Suhu
Pengujian 1	7,03	1273	29,51
Pengujian 2	6,96	1289	29,91

Berdasarkan data hasil pengujian sensor diatas, maka pembacaan sensor yang digunakan pada alat ini bekerja dengan baik untuk mengukur nilai kebutuhan nutrisi dan kadar pH pada tanaman pakcoy.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data pengujian dan analisis data sistem instrumentasi pada *vertical aeroponic* (VERO) yang telah dibuat, dapat disimpulkan bahwa sistem instrumentasi pada alat VERO ini bekerja sesuai dengan dengan baik, yaitu hasil pembacaan sensor ketika dibandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur memiliki selisih yang kecil. Nilai akurasi sensor pada sistem instrumentasi yang telah dibuat yaitu akurasi sensor suhu sebesar 85,5 %, sensor ultrasonik sebesar 97,4%, sensor TDS 90,9% dan sensor pH sebesar 76,3%. Penelitian selanjutnya diharapkan adanya pengembangan yaitu ditambahkannya komponen yang dapat menstabilkan cairan nutrisi secara otomatis agar nilai pH dan ppm tetap stabil sesuai dengan kebutuhan tanaman pakcoy.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Fatchiya A, Amanah S, dan Kusumastuti I,Y. 2016. Penerapan Inovasi Teknologi Pertanian dan Hubungannya dengan Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani. *Jurnal Penyuluhan* Vol. 12 No. 2.
- [2] Ekaria. 2019. Analisis Usaha tani Sayuran Hidroponik di PT. Kusuma Agrowisata. *Jurnal BIOSAINSTEK* Vol.1 No.1,16-21.
- [3] Nugaliyadde MM, De Silva HDM, Perera R, Ariyaratna D, Sangakkara UR. 2005. *An aeroponic system for the production of pre-basic seed potato*. *Ann. Sri Lanka Department Agric* Vol. 7, pp. 199-288
- [4] Imma Farran, Angel M. Mingo-Castel. 2006. *Potato Minituber Production Using Aeroponics: Effect of Plant Density and Harvesting Intervals*. *American Journal of Potato Research* Vol. 83 No.1, pp. 47-53
- [5] Perwtasari B, Tripatmasari M, dan Wanosowati C. 2012. Pengaruh media tanam dan nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoi (*Brassica juncea L.*) dengan sistem hidroponik. *Agrovigor : Jurnal Agroteknologi* Vol. 5, no.1
- [6] Pambudi RW. 2018. Prototype sistem pemeliharaan otomatis pada pertanian hidroponik menggunakan metode aeroponik. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [7] Sudewa B dan Hadiatna F. 2017. Evaluasi Sensor Fit0348 Sebagai Alat Ukur *Potential Of Hydrogen* (pH) Larutan. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*.
- [8] Ramadhan AR. 2017. Perancangan Sistem Monitoring Terintegrasi Dengan Teknologi Aeroponik Berbasis Web. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [9] Akbar A. 2017. Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Arduino Uno. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- [10] Wisjhnuadji1 WT, Irfan Fauzi I. 2017. Monitoring Ketinggian Dan Suhu Air Dalam Tangki Berbasis Web Menggunakan Arduino Uno & Ethernet Shield. *BIT VOL* 14 No.1
- [11] Puspasari F, Fahrurrozi I, Satya PT dan Setyawan G. 2019. Sensor Ultrasonik HCSR-04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* Volume 15, Nomor 2.
- [12] Stefanie A dan Rosid. 2019. Alat Penebar Pakan Ikan Bandeng Dan Udang Berbasis Mikrokontroler ATmega 32 di Tirtajaya Karawang. *Jurnal SIMETRIS* Vol. 10 No. 2.
- [13] LIM BA. 2020. Sistem Kendali Hidroponik Dalam Ruangan Berbasis Raspberry PI. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- [14] Barus EE, Louk CA, Pinggak K,R. 2018. Otomatisasi Sistem Kontrol pH Dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Dan Raspberry Pi 3. *Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya* Vol. 3, No. 2
- [15] UD.Sumber Makmur. *Tabel Pemberian Nutrisi Hidroponik Sederhana-Hydro Power*. [Online] Tersedia di <https://www.sumbermakmur.net/2016/04/tabel-pemberian-nutrisi-hidroponik.html> [diakses pada 12 Agustus 2020].