



## ANALISA KINERJA SENSOR UNTUK PENGUKURAN KUALITAS AIR PADA HIDROPONIK SISTEM *NUTRIENT FILM TECHNIQUE*

Reza Alfian<sup>1</sup>, Arnisa Steafanie<sup>2</sup>, Yuliarman Saragih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Singaperbangsa Karawang

Email: 181063116045@student.unsika.ac.id, arnisa.stefanie@staff.unsika.ac.id

yuliarman@staff.unsika.ac.id

### ABSTRACT

The need for food for humans such as vegetables and fruits is increasing with the frequent development of the population. However, this is not accompanied by the growth of agricultural land which is actually getting narrower. In order to meet the needs of vegetable supply, it takes self-help from the community to want to take advantage of limited land, one technique that can be applied to grow vegetables on limited land is the hydroponic technique. So the author designed a water quality measuring instrumentation instrument Smart Hydroponics System (SHYSY) which is equipped with a TDS sensor SEN0244 to measure water nutrient levels, a pH sensor SEN0161 to measure the value of pH levels, a DS18B20 temperature sensor to measure the temperature value temperature of water. The data obtained from the sensor test results are compared with manual measuring instruments, in order to obtain the accuracy and error values of the designed tool. From the test data obtained, it is concluded that the sensor works very well with an average reading accuracy of 95% and an average error of 5%.

**Keywords:** *Hydroponics; TDS SEN0244; pH SEN0161; Water Quality*

### ABSTRAK

Kebutuhan pangan bagi manusia seperti sayuran dan buah-buahan semakin meningkat dengan sering perkembangan jumlah penduduk. Namun hal tersebut tidak dibarengi dengan pertumbuhan lahan pertanian yang justru semakin sempit. Guna memenuhi kebutuhan pasokan sayur, diperlukan swadaya dari masyarakat untuk mau memanfaatkan lahan terbatas, salah satu teknik yang bisa diterapkan untuk menanam sayur pada lahan yang terbatas adalah dengan teknik hidroponik. Maka penulis membuat perancangan instrumentasi alat ukur kualitas air *Smart Hydroponic System* (SHYSY) yang dilengkapi dengan sensor TDS SEN0244 untuk mengukur kadar nutrisi air, sensor pH SEN0161 untuk mengukur nilai kadar pH dan sensor Suhu DS18B20 untuk mengukur nilai suhu air. Data yang didapat dari hasil pengujian sensor dibandingkan dengan alat ukur manual, guna mendapatkan nilai akurasi serta *error* alat yang dirancang. Dari data hasil pengujian yang didapat, disimpulkan bahwa sensor bekerja dengan sangat baik dengan rata-rata akurasi pembacaan  $\geq 95\%$  dan rata-rata *error*  $\leq 5\%$ .

**Kata Kunci:** *Hidroponik; TDS SEN0244; pH SEN0161; Kualitas Air*

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan pangan bagi manusia seperti sayuran dan buah-buahan semakin meningkat dengan sering perkembangan jumlah penduduk. Namun hal tersebut tidak dibarengi dengan pertumbuhan lahan pertanian yang justru semakin sempit [1]. Guna memenuhi kebutuhan pasokan sayur, diperlukan swadaya dari masyarakat untuk mau memanfaatkan lahan terbatas, salah satu teknik yang bisa diterapkan untuk menanam sayur pada lahan yang terbatas adalah dengan teknik hidroponik. Hidroponik atau hydroponics berasal dari bahasa latin (Greek), yaitu hydro yang berarti air dan kata phonos yang berarti kerja sehingga hidroponik dimaksud sebagai air yang bekerja. Hidroponik adalah aktivitas pertanian yang dijalankan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah. Jadi, hidroponik dapat diartikan sebagai suatu pengerjaan atau pengelolaan air sebagai media tumbuh tanaman tanpa menggunakan media tanah sebagai media tanam dan mengambil unsur hara mineral yang dibutuhkan dari larutan nutrisi yang dilarutkan dalam air [2] [3] [4]. Istilah Hidroponik (Hydroponics) digunakan untuk menjelaskan tentang cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. Di kalangan umum, istilah ini dikenal sebagai “bercocok tanam tanpa tanah” [5] [6].

Penanaman sistem hidroponik ini memerlukan perhatian khusus, selain menjaga nutrisi juga memerlukan perhatian pada kadar nutrisi, pH, dan kejernihan air agar tanaman tetap stabil dalam proses perkembangannya. Teknik yang digunakan adalah NFT karena teknik ini yang paling umum digunakan. *Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut bersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran bisa berkembang di dalam larutan nutrisi. Karena di sekeliling perakaran terdapat selapis larutan nutrisi maka sistem ini dikenal dengan nama *Nutrient Film Technique* [7].

Menurut DR. Susilawati dalam bukunya menjelaskan bahwa, ada beberapa syarat utama air untuk menjadi media tumbuh tanaman hidroponik. Pertama, mineral dalam air hidroponik harus stabil. Kedua, nilai pH air harus terjaga yang sangat berefek terhadap kemampuan akar tanaman dalam menyerap nutrisi. Tanaman hidroponik menghendaki nilai

pH optimal pada kisaran 5.5 – 7.5. Nilai pH diluar kisaran itu akan sangat menghambat kemampuan akar dalam menyerap nutrisi di dalam larutan. Menggunakan sistem hidroponik, kualitas air nutrisi sangatlah penting dan harus diperhatikan, ukuran kepekatan nutrisi dengan satuan PPM (*Part Per Millions*). Nutrisi tanaman adalah kandungan nutrisi atau unsur hara berupa zat-zat kimia yang dibutuhkan tanaman. Larutan nutrisi adalah salah satu faktor paling vital yang mempengaruhi kualitas dan hasil panen. Penambahan atau peningkatan PPM nutrisi disesuaikan dengan umur tanaman, semakin tua umur tanaman maka semakin tinggi PPM yang dibutuhkan [8] [9].

Selama ini petugas harus mengecek secara manual perubahan kualitas air yang terjadi pada nilai-nilai setiap parameter nutrisi dan pH secara manual, pengecekan manual dianggap kurang efektif karena petugas harus melakukannya secara berkala [10] [11].

Pengondisian kualitas air dilakukan karena media tanam pada sistem hidroponik tidak mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman [12]. Berdasarkan pernyataan-pernyataan diatas bahwa pengondisian kualitas air dilakukan secara manual maka diperlukan sebuah alat yang digunakan untuk dapat memonitoring dan mengontrol kualitas air secara otomatis dan manual dari jarak jauh. TDS (*Total Dissolved Solids*) merupakan salah satu cara untuk mengukur total larutan nutrisi yang terlarut dalam air, selain TDS pengukuran dapat dilakukan dengan *electrical conductivity* (EC) meter [13].

