

## RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGATURAN NUTRISI PADA HIDROPONIK BERBASIS IOT

Barra Rafi <sup>\*1</sup>, Moehammad Sarosa <sup>2</sup>, Arwin Sumari <sup>3</sup>, Agil Evan <sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Politeknik Negeri Malang, Malang

Email: <sup>1</sup>basyqar@gmail.com, <sup>2</sup>msarosa@polinema.ac.id, <sup>3</sup>arwin.sumari@polinema.ac.id,

<sup>4</sup>agilevann@gmail.com

\*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 14 Mei 2024, diterima untuk diterbitkan: 07 Januari 2026)

### Abstrak

Hidroponik adalah metode pertanian modern yang efisien dalam penggunaan sumber daya dan lingkungan, namun memerlukan pemantauan dan pengaturan nutrisi yang tepat agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Penelitian ini mengenalkan sistem pemantauan dan pengaturan nutrisi berbasis *Internet of Things* (IoT) pada sistem hidroponik, dengan fokus pengujian pada tanaman selada. Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) dan sensor pH terhubung secara nirkabel untuk mengumpulkan data secara otomatis, sementara kamera ESP32-Cam merekam visual pertumbuhan tanaman. Data yang diperoleh dari sensor-sensor dikirim ke basis data Firebase lalu dilanjutkan ke aplikasi. Sistem ini dilengkapi dengan mekanisme otomatisasi untuk mengatur nutrisi berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Pengujian dan evaluasi dilakukan pada sistem yang diimplementasikan dalam lingkungan hidroponik. Aplikasi memberikan pengguna kemampuan untuk memantau dan mengatur tingkat nutrisi tanaman selada secara *real-time* dari jarak jauh. Dengan menggunakan selada sebagai tanaman uji, penelitian ini menyediakan wawasan khusus tentang pengelolaan nutrisi yang efektif dalam konteks hidroponik. Sistem ini bertujuan meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian hidroponik, sambil memberikan pengguna kemudahan dan aksesibilitas melalui aplikasi *mobile* yang terhubung secara digital. Hasil yang didapatkan dengan menggunakan sistem *otomasi* didapatkan sistem pemantauan yang tidak kalah akurat dengan menggunakan pemantauan secara langsung. Secara keseluruhan nilai *error* menggunakan sensor TDS didapatkan antara 0%-3% dan nilai *error* pada sensor pH sebesar 1%-4%. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan pertanian modern. Sistem pemantauan dan pengaturan nutrisi pada hidroponik ini dapat membantu petani meningkatkan produktivitas, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mendukung pertanian berkelanjutan di masa depan.

**Kata kunci:** Hidroponik, Selada, IoT, Sensor TDS, Sensor pH

## **DESIGN AND BUILD NUTRIENT MONITORING AND REGULATION SYSTEM FOR HYDROPONICS BASED ON IOT.**

### Abstract

*Hydroponics is a modern agricultural method that is efficient in using resources and the environment, but requires proper monitoring and regulation of nutrition so that plants can grow optimally. This research introduces an Internet of Things (IoT)-based nutrient monitoring and regulation system in hydroponic systems, with a focus on testing on lettuce plants. The Total Dissolved Solids (TDS) sensor and pH sensor connect wirelessly to collect data automatically, while the ESP32-Cam camera records visuals of plant growth. Data obtained from sensors is sent to the Firebase database and then continued to the application. This system is equipped with an automation mechanism to regulate nutrition based on predetermined parameters. Testing and evaluation is carried out on systems implemented in a hydroponic environment. The app gives users the ability to monitor and manage lettuce plant nutrient levels in real-time remotely. By using lettuce as a test crop, this research provides specific insights into effective nutrient management in a hydroponic context. This system aims to increase the efficiency and productivity of hydroponic farming, while providing users with convenience and accessibility through a digitally connected mobile application. The results obtained by using an automation system produce a monitoring system that is no less accurate than using direct monitoring. Overall the error value using the TDS sensor was found to be between 0%-3% and the error value on the pH sensor was 1%-4%. Thus, this research contributes to the development of modern agriculture. This system for monitoring and regulating nutrients in hydroponics can help farmers increase productivity, optimize resource use, and support sustainable agriculture in the future.*

**Keywords:** Hydroponics, lettuce, IoT, TDS Sensor, pH Sensor.

## 1. PENDAHULUAN

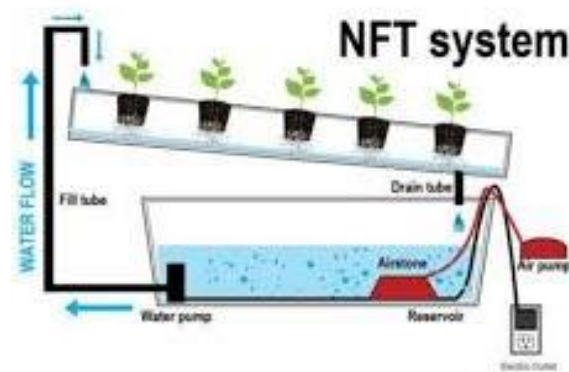
Hidroponik adalah metode budidaya tanaman yang menggunakan larutan air bercampur nutrisi sebagai media tanam, menggantikan peran tanah. Dengan metode ini, kebutuhan tanaman akan unsur hara dipenuhi melalui campuran larutan nutrisi yang telah diatur dengan tepat (Ronaldo, Wahjudi, R.H., & Sulaiman, 2020). Hidroponik semakin banyak diterapkan karena menawarkan berbagai keunggulan, seperti peningkatan hasil panen, efisiensi penggunaan air, pengurangan kebutuhan lahan, dan peningkatan keamanan pangan. Teknologi ini juga memberikan keuntungan dalam pengendalian faktor pertumbuhan tanaman, seperti nutrisi dan kelembapan, yang sulit dilakukan pada pertanian konvensional (Majid, et al., 2021). Dalam hidroponik, petani memiliki kontrol penuh terhadap nutrisi yang diberikan sehingga pemakaian air dan pupuk dapat diminimalkan tanpa mengurangi kualitas hasil. Efisiensi ini menjadikan hidroponik sebagai salah satu solusi inovatif untuk menjawab tantangan dalam sektor pertanian modern.

Namun, penerapan sistem hidroponik secara manual masih menghadapi beberapa kendala. Takaran air yang kurang presisi, fluktuasi nutrisi, serta kurangnya pengawasan rutin dapat memengaruhi kualitas pertumbuhan tanaman secara signifikan. Jika kondisi ini tidak diatasi dengan baik, tanaman akan menunjukkan tanda-tanda pertumbuhan yang tidak optimal, yang pada akhirnya berdampak pada hasil panen (Zetry, Candra, & Elfizon, 2019). Permasalahan ini mendorong kebutuhan untuk mengembangkan sistem otomatisasi dalam pengelolaan hidroponik, sehingga efisiensi dan konsistensi dalam budidaya tanaman dapat ditingkatkan (Karim, Rossi, Arif, Sali, & Komiya, 2012), (Susanto, Riskiono, Rikendry, & Nurkholis, 2020), (Nurkholis, Muhaqiqin, & Susanto, 2020).

