

# IMPLEMENTASI SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS AIR DENGAN IOT DI PLANT FACTORY KEBUN PERCOBAAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS UDAYANA

I Putu A.B. Artha Wiraguna<sup>1</sup>, I Nyoman Setiawan<sup>2</sup>, Anak Agung Ngurah Amrita<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kec. Kuta Sel, Kabupaten Badung, Bali 80361

putuarya130@gmail.com, setiawan@unud.ac.id, [ngr\\_amrita@ee.unud.ac.id](mailto:ngr_amrita@ee.unud.ac.id)

*Plant Factory* adalah konsep teknologi yang berbentuk lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan tanaman. Kualitas air memiliki beberapa factor diantaranya nilai pH, tingkat nutrisi air(ppm), suhu air dan lain lain, tanaman memerlukan nilai pH 5,5 sampai 6. Perbedaan nilai pH dan nutrisi tanaman berpengaruh dengan pertumbuhan tanaman. Dalam Budidaya Selada memiliki kebutuhan nutrisi air yang berbeda beda dimana Tanaman memerlukan sekitar 1000-2000 ppm dan 20-25°C agar dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik. Maka dari itu diperlukannya sebuah sistem yang dapat mengatur dan memantau kualitas air yang dapat dipantau dimana saja. Berdasarkan pengujian sistem yang telah dilakukan selama 30 hari didapatkan semua komponen yang digunakan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan sensor pemantauan kualitas air mampu mendeteksi nilai pH, TDS, Suhu air dengan rata rata perbedaan dengan alat ukur dibawah 2 %. Setelah diujicobakan selama 30 hari dari proses tanam hingga panen, alat masih dapat berfungsi dengan baik dengan indikator alat ini dapat merekam data selama 30 hari dan menyimpan seluruh data di *database* dengan akurat.

**Kata kunci** : *Plant Factory*, IoT, Kualitas Air

## ABSTRACT

*Plant Factory is a technological concept that forms an ideal environment for plant growth. Water quality has several factors including pH value, water nutrient level (ppm), water temperature and others, plants require a pH value of 5.5 to 6. Differences in pH values and plant nutrients affect plant growth. Lettuce Cultivation has different nutrient requirements for water where plants need around 1000-2000 ppm and 20-25°C in order to produce good growth. Therefore we need a system that can regulate and monitor water quality that can be monitored anywhere. Based on system testing that has been carried out for 30 days, it is found that all components used function as expected, the water quality monitoring sensor is able to detect the value of pH, TDS, water temperature with an average difference with measuring instruments below 2%. After being tested for 30 days from planting to harvesting, the tool can still function properly with indicators that this tool can record data for 30 days and store all data in the database accurately.*

**Key Words** : *Plant Factory*, IoT, Water Quality

## 1. PENDAHULUAN

pertanian memiliki peranan strategis dalam struktur pembangunan perekonomian nasional. Sektor ini merupakan sektoryang tidak mendapatkan perhatian secara serius dari pemerintah dalam pembangunan bangsa.[1] pertanian dianggap penting dari

keseluruhan pembangunan Indonesia. Sumber daya yang beragam dapat berpengaruh terhadap pendapatan nasional, dan besarnya ekspor.

Adanya teknologi *plant factory* pada beberapa tahun terakhir, *plant factory* merupakan Suatu inovasi untuk meningkatkan ketahanan pangan sekaligus

sebagai solusi untuk melakukan pertanian dalam suatu gedung atau ruangan. *-Plant Factory* adalah konsep teknologi yang berbentuk lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan tanaman.[2]

Kualitas air yang baik dapat meningkatkan pertumbuhan serta kualitas daritanaman tersebut. Kualitas air memiliki beberapa faktor diantaranya nilai pH, tingkat nutrisi air (ppm), suhu air dan lain lain, tanaman memerlukan nilai pH kisaran pH 5,5 hingga 6.[3] Perbedaan perlakuan nilai pH pada larutan nutrisi hidroponik akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Dalam Budidaya hewan dan tanaman memiliki kebutuhan nutrisi air yang berbeda beda dimana Tanaman memerlukan sekitar 1000-2000 ppm agar dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik. Serta Tanaman memerlukan suhu air yang optimal, suhu yang baik tanaman adalah 20-25 °C.