Pengontrolan kondisi dari pH air di dalam larutan nutrisi diatur dengan cara menambahkan larutan pH up (asam) dan pH down (basa), nutrisi diatur dengan 4 cara menambahkan nutrisi A&B melalui peristaltic pump dan dikendalikan melalui mikrokontroler ESP32S. Target dari penelitian ini adalah menjaga kestabilan daripada pH dan nutrisi air sistem hidroponik dan menjaga aliran larutan nutrisi mengalir sepanjang waktu sehingga dapat mempengaruhi kualitas kesuburan tanaman. Alat ini menggunakan metode kontrol Fuzzy Logic yang bertujuan agar kualitas air dapat optimal dari setiap nilai parameter secara efektif dan efisien. Alat ini dapat berjalan otomatis maupun dikendalikan secara manual. Hasil dari deteksi sensor akan dikirim secara realtime ke android melalui firebase.

Artike ini merupakan hasil orsinil dari penelitian dan pengembangan dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan ide penulis.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Sebagai bahan referensi dalam menyelesaikan penelitian ini. Penulis melakukan studi literatur terkait hidroponik dan monitoring jarak jauh. Beberapa sistem monitoring telah diteliti. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Jecika Mailoa, Eri Prasetyo Wibowo, dan Risdiandri Iskandar dengan judul “Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar pH Air pada Sistem Akuaponik Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram”. Penelitian tersebut membahas tentang sebuah alat yang mengontrol dan memonitoring pH air pada sistem akuaponik yang merupakan penggabungan dari sistem akuakultur dan hidroponik. Alat tersebut menggunakan sensor pH sebagai masukan untuk menentukan derajat keasaman atau basa pada air dan relay sebagai output untuk menyalakan pompa. Pompa digunakan untuk mentransfer larutan pH UP dan pH DOWN. Hasil dari pembacaan sensor diteruskan melalui NodeMCU ESP8266 dan akan menampilkan kadar pH air pada ponsel melalui aplikasi Telegram [14]. Penelitian yang dilakukan oleh Dewi Ratna Wati, Walidatus Sholihah yang berjudul “Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino”. Pada penelitian membahas tentang sebuah alat pengontrol pH dan nutrisi sistem hidroponik sistem NFT berbasis Arduino. Sebuah alat yang dapat mengukur dan melihat nilai pH dan nutrisi sistem hidroponik. Arduino yang membuat sistem menjadi otomatis menjalankan pendeteksian sensor sehingga ketika nilai tidak sesuai dengan setpoint atau standarisasi yang optimal akan menyalakan pompa pH atau nutrisi [12].

Penelitian yang dilakukan oleh Saudara Wibawa Kurniawan Putra dan dua orang dosen yaitu Bapak Henry Rossi Andrian, dan Bapak Muhammad Ikhsan Sani yang membahas tentang “Otomasi Pengaturan pH Air pada Sistem Hidroponik dengan Metode *Nutrient Film Technique*”. Pada penelitian, peneliti membuat sebuah alat dengan sistem otomasi yang dimana mempunyai menu pengaturan batas minimum dan maksimum nilai pH air. Batas minimum dan 8 maksimum dapat diatur sesuai keinginan. Hasil pengujian pada saat

sistem otomasi ini diatur nilai batas maksimum 7 dan sistem hidroponik mempunyai nilai pH melebihi batas maksimum maka sistem otomasi pengatur pH air ini akan mengaktifkan pompa pH up yang memompa cairan pH up selama 5 detik ke dalam tangki penampungan air. Kemudian sistem otomasi menunggu nilai pH stabil selama 1 menit dan jika nilai pH sudah masuk pada batas yang ditentukan maka sistem akan *standby* sampai terjadi perubahan nilai pH selanjutnya [15].

Wildan, Agus Romadhon, dan Ayu Hernita melakukan penelitian mengenai perubahan kandungan nutrisi dengan membuat sebuah *prototype irrigation monitoring control* untuk tanaman hidroponik dengan menerapkan mikrokontroler di dalamnya sebagai kontrol otomatis. Sensor TDS meter digunakan untuk mengetahui kandungan nutrisi kemudian diproses oleh Arduino UNO dan GSM SIM800L V2 digunakan untuk mengirimkan informasi kandungan PPM dalam nutrisi. Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan nutrisi sebagai objek yang dideteksi bahwa keberhasilan pengujian terhadap cara kerja alat berdasarkan hasil pembacaan sensor yang didapatkan adalah 83% [16] [17].

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini terinspirasi dari penelitianpenelitian sebelumnya dimana penelitian yang dilakukan merupakan pengembangan dari beberapa penelitian sebelumnya. SHYSY adalah sebuah alat yang dapat mendeteksi empat nilai parameter dari variabel yang dibutuhkan oleh petani secara realtime. Alat ini dirancang memiliki sistem utama yaitu sistem yang terdiri dari sensor, mikrokontroler dan aktuator. Sistem tersebut berfungsi untuk mempersiapkan, mengumpulkan, mengolah, menganalisis, menyimpan, menampilkan data dan mengirimkan data. Alat ini menggunakan sensor TDS, sensor pH, sensor suhu, dan sensor ultrasonic sebagai penghitung volume.

Nilai-nilai dari beberapa parameter tersebut dapat dimonitoring menggunakan codular dengan firebase sebagai data base. Aktuator dari setiap parameter dapat dikontrol menggunakan android oleh pengguna. Sehingga, apabila terjadi error pada sistem, pengguna dapat mengendalikannya dari android melalui aplikasi yang telah dibuat. Penelitian 9 yang dilakukan, diharapkan dapat menciptakan inovasi dan pengembangan dari beberapa

penelitian sebelumnya, selain itu diharapkan menjadi alat yang dapat mengurangi human error, meningkatkan efisiensi waktu, praktis dan dapat melakukan peninjauan dan pengkondisian nilai – nilai dari parameter penting dalam sistem hidroponik secara langsung sehingga dapat meningkatkan mutu tumbuhan dan penghasilan petani.

### 2.1 Measurement System Analysis (MSA)

MSA adalah suatu studi analitik tentang suatu pengaruh suatu sistem pada sistem pengukuran. Sistem tersebut umumnya terdiri dari *appraiser* (orang yang melakukan pembacaan alat ukur), alat ukur dan produk. Pengukuran bukanlah sesuatu yang selalu sama, jarang yang menyadari bahwa terdapat kemungkinan terjadinya variasi pada sistem pengukuran. Variasi ini akan mempengaruhi hasil pengukuran seseorang yang selanjutnya dapat mempengaruhi keputusan yang diambil berdasarkan data tersebut. Kesalahan pada sistem pengukuran dapat dikategorikan menjadi 5 kelompok yaitu bias, *repeatability*, *reproducibility*, *stability*, dan *linearity* [18].

### 2.2 Akurasi

Akurasi secara umum didefinisikan sebagai ketepatan yang berhubungan dengan kedekatan antara rata-rata satu atau lebih hasil ukuran dengan nilai *reference*. Pada beberapa organisasi akurasi digunakan bergantian dengan bias. Untuk menghindari kebingungan yang akan terjadi akibat penggunaan kata akurasi maka istilah bias yang akan digunakan sebagai deskripsi lokasi kesalahan (*error*). Perhitungan akurasi dapat dilakukan dengan rumus dibawah ini:

$$\text{Akurasi} = 100\% - \% \text{Error Pengukuran} \quad (2.1)$$

### 2.3 Bias (Error)

Bias adalah perbedaan antara nilai referensi dengan rata-rata pengamatan pengukuran pada karakteristik dan part yang sama bias yang sangat tinggi kemungkinan disebabkan oleh:

1. Alat ukur perlu dikalibrasi.
2. Penggunaan alat ukur, perlengkapan alat ukur atau fixture.
3. Kesalahan pemilihan aplikasi alat ukur.
4. Perbedaan metode pengukuran.