Internet of Things (IoT) menjadi salah satu teknologi yang dianggap mampu menawarkan solusi terhadap berbagai tantangan dalam sistem hidroponik. IoT adalah konsep teknologi yang memungkinkan perangkat atau objek fisik untuk berkomunikasi dan bertukar informasi melalui jaringan internet. Dengan memanfaatkan sensor, perangkat lunak, dan aktuator, IoT memungkinkan pemantauan, pengontrolan, dan pengelolaan data secara otomatis dan real-time. Dalam lingkup pertanian, IoT telah berkembang menjadi teknologi yang mendukung pengumpulan data secara presisi, terutama dalam lingkungan Machine to Machine (M2M) (Nauman, et al., 2020). Potensi IoT dalam sistem hidroponik terletak pada kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi intervensi manual, serta memastikan konsistensi pengelolaan lahan secara terus-menerus (Lakshmanan, Djama, Selvaperumal, & Abdulla, 2020). Penerapan sistem ini tidak hanya meminimalkan intervensi manual,

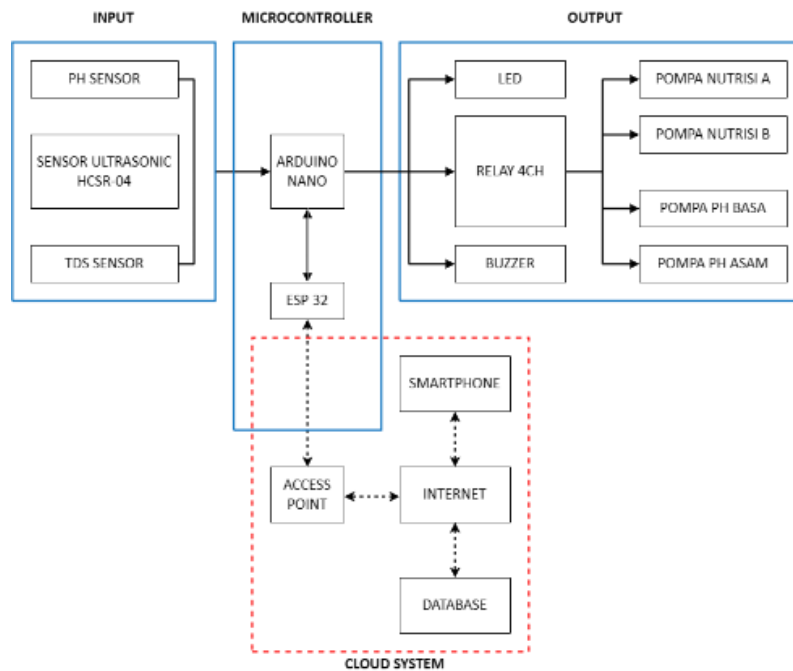
tetapi juga meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen secara signifikan dibandingkan metode pertanian tradisional (Wahyu & R, 2018).

Sistem pertanian pintar berbasis IoT dibuat untuk memantau lahan pertanian dengan bantuan sensor dan mengotomasi sistem irigasi (Farooq, Rehman, Javed, Shoukat, & Dudley, 2020). Dalam penerapannya, sistem hidroponik berbasis IoT menggunakan berbagai sensor untuk memantau parameter lingkungan. Misalnya, sensor pH DFRobot digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan larutan. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi interaksi ion hidrogen dalam larutan, yang kemudian diolah menjadi data digital (Wati & Sholihah, 2021). Selain itu, sensor Total Dissolved Solids (TDS) membantu mengukur jumlah total zat terlarut dalam air, memastikan konsentrasi nutrisi tetap sesuai kebutuhan tanaman. Sensor TDS bekerja dengan prinsip pengukuran konduktivitas listrik, yang kemudian dikonversi menjadi nilai ppm (parts per million) (Wirman, Putri, Wardhana, & Isnaini, 2019), (Asmara & Putra, 2020). Kombinasi berbagai sensor ini menjadi komponen penting dalam memastikan stabilitas lingkungan hidroponik.

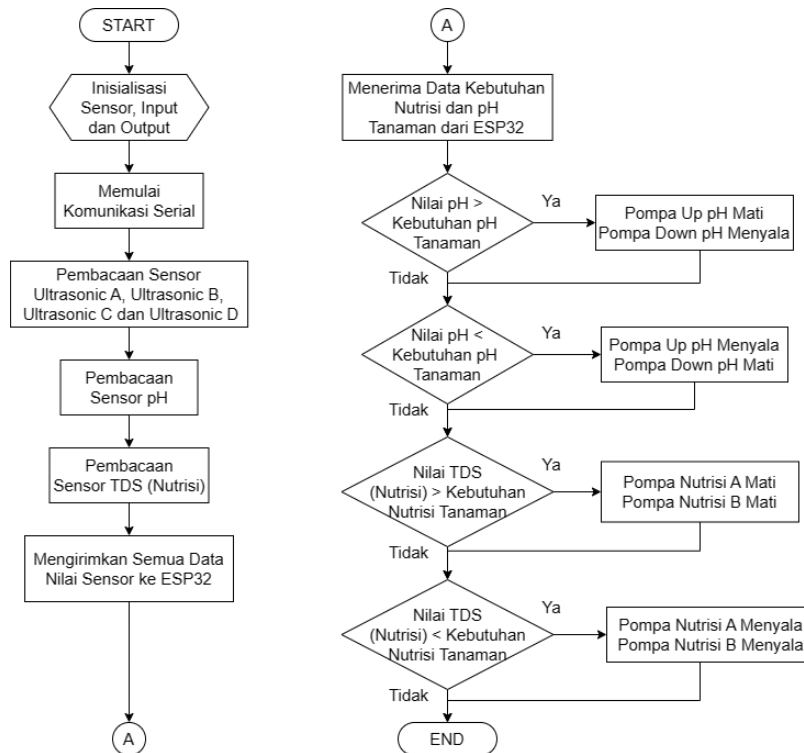


Gambar 1. NFT Sistem

Sistem hidroponik dengan pendekatan Nutrient Film Technique (NFT) juga menjadi metode yang relevan dalam penelitian ini. NFT adalah teknik budidaya tanaman di mana akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal, yang mengalir secara kontinu melalui pipa-pipa khusus. Aliran nutrisi yang terkontrol dengan baik mendukung ketersediaan oksigen dan hara yang optimal untuk tanaman (Diah & Zaenal, 2021). Nutrisi dipompa dari tangki utama melalui pipa dengan kecepatan tertentu, biasanya sekitar 1 liter per menit, untuk menjaga lapisan air tetap dangkal. Metode ini memungkinkan aerasi yang baik dan efisiensi penggunaan air (Mahaidayu, 2017). Namun, dalam sistem ini, jika aliran nutrisi terhenti, akar tanaman dapat mengering dalam waktu singkat, sehingga penerapan sistem otomatisasi menjadi kebutuhan mendesak untuk mencegah kegagalan panen.