Menggunakan IoT(*Internet of Things*) kita dapat melakukan monitoring pada *plant factory* melalui internet yang dapat di akses melalui smart phone maupun web browser. dengan ini petani dapat melakukan pemantauan kualitas air tanpa harus ke *plant factory*. Dengan rancang bangun IoT(*Internet of Things*) ini petani dapat memantau nilai pH, nutrisi, dan suhu air melalui perangkat android saja.

Berdasarkan Latar belakang diatas maka di penelitian ini penulis akan membuat sebuah sistem pemantauan kualitas air diantaranya kondisi pH, ppm, dan ketinggian air dari kolam yang akan di budidayakan dengan sistem *plant factory* dengan menggunakan *Blynk* sebagai *Grafik User Interface*(GUI). Pada sistem pemantauan menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pembaca setiap input sensor pH, ppm dan suhu. Hasil pembacaan sensor dikirimkan ke Modul ESP 32 untuk ditampilkan pada sistem monitoring. ESP32 juga berguna untuk sistem control, ESP32 melakukan penerimaan data dari Arduino, dimana yang di kontrol di penelitian ini adalah pH dan ketinggian air dan seluruh data akan dikirimkan ke *server Blynk* dan di tampilkan di aplikasi *Blynk*. Selain itu pada aplikasi *Blynk* juga akan ada notifikasi jika pH dan jumlah air dalam kolam kurang atau melebihi dari rentang yang sudah ditentukan. Penelitian ini diharapkan memudahkan petani dalam melakukan pemantauan dan kontrol kondisi tanaman, secara jarak jauh tanpa

harus melakukannya secara manual di kebun dan dapat menghasilkan tanaman yang memiliki kualitas yang baik.

Penelitian ini diharapkan memudahkan petani dalam melakukan pemantauan dan kontrol kondisi tanaman, secara jarak jauh tanpa harus melakukannya secara manual di kebun dan dapat menghasilkan tanaman yang memiliki kualitas yang baik.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 *Plant Factory*

*Plant factory* merupakan suatu konsep pertanian dimana membuat sistem lingkungan buatan yang ideal yang dapat di monitoring dan dikontrol dengan mudah, kadar karbon dioksida, suhu, kelembaban, air serta nutrisi diatur dengan gabungan teknologi sehingga selalu tersedia bagi pertumbuhan tanaman yang baik.[4] Sistem standar pada *plant factory* adalah memiliki sistem pencahayaan buatan, kontrol suhu, air dan kelembaban.

### 2.2 *Internet Of Think (IOT)*

*Internet of thing* (IoT) adalah sebuah konsep alat dapat berkeja secara online dan dapat digunakan dimana saja menggunakan internet. Menggunakan *smart phone* maupun PC sebagai alat *output IoT*. [4] Alat yang menggunakan konsep *IoT* harus selalu terhubung dengan jaringan internet. Dengan menggunakan *IoT* juga dapat melakukan sistem kontrol, dimana pada penelitian ini melakukan kontrol di nilai pH.

### 2.3 *Blynk*

*Blynk* merupakan sebuah aplikasi yang digunakan sebagai *grafik user interface*. seluruh pembacaan sensor alat akan dikirimkan oleh ESP32 dan dikirimkan menggunakan jaringan internet ke *data base blynk* dan ditampilkan di aplikasi *blynk*. *Blynk* dapat digunakan sebagai tampilan monitoring dan juga dapat melakukan kontrol. *Blynk* memiliki 3 komponen penting yaitu *server, app, dan library*.



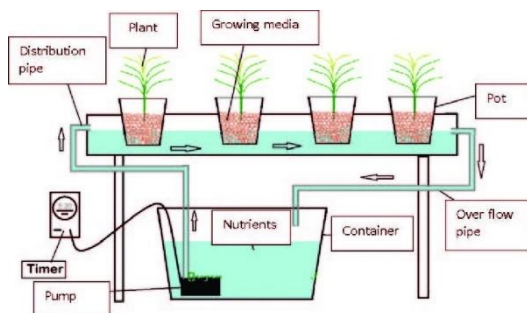
Gambar 1. Contoh Tampilan GUI Blynk

### 2.4 Pengaruh Air pada Tanaman

Tanaman memiliki 80-90% dari penyusun tanaman, air merupakan hal yang sangat penting bagi tanaman, air memiliki peran penting pada pertumbuhan tanaman diantaranya nilai pH yang merupakan salah satu factor pertumbuhan akar, suhu air berfungsi sebagai pemercepat proses penyerapan nutrisi oleh tanaman. Dan juga air merupakan salah satu yang dibutuhkan untuk melakukan fotosintesis.