Perhitungan *error* dapat dihitung pada rumus berikut ini:

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Pengukuran} - \text{Pengukuran Sebenarnya}|}{\text{Pengukuran Sebenarnya}} \times 100\% \quad (2.2)$$

### 2.4 Graphical User Interface (GUI)

Pada alat ini digunakan sebuah komponen sebagai *Graphical User Interface* yaitu *Liquid Crystal Display* (LCD). LCD yang digunakan sebagai keluaran ini menggunakan 12C sehingga penggunaannya dapat lebih mudah dari segi pengkabelan. Berikut merupakan karakteristik LCD yang digunakan menurut datasheet.



Gambar 2.5 20x4 Graphic LCD  
Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 2.3 Spesifikasi 20x4 Graphic LCD

PIN	Deskripsi
1	Ground
2	VCC
3	Pengatur Kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	Ground

### 2.5 Sensor

Sensor Merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa sensor yang banyak digunakan dalam sistem rangkaian elektronika antara lain sensor cahaya, sensor suhu, sensor hujan dan sensor tekanan. Sensor dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik berfungsi mengubah besaran fisik seperti gaya, temperatur, kecepatan putaran, sehingga menjadi besaran listrik yang proporsional. Karakteristik sensor yang hanya menghasilkan besaran-besaran analog menjadi tantangan tersendiri dalam menerapkan teknologi digital

dengan menggunakan sensor. Perubahan Sistem Analog menjadi sistem digital merupakan salah satu hal yang menjadi awal berkembangnya sistem digital. Sehingga dengan berubahnya sistem analog menjadi sistem kendali digital maka jenis perangkat yang digunakan juga berubah z

**2.5.1 Sensor TDS SEN0244**

TDS Meter adalah singkatan dari Total Dissolved Solid fungsinya untuk mengukur partikel padatan terlarut di air minum yang tidak tampak oleh mata. Setiap air minum selalu mengandung partikel yang terlarut yang tidak tampak oleh mata, bisa berupa partikel padatan (seperti kandungan logam misal: Besi, Aluminium, Tembaga, Mangan dll) maupun partikel non padatan seperti mikroorganisme dll. Salah satu cara untuk mengukurnya adalah menggunakan alat yang disebut sebagai TDS meter.

Alat ini bisa mengukur berapa jumlah padatan yang terlarut didalamnya dalam satuan ppm (mg/L) yang ditunjukkan berupa angka digital di displaynya. Satuan yang digunakan adalah ppm (part per million) atau bagian per sejuta. Pembagian kategori air menurut total zat padat yang terkandung di dalamnya (TDS) adalah:

1. > 100 ppm: air minum bermineral
2. 10-100 ppm: air minum
3. 1-10 ppm: air murni
4. 0 ppm: air organik



Gambar 2.8 Sensor TDS DFRobot SEN SKU 0244

(Sumber: <https://www.dfrobot.com/product-1662.html>)

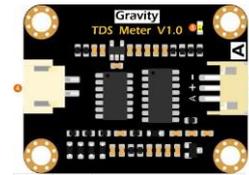
Tabel 2.6 Spesifikasi Sensor TDS DFRobot

Nama	Spesifikasi
Input Voltage	3.3 – 5.5 V
Output Voltage	0 – 2.3 V
Working Current	3 – 6 mA
TDS Measurement Range	0 – 1000 ppm
TDS Measurement Accuracy	± 10% F.S. (25°C)
Module Size	42 mm x 32 mm

Nama	Spesifikasi
Module Interface	PH2.0-3P
Electrode Interface	XH2.54-2P

Tabel 2.7 Karakteristik TDS Probe

Nama	Spesifikasi
Number of Needle	2
Total Range	83 cm
Connection Interface	XH2.54-2P
Other	Waterproof Probe



Gambar 2.9 Tampilan board modul sensor TDS

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 2.8 Overview Modul Board Sensor TDS

No.	Label	Deskripsi
1	-	Power GND (0 V)
2	+	Power VCC (3.3 ~ 5.5 V)
3	A	Analog Signal Output (0 ~ 2.3 V)
4	TDS	TDS Probe Connector
5	LED	Indikator Power

**2.5.2 Sensor pH SEN0161-V2**

Sensor PH adalah instrumen untuk mengukur konsentrasi hidrogen dalam sebuah larutan. Baik sensor pH untuk air maupun untuk tanah perlu dikalibrasi berkala agar keakuratannya terjamin. Untuk menjamin keakuratan sensor ph, diperlukan bahan buffer solution dengan pH diketahui dan akurat. *buffer solution* yang digunakan umumnya adalah dengan pH 4.0 dan pH 7.0.

Beberapa produsen sensor pH juga menyertakan instrumen untuk melakukan kalibrasi secara manual. Namun jika dihubungkan dengan arduino maka, arduino (instrumen baca) juga perlu dikalibrasi. Dalam artikel ini disertakan program interface

kalibrasi sensor pH melalui serial monitor, yang merupakan pengembangan dari library sensor pH yang ada. Hasil kalibrasi akan tersimpan dalam EEPROM untuk digunakan dalam pengukuran normal.



Gambar 2.10 Sensor pH DFRobot SKU SEN0161

(Sumber:

[https://wiki.dfrobot.com/PH\\_meter\\_SKU\\_SEN0161](https://wiki.dfrobot.com/PH_meter_SKU_SEN0161))

Tabel 2.9 Karakteristik Module pH 2502C

Nama	Spesifikasi
Module Power	5 V
Module Size	43 mm x 32 mm
Measuring Range	0 – 14 pH
Measuring Temperature	0 – 60 °C
Accuracy	± 0.1 pH (25°C)
Response Time	≤ 1 min
pH sensor with	BNC Connector
pH 2.0 Interface	3 foot patch
Gain Adjustment	Potentiometer
Power Indicator	LED
Cable Length from sensor to BNC connector	660 mm

Tabel 2.10 Karakteristik Elektroda pH

Voltage (mV)	pH Value	Voltage (mV)	pH Value
414.12	0.00	- 414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

### 2.5.3 Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu ruangan yang merupakan jenis seri sensor terbaru dari keluaran produsen Maxim. Sensor ini dapat

mendeteksi suhu dari -55°C sampai 125°C dengan tingkat keakuratan (+/-0.5°C ) dan dengan resolusi 9 – 12-bit. Sensor ini merupakan salah satu jenis sensor suhu yang unik. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (*single wire data bus/1-wire protocol*). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek *data logging* dan kontrol berbasis temperatur di luar sana.