Gambar 2. Block Diagram Alat



Gambar 3. Flowchart Arduino Nano

Sistem hidroponik otomatis berbasis IoT telah banyak dibahas dalam penelitian karena mampu meningkatkan efisiensi, menghasilkan throughput yang tinggi, dan mengurangi kebutuhan tenaga kerja manual (Falmata, Adam, Aliyu, Mabu, & Musa, 2020). Dengan integrasi platform Firebase, pemantauan dan pengelolaan sistem dapat dilakukan secara jarak jauh, memberikan fleksibilitas bagi petani untuk mengoptimalkan kondisi pertumbuhan tanaman tanpa harus selalu berada di lokasi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem hidroponik berbasis IoT yang dilengkapi dengan teknologi sensor untuk memantau dan mengontrol berbagai parameter lingkungan, seperti suhu, kelembapan, dan kebutuhan air. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan ESP-32 untuk mengumpulkan data dari sensor, yang kemudian diolah dan disimpan di platform Firebase. Dengan teknologi ini, petani dapat memantau sistem melalui aplikasi mobile,

memungkinkan akses data secara real-time dari lokasi mana pun. Diharapkan, penerapan sistem ini tidak hanya meminimalkan intervensi manual, tetapi juga meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen secara signifikan dibandingkan metode pertanian tradisional (Wahyu & R, 2018). Selain itu, pengujian sistem ini pada berbagai jenis tanaman akan membantu mengevaluasi kinerjanya dalam kondisi lingkungan yang beragam.

## 2. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem otomatisasi hidroponik terbagi menjadi 2, yaitu: perancangan alat dan perancangan aplikasi.

### 2.1 Perancangan Alat

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai bagaimana alat otomatisasi hidroponik dilakukan. Adapun perancangan alat dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Blok Diagram

Pada Gambar 2, dapat dijelaskan bahwa terdapat beberapa *input* diantaranya adalah sensor pH, sensor ultrasonik, sensor TDS, dan kamera. Sensor pH bekerja untuk memantau nilai pH dari nutrisi tanaman hidroponik. Lalu terdapat sensor TDS yang bekerja untuk memantau kekeruhan air nutrisi. 2 sensor ini akan menyesuaikan dengan kebutuhan dari tanaman yang telah ditanam dengan mengirimkan data dari sensor menuju mikrokontroler Arduino Nano dan ESP32 yang selanjutnya terdapat notifikasi yang dapat dipantau melalui aplikasi. Untuk 2 mikrokontroler ini memanfaatkan komunikasi serial asinkron dengan memanfaatkan port yang dipakai adalah port komunikasi serial TX & RX. Cara menghubungkannya adalah silang, yaitu TX dihubungkan ke RX, RX dihubungkan ke TX. Pengiriman data dilakukan dengan menggunakan library serial pada mikrokontroler.

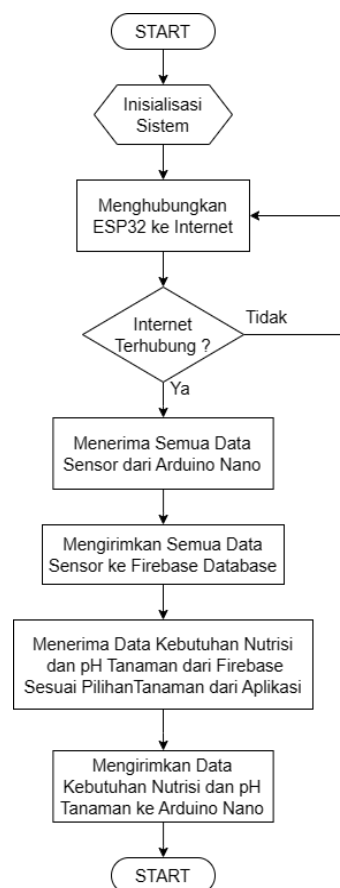
Selain 2 sensor di atas dijelaskan pula terdapat sensor ultrasonik yang berguna untuk memantau tingkat level air pada kotak nutrisi dan kotak pH. Hal ini diperlukan guna untuk memantau jika cairan nutrisi dan cairan pH hampir habis nantinya akan ada notifikasi yang terkirim menuju aplikasi. Adapun *input* kamera yang berguna untuk memantau pertumbuhan tanaman. Kamera ini mengirimkan data berupa gambar yang dikirimkan menuju aplikasi untuk menunjukkan progres pertumbuhan tanaman setiap harinya. Hal ini bertujuan agar proses pengolahan data tidak memberatkan mikrokontroler karena mikrokontroler yang diguna tidak dapat menerima informasi secara *real-time*.

- Flowchart

*Flowchart* pada sistem ini terbagi menjadi 2, yaitu *flowchart* untuk Arduino Nano dan ESP32. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.

Pada *flowchart* di atas menjelaskan tentang alur cara kerja Arduino Nano sebagai mikrokontroler untuk menjalankan sensor. Pada tahap pertama adalah inialisasi sensor, *input* dan *output* lalu dilanjutkan untuk memulai komunikasi serial. Setelah itu pembacaan sensor ultrasonik yang bekerja untuk memantau level nutrisi dan pH. Setelah pembacaan sensor ultrasonik dilanjutkan pada pembacaan sensor pH dan TDS dan dilanjutkan untuk mengirimkan nilai sensor ke ESP32. Selanjutnya Arduino Nano akan menerima kembali data kebutuhan nutrisi dan pH dari ESP32 dan Arduino akan menjalankan relay yang terhubung pada pompa mini untuk mengatur kebutuhan nutrisi dan pH. Jika nilai pH lebih besar maka pompa pH *Down* akan menyala, namun jika nilai pH lebih kecil dari kebutuhan maka pompa pH *Up* akan menyala. Selanjutnya jika nilai TDS lebih tinggi maka pompa nutrisi A dan B mati, namun jika kebutuhan nilai TDS rendah maka pompa nutrisi A dan B akan menyala.