### 2.5 Sistem NFT

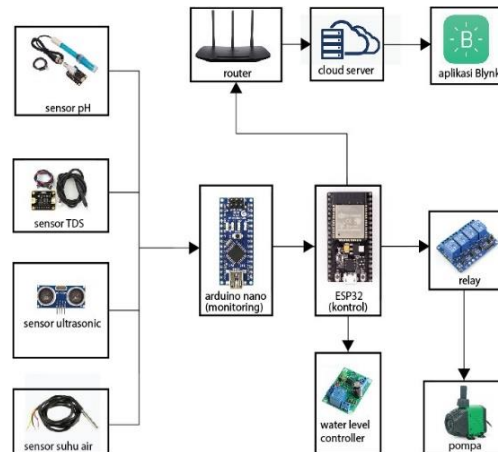
*Nutrient Film Technique (NFT)* adalah sebuah Teknik pertanian hidroponik yang menggunakan air mengalir dengan aliran air buatan menggunakan pompa. Teknik ini digunakan agar dapat mengatur jumlah nutrisi, pH, dan Suhu air agar memaksimalkan pertumbuhan tanaman. Pompa akan mengalirkan air yang berisi nutrisi yang telah diatur dan menyalurkannya ke seluruh tanaman dan Kembali lagi ke wadah/ tanki.



Gambar 2. Metode NFT

## 3. METODE PENELITIAN

Rancang bangun sistem pemantauan Kualitas air dapat dilihat pada skematik dibawah ini :



Gambar 3. Skematik Sistem Kerja Prototipe

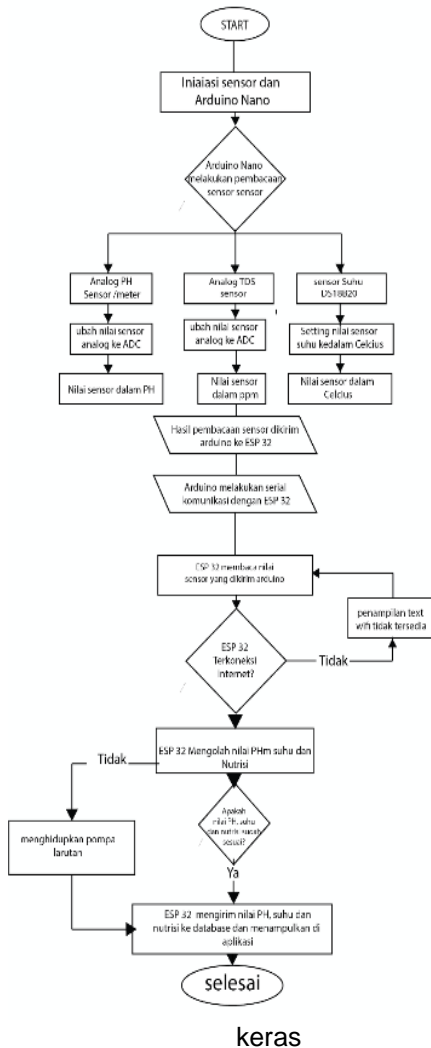
Pada Gambar 3, dimana terdapat beberapa sensor inputan, diantaranya Sensor pH dan robot, merupakan sensor yang berfungsi mengukur nilai pH pada air yang mengindikasikan nilai asam dan basa suatu air. Sensor TDS dan robot yang berfungsi sebagai pembacaan nilai nutrisi dalam air yang memiliki satuan ppm (*part per million*) kandungan nutrisi dalam air memiliki peran yang sangat penting karena dengan jumlah nutrisi atau nilai TDS yang rendah dapat menyebabkan lambatnya pertumbuhan suatu tanaman, suhu air DS18B20 yang berfungsi mengukur suhu pada air.