Gambar 2.11 Sensor Suhu DS18B20

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 2.11 Karakteristik Sensor DS18B20

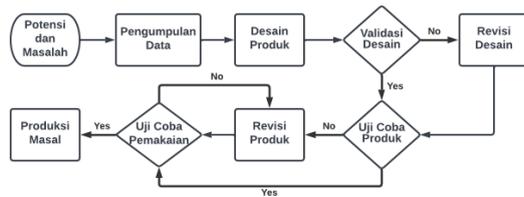
Nama	Spesifikasi
Mesures Temperatures	-55 °C sampai + 125 °C
Akurasi	± 0.5 °C (-10 °C sampai - 85 °C)
Resolusi Program	9 bits sampai 12bit
Other	Waterproof Probe

## III. METODOLOGI

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian *Research and Development (R&D)*. Menurut Sugiyono, Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggrisnya *Research and Development (R&D)* merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut [19]. *Research and Development (R&D)* merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sengaja dan sistematis untuk mengembangkan suatu produk baru ataupun menyempurnakan produk yang telah ada melalui beberapa pengujian, sehingga produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan [20].

Langkah-langkah metode penelitian *Research and Development (R&D)* adalah sebagai berikut [19]:



Gambar 3.1 Langkah Metode Penelitian Research and Development

1. **Potensi dan Masalah**  
Penelitian dapat diangkat dari adanya potensi atau masalah. Potensi dan masalah yang dikemukakan dalam penelitian harus ditunjukkan dengan data empirik. Data tentang potensi dan masalah tidak harus dicari sendiri, tetapi dapat berdasarkan *researchgate* dari penelitian orang lain yang masih *up to date*.
2. **Pengumpulan Data**  
Setelah potensi dan masalah dapat ditunjukkan secara faktual dan *up to date*, selanjutnya perlu dikumpulkan berbagai data dan informasi yang dapat digunakan sebagai referensi perencanaan produk. Pada tahap ini diperlukan metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian.
3. **Desain Produk**  
Hasil akhir dari kegiatan ini adalah desain produk baru yang lengkap dengan spesifikasinya secara detail. Desain produk harus diwujudkan dalam gambar atau bagan, sehingga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menilai dan membuatnya.
4. **Validasi Desain**  
Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah rancangan produk secara rasional mengenai efektivitas dibandingkan produk yang telah ada sebelumnya. Validasi ini dapat dilakukan dengan cara meminta penilaian kepada beberapa tenaga ahli yang sudah berpengalaman dibidangnya.
5. **Perbaikan Desain**  
Perbaikan desain bertujuan untuk mengurangi kekurangan dan kelemahan dari produk yang akan dibuat dengan cara memperbaiki desain produk.
6. **Uji Coba Produk**  
Uji coba produk dilakukan dengan simulasi penggunaan sistem kerja tersebut

dalam skala kecil. pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi apakah sistem kerja yang baru tersebut lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan sistem yang lama atau sistem yang lain.

7. **Revisi Produk**  
Revisi produk pasca uji coba produk bertujuan untuk mengevaluasi hasil dari uji coba yang telah dilakukan.
8. **Uji Coba Pemakaian**  
Setelah pengujian produk berhasil atau selesai direvisi, maka mulai diterapkan sistem kerja baru dalam kondisi nyata untuk lingkup yang lebih luas.
9. **Revisi Produk**  
Revisi ini dilakukan apabila dalam pemakaian kondisi nyata terdapat kekurangan dan kelemahan. Tujuannya agar produk yang dipublikasikan memiliki performa yang baik dan layak untuk diproduksi masal.
10. **Pembuatan Produk Masal**  
Setelah dinyatakan efektif dan dari berbagai aspek layak untuk diproduksi masal, pembuatan produk dapat dilakukan.

### 3.2 Metode Pengukuran

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan observasi langsung. Pengumpulan data dilakukan dengan uji coba alat terhadap pengukuran kadar nutrisi, pH, suhu dan volume air pada sistem hidroponik. Kemudian melakukan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur.

Alat ukur yang digunakan yaitu:

1. TDS meter
2. pH meter
3. Termometer

### 3.3 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif, merupakan metode yang menampilkan data kuantitatif dalam bentuk deskriptif. Analisis deskriptif menggambarkan atau mendeskripsikan data yang didapat dari hasil pengujian.

Berikut hal-hal yang terkait untuk dianalisa, yaitu:

- a) Nilai *error* pada sensor
- b) Nilai akurasi pengukuran sensor
- c) Nilai Repeatability

### 3.3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan suatu atribut atau sifat atau nilai dari nilai Nutrisi, pH, Suhu dan Volume air. Objek atau kegiatan yang mempunyai variabel tertentu yang ditetapkan untuk dipelajari dan ditarik kesimpulan. Pada penelitian ini subjek penelitiannya adalah tanaman Selada Hijau.

### 3.3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari objek, atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Objek penelitian ini adalah nilai nilai pH, Nutrisi, Suhu dan Volume air. dari objek penelitian ini dapat ditarik kesimpulan berupa kesalahan, ketepatan, dan pengulangan sistem yang baik.

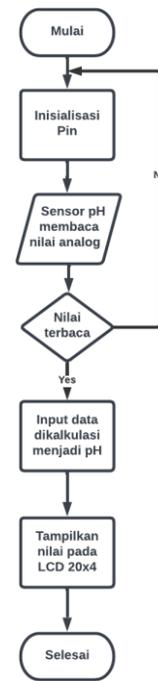
### 3.3.3 Waktu dan Tempat Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada rentang waktu Juni hingga Juli 2022. Tempat pengambilan data dilakukan secara tidak tetap atau melalui *appointment* dengan responden. Ketika ada responden yang bersedia maka penelitian dilakukan di tempat responden berada.

### 3.3.4 Perancangan Lunak (Software)

Dalam perancangan perangkat lunak disajikan dalam bentuk *Flowchart* yang bertujuan agar kode program yang diterapkan pada alat hidroponik sesuai dengan perencanaan yang dibutuhkan, mulai dari *Flowchart* pengukuran nilai pH, Nutrisi, Suhu dan Volume air. Berikut ini merupakan *flowchart* dari perancangan alat ukur hidroponik:

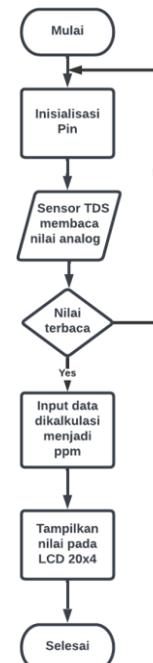
#### 1. Diagram Alir Pengukuran Nilai pH



Gambar 3.3 Diagram alir Pembacaan pH pada air

Diagram Alir diatas merupakan pengukuran nilai pH yang diawali dengan menginisialisasi pin sensor. Selanjutnya sensor pH membaca nilai analog, kemudian nilai analog dikalkulasi menjadi nilai pH dan ditampilkan di LCD.

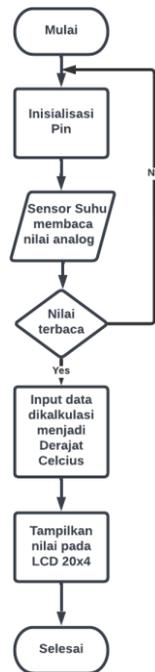
#### 2. Diagram Alir Pengukuran Nilai Nutrisi



Gambar 3.4 Diagram alir Pembacaan Nutrisi pada air

Diagram Alir diatas merupakan pengukuran nilai Nutrisi yang diawali dengan menginisialisasi pin sensor. Selanjutnya sensor TDS membaca nilai analog, kemudian nilai analog dikalkulasi menjadi nilai ppm dan ditampilkan di LCD.