Selain *flowchart* Arduino Nano di atas, dijelaskan juga *flowchart* untuk ESP32 yang bekerja sebagai *cloud* sistem. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Flowchart ESP32

Pada tahap awal ESP32 akan menginisialisasi sistem dan dilanjutkan untuk menghubungkan pada internet. Hal ini karena ESP32 nantinya berguna untuk *cloud* sistem sehingga penggunaannya diharuskan untuk terkoneksi internet. Setelah terhubung dengan internet selanjutnya ESP32 akan

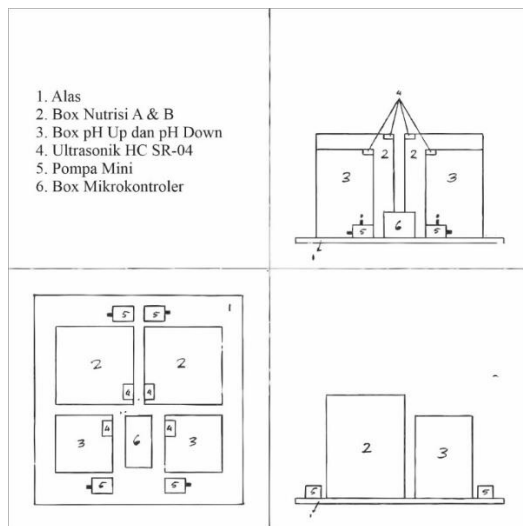
menerima data sensor dari Arduino Nano dan mengirimkannya pada basis data Firebase. Selanjutnya ESP32 akan menerima data kebutuhan nutrisi dan pH tanaman dari aplikasi dan selanjutnya ESP32 mengirimkan data kebutuhan nutrisi dan pH tanaman ke Arduino Nano.

- **Kamera**

Kamera pada sistem ini akan dipasang secara terpisah karena pada sistem ini akan difokuskan kepada otomatisasi kebutuhan nutrisi hidroponik. Namun pada sistem akan tetap memerlukan kamera yang nantinya akan digunakan untuk pemantauan. Untuk model sistem kamera ini sendiri nantinya akan mengirimkan data berupa gambar menuju aplikasi langsung. Gambar ini nantinya akan diambil oleh kamera guna memantau pertumbuhan dari tanaman.

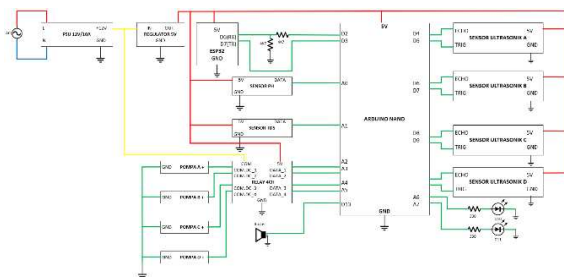
- **Desain Mekanik**

Pada perancangan alat perlu juga adanya sebuah desain mekanik, dimana desain mekanik ini bertujuan agar desain perancangan alat dapat berbentuk baik dan mudah digunakan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 5. Desain Mekanik Alat

- **Skematik Diagram**



Gambar 6. Skematik Diagram

Pada skematik dijelaskan bahwa untuk *input* tegangan menggunakan adaptor 12V untuk menjalankan mikrokontroler ESP32 dan Arduino Nano. Lalu VCC sensor pH dan sensor TDS tersambung pada ESP32 dan input datanya

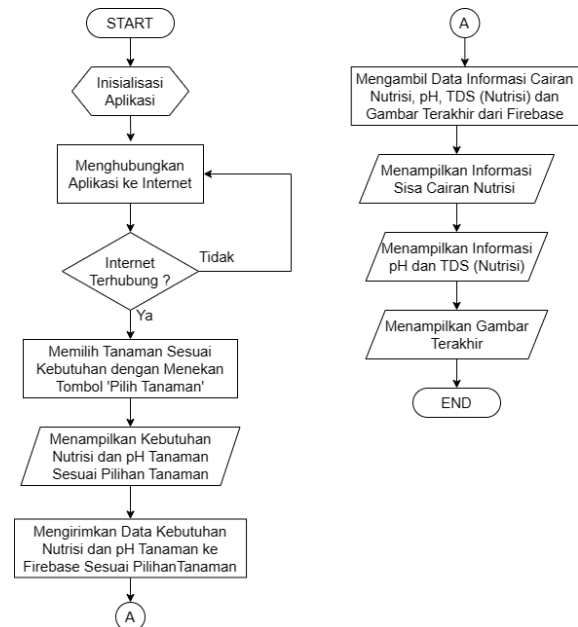
tersambung pada Arduino Nano pada pin A0 dan A1. Untuk sensor ultrasonik tersambung pada pin D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10 dan D11. Dan terdapat juga *relay* yang terhubung dari *power* untuk menjalankan pompa A, B, C dan D sebagai *output*. Pada sistem ini, Arduino Uno merupakan sebuah mikrokontroler utama untuk menjalankan semua sistem. ESP32 berguna untuk sistem *cloud* atau untuk konektivitas internet agar dapat terhubung dengan basis data.

## 2.2 Perencanaan Aplikasi

Pada tahap perancangan aplikasi akan dijelaskan mengenai desain dari aplikasi yang akan digunakan untuk pemantauan. Untuk lebih jelasnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- **Flowchart**

Pada *flowchart* ini akan dijelaskan mengenai alur keterkaitan antara alat dan aplikasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.



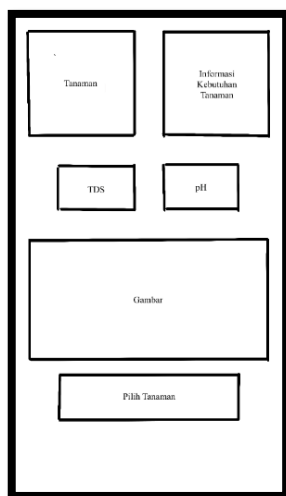
Gambar 7. Flowchart Aplikasi

Pada tahap awal akan menginisialisasi aplikasi lalu dilanjut untuk menghubungkan aplikasi pada internet. Setelah terhubung maka pengguna akan memilih tanaman yang akan diberikan otomatisasi alat. Selanjutnya aplikasi akan menampilkan kebutuhan nutrisi dan pH dari tanaman yang telah dipilih dan akan dikirimkan pada basis data. Selanjutnya aplikasi akan mengambil data informasi nutrisi, pH, level air nutrisi dan gambar terakhir yang ada pada basis data. Setelah itu dilanjutkan untuk menampilkan data kebutuhan tanaman dan gambar terbaru.

- **Desain Aplikasi**

Rancangan desain aplikasi ini diperlukan agar tampilan dari aplikasi dapat lebih efisien digunakan dan terlihat dengan baik. Selain itu juga agar data dari

alat dapat terbaca dengan baik sehingga pengguna nantinya dapat lebih mudah dalam penggunaannya.