Arduino Nano merupakan komponen utama dalam pembacaan sensor dan sebagai pemroses data yang didapat dari sensor dan menggunakan ESP32 yang terkoneksi dengan internet sebagai penerima dan pengirim data ke *cloud server* yang berfungsi sebagai media penyimpanan data sensor dan dapat ditampilkan di aplikasi *blynk*.

### 3.1 Perancangan Perangkat keras

Pada perancangan ini menggunakan beberapa sensor pembacaan diantaranya, sensor pH, TDS, dan suhu air, menggunakan mikrokontroler Arduino nano sebagai pembacaan sensor nya dan ESP 32 untuk mengirimkan data tersebut ke internet dan aplikasi. Dan menggunakan relay sebagai kontrol nilai pH. *Flowchart* perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar

4. **Gambar 4.** Flowchart perancangan alat



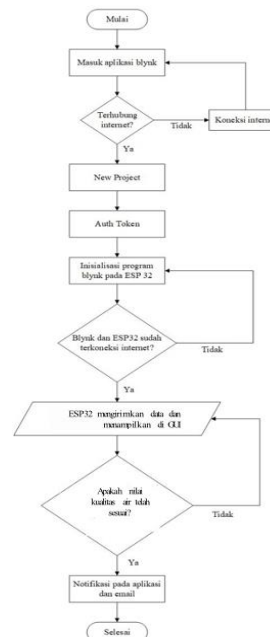
Pada *Flowchart* sistem Pemantauan kualitas air di atas. Alat dihidupkan dengan sumber 5 volt dc maka Arduino Nano akan menginisialisasi sensor pH, TDS suhu, ultrasonic, dan ESP 32. Proses inialisasi dilakukan dengan mendeteksi koneksi modul ESP 32 dengan wifi. Jika ESP 32 tidak terhubung dengan wifi maka akan keluar notifikasi di aplikasi maupun di serial monitor akan tertulis “wifitidak tersedia”. Jika Esp 32 telah terkoneksi maka sensor ph akan mencari data ph air berupa nilai digital, begitu pula dengan sensor TDS dan suhu sensor ini akan membaca nilai Nutrisi dan Nilai suhu air yang menghasilkan angka digital. Arduino akan mengirimkan data setiap 1 menit setiap pembacaan sensor

tersebut ke ESP 32 dengan serial komunikasi. Esp 32 akan membaca nilai sensor sensor tersebut dan akan memberikan Tindakan.

Sistem control di Esp 32 digunakan untuk pH, dimanabila pH Air diatas 6 maka ESP 32 akan memberikan perintah ke relay yang akan menghidupkan pompa selama 2,5 detik, pompa ini mengalirkan cairan berupa penurun pH khusus, sensor ini memberikan Tindakan pada pompa setiap 3 jam sekali dimana apabila ph tersebut diatas 6 maka akan diberi tindakan dan bila PH dari air tersebut dibawah 6 maka tidak akan diberikan Tindakan, Esp 32 akan mengirimkan data tersebut setiap satu menit ke *Blynk Cloud* dan akan ditampilkan di aplikasi.

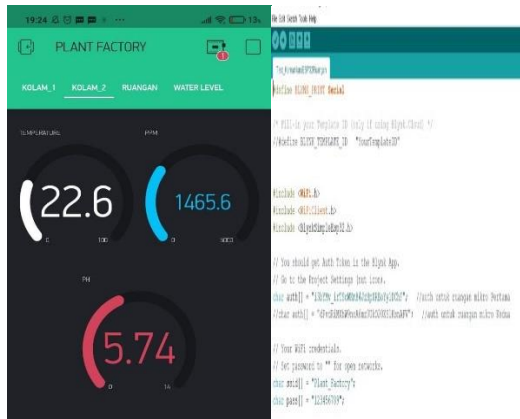
### 3.2 Perancangan Perangkat lunak

Pada perancangan ini menggunakan Arduino IDE sebagai alat programnya dengan menggunakan Bahasa C dan aplikasi *Blynk* untuk menampilkan seluruh pembacaan sensor sensor yang diterima Arduino dan mengirimkan pembacaan ke ESP32 dan menampilkan hasil monitoring. *Flowchart* perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