### 3. Diagram Alir Pengukuran Nilai Suhu



Gambar 3.5 Diagram alir Pembacaan suhu pada air

Diagram Alir diatas merupakan pengukuran nilai Suhu yang diawali dengan menginisialisasi pin sensor. Selanjutnya sensor Suhu membaca nilai analog, kemudian nilai analog dikalkulasi menjadi nilai derajat celcius dan ditampilkan di LCD.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil implementasi dan pengujian terhadap perancangan sistem instrumentasi menggunakan sensor TDS SEN0244, sensor suhu DS18B20, sensor pH SEN0161 dan sensor ultrasonik HC-SR04 pada sistem hidroponik. Untuk pembahasan pertama yaitu tentang hasil implementasi secara *real* yang sudah dirancang sebelumnya. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian sistem.

### 4.1 Hasil implementasi

Implementasi merupakan langkah lanjutan yang dilakukan setelah perancangan sebuah sistem. Hasil implementasi berikut

merupakan hasil implementasi terhadap perancangan sistem instrumentasi menggunakan sensor TDS SEN0244, sensor pH SEN0161 dan sensor Suhu DS18B20.

#### 4.1.1 Implementasi Hardware

Implementasi sistem instrumentasi secara *hardware* terbagi menjadi beberapa komponen secara *real* berikut merupakan hasil dari implementasi sistem instrumentasi *Smart Hydroponics System* (SHYSY).

##### 4.1.1.1 Sensor TDS SEN0244

Sensor TDS SEN0244 diletakan pada bak penampungan. Hasil implementasi sensor TDS ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 merupakan hasil implementasi dari sensor TDS untuk mengukur kadar nutrisi pada hidroponik. Pin out dari sensor TDS untuk tegangan sumber 5V dan pin analog (A1).

##### 4.1.1.2 Sensor Suhu DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 diletakan pada bak penampungan. Hasil implementasi sensor TDS ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Gambar 4.1 merupakan hasil implementasi dari sensor Suhu untuk mengukur nilai suhu pada hidroponik. Pin out dari sensor TDS untuk tegangan sumber 5V dan pin digital (D6).

##### 4.1.1.3 Sensor pH SEN0161

Sensor pH SEN0161 diletakan pada bak penampungan. Hasil implementasi sensor pH SEN0161 ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Gambar 4.1 merupakan hasil implementasi dari sensor pH untuk mengukur kadar pH pada hidroponik. Pin out dari sensor pH untuk tegangan sumber 5V dan pin analog (A0).

### 4.2 Hasil Pengujian

Pengujian pada hasil pengukuran ini merupakan pengujian yang membandingkan antara hasil pembacaan sensor dengan alat ukur yang digunakan seperti TDS Meter, pH Meter, Termometer dan Mistar. Pengujian ini dilakukan guna untuk mengetahui berapa nilai *error* yang dihasilkan oleh pembacaan sensor.

Berikut merupakan hasil pengujian pada hasil pengukuran adalah sebagai berikut :

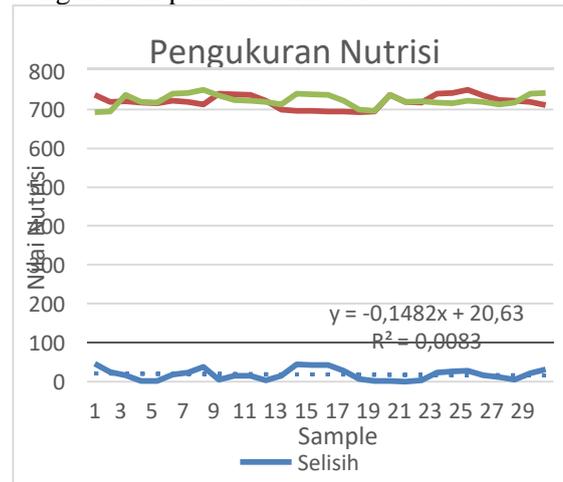
**4.2.1 Sensor TDS SEN0244**

Sensor TDS SEN0244 dilakukan pengujian hasil pembacaan dengan cara membandingkan dengan alat ukur yaitu TDS Meter. Sensor TDS 0244 merupakan sensor yang mengukur kadar Nutrisi pada air. Berdasarkan persamaan matematika pada 2.1 dan 2.2 maka dapat ditunjukkan hasil pengujian pengukuran sensor TDS SEN0244 pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Nutrisi

Tanggal	Nutrisi (ppm)		Error (%)
	TDS Meter	Sensor SEN0244	
21/06/2022	738	693	6%
22/06/2022	720	695	3%
23/06/2022	721	737	2%
24/06/2022	718	720	0%
25/06/2022	716	718	0%
26/06/2022	722	740	2%
27/06/2022	719	742	3%
28/06/2022	713	750	5%
29/06/2022	741	736	1%
30/06/2022	739	724	2%
01/07/2022	738	723	2%
02/07/2022	722	719	0%
03/07/2022	699	713	2%
04/07/2022	697	741	6%
05/07/2022	696	739	6%
06/07/2022	695	738	6%
07/07/2022	695	722	4%
08/07/2022	693	699	1%
09/07/2022	695	697	0%
10/07/2022	737	738	0%
11/07/2022	720	720	0%
12/07/2022	718	721	0%
13/07/2022	740	718	3%
14/07/2022	742	716	4%
15/07/2022	750	722	4%
16/07/2022	736	719	2%
17/07/2022	724	713	2%
18/07/2022	723	718	1%
19/07/2022	719	740	3%
20/07/2022	711	742	4%
<u>Rata-rata Error</u>			<u>3%</u>

Merupakan hasil pengujian sensor TDS SEN0244 sebanyak 30 data dengan output pembacaan sensor yang berbeda, hasil dari pembacaan output sensor lalu dibandingkan dengan alat ukur TDS Meter. Berdasarkan tabel 4.1 terlihat bahwa pengujian sensor TDS SEN0244 menghasilkan nilai *error* terbesar yaitu 6% sedangkan untuk nilai *error* terkecil sebesar 0% dan menghasilkan rata-rata *error* sebesar 3%. Hal ini berarti bahwa hasil pembacaan sensor TDS SEN0244 cukup baik dengan hasil pembacaan rata-rata *error* 3%.



Berdasarkan pada Gambar 4.2 maka dapat dilihat perbandingan selisih antara pembacaan sensor TDS dengan alat ukur TDS Meter didapat selisih paling besar adalah 45 sedangkan selisih paling kecil adalah 0.

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dicari nilai akurasi dengan persamaan matematika 2.2 nilai akurasi dari sensor TDS yaitu sebesar 97%.