Gambar 8. Desain Aplikasi

Rancangan tersebut dapat dilihat pada bagian kiri atas merupakan tampilan untuk tanaman yang akan diberikan otomatisasi. Lalu di sebelah kanan atas terdapat data nilai TDS dan pH kebutuhan tanaman dan level air nutrisi dan air pH. Pada bawahnya terdapat nilai terakhir TDS dan pH dari tanaman dan di bawah menu tersebut terdapat *frame* untuk menampilkan data gambar hasil dari pengambilan gambar oleh kamera ESP32 Cam. Pada menu bawah terdapat *button* pilih tanaman yang berguna untuk memilih tanaman yang akan di otomatisasi.

### 2.3 Parameter Pengujian

Parameter pengujian merujuk pada kriteria, variabel, atau aspek yang digunakan untuk mengukur atau mengevaluasi kinerja suatu sistem, atau proses dalam suatu penelitian. Maka dari itu untuk parameter yang akan diuji pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pengujian stabilitas nutrisi dan pH dilakukan untuk memverifikasi kemampuan sistem dalam menjaga keseimbangan nutrisi dan pH yang optimal dalam larutan hidroponik.
2. Pemantauan jarak jauh digunakan untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam mengumpulkan data nutrisi dan memantau kondisi hidroponik secara *real-time*.
3. Pengujian kemampuan kamera dalam pengambilan gambar yang dilakukan setiap hari.

### 2.4 Hasil Kalibrasi Alat

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kinerja dan keakurasian sensor terhadap cairan campuran nutrisi hidroponik. Setiap sensor akan mengukur sesuai fungsinya terhadap cairan yang tercampur. Kemudian hasil kinerja dan keakurasian sensor memiliki kemungkinan data *error* pada setiap pengujian sensor. Berikut persentase perhitungan nilai *error* dengan persamaan di bawah ini,

$$\text{Nilai Error \%} = \frac{\text{Nilai Acuan} - \text{Nilai Terukur}}{\text{Nilai Acuan}} \times 100\%$$

Kemudian dilanjutkan untuk menghitung rata-rata nilai *error* menggunakan persamaan berikut,

$$\text{Nilai Rata Error \%} = \frac{\text{Penjumlahan Nilai Error \%}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

### 2.5 Hasil Kalibrasi Alat

Pengujian sensor TDS ini dilakukan untuk mendapatkan hasil kalibrasi dengan *error* yang rendah. Dengan membandingkan antara alat ukur TDS dengan sensor TDS dari DF Robot. Berikut merupakan tabel hasil perbandingan antara alat ukur dengan sensor.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor TDS

TDS			
Percobaan	Hasil Sensor	Hasil Ukur	Error
1	201	208	3%
2	276	280	1%
3	400	398	1%
4	489	502	3%
5	612	599	2%
6	704	681	3%
7	799	801	0%
8	893	900	1%
9	1002	992	1%

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa dari 9 percobaan kalibrasi pada masing-masing TDS, hasil yang didapat memiliki tingkat *error* yang rendah. Dari setiap percobaan tersebut didapatkan rata-rata dari nilai *error* adalah sebesar 1,6%. Salah satu kelemahan dari sensor TDS ini adalah pembacaan dari nilai ppm hanya di antara 0-1000 ppm saja. Sedangkan untuk tanaman hidroponik memiliki beberapa nilai kebutuhan tanaman yang bervariasi antara 500-3500 ppm. Maka untuk sensor ini hanya bisa mendeteksi tanaman yang membutuhkan nutrisi di bawah 1000 ppm.

### 2.6 Hasil Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH ini dilakukan dengan membandingkan nilai yang didapatkan oleh sensor pH DF Robot dengan alat ukur pH. Berikut merupakan tabel hasil perbandingan alat ukur dan sensor dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor pH

pH Sensor			
Percobaan	Hasil Sensor	Hasil Ukur	Error
1	3,73	3,8	2%
2	4,29	4,22	2%
3	5,93	5,8	2%
4	8,87	8,64	3%
5	8,34	8,4	1%
6	10,5	10,1	4%

Untuk pengujian pH dilakukan 6 kali percobaan dengan rentang nilai pH antara 4-9 untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Pada percobaan

ini didapatkan rata-rata 2,3%. Kelemahan dari sensor pH ini adalah ketika keadaan lingkungan berubah terkadang nilai juga dapat berubah.

**2.7 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik**

Terdapat 4 sensor ultrasonik yang diuji 2 terdapat pada kotak Nutrisi dan 2 sensor berada pada kotak pH. Pada pengujian ini memanfaatkan penggaris dan cairan itu sendiri. Berikut merupakan tabel hasil perbandingan pengukuran dengan sensor dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

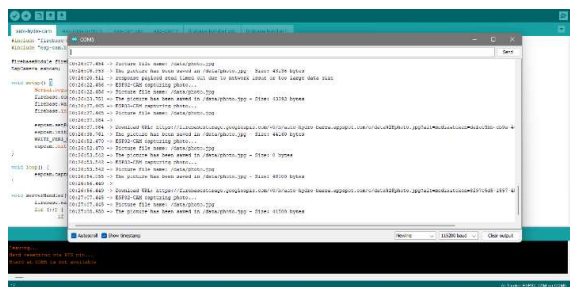
Ultrasonik A & B						
Percobaan	Ultrasonik A			Ultrasonik B		
	Hasil Ukur	Hasil Sensor	Error	Hasil Ukur	Hasil Sensor	Error
1	18 cm	17 cm	6%	18 cm	18 cm	0%
2	14 cm	14 cm	0%	14 cm	13 cm	7%
3	10 cm	9 cm	10%	10 cm	10 cm	0%
4	6 cm	6 cm	0%	6 cm	6 cm	0%
5	4 cm	4 cm	0%	4 cm	4 cm	0%

Ultrasonik pH Up & pH Down						
Percobaan	Ultrasonik pH Up			Ultrasonik pH Down		
	Hasil Ukur	Hasil Sensor	Error	Hasil Ukur	Hasil Sensor	Error
1	15 cm	15 cm	0%	15 cm	15 cm	0%
2	12 cm	13 cm	8%	12 cm	12 cm	0%
3	9 cm	9 cm	0%	9 cm	9 cm	0%
4	6 cm	6 cm	0%	6 cm	6 cm	0%
5	3 cm	4 cm	0%	4 cm	4 cm	0%

Hasil pengukuran dari sensor ultrasonik ini dapat dikatakan mendekati nilai sempurna dengan nilai *error* yang terbilang 0%. Dengan hasil ini harapannya dapat memaksimalkan dari pengujian sistem otomatisasi hidroponik.