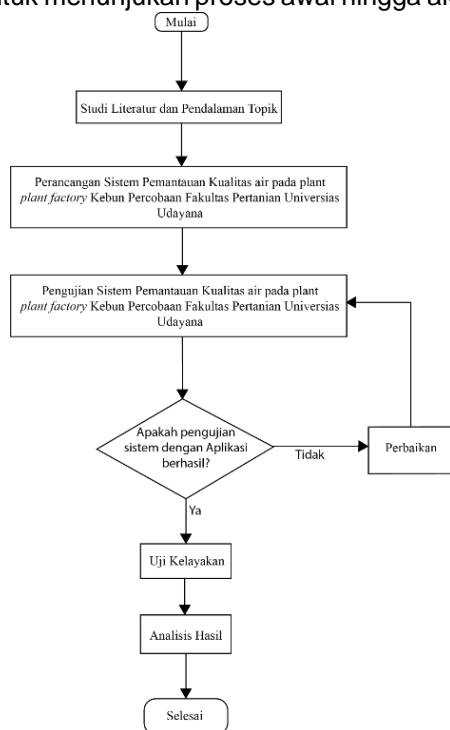
Tampilan aplikasi *Blynk* dan perancangan menggunakan Arduino ide dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Aplikasi

### 3.3 Alur Penelitian

Berikut diagram alur penelitian dibuat untuk menunjukkan proses awal hingga akhir.



Gambar 7. Flowchart Alur Penelitian

Dalam penelitian ini akan dimulai dari perancangan dan kalibrasi yang bertujuan untuk mendekati nilai prototipe dengan alat pembanding. Alat prototipe ketika sudah mendekati nilai yang sama maka akan dilanjutkan dengan menguji notifikasi di aplikasi,

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada penelitian sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* terdiri dari 5 pengujian yaitu pengujian sistem pH, pengujian TDS, pengujian Suhu Air, pengujian Notifikasi dan pengujian sistem kontrol.

### 4.1 Pengujian Sensor pH

Uji coba sensor pH di Robot bertujuan untuk menguji alat dalam Membaca *outout* nilai pH yang dihasilkan oleh air kolam *plant factory* serta mengetahui akurasi pembacaan sensor terhadap besar nilai pH yang akan di ukur. Dalam proses pengujian sensor pH dilakukan kalibrasi pembacaan nilai pH agar pembacaan sensor semakin akurat. Proses pengujian menggunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengolah nilai analog yang dihasilkan sensor menjadi nilai pH dalam rentang pembacaan 0 – 14 . Serial Monitor sebagai penampil pembacaan sensor, dan COM-300 yang digunakan sebagai pembanding.



Gambar 8. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH di Robot dalam membaca nilai pH air yang ada di Kolam air *plant factory*. Air akan di set dengan nilai sekitar 5.5 hingga 6 . alat akan mengukur air yang sudah di set tersebut, kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan alat ukur COM-300. COM-300 memiliki akurasi kesalahan pengukuran sekitar 2% dan kemampuan pembacaan pH dari 0 hingga 14.

No	Waktu percobaan	Hasil Pengukuran		Presentasi kesalahan COM-300 (+-2%)	Penyimpangan Pembacaan Sensor (%)	Rata-Rata Penyimpangan (%)
		Sensor pH	COM-300			
1	13.00	5,57	5,6	5,49-5,71	0,53	0,61
2	14.00	5,59	5,63	5,51-5,74	0,71	
3	15.00	5,63	5,66	5,54-5,77	0,53	
4	16.00	5,66	5,69	5,57-5,81	0,53	
5	17.00	5,69	5,73	5,61-5,84	0,70	

Tabel 1. Hasil Penyimpangan data sensor pH



pengujian ini dilakukan dalam rentang jam 1 siang hingga jam 5 sore. pengujian dilakukan 1 jam sekali. Pada pengujian ini nilai pembacaan rata rata alat adalah 0,63% .akurasi pembacaan sensor DF Robot masih dalam rentang presentase kesalahan pembacaan COM-300 sekitar +-2 %.

**4.2 Pengujian Sensor TDS**

Ujicoba sensor TDS df Robot bertujuan untuk menguji alat dalam membaca *outout* nilai ppm yang dihasilkan oleh air kolam *plant factory* serta mengetahui akurasi pembacaan sensor terhadap besar nilai ppm yang akan di ukur . Dalam proses pengujian sensor TDS dilakukan kalibrasi pembacaan nilai TDS agar pembacaan sensor semakin akurat. Proses pengujian menggunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengolah nilai analog yang dihasikan sensor menjadi nilai ppm dalam rentang pembacaan 1000-2000.. Serial Monitor sebagai penampil pembacaan sensor, dan COM-300.