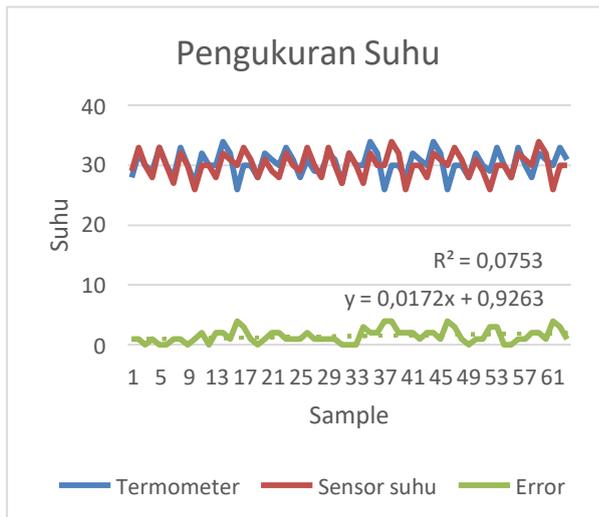
**4.2.2 Sensor Suhu DS18B20**

Sensor Suhu DS18B20 dilakukan pengujian hasil pembacaan dengan cara membandingkan dengan alat ukur yaitu Termometer. Sensor suhu DSB1820 merupakan sensor yang mengukur nilai suhu pada air. Berdasarkan persamaan matematika pada 2.1 dan 2.2 maka dapat ditunjukkan hasil pengujian pengukuran sensor suhu DS18B20 pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Suhu

Jam	Suhu		Error (%)
	Termometer	Sensor DS18B20	
07.00	28	29	4%
12.00	32	33	3%
17.00	30	30	0%
07.00	29	28	3%

Jam	Suhu		<i>Error</i> (%)	Jam	Suhu		<i>Error</i> (%)
	Termometer	Sensor DS18B 20			Termometer	Sensor DS18B 20	
12.00	33	33	0%	17.00	30	31	3%
17.00	30	30	0%	07.00	28	28	0%
07.00	28	27	4%	12.00	32	31	3%
12.00	33	32	3%	17.00	30	29	3%
17.00	30	30	0%	07.00	29	26	10%
07.00	27	26	4%	12.00	33	30	9%
12.00	32	30	6%	17.00	30	30	0%
17.00	30	30	0%	07.00	28	28	0%
07.00	30	28	7%	12.00	33	32	3%
12.00	34	32	6%	17.00	30	31	3%
17.00	32	31	3%	07.00	28	30	7%
07.00	26	30	15%	12.00	32	34	6%
12.00	30	33	10%	17.00	31	32	3%
17.00	30	31	3%	07.00	30	26	13%
07.00	28	28	0%	12.00	33	30	9%
12.00	32	31	3%	17.00	31	30	3%
17.00	31	29	6%	<i>Rata-rata Error</i>			5%
07.00	30	28	7%	<p>Merupakan hasil pengujian sensor suhu DS18B20 sebanyak 63 data dengan output pembacaan sensor yang berbeda, hasil dari pembacaan output sensor lalu dibandingkan dengan alat ukur Termometer. Berdasarkan tabel 4.4, terlihat bahwa pengujian sensor suhu DS18B20 menghasilkan nilai <i>error</i> terbesar yaitu 15% sedangkan untuk nilai <i>error</i> terkecil yaitu 0% dan menghasilkan nilai <i>error</i> rata-rata 5%. Hal ini berarti bahwa hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 cukup baik dengan hasil pembacaan rata-rata <i>error</i> 5%.</p> <p>Berdasarkan data pada tabel 4.2 maka dapat dibuat grafik perbandingan <i>error</i> sensor terhadap alat ukur Termometer.</p>			
12.00	33	32	3%				
17.00	31	30	3%				
07.00	28	29	4%				
12.00	31	33	6%				
17.00	29	30	3%				
07.00	29	28	3%				
12.00	32	33	3%				
17.00	31	30	3%				
07.00	27	27	0%				
12.00	32	32	0%				
17.00	30	30	0%				
07.00	30	27	10%				
12.00	34	32	6%				
17.00	32	30	6%				
07.00	26	30	15%				
12.00	30	34	13%				
17.00	30	32	7%				
07.00	28	26	7%				
12.00	32	30	6%				
17.00	31	30	3%				
07.00	30	28	7%				
12.00	34	32	6%				
17.00	32	31	3%				
07.00	26	30	15%				
12.00	30	33	10%				



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Suhu

Berdasarkan pada gambar 4.3 maka dapat dilihat perbandingan selisih antara pembacaan sensor Suhu DS18B20 dengan alat ukur Termometer didapat selisih paling besar adalah 4 sedangkan selisih paling kecil adalah 0.

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dicari nilai akurasi dengan persamaan matematika 2.2 nilai akurasi dari sensor Suhu DS18B20 yaitu sebesar 95%.

#### 4.2.3 Sensor pH SEN0161

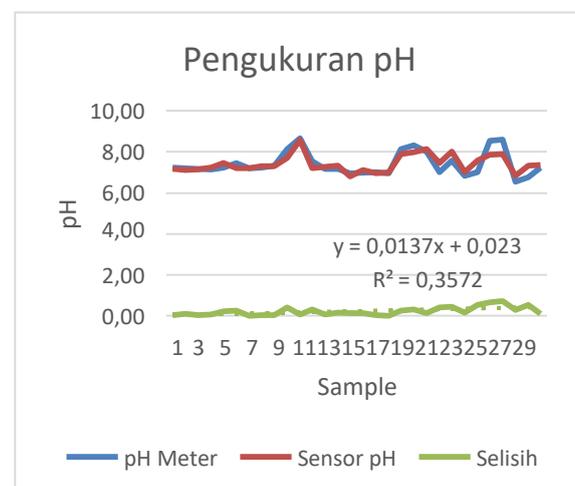
Sensor pH SEN0161 dilakukan pengujian hasil pembacaan dengan cara membandingkan dengan alat ukur yaitu pH meter. Sensor pH SEN0161 merupakan sensor yang mengukur kadar pH pada air. Berdasarkan persamaan matematika pada 2.1 dan 2.2 maka dapat ditunjukkan hasil pengujian pengukuran sensor pH SEN0161 pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran nilai pH

Tanggal	pH		Error (%)
	pH Meter	Sensor SEN0161	
21/06/2022	7,23	7,17	1%
22/06/2022	7,20	7,10	1%
23/06/2022	7,18	7,13	1%
24/06/2022	7,13	7,22	1%
25/06/2022	7,22	7,45	3%
26/06/2022	7,45	7,20	3%
27/06/2022	7,20	7,20	0%
28/06/2022	7,24	7,30	1%
29/06/2022	7,33	7,29	1%
30/06/2022	8,12	7,69	5%
01/07/2022	8,65	8,57	1%
02/07/2022	7,54	7,21	4%

Tanggal	pH		Error (%)
	pH Meter	Sensor SEN0161	
03/07/2022	7,17	7,25	1%
04/07/2022	7,16	7,33	2%
05/07/2022	6,95	6,80	2%
06/07/2022	6,98	7,12	2%
07/07/2022	7,00	6,95	1%
08/07/2022	6,96	6,98	0%
09/07/2022	8,15	7,88	3%
10/07/2022	8,32	7,98	4%
11/07/2022	8,02	8,15	2%
12/07/2022	7,02	7,45	6%
13/07/2022	7,56	8,02	6%
14/07/2022	6,84	7,02	3%
15/07/2022	7,01	7,56	8%
16/07/2022	8,54	7,87	8%
17/07/2022	8,61	7,89	8%
18/07/2022	6,54	6,84	5%
19/07/2022	6,78	7,32	8%
20/07/2022	7,23	7,35	2%
Rata-rata Error			3%

Merupakan hasil pengujian sensor suhu pH SEN0161 sebanyak 30 data dengan output pembacaan sensor yang berbeda, hasil dari pembacaan output sensor lalu dibandingkan dengan alat ukur pH Meter. Berdasarkan tabel 4.7, terlihat bahwa pengujian sensor pH SEN0161 menghasilkan nilai error terbesar yaitu 15% sedangkan untuk nilai error terkecil yaitu 0% dan menghasilkan nilai error rata-rata 3%. Hal ini berarti bahwa hasil pembacaan sensor pH SEN0161 cukup baik dengan hasil pembacaan rata-rata error 3%.



Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Kadar pH

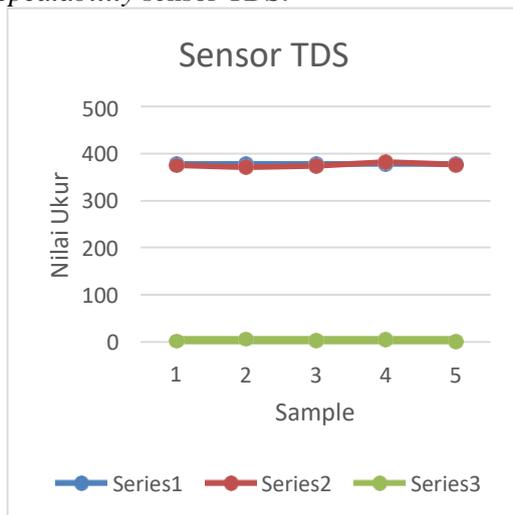
Berdasarkan pada gambar 4.4 maka dapat dilihat perbandingan selisih antara pembacaan sensor pH SEN0161 dengan alat ukur pH meter didapat selisih paling besar adalah 0,72 sedangkan selisih paling kecil adalah 0.

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dicari nilai akurasi dengan persamaan matematika 2.2 nilai akurasi dari sensor pH SEN0161 yaitu sebesar 97%.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian *Repeatability* Sensor TDS SEN 0244

TDS Meter	Sensor TDS SEN 0244	Error %
378	376	1 %
378	372	2 %
378	375	1 %
378	383	1 %
378	377	0 %
Rata-rata <i>error</i>		1 %

Pada tabel 4.13 didapatkan nilai rata-rata *error* yaitu 1% berdasarkan dari pengujian *repeatability* sensor TDS.

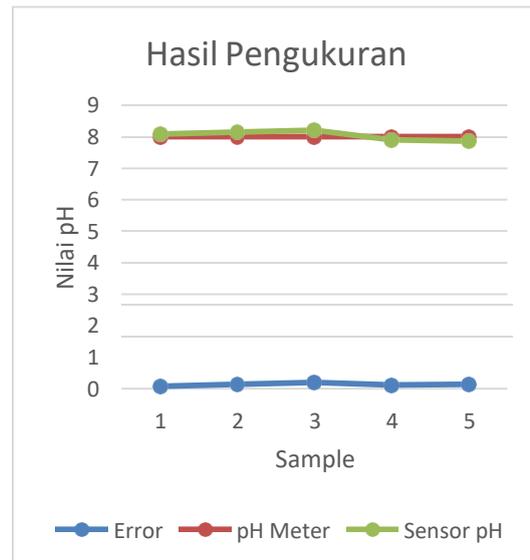


Gambar 4.6 Grafik Hasil Ukur Sensor TDS

Tabel 4.14 Data Hasil Pengujian Sensor pH SEN0161-V2

pH Meter	Sensor pH SEN0161-V2	Error %
8,02	8,09	1 %
8,02	8,15	2 %
8,02	8,21	2 %
8,02	7,91	1 %
8,02	7,88	2 %
Rata-rata <i>error</i>		2 %

Pada tabel 4.14 didapatkan nilai rata-rata *error* yaitu 2% berdasarkan dari pengujian *repeatability* sensor pH SEN0161-V2.

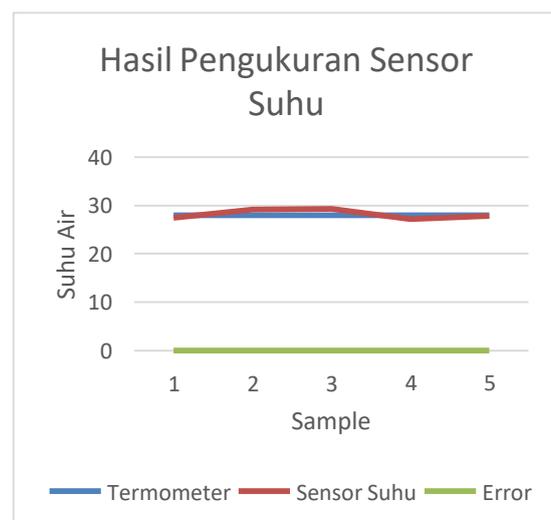


Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Tabel 4.15 Data Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Termometer	Sensor Suhu DS18B20	Error %
28	27,5	2 %
28	29,1	4 %
28	29,3	5 %
28	27,2	3 %
28	27,8	1 %
Rata-rata <i>error</i>		3 %

Pada tabel 4.15 didapatkan nilai rata-rata *error* yaitu 3% berdasarkan dari pengujian *repeatability* sensor Suhu DS18B20.



Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Hasil penelitian harus diterangkan secara jelas dan ringkas. Hasilnya harus merangkum temuan (ilmiah) daripada memberikan data dengan sangat rinci. Tolong jelaskan perbedaan antara hasil atau temuan Anda dan publikasi sebelumnya oleh peneliti lain. Pembahasan harus mengeksplorasi signifikansi hasil kerja Anda. Berikan kutipan dari penelitian-penelitian terdahulu yang dapat mendukung hasil dari penelitian Anda.

## V. PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil pembahasan sebelumnya, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Pada pengukuran kadar nutrisi air menggunakan sensor TDS SEN0244 didapatkan 30 data dengan output pembacaan sensor yang berbeda, hasil dari pembacaan output sensor lalu dibandingkan dengan alat ukur TDS Meter. Berdasarkan tabel 4.1. terlihat bahwa pengujian sensor TDS SEN0244 menghasilkan nilai error terbesar yaitu 6% sedangkan untuk nilai error terkecil sebesar 0% dan menghasilkan rata-rata error sebesar 3%. Hal ini berarti bahwa hasil pembacaan sensor TDS SEN0244 cukup baik dengan hasil pembacaan rata-rata error 3%. Dengan maksimal nilai ppm yang dapat diukur 1000 ppm.