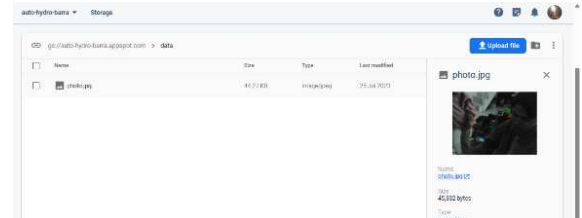
**2.8 Hasil Pengujian Sensor ESP32 Cam**

Pengujian kamera mengacu pada hasil yang didapatkan oleh kamera dan dikirimkan pada basis data Firebase. Berikut merupakan hasil yang didapatkan.



Gambar 9. Serial Monitor ESP32 Cam

Pada serial monitor terprogram untuk mengambil gambar setiap 15 detik sekali untuk pengiriman data pada Firebase. Lalu setelah melakukan pengambilan gambar ESP32 Cam akan mengirimkan hasil menuju Firebase.



Gambar 10. Firebase ESP32 Cam

Pada Firebase hasil gambar akan terlihat pada bagian “storage” dimana data tersebut akan selalu terbarukan setiap ESP32 Cam mengambil gambar. Namun untuk hasil gambar tersebut tidak dapat menyimpan dengan hasil yang banyak karena data dari Firebase dibatasi 1GB per hari.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pembahasan dari sub bab ini terdiri atas hasil desain dan pengujian sistem.

**3.1 Hasil Desain**

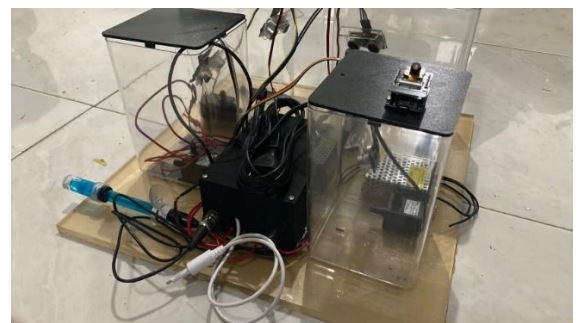
Pada sub bab ini desain yang telah dibuat dan dirangkai sesuai dengan *pin* yang ditentukan. Berikut merupakan hasil desain alat dan aplikasi yang digunakan dalam sistem otomatisasi hidroponik.

- Hasil Desain Alat

Berikut merupakan hasil dari desain alat otomatisasi hidroponik



Gambar 11. Alat Otomatisasi (Tampak Depan)



Gambar 12. Alat Otomatisasi (Tampak Serong)



Gambar 13. Alat Otomatisasi (Tampak Atas)

• Hasil Desain Aplikasi

Berikut merupakan hasil desain aplikasi



Gambar 14. Desain Aplikasi

Pada halaman awal terdapat logo aplikasi yaitu logo berbentuk sayur. Layer 2 terdapat halaman yang berisi data dari sistem otomatisasi. Pada bagian pojok kiri terdapat jenis tanaman yang dipantau. Pada bagian pojok atas kanan terdapat kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman yang dipilih. Pada bagian tengah terdapat nilai TDS dan pH dari tanaman yang dipantau. Pada bagian bawah tengah terdapat gambar terakhir dari hasil pengambilan gambar oleh kamera. Dan pada bagian paling bawah terdapat *button* untuk memilih jenis tanaman yang akan dipantau pertumbuhannya.

Aplikasi ini berguna sebagai alat pemantauan pertumbuhan tanaman dimana pengguna hanya perlu memilih tanaman yang akan ditanam lalu alat otomatisasi bekerja sesuai dengan nilai kebutuhan tanaman tersebut sehingga pengguna dapat tetap memantau tanaman secara *real-time* walaupun dari jarak jauh.

3.2 Pengujian Sistem

Pengujian dari sistem otomatisasi hidroponik ini dilakukan dengan pemantauan langsung terhadap tanaman hidroponik. Tahapan dari pengujian sistem

ini dibutuhkan sebuah kebun hidroponik dengan tanaman Selada. Selada dipilih dikarenakan untuk kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan adalah sebesar 560-840 ppm yang dapat dilihat pada gambar 14. Hal ini dikarenakan keterbatasan spesifikasi dari sensor itu sendiri yang hanya dapat mendeteksi nilai ppm sebesar 1000ppm.

**pH, EC, dan PPM**  
*Semangat Berhidroponik*

Nama Tanama	pH	EC	PPM
Buncis	6.0	2.0-4.0	1400-2800
Brokoli	6.0-6.5	2.8-3.5	1960-2450
Paprika	6.0-6.5	1.8-2.2	1260-1540
Wortel	6.3	1.6-2.0	1120-1400
Kembang Kol	6.0-7.0	0.5-2.0	1050-1400
Ketimun	5.8-6.0	1.7-2.5	1190-1750
Seledri	6.5	1.8-2.4	1260-1680
Terong	5.5-6.5	2.5-3.5	1750-2450
Okra	6.5	2.0-2.4	1400-1680
Selada	5.5-6.5	0.8-1.2	560-840
Bawang Merah	6.0-6.7	1.4-1.8	980-1260
Pakchoy	7.0	1.5-2.0	1050-1400
Lobak	6.0-7.0	1.6-2.2	840-1540
Bayam	5.5-6.6	1.8-2.3	1260-1610
Tomat	5.5-6.6	2.0-5.0	1400-3500
Tunip	6.0-6.5	1.8-2.4	1260-1680
Kangkung	5.5-6.5	2.0-2.1	1050-1400
Zucchini	6.0	1.8-2.4	1260-1680
Melon	5.5-6.0	2.0-2.5	1400-1750
Stroberi	5.5-6.5	1.8-2.2	1260-1540
Semangka	5.8	1.5-2.4	1260-1680
Mint	5.5-6.0	2.0-2.4	1400-1680
Sawi	5.5-6.0	2.0-2.1	1050-1400
Endive	5.5-6.5	2.0-2.4	1400-1680
Cabe	6.0-6.5	3.0-3.5	2100-2450
Pagoda/Tatsoi	5.5-6.5	1.5-2.0	1050-1400
Kacang Panjang		1.8-2.2	1260-1540
Kailan		1.5-2.0	1050-1400

Tabel ini dibuat untuk mendukung pelaku hidroponik baik pemula maupun industri mengontrol nutrisi hidroponik, dikumpulkan dari berbagai sumber. Jika terdapat kesalahan data, koreksi anda akan sangat berguna bagi kami dan para peka hidroponik lainnya.