**Gambar 9.** Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS df Robot dalam membaca nilai TDS air yang ada di Kolam air *plant factory*. Air akan di set dengan nilai sekitar 1000 hingga 2000 ppm. alat akan mengukur air yang sudah di set tersebut, kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan alat ukur COM-300. COM-300 memiliki akurasi kesalahan pengukuran sekitar 2%

No	Waktu percobaan	Hasil Pengukuran		Presentasi kesalahan COM-300 (+-2%)	Penyimpangan Pembacaan Sensor (%)	Rata-Rata Penyimpangan (%)
		Sensor ppm	COM-300			
1	13.00	1599	1630	1597-1662	1,93	1,47
2	14.00	1595	1620	1587-1652	1,54	
3	15.00	1593	1615	1582-1647	1,11	
4	16.00	1583	1601	1568-1633	1,12	
5	17.00	1587	1614	1581-1646	1,67	

**Tabel 2.** Hasil Penyimpangan data sensor TDS

Pengujian ini dilakukan perbandingan sensor TDS DF Robot dengan alat ukur pembanding COM-300 dimana pengujian ini dilakukan dalam rentang jam 1 siang hingga jam 5 sore. pengujian dilakukan 1 jam sekali. Pada pengujian ini nilai pembacaan rata rata 1,47% .akurasi pembacaan sensor TDS DF Robot masih dalam rentang presentase kesalahan pembacaan COM-300 sekitar +-2 %.

**4.3 Pengujian Sensor Suhu Air**

Pengujian sensor suhu air DS18B20 bertujuan untuk menguji sensor DS18B20 air dalam Membaca *outout* nilai suhu yang dihasilkan oleh air kolam *plant factory* serta mengetahui akurasi pembacaan sensor terhadap besar nilai suhu yang akan di ukur . Dalam proses pengujian sensor DS18B20 dilakukan kalibrasi pembacaan nilai suhu agar pembacaan sensor semakin akurat. Proses pengujian menggunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengolah nilai analog yang dihasikan sensor menjadi nilai suhu dalam rentang pembacaan 0-125 °C . Serial Monitor sebagai penampil pembacaan sensor, dan COM-300 yang digunakan sebagai pembanding.



**Gambar 10.** Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor Suhu air DS18B20 dalam membaca nilai suhu air yang ada di Kolam air *plant factory*. Air akan di set

dengan nilai sekitar 20 hingga 25 derajat Celcius . alat akan mengukur air yang sudah di set tersebut, kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan alat ukur COM-300. COM-300 memiliki akurasi kesalahan pengukuran sekitar 2%.

No	Waktu percobaan	Hasil Pengukuran		Presentasi kesalahan COM-300 (+2%)	Penyimpangan Pembacaan Sensor (%)	Rata-Rata Penyimpangan (%)
		Sensor DS18B20	COM-300			
1	13.00	21,7	22,3	21,8	1,79	1,52
2	14.00	21,8	22,4	21,9	1,33	
3	15.00	21,7	22,3	21,8	1,79	
4	16.00	21,5	22,1	21,6	0,90	
5	17.00	21,6	22,2	21,7	1,81	

**Tabel 3.** Hasil Penyimpangan data sensor Suhu Air

Pada pengujian ini dilakukan pengujian perbandingan sensor DS18B20 dengan alat ukur pembanding COM-300 dimana pengujian ini dilakukan dalam rentang jam 1 siang hingga jam 5 sore. pengujian dilakukan 1 jam sekali. Pada pengujian ini nilai pembacaan rata rata 1,47% .akurasi pembacaan sensor DS18B20 masih dalam rentang presentase kesalahan pembacaan COM-300 sekitar +-2 %.

#### 4.4 Pengujian Notifikasi

Pengujian notifikasi pH bertujuan untuk menguji pemberitahuan kepada user bila terjadi penyimpangan pembacaan sensor dari kebutuhan. Dalam pengujian ini menggunakan ESP32 yang terhubung dengan internet agar bisa diterima oleh smart phone. Dan indikator pembacaan nya adalah sensor pH, Nutrisi ,Suhu air sebagai indikator, bila nilai pembacaan menyimpang, ESP32 akan memberikan notifikasi ke aplikasi.