2. Pada pengukuran nilai Suhu menggunakan sensor Suhu DS18B20 didapatkan sebanyak 63 data dengan output pembacaan sensor yang berbeda, hasil dari pembacaan output sensor lalu dibandingkan dengan alat ukur Termometer. Berdasarkan tabel 4.4. terlihat bahwa pengujian sensor suhu DS18B20 menghasilkan nilai error terbesar yaitu 15% sedangkan untuk nilai error terkecil yaitu 0% dan menghasilkan nilai error rata-rata 5%. Hal ini berarti bahwa hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 cukup baik dengan hasil pembacaan rata-rata error 5%.

3. Pada pengukuran nilai pH menggunakan sensor pH SEN0161 didapatkan sebanyak 30 data dengan output pembacaan sensor yang berbeda, hasil dari pembacaan output sensor lalu dibandingkan dengan alat ukur pH Meter. Berdasarkan tabel 4.7. terlihat bahwa pengujian sensor pH SEN0161 menghasilkan nilai error terbesar yaitu 15% sedangkan untuk nilai error terkecil yaitu 0% dan menghasilkan nilai error rata-rata 3%. Hal

ini berarti bahwa hasil pembacaan sensor pH SEN0161 cukup baik dengan hasil pembacaan rata-rata error 3%.

Dari data hasil pengujian yang didapat, disimpulkan bahwa sensor bekerja dengan sangat baik dengan rata-rata akurasi pembacaan  $\geq 95\%$  dan rata-rata error  $\leq 5\%$ .

Bagian penutup harus berbentuk paragraf yang menjawab tujuan penelitian, menceritakan bagaimana pekerjaan Anda dapat memajukan pengetahuan terkini. Tanpa kesimpulan yang jelas, pengulas dan pembaca akan kesulitan untuk menilai pekerjaan tersebut, dan apakah perlu diterbitkan dalam jurnal atau tidak. Jangan mengulang hasil yang telah ditampilkan di abstrak, atau hanya poin-poin hasil eksperimen. Berikan pembenaran ilmiah yang jelas dari pekerjaan Anda, dan tunjukkan kemungkinan aplikasi dan ekstensi. Anda juga harus menyarankan penelitian di masa depan dan atau menunjukkan penelitian yang sedang berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. I. S, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," vol. 1, no. 2, pp. 43-50, 2014.
- [2] U. Pristiana dan T. Andjarwati, "Bercocok tanam dengan menggunakan media hidroponik," *J. Karya Pengabdian Dosen dan Mhs.*, vol. 01, no. 02, pp. 103-105, 2018.
- [3] M. Z. Fathoni, "Sosialisasi Dan Pembuatan Metode Hidroponik Bercocok Tanam Sayuran di Dusun Daun Barat, Desa Daun," *DedikasiMU(Journal Community Serv.*, vol. 2, no. 1, p. 218, 2020.
- [4] I. S, *Menanam Hidroponik, Cet.I. LOMBOK BARAT : Jakarta: Azka Mulia Media*, 2007.
- [5] P. H and I. Y. H, *Hidroponik Sayuran semusim untuk Hobii dan Bisnis*, 2003.

- [6] H. K and B. N, Hidroponik Sayuran untuk Hobi dan Bisnis, Penebar Swadaya, 2014.
- [7] L. P, Hidroponik: bercocok tanam tanpa tanah, Pinus Lingga, 2006.
- [8] M. S, H. M and N. , "Budidaya Pakcoy (Brassica Rapa L.) Dengan Menggunakan Teknik Hidroponik Sistem Nutrient Films Technique (NFT)," *Balai Pengkaj. Teknol. Pertan*, no. 2016, pp. 1-7, 2020.
- [9] Susilawati, Dasar-dasar Bertanam Secara Hidroponik, Palembang: Univesitas Sriwijaya Press, 2019.
- [10] H. T, P. C and H. K. A. W, "Data Acsquisition for Monitoring IoT-Based Hydroponics Automation System Using ESP8266," *Ejournal unwaha*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, 2021.
- [11] A. N. M, Y. P. T and S. Y, "IoT Based Hydroponics Plant Nutrient Monitoring and Control System," *Jurnal Polban*, pp. 201-207, 2019.
- [12] R. W. D and S. W, "Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidronik Sistem NFT Berbasis Arduino," *Multinetics*, vol. 7, no. 1, pp. 12-20, 2021.
- [13] K. A and A. L. H, "SISTEM KONTROL NUTRISI FLOATING HYDROPONICS SYSTEM KANGKUNG (Ipomea reptans) MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS BERBASIS TELEGRAM," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 9, no. 4, p. 326, 2020.
- [14] E. P. W. d. R. I. J. Mailoa, "Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar PH Air pada Sistem Akuaponik Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram," *Jurnal Ilmu Komputasi*, vol. 5, no. 3, pp. 597-604, 2020.
- [15] R. A. H and I. S. M, "Otomatisasi Pengaturan pH Air pada Sistem Hidroponik dengan Metode Nutrient Film Technique," vol. 5, no. 3, pp. 2405-2412, 2019.
- [16] S. K, Y. Y and A. D, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Volume air Otomatis dalam Gelas menggunakan Konveyor Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560," *Jurnal Interkom Jurnal Publikasi Ilmu Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 16, no. 2, pp. 30-38, 2021.
- [17] S. P, I. T and A. S, "Irigation Monitoring Control untuk Tanaman Hidroponik dengan Metode NFT Menggunakan Arduino Berbasis SMS Gateway," *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*, vol. 9, no. 1, pp. 77-85, 2020.
- [18] Apriyanto, "ANALISA KUALITAS PENGUKURAN HUB BOLT M20 x 77mm METODE GAUGE REPEATABILITY DAN REPRODUCIBILITY," 2017.
- [19] A. P. A, "Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Android dengan Aplikasi Kodular pada Mobile Learning Mata Pelajaran Penataan," *Jurnal Pendidik Tata Niaga*, vol. 10, no. 1, pp. 1669-1678, 2022.
- [20] A. A and K. D. N, "Analisis Quality of Service (QoS) pada Jaringan Internet di Universitas Bina Insan Lubuklinggau Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb)," *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 1, p. 8, 2020.
- [21] M. D. Payana, W. Mulia and M. Iqbal, "Perancangan Prototipe Sistem Tutup Kanopi Otomatis pada Jemuran Pakaian Menggunakan Sensor Hujan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 5, no. 1, pp. 1-9, 2019.
- [22] M. D. Payana, W. Mulia and M. Iqbal, "Perancangan Prototipe sistem Tutup Kanopi Otomatis pada Jemuran

Pakaian," *Journal Informatics Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 1-9, 2019.

### **Hak Cipta**

Semua naskah yang tidak diterbitkan, dapat dikirimkan di tempat lain. Penulis bertanggung jawab atas ijin publikasi atau pengakuan gambar, tabel dan bilangan dalam naskah yang dikirimkannya. Naskah bukanlah naskah jiplakan dan tidak melanggar hak-hak lain dari pihak ketiga. Penulis setuju bahwa keputusan untuk menerbitkan atau tidak menerbitkan naskah dalam jurnal yang dikirimkan penulis, adalah sepenuhnya hak Pengelola. Sebelum penerimaan terakhir naskah, penulis diharuskan menegaskan secara tertulis, bahwa tulisan yang dikirimkan merupakan hak cipta penulis dan menugaskan hak cipta ini pada pengelola.