Sembungan rt.29 Gulturejo, Lendah  
Kulon Progo, Yogyakarta  
www.hidroponikuntuksema.com  
hidroponikuntuksema  
Enjoy Farm With Us

Gambar 15. Nilai Kebutuhan pH dan PPM Tanaman

Model hidroponik yang digunakan adalah model NFT sehingga cairan yang disirkulasikan dapat kembali pada kotak pencampuran. Pada kotak pencampuran dimasukkan *probe* dari sensor TDS dan sensor pH sehingga data dari tanaman tersebut dapat terpantau. Setelah data nutrisi dapat dilihat maka mikrokontroler mengolah data tersebut dengan mencocokkan dengan data kebutuhan tanaman yang sudah di masukkan pada basis data. Dikarenakan pada pengujian ini menggunakan selada, maka terpantau nilai ppm dan pH selada dengan nilai 700ppm dan pH sebesar 6. Pada kotak nutrisi di isi oleh cairan nutrisi A dan B, lalu pada kotak pH diisi oleh pH *Up* dan pH *Down*. Nantinya nutrisi dan pH akan dipompa pada kotak pencampuran untuk menyesuaikan kebutuhan dari tanaman tersebut.

Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai akurasi dari pembacaan sensor TDS dan pH. Pengambilan data untuk sistem otomatisasi ini mengambil data selama 5 hari pemantauan pada kebun selada Kubisponik *Farm*. Pihak Kubisponik *Farm* memiliki standar dari kebutuhan tanaman selada adalah sebesar 600-850 dan untuk pemberian pH berada di nilai antara 6,5-

7,5. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari hasil pengujian pada tabel 4.



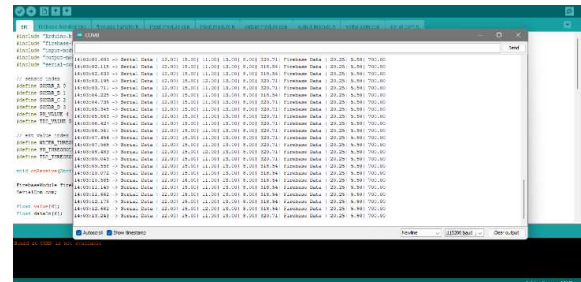
Gambar 16. Uji Coba Alat pada Hidroponik Selama

Tabel 4 Hasil Pengujian Sistem

Hari	Hasil Aplikasi		Hasil Alat	Hasil Alat Ukur
	pH	TDS	Ukur pH	TDS
1	6,4	706	6,7	707
2	6,4	701	6,7	706
3	6,7	698	6,9	700
4	7,0	696	7,0	699
5	6,8	699	6,9	701

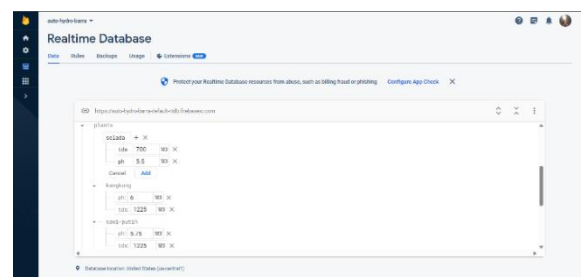
Pada percobaan di hari pertama didapatkan nilai pH sebesar 6,4 dan nilai TDS sebesar 706. Lalu dibandingkan dengan nilai alat ukur pH yaitu 6,7 dan TDS sebesar 707. Terdapat nilai *error* untuk pH sebesar 4% dan TDS sebesar 1%. Pada percobaan selanjutnya di hari ke dua didapatkan nilai pH sebesar 6,4 dan nilai TDS sebesar 701. Lalu dibandingkan dengan nilai alat ukur pH yaitu 6,7 dan TDS sebesar 706. Terdapat nilai *error* untuk pH sebesar 4% dan TDS sebesar 7%. Pada hari ketiga didapatkan nilai pH sebesar 6,7 dan nilai TDS sebesar 698. Lalu dibandingkan dengan nilai alat ukur pH yaitu 6,9 dan TDS sebesar 700. Terdapat nilai *error* untuk pH sebesar 3% dan TDS sebesar 3%. Lalu pada hari ke empat didapatkan nilai pH sebesar 7,0 dan nilai TDS sebesar 696. Lalu dibandingkan dengan nilai alat ukur pH diperoleh hasil yang sama yaitu 7,0 dan untuk TDS sebesar 699. Terdapat nilai *error* untuk pH sebesar 0% dan TDS sebesar 4%. Selanjutnya pada hari kelima didapatkan nilai pH sebesar 6,8 dan nilai TDS sebesar 699. Lalu dibandingkan dengan nilai alat ukur pH yaitu 6,9 dan TDS sebesar 701. Terdapat nilai *error* untuk pH sebesar 1% dan TDS sebesar 3%. Nilai Rata-rata hasil *error* sensor pH adalah sebesar 3% dan untuk TDS sebesar 4%

Hasil data dari alat dikirimkan melalui Arduino IDE ke basis data yang ada pada Firebase sehingga data tersebut dapat dilihat pada aplikasi.



Gambar 17. Serial Monitor Arduino IDE

Gambar 17 merupakan hasil data yang didapatkan dari alat. Data yang diambil terdapat pemantauan sensor ultrasonik A, ultrasonik B, ultrasonik pH *Up*, Ultrasonik pH *Down*, sensor TDS dan sensor pH.



Gambar 18. Data Firebase Kebutuhan Tanaman

Gambar 18 menunjukkan bahwa nilai kebutuhan tanaman dimasukkan pada Firebase sehingga alat otomatisasi dapat mengetahui nilai kebutuhan tanaman yang sedang dikontrol. Setelah data tersebut dikirimkan pada Firebase, maka data ini akan dikirimkan pada aplikasi dan pengguna dapat memantau hidroponik secara *real-time* selama alat otomatisasi terkoneksi internet.



Gambar 19. Firebase ESP32 Cam

Selain data dari alat otomatisasi, terdapat pula hasil pengambilan gambar yang diambil oleh ESP32 Cam yang mana pada sistemnya terpisah dengan sistem otomatisasi. Untuk hasil pengambilan gambar ESP32 Cam akan dikirimkan langsung pada Firebase dan dapat terlihat langsung pada aplikasi. Hasil gambar hanya terdapat 1 foto karena pada Firebase dibatasi oleh memori penyimpanan. Namun foto tersebut akan terus terbarukan oleh hasil pengambilan gambar terbaru yang diambil oleh ESP32 Cam.