**Gambar 11.** Pengujian Notifikasi

#### 4.5 Pengujian Sistem Kontrol pH

Pengujian relay pH air bertujuan untuk menguji sistem agar nilai pH sesuai dengan standar yang ditentukan. Dalam proses pengujian ini digunakan ESP32 sebagai pengujian sistem control, ESP32 akan memberikan perintah menghidupkan relay dan menghidupkan pompa yang berisikan cairan penurun dan penaik ph. Kondisi air yang di setting adalah agar nilai pH sekitar 5,5-6. Indikator pembacaan pH untuk uji coba relay adalah sensor pH *df Robot*.



**Gambar 12.** Pengujian Kontrol pH

#### 4.6 Hasil Analisis pertumbuhan Tanaman Selada.

Setelah dilakukanya penelitian selama 30 hari dari masa tanam hingga panen, proses penanaman ini telah dilakukan sebanyak 3 kali yang dilakukan pada bulan September, November dan Januari menunjukkan bahwa nilai Nutrisi Air sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dimana jumlah dengan nilai TDS 1200 ppm pada minggu pertama 1400 ppm pada minggu kedua dan 1600 ppm pada minggu ketiga dan ke empat membuat tanaman selada mengalami pertumbuhan yang paling maksimal. Nilai pH juga berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dimana ditemukan bahwa jika nilai pH tersebut dibawah 4 dapat menyebabkan hancurnya akar.



**Gambar 13.** Tanaman Selada Saat Panen

## 5. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang dan diimplementasikan sebuah sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) pada sebuah sistem rekayasa untuk membudidayakan tanaman dalam lingkungan tertutup dan terkendali yang dikenal dengan *plant factory*.
2. Pengujian masing masing Bagian dari Pengujian Komponen. Sistem mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Nano V3 ATMEGA 328P dan Modul Wifi NodeMCU ESP32 telah dilakukan sesuai perancangan dimana didapatkan hasil bahwa mikrokontroler yang digunakan dalam keadaan baik. Pengujian Kinerja sensor pH DF Robot didapatkan hasil sensor DHT22 memiliki akurasi yang baik. Hal tersebut ditunjukkan dari hasil rata rata penyimpangan pembacaan nilai pH yang diperoleh dengan cara membandingkan dengan alat ukur COM-300 sebesar 0,61% untuk penyimpangan pembacaan sebesar 0,61 % untuk penyimpangan pembacaan pH, 1,47 % untuk penyimpangan pembacaan TDS, dan 1,52 % untuk penyimpangan suhu air. Nilai tersebut masih didalam rentang akurasi dari alat ukur COM-300 yang memiliki akurasi pembacaan nilai pH, TDS, dan Suhu air  $\pm 2\%$ . dengan rentang pembacaan pH 0-14, TDS 0 – 5000 ppm dan suhu air 0-55°C.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atika, R. 2019. Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Dengan Perbedaan Sumber Nutrisi.: Politeknik Negeri Subang.
- [2] Widya, K. 2019. Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Atmega328.; Universitas Baturaja.
- [3] Jufriadi, K. 2019. Uji keasaman Air Dengan Alat Sensor pH di STT Migas Balikpapan. Balikpapan: Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan.
- [4] Triyanto, P. 2017. Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Melalui Pengukuran kadar pH Berbasis Android. Jakarta: Universitas Mercu Buana
- [5] Jureni, S. 2015. Pengujian Beberapa Nutrisi Hidroponik Pada Selada”(*Lactuca sativa* L.) Dengan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) Termodifikasi.; Universi tas Lampung. Hal 89. IEEE Press. Washington.
- [6] Ahmad, M. 2018. Peningkatan Kualitas pH, Fe Dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi.; Universitas Sebelas Maret.
- [7] Febrian, W. 2020. Nodemcu dan Kontrol Pengukuran pH air Berbasis Androis Untuk Menentukan Tingkat Kejernihan Pada Air Tawar.; Universitas Semarang.
- [8] Risma, A. 2017. Sisem Monitoring Kualitas Air Pada Sistem Akuaponik Berbasis IoT.; Universitas Surabaya.