### 3.3 Analisa Data

Hasil dari uji coba alat otomatisasi ini didapatkan nilai yang mendekati akurat untuk pembacaan sensor pH, sensor TDS dan sensor ultrasonik. Namun untuk pembacaan nilai TDS hanya dapat membaca nilai tertinggi yaitu 1000ppm. Hal ini terjadi karena berdasarkan *datasheet* sensor TDS dari DF Robot pembacaan dari sensor berada di nilai 0-1000ppm dengan *output* tegangan antara 0-2,3 V. Karena kecilnya *output* tegangan ini menyebabkan hasil pembacaan hanya dapat mencapai nilai 1000ppm. Sehingga untuk pengujian sistem hanya dapat dilakukan pada tanaman selada. Hal ini dapat menghambat sistem kerja dari alat otomatisasi hidroponik karena dengan alat ini harapannya dapat memantau nilai nutrisi selain selada.

Kesesuaian data yang diambil oleh alat dapat dikirimkan secara *real-time* dapat berjalan secara lancar antara Arduino IDE, Firebase dan juga aplikasi. Namun terdapat *delay* dalam pengiriman data dari Arduino IDE dan Firebase namun hal ini tidak mempengaruhi dari laju sistem kerja alat karena aplikasi hanya bekerja sebagai alat *monitoring* yang mana pengguna dapat memilih tanaman dan memantau nilai nutrisi dan pH dari tanaman yang di tanam.

Untuk kesesuaian pengambilan gambar oleh kamera masih mendapatkan hasil yang jauh dari baik dikarenakan kamera ESP32 Cam hanya memiliki resolusi yang kecil sebesar 2 *Megapixel* sehingga hasil gambar menjadi rusak. Selain hasil kamera yang memiliki resolusi rendah, kamera ini mudah rusak jika digunakan untuk keperluan jangka panjang.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan. Selama 5 hari pengujian dan pengamatan, alat otomatisasi hidroponik masih memiliki beberapa kekurangan. Alat ini hanya dapat membaca nilai TDS maksimal 1000ppm. Namun untuk pembacaan sensor sudah sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pemantauan melalui sistem sudah sesuai dengan nilai ppm antara 696-706 dan pembacaan pH di antara 6,4-7,0. Hasil *error* dari pengujian sistem ini adalah sebesar 3% untuk sensor pH dan 4% untuk sensor TDS.

Pemantauan tanaman melalui aplikasi dapat berjalan dengan baik walaupun untuk transfer data antara Firebase dan aplikasi terdapat *delay*. Namun dengan adanya *delay* ini tidak menyebabkan hasil kerja sistem otomatisasi menurun karena pada aplikasi hanya berguna untuk pemantauan dari tanaman.

Hasil pengambilan gambar oleh kamera ESP32 Cam ini memiliki resolusi yang pecah dan kurang dapat dilihat. Namun untuk sistem kerja sudah sesuai dengan pengambilan gambar akan terus dikirimkan kepada Firebase dan aplikasi sehingga pengguna tetap dapat memantau pertumbuhan dari tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASMARA, & PUTRA, R. K. 2020. Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 7(2), 69-74.
- DIAH, A., & ZAENAL, A. 2021. Rancang Bangun Alat Pemberian Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi 2*, 1, 29-34.
- FALMATA, M., ADAM, A., ALIYU, F., MABU, A., & MUSA, M. 2020. A survey of smart hydroponic systems. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5(1), 233-248.
- FAROOQ, H., REHMAN, H., JAVED, A., SHOUKAT, M., & DUDLEY, S. 2020. A review on smart IoT based farming. *Annals of Emerging Technologies in Computing (AETiC)*, 2516-0281.
- HUSAINI, A., MUHAMMAD, ZULIANTO, A., & SASONGKO, A. 2021. Otomatisasi Monitoring Metode Budidaya Sistem Hidroponik dengan Internet of Things (Iot) Berbasis Android MQTT dan Tenaga Surya. *Jurnal Sosial dan Teknologi*, 1(8), 785-800.
- KARIM, H. A., ROSSI, F., ARIF, N. A., SALI, A., & KOMIYA, R. 2012. Multiple Description Coding With Side Information For Stereoscopic 3d. *International Symposium On Telecommunication*, 245-248.
- KULARBPHEHTONG, K., AMPANT, U., & KONGRODJ, N. 2019. An automated hydroponics system based on mobile application. *International Journal of Information and Education Technology*.
- LAKSHMANAN, R., DJAMA, M., SELVAPERUMAL, S. K., & ABDULLA, R. (2020). Automated smart hydroponics system using internet of things. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*.
- MAHAIDAYU, M. G. 2017. Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic monitoring system based on wireless sensor network. *Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)*.
- MAJID, M., KHAN, J. N., SHAH, Q. M., MASOODI, K. Z., AFROZA, B., & PARVAZE, S. 2021. Evaluation of hydroponic systems for the cultivation of Lettuce (*Lactuca sativa* L., var. *Longifolia*) and comparison with protected soil-based cultivation. *Agricultural Water Management*, 245, 106572.
- NAUMAN, ALI, QADRI, Y. A., AMJAD, M., ZIKRIA, Y. B., AFZAL, M. K., & KIM, S. W. 2020. Multimedia Internet of Things: A comprehensive survey. *IEEE Access*, 8, 8202-8250.
- NURKHOLIS, A., MUHAQIQIN, M., & SUSANTO, T. 2020. Analisis Kesesuaian Lahan

- Padi Gogo Berbasis Sifat Tanah Dan Cuaca Menggunakan Id3 Spasial. *Juuta J. Inform*, 8(2), 235–244.
- RONALDO, R., WAHJUDI, R., R.H., S., & SULAIMAN, S. 2020. Perancangan Smart Greenhouse Sebagai Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). *KOCENIN Serial Konferensi*, 1, 6-9.
- SUSANTO, T., RISKIONO, S. D., RIKENDRY, R., & NURKHOLIS, A. 2020. Implementasi Kendali Lqr Untuk Pengendalian Sikap Longitudinal Pesawat Flying Wing. *Electro Luceat*, 6(2), 245–254.
- WAHYU, C. P., & R, H. H. 2018. Penerapan teknologi IoT pada tanaman hidroponik menggunakan arduino dan blynk android. *Jurnal Dinamika Informatika*, 7(2), 29-40.
- WATI, D. R., & SHOLIHAN, W. 2021. Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. *Teknik Komputer, Sekolah Vokasi, IPB University*, 7(1), 12-21.
- WIRMAN, PUTRI, R., WARDHANA, I., & ISNAINI, V. A. 2019. Kajian tingkat akurasi sensor pada rancang bangun alat ukur total dissolved solids (tds) dan tingkat kekeruhan air. *Jurnal Fisika*, 9(1), 37-46.
- ZETTRY, B., CANDRA, O., & ELFIZON, E. 2019. Sistem pemantauan tanaman sayur dengan media tanam hidroponik menggunakan arduino. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 5(1), 74-80.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*